

СПРАВОЧНИК  
ПРОЕКТИРОВЩИКА

ВНУТРЕННИЕ  
САНИТАРНО - ТЕХНИЧЕСКИЕ  
УСТРОЙСТВА

В ДВУХ ЧАСТЯХ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ КАНД. ТЕХН. НАУК И. Г. СТАРОВОРОВА

Издание третье, переработанное и дополненное

Часть I  
ОТОПЛЕНИЕ, ВОДОПРОВОД,  
КАНАЛИЗАЦИЯ



МОСКВА  
СТРОЙИЗДАТ  
1975

Рекомендовано к переизданию Главпромстройпроектом Госстроя СССР  
16 февраля 1972 г.

Авторы: доктора техн. наук профессора В. Н. Богословский, С. Ф. Копьев;  
кандидаты техн. наук Л. И. Друскин, А. Г. Егиазаров, А. Н. Сканава,  
И. Г. Староверов, Б. М. Хлыбов, В. Н. Цветков, И. С. Шаповалов,  
В. П. Щеглов; инженеры Н. И. Березина, Н. А. Меринов, Л. М. Михайлов,  
Л. Ф. Моор, А. К. Пахомова, М. Ф. Филиппов, М. М. Ястребов.

**Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства.**  
В 2-х ч. Под. ред. И. Г. Староверова. Изд. 3-е, перераб. и доп. Ч. I. Отопление, водо-  
провод, канализация. М., Стройиздат, 1975. 429 с. Авт.: В. Н. Богословский,  
С. Ф. Копьев, Л. И. Друскин и др.

В справочнике приведены основные сведения по расчету теплового режима поме-  
щений, выбору, конструированию и расчету систем отопления зданий и сооружений.

Рассмотрено устройство и приведен расчет систем горячего водоснабжения. Даны  
основные схемы присоединения потребителей к тепловым сетям, а также расчет и вы-  
бор оборудования для тепловых вводов.

Приведены сведения по устройству, расчету и проектированию внутренних систем  
водоснабжения, канализации и газоснабжения жилых, общественных и промышленных  
зданий и сооружений.

Даны приложения для подбора отопительного и санитарно-технического оборудо-  
вания. Изд. 2-е вышло в 1967 г.

Справочник предназначен для инженерно-технических работников проектных орга-  
низаций.

Табл. 353, рис. 282.

**BOOKS.PROEKTANT.ORG**

**БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОННЫХ  
КОПИЙ КНИГ**

**для проектировщиков  
и технических специалистов**

	Стр.		Стр.
ловие . . . . .	6	<b>Глава 13. Водяное отопление . . . . .</b>	69
<b>Раздел I</b>			
<b>Общая часть</b>			
а 1. Некоторые физические величины . . . . .	7	13.1. Общие сведения . . . . .	69
<b>Раздел II</b>			
<b>Тепловой режим здания</b>			
а 2. Внутренние и наружные климатические условия . . . . .	11	13.2. Классификация систем . . . . .	70
Метеорологические условия в помещениях . . . . .	11	13.3. Этапы проектирования системы . . . . .	72
Расчетные характеристики наружного климата для холодного периода года . . . . .	12	13.4. Выбор системы . . . . .	72
а 3. Теплопередача через ограждения . . . . .	13	13.5. Конструирование системы . . . . .	73
Стационарная теплопередача . . . . .	13	13.6. Гидравлический расчет систем отопления . . . . .	78
Нестационарная теплопередача . . . . .	15	13.7. Гидравлический расчет вертикальной одноструйной тупиковой системы . . . . .	83
Теплопередача через элементы ограждений с двухмерными температурными полями . . . . .	19	13.8. Гидравлический расчет двухтрубной системы . . . . .	92
а 4. Воздухопроницаемость строительных материалов и конструкций . . . . .	21	13.9. Гидравлический расчет горизонтальной одной системы . . . . .	96
а 5. Влагопередача и влажностный режим ограждений . . . . .	21	13.10. Гидравлический расчет гравитационной системы . . . . .	99
а 6. Защитные свойства наружных ограждений. Общая последовательность расчета . . . . .	23	<b>Глава 14. Паровое отопление низкого и высокого давления . . . . .</b>	102
а 7. Теплозащитные свойства ограждений . . . . .	23	14.1. Классификация схем систем парового отопления . . . . .	103
Требуемое (минимально допустимое) сопротивление теплопередаче . . . . .	23	14.2. Указания по выбору схем систем парового отопления . . . . .	103
Оптимальное (по технико-экономическим показателям) сопротивление теплопередаче ограждения . . . . .	25	14.3. Указания по выбору способов возврата конденсата . . . . .	104
Теплозащита световых проемов и дверей . . . . .	25	14.4. Конструктивные указания . . . . .	104
Требуемая теплоустойчивость ограждений . . . . .	25	14.5. Применение арматуры . . . . .	104
Требуемая теплоустойчивость полов . . . . .	26	14.6. Расчет паропроводов . . . . .	104
а 8. Воздухо-влажностные свойства ограждений . . . . .	26	14.7. Расчет конденсатопроводов . . . . .	110
1. Требуемые воздухозащитные свойства . . . . .	26	14.8. Указания по выбору и расчету оборудования . . . . .	114
2. Требуемые влагозащитные свойства . . . . .	27	<b>Глава 15. Воздушное отопление . . . . .</b>	118
а 9. Инфильтрация наружного воздуха через ограждения . . . . .	27	15.1. Общие сведения . . . . .	118
9.1. Инфильтрация наружного воздуха в промышленных зданиях . . . . .	27	15.2. Расчет систем воздушного отопления . . . . .	118
9.2. Инфильтрация наружного воздуха в гражданских зданиях . . . . .	28	15.3. Примеры расчета воздушного отопления . . . . .	121
<b>Раздел III</b>			
<b>Отопление</b>			
а 10. Классификация систем отопления и область их применения . . . . .	30	<b>Глава 16. Панельно-лучистое отопление . . . . .</b>	121
10.1. Основные виды систем отопления . . . . .	30	16.1. Общие сведения . . . . .	121
10.2. Область применения систем отопления . . . . .	30	16.2. Подбор отопительных панелей . . . . .	124
а 11. Расчетная теплопроизводительность системы отопления здания . . . . .	33	16.3. Тепловой расчет . . . . .	124
11.1. Тепловой баланс помещения . . . . .	33	<b>Глава 17. Электрическое отопление . . . . .</b>	135
11.2. Расчетная теплопроизводительность системы отопления здания . . . . .	40	17.1. Классификация систем . . . . .	135
11.3. Расход тепла на отопление по укрупненным измерителям . . . . .	41	17.2. Область применения . . . . .	135
<b>Глава 12. Отопительные приборы . . . . .</b>	41	17.3. Инфракрасное электроотопление . . . . .	135
12.1. Виды отопительных приборов . . . . .	41	17.4. Лучисто-конвективное электроотопление . . . . .	141
12.2. Теплопередача отопительных приборов . . . . .	41	17.5. Электровоздушное отопление . . . . .	141
12.3. Выбор и размещение отопительных приборов . . . . .	55	<b>Глава 18. Особенности отопления сельскохозяйственных зданий и сооружений . . . . .</b>	143
12.4. Расчет площади нагревательной поверхности отопительного прибора . . . . .	55	18.1. Животноводческие помещения . . . . .	143
12.5. Определение площади нагревательной поверхности отопительного прибора по номограмме . . . . .	56	18.2. Птицеводческие помещения . . . . .	146
12.6. Определение размера и числа приборов . . . . .	66	18.3. Культивационные сооружения для круглогодичного выращивания овощей . . . . .	148
12.7. Регулирование теплопередачи отопительного прибора . . . . .	67	<b>Глава 19. Печное отопление . . . . .</b>	158
12.8. Установка отопительных приборов . . . . .	67	19.1. Классификация печей . . . . .	158
12.4. Примеры расчета площади нагревательной поверхности отопительных приборов . . . . .	68	19.2. Краткие сведения о рекомендуемых печах . . . . .	152
		19.3. Проектирование и расчет . . . . .	153
		19.4. Основания под печи и дымовые каналы . . . . .	168
		19.5. Противопожарные мероприятия . . . . .	170
		<b>Раздел IV</b>	
		<b>Горячее водоснабжение</b>	
		<b>Глава 20. Внутренние системы горячего водоснабжения . . . . .</b>	172
		20.1. Классификация систем . . . . .	172
		20.2. Требования, предъявляемые к воде . . . . .	173
		20.3. Температуры и нормы расхода горячей воды . . . . .	173
		20.4. Определение расчетных расходов горячей воды и тепла . . . . .	174
		20.5. Расчет аккумуляторов и подогревателей горячей воды . . . . .	176
		20.6. Определение диаметров подающих труб . . . . .	181
		20.7. Определение диаметров циркуляционных труб . . . . .	182
		20.8. Конструктивные указания . . . . .	184
		<b>Раздел V</b>	
		<b>Тепловые вводы</b>	
		<b>Глава 21. Присоединение жилых зданий, а также общественных и коммунальных потребителей тепла к водяным тепловым сетям . . . . .</b>	186
		21.1. Системы теплоснабжения . . . . .	186

урный график водяных тепловых сетей	187
пьезометрический график тепловых сетей	187
21. Присоединение систем отопления	187
21. Присоединение систем горячего водоснабжения	189
<b>Глава 22. Присоединение промышленных предприятий к водяным тепловым сетям и паропроводам</b>	191
22.1. Основные положения по выбору схем присоединения	191
22.2. Сбор и возврат конденсата	192
<b>Глава 23. Контрольно-измерительные приборы и автоматика</b>	192
<b>Глава 24. Расчет и выбор оборудования для тепловых вводов</b>	193
24.1. Элеваторы	193
24.2. Скоростные водоводяные подогреватели	195
24.3. Скоростные пароводяные подогреватели	200

## Раздел VI

### Водопровод

<b>Глава 25. Общие сведения</b>	202
25.1. Основы проектирования внутренних систем водопровода	202
25.2. Источники и качество воды	202
<b>Глава 26. Системы и схемы водопровода</b>	203
26.1. Характеристика систем водопровода различных зданий и сооружений	203
26.2. Противопожарные системы водопровода	210
<b>Глава 27. Нормативные данные</b>	214
27.1. Нормы водопотребления. Коэффициенты неравномерности и расходы воды	214
27.2. Свободные напоры	217
<b>Глава 28. Водопроводные сети</b>	218
28.1. Особенности прокладки сетей	218
28.2. Изоляция трубопроводов	219
28.3. Вводы	220
28.4. Материал трубопроводов сетей внутреннего водопровода	223
28.5. Защита трубопроводов от коррозии	224
28.6. Водопроводная арматура и оборудование	225
28.7. Раздача литьевой воды	228
28.8. Регулирование давления в системах внутреннего водопровода зданий	228
<b>Глава 29. Счетчики расхода воды (водомеры)</b>	231
29.1. Размещение счетчиков	231
29.2. Выбор и расчет счетчиков	232
29.3. Схемы и конструкции счетчиков расхода воды	238
<b>Глава 30. Гидравлический расчет водопроводных сетей</b>	233
30.1. Методика расчета	233
30.2. Расчетные формулы	233
30.3. Определение диаметров трубопроводов	236
30.4. Потери напора и удельные сопротивления в трубопроводах	237
30.5. Требуемый напор в наружной водопроводной сети	237
<b>Глава 31. Насосы и насосные установки</b>	238
31.1. Типы насосов	238
31.2. Основные технические данные и конструктивные особенности насосов	238
31.3. Расположение насосных установок	238
31.4. Пневматические насосные установки	241
<b>Глава 32. Водонапорные баки и резервуары</b>	243
32.1. Назначение водонапорных баков и резервуаров	243
32.2. Расчет водонапорных баков и резервуаров	243
32.3. Оборудование водонапорных баков	244
<b>Глава 33. Строительство водопровода в особых природных условиях</b>	245
33.1. Строительство водопровода в сейсмических районах, на подрабатываемых территориях и в районах набухающих грунтов	246
33.2. Строительство водопровода на просадочных грунтах	247
33.3. Строительство водопровода в северной строительнo-климатической зоне	248

Стр.

## Раздел VII

### Канализация

<b>Глава 34. Общие сведения</b>	251
34.1. Основные требования санитарных норм технологии и благоустройства	251
34.2. Объемно-планировочные требования	251
<b>Глава 35. Системы и схемы канализации</b>	255
35.1. Классификация и характеристика систем канализации	255
35.2. Схемы канализации зданий различного назначения	255
35.3. Нормы водоотведения, коэффициенты неравномерности и расходы сточных вод	255
<b>Глава 36. Приемники сточных вод</b>	26
36.1. Назначение приемников	26
36.2. Оборудование по технике безопасности отдельных производств	26
<b>Глава 37. Канализационные сети</b>	26
37.1. Трубопроводы и лотки	26
37.2. Места и особенности прокладки сетей канализации	26
37.3. Стояки	26
37.4. Ревизии и прочистки	26
37.5. Выпуски канализации	26
<b>Глава 38. Гидравлический расчет трубопроводов</b>	2
38.1. Расчетные формулы	2
38.2. Уклоны и наполнения трубопроводов	2
38.3. Диаметры стояков и отводных линий	2
<b>Глава 39. Насосные установки</b>	2
39.1. Характеристика установок	2
39.2. Места расположения резервуаров и насосов	2
39.3. Пневматическая эжекторная установка	2
<b>Глава 40. Местные установки для очистки сточных вод и другие специальные устройства</b>	2
40.1. Назначение установок	2
40.2. Классификация установок и сооружений	2
<b>Глава 41. Водостоки зданий</b>	2
41.1. Назначение и схемы водостоков зданий	2
41.2. Размещение воронок	2
41.3. Расчет водостоков	2
41.4. Сети водостоков	2
<b>Глава 42. Сети канализации при строительстве зданий в особых природных условиях</b>	2
42.1. Сети канализации при строительстве в сейсмических районах, на подрабатываемых территориях и в районах набухающих грунтов	2
42.2. Сети канализации при строительстве на просадочных грунтах	2
42.3. Сети канализации при строительстве в северной строительнo-климатической зоне	2

Стр.

## Раздел VIII

### Газоснабжение

<b>Глава 43. Общие сведения</b>	2
43.1. Общие положения	2
43.2. Классификация газопроводов, выбор давления газа перед приборами и расчетные перепады давления в газовых сетях	2
43.3. Гидравлический расчет газопроводов	2
43.4. Трубы и арматура	2
43.5. Устройство внутренних газопроводов	2
43.6. Отвод продуктов сгорания	2
<b>Глава 44. Газоснабжение жилых и общественных зданий</b>	2
44.1. Бытовые газовые приборы	2
44.2. Требования к помещениям, в которых устанавливаются газовые приборы	2
44.3. Размещение газовых приборов	2
44.4. Особенности устройства внутренних газопроводов в жилых и общественных зданиях и на коммунально-бытовых предприятиях	2
<b>Глава 45. Газоснабжение промышленных предприятий</b>	2
45.1. Основные требования, предъявляемые к газифицируемым цехам и газопотребляющим агрегатам промышленных предприятий	2



	Стр.		Стр.
45.2. Особенности устройства внутренних газопроводов промышленных зданий . . . . .	298	<i>Приложение VI.</i> Воздухоотводчики автоматические и краны для спуска воздуха . . . . .	371
<b>Раздел IX</b>		<i>Приложение VII.</i> Вентили запорные . . . . .	371
<b>Расчетные таблицы</b>		<i>Приложение VIII.</i> Задвижки . . . . .	375
<b>Глава 46.</b> Таблицы для гидравлического расчета систем отопления . . . . .	300	<i>Приложение IX.</i> Клапаны . . . . .	377
<b>Глава 47.</b> Таблицы для гидравлического расчета водопроводных сетей . . . . .	345	<i>Приложение X.</i> Клапаны обратные . . . . .	379
<b>Глава 48.</b> Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей . . . . .	350	<i>Приложение XI.</i> Конденсатоотводчики . . . . .	380
<b>Приложения</b>		<i>Приложение XII.</i> Арматура . . . . .	384
<b>Материалы и санитарно-техническое оборудование . . . . .</b>	<b>351</b>	<b>3. Оборудование систем водяного и парового отопления . . . . .</b>	<b>394</b>
1. Трубы и соединительные части к ним . . . . .	351	<i>Приложение XIII.</i> Отопительные агрегаты . . . . .	394
<i>Приложение I.</i> Трубы стальные и соединительные части к ним . . . . .	351	<i>Приложение XIV.</i> Панели отопительные . . . . .	396
<i>Приложение II.</i> Трубы чугунные напорные раструбные . . . . .	358	<i>Приложение XV.</i> Подогреватели пароводяные емкостные и водоводяные скоростные секционные . . . . .	398
<i>Приложение III.</i> Трубы чугунные канализационные и фасонные части к ним по ГОСТ 6942 0—69 — ГОСТ 6942.30—69 . . . . .	358	<i>Приложение XVI.</i> Элеваторы водоструйные . . . . .	400
<i>Приложение IV.</i> Трубы неметаллические . . . . .	364	<b>4. Оборудование систем электрического отопления . . . . .</b>	<b>401</b>
2. Арматура . . . . .	367	<i>Приложение XVII.</i> Нагревательные приборы систем электрического отопления . . . . .	401
<i>Приложение V.</i> Краны . . . . .	367	5. Оборудование систем горячего водоснабжения и газоснабжения . . . . .	403
		<i>Приложение XVIII.</i> Водонагреватели местные для горячего водоснабжения . . . . .	403
		<i>Приложение XIX.</i> Плиты газовые . . . . .	404
		<b>6. Оборудование систем водоснабжения и канализации . . . . .</b>	<b>405</b>
		<i>Приложение XX.</i> Санитарно-технические приборы . . . . .	405
		<i>Приложение XXI.</i> Установка санитарно-технических приборов . . . . .	411
		<b>7. Оборудование общего назначения . . . . .</b>	<b>419</b>
		<i>Приложение XXII.</i> Насосы . . . . .	419

## ПРЕДИСЛОВИЕ

При подготовке настоящего издания справочника почти все его основные разделы подверглись коренной переработке с учетом последних теоретических исследований и новых нормативных данных. В справочник внесены уточнения и дополнения в соответствии с Санитарными нормами СН 245-71, новой редакцией глав СНиП II-Г.1-70, СНиП II-А.7-71, СНиП II-А.6-72 и др.

В разделе «Тепловой режим здания» рассмотрены методы расчета и инженерные средства обеспечения заданного теплового и воздушного режимов зданий различного назначения. Используются результаты современных исследований по теплообмену в помещении, теплопередаче через ограждения и в элементах систем отопления; по нестационарному тепловому режиму в ограждениях, помещении, элементах систем; по выбору расчетных нагрузочных климатических характеристик, защитных ограждений и тепловой мощности систем. Даны методы расчета воздухопроницаемости и влажностного режима ограждений, необходимые для выбора конструктивных элементов здания и производительности систем отопления.

В главе «Отопительные приборы» систематизированы типы выпускаемых приборов, схемы их присоединения к трубам и формулы для расчета плотности теплового потока. Дана единая аналитическая методика расчета площади нагревательной поверхности всех современных отопительных приборов и приведены разработанные авторами главы обобщенные номограммы для ее определения.

В главе «Водяное отопление» изложен новый материал по динамике гидравлического давления в системе, присоединенной к наружным теплопроводам. Приведены способы гидравлического расчета систем с постоянным и переменным перепадом температуры воды в стояках. Для широко распространенной вертикальной однотрубной тупиковой системы дана новая методика гидравлического расчета, разработанная авторами главы и проверенная в проектной практике института Моспроект-1. Для двухтрубной системы приведено построение контрольного графика изменения циркуляционного давления в магистралях.

Глава «Воздушное отопление» переработана с учетом обеспечения устойчивой циркуляции перегретого воздуха в помещении, нормируемых величин скоростей воздуха в рабочей зоне при взаимодействии приточных струй в условиях стеснения. В применяемые при расчете распределения воздуха в помещении формулы введены скоростные и температурные коэффициенты приточных воздухораспределительных устройств.

В разделе «Тепловые вводы» особое внимание уделено новым двухступенчатым схемам присоединения,

обеспечивающим значительное снижение значений расчетных расходов воды в тепловой сети. В главе «Контрольно-измерительные приборы и автоматика» дополнительно рассмотрены вопросы автоматизации.

Разделы «Водопровод» и «Канализация» также переработаны с учетом последних исследований и нормативных документов.

Из книги исключена глава «Газовое отопление», поскольку системы газоводяного и газозвоздушного отопления по своему устройству в принципе не отличаются от обычных систем местного и воздушного отопления. Что же касается инфракрасного газового отопления, то в соответствии с СН 245-71 оно может быть применено только при условии полного удаления продуктов сгорания наружу (минуя помещение). Отсутствие газовых горелок заводского изготовления, отвечающих этим требованиям, а также отсутствие методики расчета подобного рода систем не дают возможности привести в настоящем издании справочника соответствующие данные<sup>1</sup>.

Приложения скорректированы в соответствии с действующими ГОСТами и нормами по состоянию на 1/1 1974 г.

Отдельные главы справочника составлены следующими авторами: глава 1 — инж. Н. И. Березиной; главы 2—9 — д-ром техн. наук В. Н. Богословским; главы 10 и 11 — канд. техн. наук В. П. Щегловым; главы 12 и 13 — канд. техн. наук А. Н. Скандави и инж. Л. М. Михайловым; глава 14 — инж. Н. И. Березиной; глава 15 — инж. Л. Ф. Моором; глава 16 — канд. техн. наук И. С. Шаповаловым; глава 17 — канд. техн. наук В. Н. Цветковым и инж. Н. И. Березиной; глава 18 — канд. техн. наук А. Г. Егiazаровым; глава 19 — инж. Н. А. Мериновым; глава 20 — д-ром техн. наук [С. Ф. Копьевым] и канд. техн. наук Б. М. Хлыбовым; главы 21—24 — инж. М. Ф. Филипповым; главы 25—42 — инж. А. К. Пахомовой; главы 43—45 — канд. техн. наук Л. И. Друскиным; главы 46—48 — инженерами Н. И. Березиной, А. К. Пахомовой и М. М. Ястребовым. Приложения составлены кандидатами техн. наук И. Г. Староверовым, И. С. Шаповаловым, Л. И. Друскиным и инженерами А. К. Пахомовой и М. Ф. Филипповым.

<sup>1</sup> При отсутствии людей в помещениях и при целесообразности устройства в них инфракрасного отопления для его проектирования могут быть использованы материалы, приведенные во «Временных указаниях по расчету, проектированию и устройству систем газового инфракрасного отопления». М., 1970.

# Раздел I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

## Глава I. НЕКОТОРЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ТАБЛИЦА 11

Продолжение табл. 11

### ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА ПРИ ДАВЛЕНИИ 760 мм рт. ст.

Температура, t, °C	Параметры 1 м³ сухого воздуха			Упругость водяного пара, полностью насыщенного воздуха, мм рт. ст.	Содержания, г, водяного пара, полностью насыщенного воздуха		
	масса, кг	объем, м³			в 1 м³ влажного воздуха	в 1 кг влажного воздуха	на 1 кг сухой части влажного воздуха
		при t °C (исходная температура 0 °C), 1+αt	при 0 °C (исходная температура t °C), (1+αt)⁻¹				
-20	1,396	0,927	1,079	0,927	1,1	0,8	0,77
-19	1,39	0,93	1,075	1,015	1,2	0,85	0,86
-18	1,385	0,934	1,071	1,116	1,3	0,92	0,93
-17	1,379	0,938	1,066	1,207	1,4	1,03	1,04
-16	1,374	0,941	1,062	1,308	1,5	1,1	1,11
-15	1,368	0,945	1,058	1,4	1,6	1,19	1,2
-14	1,363	0,949	1,054	1,549	1,7	1,29	1,3
-13	1,358	0,952	1,05	1,68	1,9	1,39	1,4
-12	1,353	0,956	1,046	1,831	2	1,49	1,5
-11	1,348	0,959	1,042	1,985	2,2	1,64	1,65
-10	1,342	0,963	1,038	2,14	2,3	1,78	1,79
-9	1,337	0,967	1,034	2,267	2,5	1,91	1,93
-8	1,332	0,971	1,03	2,455	2,7	2,06	2,08
-7	1,327	0,974	1,026	2,658	2,9	2,23	2,25
-6	1,322	0,978	1,023	2,876	3,1	2,38	2,4
-5	1,317	0,982	1,019	3,16	3,4	2,58	2,6
-4	1,312	0,985	1,015	3,368	3,6	2,78	2,8
-3	1,308	0,989	1,011	3,644	3,9	3,09	3,1
-2	1,303	0,993	1,007	3,941	4,2	3,28	3,29
-1	1,298	0,996	1,004	4,263	4,5	3,57	3,58
0	1,293	1	1	4,58	4,9	3,78	3,8
1	1,288	1,004	0,996	4,94	5,2	4,07	4,15
2	1,284	1,007	0,993	5,302	5,6	4,4	4,48
3	1,279	1,011	0,989	5,687	6	4,71	4,77
4	1,275	1,015	0,986	6,097	6,4	5,05	5,1
5	1,270	1,018	0,982	6,534	6,8	5,35	5,4
6	1,265	1,022	0,979	6,998	7,3	5,7	5,78
7	1,261	1,026	0,975	4,492	7,7	6,1	6,21
8	1,256	1,029	0,972	8,017	8,3	6,6	6,65
9	1,252	1,033	0,968	8,574	8,8	7	7,13
10	1,248	1,037	0,965	9,2	9,4	7,5	7,63
11	1,243	1,04	0,961	9,84	9,9	8	8,15
12	1,239	1,044	0,958	10,52	10,6	8,6	8,75
13	1,235	1,048	0,955	11,222	11,2	9,2	9,35
14	1,23	1,051	0,951	11,988	12	9,8	9,97
15	1,226	1,055	0,948	12,79	12,8	10,5	10,6
16	1,222	1,059	0,945	13,63	13,6	11,2	11,4
17	1,217	1,062	0,941	14,53	14,4	11,9	12,1
18	1,213	1,066	0,938	15,48	15,3	12,7	12,9
19	1,209	1,07	0,935	16,48	16,2	13,5	13,8

Температура t, °C	Параметры 1 м³ сухого воздуха			Упругость водяного пара, полностью насыщенного воздуха, мм рт. ст.	Содержание, г, водяного пара, полностью насыщенного воздуха		
	масса, кг	объем, м³			в 1 м³ влажного воздуха	в 1 кг влажного воздуха	на 1 кг сухой части влажного воздуха
		при t °C (исходная температура 0 °C), 1+αt	при 0 °C (исходная температура t °C), (1+αt)⁻¹				
20	1,205	1,073	0,932	17,53	17,2	14,4	14,7
21	1,201	1,077	0,929	18,65	18,2	15,8	15,6
22	1,197	1,081	0,925	19,83	19,3	16,3	16,8
23	1,193	1,084	0,922	21,07	20,4	17,3	17,7
24	1,189	1,088	0,919	22,38	21,6	18,4	18,8
25	1,185	1,092	0,916	23,76	22,9	19,5	20
26	1,181	1,095	0,913	25,21	24,2	20,7	21,4
27	1,177	1,099	0,91	26,74	25,6	22	22,6
28	1,173	1,103	0,907	28,35	27	23,4	24
29	1,169	1,106	0,904	30,04	28,5	24,8	25,6
30	1,165	1,11	0,901	31,82	30,1	26,3	27,2
31	1,161	1,114	0,898	33,7	31,8	27,8	28,8
32	1,157	1,117	0,895	35,06	33,5	29,5	30,6
33	1,154	1,121	0,892	37,73	35,4	31,2	32,5
34	1,15	1,125	0,889	39,8	37,3	33,1	34,4
35	1,146	1,128	0,886	42,18	39,3	35	35,6
36	1,142	1,132	0,884	44,56	41,4	37	38,8
37	1,139	1,136	0,881	47,07	43,6	39,2	41,1
38	1,135	1,139	0,878	49,69	45,9	41,4	43,5
39	1,132	1,143	0,875	52,44	48,3	43,8	46
40	1,128	1,147	0,872	55,32	50,8	46,3	48,9
41	1,124	1,15	0,869	58,34	53,4	48,9	51,7
42	1,121	1,154	0,867	61,5	56,1	51,6	54,8
43	1,117	1,158	0,864	64,80	58,9	54,5	58
44	1,114	1,161	0,861	68,26	61,9	57,5	61,3
45	1,111	1,165	0,858	71,88	65	60,7	65
46	1,107	1,169	0,856	75,65	68,2	64	68,9
47	1,103	1,172	0,853	79,6	71,5	67,5	72,8
48	1,1	1,176	0,85	83,7	75	71,7	77
49	1,096	1,18	0,848	88,02	78	75	81,5
50	1,093	1,183	0,845	92,51	83,3	79	86,3
51	1,089	1,187	0,843	97,2	86,3	83,2	91,3
52	1,086	1,191	0,84	102,1	90,4	87,7	96,6
53	1,083	1,194	0,837	107,2	94,6	92,3	102
54	1,08	1,198	0,835	112,5	99,1	97,2	108
55	1,076	1,202	0,832	118	103,6	102,3	114
56	1,073	1,205	0,83	123,8	108,4	107,6	121
57	1,07	1,209	0,827	129,8	113,3	113,2	128
58	1,067	1,213	0,825	136,1	118,5	119,1	136
59	1,063	1,216	0,822	142,6	123,8	125,2	144
60	1,06	1,22	0,82	149,4	129,3	131,7	152

### ЭНТАЛЬПИЯ ВОЗДУХА ПРИ ДАВЛЕНИИ 760 мм рт. ст.

ТАБЛИЦА 12

Температура t, °C	Значения i, ккал/кг, при относительной влажности воздуха φ, %										
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
-35	-8,32	-8,33	-8,34	-8,34	-8,35	-8,36	-8,37	-8,38	-8,38	-8,39	-8,4
-30	-7,06	-7,07	-7,09	-7,1	-7,12	-7,13	-7,14	-7,16	-7,17	-7,19	-7,2
-25	-5,77	-5,79	-5,81	-5,84	-5,86	-5,88	-5,91	-5,93	-5,95	-5,98	-6
-20	-4,42	-4,46	-4,5	-4,54	-4,57	-4,61	-4,65	-4,68	-4,72	-4,76	-4,8
-15	-2,9	-2,97	-3,04	-3,11	-3,18	-3,25	-3,32	-3,39	-3,46	-3,53	-3,6
-10	-1,46	-1,55	-1,65	-1,74	-1,84	-1,93	-2,02	-2,12	-2,21	-2,31	-2,4
-9	-1,13	-1,23	-1,34	-1,44	-1,54	-1,65	-1,75	-1,85	-1,95	-2,06	-2,16
-8	-0,79	-0,91	-1,02	-1,13	-1,25	-1,36	-1,47	-1,58	-1,7	-1,81	-1,92
-7	-0,45	-0,57	-0,7	-0,82	-0,94	-1,07	-1,19	-1,31	-1,44	-1,56	-1,68

Температура <i>t</i> , °C	Значения <i>l</i> , ккал кг, при относительной влажности воздуха φ, %										
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
-5	-0,1	-0,23	-0,37	-0,5	-0,64	-0,77	-0,9	-1,04	-1,17	-1,31	-1,44
-5	0,27	0,12	-0,03	-0,18	-0,32	-0,47	-0,62	-0,76	-0,91	-1,05	-1,2
-4	0,64	0,48	0,32	0,16	0	-0,16	-0,32	-0,48	-0,64	-0,8	-0,96
-3	1,02	0,85	0,67	0,5	0,32	0,15	-0,03	-0,2	-0,37	-0,55	-0,72
-2	1,42	1,23	1,04	0,85	0,66	0,47	0,28	0,09	-0,1	-0,29	-0,48
-1	1,82	1,62	1,41	1,2	1	0,79	0,58	0,38	0,17	-0,03	-0,24
0	2,24	2,02	1,79	1,57	1,34	1,12	0,89	0,67	0,45	0,22	0
1	2,66	2,42	2,17	1,93	1,69	1,44	1,2	0,96	0,72	0,48	0,24
2	3,08	2,82	2,56	2,3	2,04	1,78	1,52	1,26	1	0,74	0,48
3	3,52	3,24	2,95	2,67	2,39	2,11	1,83	1,55	1,28	1	0,72
4	3,96	3,66	3,36	3,06	2,76	2,46	2,16	1,86	1,56	1,26	0,96
5	4,43	4,1	3,78	3,45	3,13	2,81	2,48	2,16	1,84	1,52	1,2
6	4,9	4,55	4,2	3,86	3,51	3,16	2,82	2,47	2,13	1,78	1,44
7	5,39	5,02	4,65	4,27	3,9	3,53	3,16	2,79	2,42	2,05	1,68
8	5,91	5,51	5,1	4,7	4,3	3,9	3,51	3,11	2,71	2,32	1,92
9	6,43	6	5,57	5,14	4,71	4,28	3,86	3,43	3,01	2,58	2,16
10	6,98	6,51	6,05	5,59	5,13	4,67	4,22	3,76	3,3	2,85	2,4
11	7,54	7,04	6,55	6,05	5,56	5,07	4,58	4,1	3,61	3,12	2,64
12	8,12	7,59	7,06	6,54	6,01	5,48	4,96	4,44	3,92	3,4	2,88
13	8,73	8,16	7,59	7,02	6,46	5,9	5,34	4,78	4,23	3,67	3,12
14	9,35	8,75	8,14	7,53	6,93	6,33	5,74	5,14	4,55	3,95	3,36
15	10	9,35	8,7	8,06	7,42	6,78	6,14	5,5	4,86	4,23	3,6
16	10,7	9,98	9,29	8,61	7,92	7,23	6,55	5,87	5,19	4,51	3,84
17	11,4	10,6	9,91	9,17	8,43	7,7	6,97	6,24	5,52	4,8	4,08
18	12,1	11,3	10,6	9,76	8,97	8,18	7,4	6,62	5,85	5,09	4,32
19	12,9	12	11,2	10,4	9,51	8,68	7,85	7,02	6,2	5,38	4,56
20	13,7	12,8	11,9	11	10,1	9,19	8,3	7,42	6,54	5,67	4,8
21	14,5	13,5	12,6	11,6	10,7	9,71	8,77	7,83	6,9	5,96	5,04
22	15,4	14,3	13,3	12,3	11,3	10,3	9,25	8,25	7,26	6,27	5,28
23	16,3	15,2	14,1	13	11,9	10,8	9,75	8,68	7,62	6,57	5,52
24	17,2	16	14,9	13,7	12,5	11,4	10,3	9,12	7,99	6,87	5,76
25	18,2	16,9	15,7	14,4	13,2	12	10,8	9,57	8,37	7,18	6
26	19,2	17,9	16,5	15,2	13,9	12,6	11,3	10	8,76	7,5	6,24
27	20,3	18,8	17,4	16	14,6	13,3	11,9	10,5	9,16	7,82	6,48
28	21,4	19,9	18,4	16,9	15,4	13,9	12,5	11	9,57	8,14	6,72
29	22,5	20,9	19,3	17,7	16,2	14,6	13	11,5	9,98	8,46	6,96
30	23,8	22	20,3	18,6	17	15,3	13,7	12	10,4	8,79	7,2
31	25	23,2	21,4	19,6	17,8	16	14,3	12,6	10,8	9,13	7,44
32	26,4	24,2	22,5	20,6	18,7	16,8	14,9	13,1	11,3	9,47	7,68
33	27,8	25,7	23,6	21,6	19,6	17,6	15,6	13,7	11,7	9,81	7,92
34	29,2	27	24,8	22,6	20,5	18,4	16,3	14,2	12,2	10,2	8,16
35	30,7	28,4	26,1	23,8	21,5	19,3	17	14,8	12,7	10,8	8,4
36	32,3	29,8	27	24,9	22,5	20,1	17,8	15,5	13,2	10,9	8,64
37	34	31,3	28,7	26,1	23,6	21	18,5	16,1	13,7	11,3	8,88
38	35,7	32,9	30,1	27,4	24,7	22	19,3	16,7	14,2	11,6	9,12
39	37,6	34,6	31,7	28,7	25,8	23	20,2	17,4	14,7	12	9,36
40	39,6	36,4	33,2	30,1	27	24	21,1	18,1	15,2	12,4	9,6
41	41,6	38,2	34,8	31,5	28,3	25,1	21,9	18,8	15,8	12,8	9,84
42	43,7	40,1	36,5	33	29,6	26,2	22,9	19,6	16,4	13,2	10,1
43	46	42,1	38,3	34,6	30,9	27,3	23,8	20,4	17	13,6	10,3
44	48,3	44,2	40,2	36,2	32,4	28,6	24,8	21,2	17,6	14	10,6
45	50,8	46,4	42,2	38	33,9	29,8	25,9	22	18,2	14,5	10,8
46	53,4	48,8	44,3	39,8	35,4	31,1	26,9	22,8	18,8	14,9	11
47	56,2	51,2	46,4	41,6	37	32,5	28,1	23,7	19,5	15,3	11,3
48	59	53,8	48,6	43,6	38,7	33,9	29,2	24,6	20,2	15,8	11,5
49	62,1	56,5	51	45,7	40,5	35,4	30,4	25,6	20,9	16,3	11,8
50	65,3	59,3	53,5	47,8	42,3	36,9	31,7	26,6	21,6	16,7	12
51	68,7	62,3	56,1	50,1	44,2	38,5	33	27,6	22,3	17,2	12,2
52	72,2	65,4	58,8	52,4	46,2	40,2	34,3	28,6	23,1	17,7	12,5
53	76	68,7	61,7	54,9	48,3	42	35,8	29,7	23,8	18,2	12,7
54	80	72,2	64,7	57,5	50,5	43,8	37,2	30,9	24,7	18,8	13
55	84,2	75,9	68	60,3	52,9	45,7	38,8	32,1	25,6	19,3	13,2
56	88,5	79,5	71,2	63,1	55,2	47,7	40,3	33,3	26,4	19,8	13,4
57	93,1	83,4	74,8	66,2	57,7	49,8	42	34,6	27,3	20,4	13,7
58	98	87,6	78,4	69,3	60,3	51,9	43,7	35,9	28,2	21	13,9
59	103,1	91,7	82,2	72,6	63,1	54	45,5	37,2	29,2	21,6	14,2
60	108,7	96,1	86,2	76	66,1	56,3	47,3	38,6	30,2	22,1	14,4
65	142	126	110,6	96,2	82,5	70,1	57,9	46,6	35,7	25,4	15,6
70	190	166	143,5	123,4	104,6	87,5	71,5	56,3	42,3	30,2	16,8

ТАБЛИЦА 13

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАСЫЩЕННОГО ПАРА  
(ПО ВУКАЛОВИЧУ)

Давление $p$ , кгс/см <sup>2</sup>	Температура $t$ , °C	Удельный объем $V$ , м <sup>3</sup> /кг	Объемная масса $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	Энтальпия $h$ , ккал/кг		Удельная теплота испарения $r$ , ккал/кг
				жидкости	пара	
0,99	6,7	131,6	0,007599	6,73	600,2	593,5
0,95	32,55	28,72	0,03482	32,57	611,5	578,9
0,9	45,45	14,95	0,06689	45,45	617	571,6
0,8	59,67	7,789	0,1284	59,65	623,1	563,4
0,7	68,68	5,324	0,1878	68,66	626,8	558,1
0,6	75,42	4,066	0,2459	75,41	629,5	554,1
0,5	80,86	3,289	0,3031	80,86	631,6	550,7
0,4	85,45	2,782	0,3595	85,47	633,5	548
0,3	89,45	2,408	0,4153	89,49	635,1	545,6
0,2	92,99	2,125	0,4706	93,05	636,4	543,3
0,1	96,18	1,903	0,5255	96,26	637,6	541,3
0	99,09	1,725	0,5797	99,19	638,8	539,6
0,1	101,76	1,578	0,6337	101,87	639,8	537,9
0,2	104,25	1,455	0,6873	104,38	640,7	536,3
0,3	106,56	1,35	0,7407	106,72	641,6	534,9
0,4	108,74	1,259	0,7943	108,92	642,3	533,4
0,5	110,79	1,181	0,8467	110,99	643,1	532,1
0,6	112,73	1,111	0,9001	112,95	643,8	530,8
0,7	114,57	1,05	0,9524	114,81	644,5	529,7
0,8	116,33	0,9954	1,0046	116,6	645,1	528,5

Продолжение табл. 13

Давление $p$ , кгс/см <sup>2</sup>	Температура $t$ , °C	Удельный объем $V$ , м <sup>3</sup> /кг	Объемная масса $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	Энтальпия $h$ , ккал/кг		Удельная теплота испарения $r$ , ккал/кг
				жидкости	пара	
0,9	118,01	0,9462	1,057	118,3	645,7	527,4
1	119,62	0,9018	1,109	119,94	646,3	526,4
1,5	126,79	0,7318	1,367	127,2	648,7	521,5
2	132,88	0,6169	1,621	133,4	650,7	517,3
2,5	138,19	0,5338	1,873	138,9	652,4	513,5
3	142,92	0,4709	2,124	143,7	653,9	510,2
3,5	147,2	0,4215	2,373	148,1	655,2	507,1
4	151,11	0,3817	2,61	152,1	656,3	504,2
5	158,08	0,3214	3,111	159,3	658,3	498,9
6	164,17	0,2778	3,6	165,7	659,9	494,2
7	169,61	0,2488	4,085	171,4	661,2	489,8
8	174,53	0,2189	4,508	176,5	662,3	485,8
9	179,04	0,198	5,051	181,3	663,3	482,1
10	183,2	0,181	5,54	185,6	663,9	478,3
11	187,1	0,166	6,03	189,8	664,6	474,8
12	190,71	0,154	6,5	193,6	665,3	471,7
13	194,13	0,143	7	197,3	665,8	468,5
14	197,36	0,134	7,46	200,7	666,3	465,6
15	200,43	0,126	7,94	204	666,8	462,8
16	203,5	0,119	8,4	207,2	667,2	460

ТАБЛИЦА 14

УДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ  $V$  ПЕРЕГРЕТОГО ВОДЯНОГО ПАРА

Давление $p$ , кгс/см <sup>2</sup>	Значения $V$ , м <sup>3</sup> /кг, при температуре перегретого водяного пара $t$ , °C									
	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
0	1,83	1,93	2,02	2,12	2,21	2,31	2,4	2,5	2,59	2,69
0,2	1,52	1,6	1,68	1,76	1,84	1,92	2	2,08	2,16	2,24
0,4	1,3	1,37	1,44	1,51	1,58	1,65	1,71	1,78	1,85	1,92
0,6	1,13	1,2	1,26	1,32	1,38	1,44	1,5	1,56	1,62	1,67
0,8	1,01	1,06	1,12	1,17	1,22	1,28	1,33	1,38	1,44	1,5
1	0,9	0,95	1	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,34
1,5	—	0,76	0,8	0,84	0,88	0,92	0,96	0,99	1,03	1,07
2	—	0,63	0,66	0,7	0,73	0,76	0,79	0,83	0,86	0,89
2,5	—	0,53	0,57	0,6	0,62	0,65	0,68	0,71	0,73	0,77
3	—	—	0,49	0,52	0,54	0,57	0,59	0,62	0,64	0,67
4	—	—	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53
5	—	—	0,32	0,34	0,35	0,38	0,39	0,41	0,43	0,44
6	—	—	—	0,29	0,3	0,32	0,33	0,35	0,36	0,38
7	—	—	—	0,25	0,26	0,28	0,29	0,3	0,32	0,33
8	—	—	—	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
9	—	—	—	0,2	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26
10	—	—	—	—	0,19	0,2	0,21	0,22	0,23	0,24
11	—	—	—	—	0,17	0,18	0,19	0,2	0,21	0,22
12	—	—	—	—	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19	0,2
13	—	—	—	—	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
14	—	—	—	—	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17
15	—	—	—	—	—	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16
16	—	—	—	—	—	0,12	0,13	0,14	0,15	0,15

ТАБЛИЦА 15

## ЭНТАЛЬПИЯ ПЕРЕГРЕТОГО ВОДЯНОГО ПАРА

Давление $p$ кгс/см <sup>2</sup>	Значения $i$ , ккал/кг, при температуре перегретого водяного пара $t$ , °C									
	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
0	649	658,4	667,8	677,2	686,6	696	705,5	715,1	724,7	734,3
0,2	648,5	658,7	667,5	676,9	686,4	695,8	705,3	714,9	724,5	734,2
0,4	648	657,7	667,2	676,7	686,1	695,6	705,1	714,7	724,3	734
0,6	647,5	657,3	666,9	676,4	685,9	695,4	704,9	714,5	724,2	733,9
0,8	647	656,9	666,6	676,1	685,7	695,2	704,8	714,4	724	733,8
1	646,5	656,5	666,4	675,9	685,4	695	704,6	714,2	723,9	733,7
1,5	—	656,6	665,8	675,2	684,8	694,4	704	713,7	723,5	733,3
2	—	654,5	664,7	674,5	684,2	693,9	703,6	713,4	723,2	733
2,5	—	653,3	664	674	683,7	693,5	703,3	713,1	723	732,9
3	—	—	663,1	673,2	683	692,9	702,7	712,6	722,5	732,4
4	—	—	661,3	671,7	681,7	691,7	701,7	711,7	721,8	731,8
5	—	—	659,4	670,1	680,6	690,7	700,9	710,9	721,1	731,2
6	—	—	—	668,8	679,5	689,7	699,9	710,1	720,3	730,5
7	—	—	—	667,3	678,2	688,7	699	709,3	719,6	729,9
8	—	—	—	665,5	676,8	687,5	698,1	708,5	718,9	729,3
9	—	—	—	663,8	675,4	686,5	697,2	707,7	718,2	728,6
10	—	—	—	—	674,2	685,7	696,8	707,5	718	728,3
11	—	—	—	—	672,8	684,6	695,8	706,7	717,3	727,7
12	—	—	—	—	671,2	683,4	694,8	705,8	716,5	727,1
13	—	—	—	—	669,7	682,2	693,8	705	715,8	726,4
14	—	—	—	—	668,1	680,9	692,8	704,1	715,1	725,8
15	—	—	—	—	—	679,6	691,8	703,3	714,3	725,1
16	—	—	—	—	—	678,3	690,7	702,4	713,6	724,5

ТАБЛИЦА 16

## ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ

Температура $t$ , °C	Давление $p$ , кгс/см <sup>2</sup>	Объемная масса $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Энтальпия $i$ , ккал/кг	Удельная теплоемкость $c$ , ккал/(кг·°C)	Теплопроводность $\lambda$ , ккал/(м·ч·°C)	Температуропроводность $10^4$ а, м <sup>2</sup> /ч	Динамическая вязкость $10^6$ $\mu$ , кгс/см·с	Кинематическая вязкость $10^6$ $\nu$ , м <sup>2</sup> /с
0	0	999,8	0	1,005	0,48	4,8	182,5	1,79
10	0	999,6	10,01	1,001	0,484	4,9	133	1,3
20	0	998,2	20,03	0,999	0,51	5,1	102	1
30	0	995,6	30	0,998	0,525	5,3	81,7	0,805
40	0	992,2	39,93	0,998	0,539	5,4	66,6	0,659
50	0	988	49,95	0,999	0,552	5,6	56	0,556
60	0	983,2	59,94	0,999	0,565	5,7	48	0,479
70	0	977,7	69,93	1,001	0,574	5,9	41,4	0,415
80	0	971,8	79,95	1,002	0,581	6	36,3	0,366
90	0	965,3	89,98	1,005	0,585	6,1	32,1	0,326
100	0,03	958,3	100,04	1,007	0,587	6,1	28,8	0,295
110	0,46	951	110,12	1,01	0,589	6,1	26	0,268
120	1,02	943,1	120,3	1,014	0,59	6,2	23,5	0,244
130	1,75	934,8	130,4	1,019	0,59	6,2	21,6	0,226
140	2,68	926,1	140,4	1,025	0,589	6,2	20	0,212
150	3,85	916,9	150,9	1,032	0,588	6,2	18,9	0,202
160	5,3	907,4	161,3	1,04	0,587	6,2	17,5	0,19
170	7,08	897,3	171,7	1,048	0,584	6,2	16,6	0,181
180	9,23	886,9	182,2	1,057	0,58	6,2	15,6	0,173
190	11,8	876	192,8	1,066	0,576	6,2	14,8	0,166

Глава 2. ВНУТРЕННИЕ И НАРУЖНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

ТАБЛИЦА 21

ЗНАЧЕНИЯ  $t_{п}$  (И)

Категория работы	Теплоотдача организма, ккал/ч	Значения $t_{п}$ (И), °С
Легкая . . . . .	До 120	21
Средней тяжести . . . . .	» 250	18,5
Тяжелая . . . . .	Более 250	16

2.1. Метеорологические условия в помещениях

Микроклимат помещения характеризуется совокупностью температуры воздуха и поверхностей, обращенных в помещение, влажностью и подвижностью воздуха. Значения параметров микроклимата следует принимать в зависимости от назначения помещения и времени года исходя из требований комфорта для находящихся в помещении людей и нормального протекания технологического процесса.

**А. Температура помещения.** Температурные условия в помещении определяются температурой воздуха  $t_v$  и температурой внутренних поверхностей  $t_i$ . Радиационной температурой  $t_R$  называют среднюю температуру внутренних поверхностей, которую определяют относительно человека, стоящего в середине помещения, т. е.

$$t_R = \sum \Phi_{ч-i} \tau_i, \quad (2.1)$$

где  $\Phi_{ч-i}$  — коэффициенты облученности (угловой коэффициент) окружающих поверхностей, имеющих различные температуры  $\tau_i$ , с поверхности тела человека<sup>1</sup>.

Приближенно радиационную температуру допускается определять осредненной по площадям поверхности  $F_i$ :

$$t_R \approx \frac{\sum F_i \tau_i}{\sum F_i}, \quad (2.2)$$

Интенсивность суммарного лучисто-конвективного теплообмена в помещении характеризуется результирующей температурой помещения  $t_{п}$ , принимаемой для обычных помещений с небольшой подвижностью воздуха

$$t_{п} = \frac{t_v + t_R}{2}. \quad (2.3)$$

**Б. Температурная обстановка в помещении.** Параметры микроклимата должны находиться в определенных сочетаниях между собой, соответствующих условиям комфорта для человека. Температурная обстановка в помещении должна находиться в «зоне комфортности тепловой обстановки».

*Первое условие комфортности* определяет температурную обстановку, при которой человек (находясь в середине помещения) отдает все явное тепло, не испытывая ни перегрева, ни переохлаждения. Математическая запись первого условия связывает между собой температуру воздуха  $t_v$ , радиационную температуру  $t_R$  и температуру помещения  $t_{п}$  (И), определяемую по табл. 21 в зависимости от интенсивности физической работы, выполняемой человеком.

Для холодного периода года

$$t_R = 1,57 t_{п} (И) - 0,57 t_v \pm 1,5. \quad (2.4)$$

Определять температуры  $t_R$  и  $t_{п}$  необходимо для помещений, имеющих большие охлажденные поверхности (два и более наружных ограждения) или развитые нагретые поверхности (например, при панельно-лучи-

стом отоплении). Для обычных помещений  $t_v$  и  $t_R$  можно принимать равными  $t_{п}$ .

*Второе условие комфортности* ограничивает интенсивность лучистого теплообмена, когда человек находится вблизи нагретых или охлажденных панелей в потолке и в стенах (расчетным является расстояние до стены 1 м).

Допустимая температура поверхности (для холодного периода года) определяется по формулам: для нагретой поверхности

$$\tau_{п}^{\text{доп}} \leq 19,2 + \frac{8,7}{\Phi_{ч-п}}; \quad (2.5)$$

для охлажденной поверхности

$$\tau_{п}^{\text{доп}} \geq 23 - \frac{5}{\Phi_{ч-п}}. \quad (2.6)$$

где  $\Phi_{ч-п}$  — коэффициент облученности нагретой или охлажденной поверхности с наиболее невыгодно расположенной элементарной площадкой на поверхности тела человека (графики коэффициентов облученности приведены во II части справочника).

Исключение составляют окна, температура поверхности которых в помещении должна быть не ниже определенной по формуле

$$\tau_{ок}^{\text{доп}} \geq 14 - \frac{4,4}{\Phi_{ч-ок}}. \quad (2.7)$$

**В. Расчетные условия в помещении и их обеспечение.** Расчетные значения метеорологических условий в рабочей зоне помещений следует принимать по табл. 2.2 (составленной по табл. 5 СН 245-71 и табл. 1 главы СНиП II-Г.7-62). Следует иметь в виду, что для помещений с сильно развитыми нагретыми и охлажденными поверхностями приведенные в табл. 2.2 значения  $t_v$  соответствуют температуре помещения  $t_{п}$ . Необходимая температура воздуха  $t_v$  в этих помещениях должна определяться по формуле (2.4).

Система отопления и наружные ограждения должны обеспечивать поддержание в помещении заданных тепловых условий в течение всего холодного периода года. В зависимости от назначения помещения допускаются различные частота и продолжительность отклонения от расчетных внутренних условий. Численной характеристикой этих показателей является коэффициент обеспеченности  $k_{об}$ . Коэффициент обеспеченности:

$$k_{об,n} = n/N; \quad (2.8)$$

по продолжительности отклонений

$$k_{об,\Delta z} = \Delta z / \Delta Z. \quad (2.9)$$

<sup>1</sup> В. Н. Богословский. Строительная теплофизика. М., «Высшая школа», 1970.

**НОРМЫ ТЕМПЕРАТУРЫ, ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ И СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В РАБОЧЕЙ ИЛИ ОБСЛУЖИВАЕМОЙ ЗОНЕ ПОМЕЩЕНИЙ В ХОЛОДНЫЙ И ПЕРЕХОДНЫЙ (ТЕМПЕРАТУРА НАРУЖНОГО ВОЗДУХА НИЖЕ 10 °С) ПЕРИОДЫ ГОДА**

Помещения	Категория работы	На постоянных рабочих местах						Допустимая температура воздуха в постоянных рабочих мест, °С
		оптимальные			допустимые			
		температура воздуха $t_{в}$ , °С	относительная влажность воздуха $\Phi_{в}$ , %	скорость движения воздуха $u_{в}$ , м/с	температура воздуха $t_{в}$ , °С	относительная влажность воздуха $\Phi_{в}$ , %	скорость движения воздуха $u_{в}$ , м/с	
Производственные, характеризующиеся незначительными избытками явного тепла — 20 ккал/(м <sup>3</sup> ·ч) и менее	Легкая	20—22	30—60	Не более 0,2	17—22	Не более 75	Не более 0,3	15—22
	Средней тяжести	17—19	30—60	Не более 0,3	15—20	То же	Не более 0,5	13—20
	Тяжелая	16—18	30—60	То же	13—18	»	То же	12—18
Производственные, характеризующиеся значительными избытками явного тепла — более 20 ккал/(м <sup>3</sup> ·ч)	Легкая	20—22	30—60	Не более 0,2	17—24	»	»	15—26
	Средней тяжести	17—19	30—60	Не более 0,3	16—22	»	»	15—24
	Тяжелая	16—18	30—60	То же	13—17	»	»	12—19
Жилые, общественные и административные	—	19—21	40—60	»	По соответствующим главам СНиП			

где  $n$  и  $\Delta z$  — число случаев и продолжительность подержания расчетных внутренних условий;

$N$  и  $\Delta Z$  — общее число случаев и общая продолжительность холодного периода года.

При определении коэффициента обеспеченности для холодного периода года за один случай принимается разное похолодание.

Значения коэффициентов обеспеченности  $k_{об, n}$  и  $k_{об, \Delta z}$  в зависимости от назначения помещения, для холодного периода года приведены в табл. 2.3.

ТАБЛИЦА 2.3

**КОЭФФИЦИЕНТЫ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАСЧЕТНЫХ ВНУТРЕННИХ УСЛОВИЙ**

Помещения	$k_{об, n}$	$k_{об, \Delta z}$	Требования к микроклимату
С повышенными санитарно-гигиеническими условиями	Около 1	0,98	Повышенные
С круглосуточным пребыванием людей или постоянным технологическим режимом			Высокие
С ограниченным во времени пребыванием людей	0,9	0,91	Средние
С кратковременным пребыванием людей	0,7	0,83	Низкие

## 2.2. Расчетные характеристики наружного климата для холодного периода года

Температура наружного воздуха и скорость ветра. Для холодного периода года определяющими являются температура наружного воздуха и скорость ветра.

Для расчета сопротивления теплопередаче ограждения в главе СНиП II-A-7-71 приняты средние температуры наиболее холодных суток и пятидневок; для расчета мощности системы отопления в главе СНиП II-G-7-62 принята температура наиболее холодной пятидневки. Значения этих температур приведены в табл. 1 главы СНиП II-A-6-72.

В соответствии с главой СНиП II-A-7-71 расчетную скорость ветра для теплотехнического расчета ограждений следует принимать равной максимальной из средних скоростей ветра (по румбам за январь), повторяемость которых составляет 16% и более (см. табл. 5 главы СНиП II-A-6-72). Расчетную скорость ветра при расчете воздушного режима зданий высотой 15—30 м следует увеличивать на 15%, а зданий высотой 31—50 м — на 40%. Для расчета влажностного режима ограждений данные следует брать из карты влажностно-климатических характеристик районов СССР, приведенной в главе СНиП II-A-7-71.

Принятые в Строительных нормах и правилах расчетные наружные температуры соответствуют коэффициенту обеспеченности  $k_{об, n}$  примерно равному 0,92.

Температура и продолжительность отопительного периода. В Строительных нормах и правилах, исходя из предположения о незначительном различии теплового баланса зданий основных потребителей тепла, продолжительность  $\Delta z_{от, n}$  и средняя температура  $t_{от, n}$  отопительного периода определяются для всех зданий по числу дней в году с устойчивой средней суточной температурой наружного воздуха 8 °С и ниже (по средним многолетним данным). Значения  $\Delta z_{от, n}$  и  $t_{от, n}$  приведены в табл. 1 главы СНиП II-A-6-72.

Для зданий со сложным тепловым балансом (в котором внутренние тепловыделения являются значительными) при определении годовых затрат тепла, режима регулирования и при необходимом специальном расчете, характеристик отопительного периода (по годовому ходу



параметров климата) и составляющих теплового баланса помещения.

Изменение произвольного параметра климата  $X$  (температуры и энтальпии воздуха, интенсивности солнечной радиации) во времени можно определить по формуле

$$X = X_{\Gamma} + A_X \cos 2\pi \frac{z}{365}, \quad (2.10)$$

где  $X_{\Gamma}$  — среднегодовое значение параметра  $X$ ;  
 $A_X$  — амплитуда его изменения;

$z$  — время в сутках от  $z_{\max}$ , соответствующего максимальному значению параметра  $X$ .

Значения  $X_{\Gamma}$ ,  $A_X$  и  $z_{\max}$  для различных климатических параметров и географических районов могут быть получены по данным метеорологических наблюдений, приведенным в «Справочнике по климату СССР» и главе СНиП II-A.6-72.

Тепловой баланс помещения  $Q_{\Pi}$  в годовом ходе с учетом гармонического характера изменения влияющих на него факторов также можно представить в виде

$$Q_{\Pi} = Q_{\Pi, \Gamma} + A_{Q_{\Pi}} \cos 2\pi \frac{z}{365}, \quad (2.11)$$

где  $Q_{\Pi, \Gamma}$  — среднегодовое значение теплового баланса помещения;

$A_{Q_{\Pi}}$  — амплитуда его изменения.

Расход тепла на отопление в любой момент отопительного периода определяется величиной  $Q_{\Pi}$ . Когда тепловой баланс помещения становится отрицательным, появляется потребность в отоплении. Продолжительность отопительного периода в сутках

$$\Delta z_{\text{от.п}} = \frac{365}{\pi} \arccos \frac{Q_{\Pi, \Gamma}}{A_{Q_{\Pi}}}. \quad (2.12)$$

Годовые затраты тепла на отопление  $Q_{\text{от.г}}$  приблизительно равны интегралу изменения  $Q_{\Pi}$  в пределах  $\Delta z_{\text{от.п}}$ :

$$Q_{\text{от.г}} = \int_{\Delta z_{\text{от.п}}} Q_{\Pi} dz \approx 0,143 m n A_{Q_{\Pi}} \left[ 116 - \frac{Q_{\Pi, \Gamma}}{A_{Q_{\Pi}}} (91,2 + 0,5 \Delta z_{\text{от.п}}) \right], \quad (2.13)$$

где  $m$  — число часов работы системы отопления в сутки;  
 $n$  — число дней работы системы отопления в неделю.

## Глава 3. ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ЧЕРЕЗ ОГРАЖДЕНИЯ

### 3.1. Стационарная теплопередача

**А. Сопротивление теплопередаче и распределение температуры в сечении многослойного ограждения.** Передача тепла через ограждение состоит из сложного лучисто-конвективного теплообмена на его внутренней и наружной поверхностях, теплопроводности через материальные слои конструкции и теплопередачи через воздушные прослойки в ограждении.

При теплопередаче, когда по направлению движения тепла имеются последовательно и параллельно соединенные элементы, пользуются следующими правилами сложения термических сопротивлений.

Если сопротивления  $R_i$  расположены последовательно по направлению движения тепла, то общее термическое сопротивление  $R$  равно их сумме:

$$R = \Sigma R_i. \quad (3.1)$$

Если сопротивления расположены параллельно, то общая проводимость  $1/R$  равна сумме параллельно расположенных проводимостей  $1/R_i$ :

$$1/R = \Sigma 1/R_i. \quad (3.2)$$

Общее сопротивление теплопередаче многослойного ограждения  $R$ , равно сумме сопротивлений теплопроводности отдельных материальных слоев  $R_i$ , теплопередаче воздушной прослойки  $R_{в.пр}$  и теплообмену на внутренней  $R_{в}$  и наружной  $R_{н}$  поверхностях ограждения:

$$R_0 = R_{в} + \Sigma R_i + R_{в.пр} + R_{н}. \quad (3.3)$$

Коэффициент теплопередачи ограждения  $k$  (величина, обратная  $R_0$ ) определяется в виде

$$\frac{1}{k} = R_0 = \frac{1}{\alpha_{в}} + \Sigma \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_{в.пр} + \frac{1}{\alpha_{н}}, \quad (3.4)$$

где  $\alpha_{в}$ ,  $\alpha_{н}$  — коэффициенты теплообмена на внутренней и наружной поверхностях ограждения, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C) (см. пп. Б и В этой главы);  $\delta_i$ ,  $\lambda_i$  — толщина и теплопроводность  $i$ -го слоя материала в ограждении.

Теплопроводность строительного материала в ограждающей конструкции здания зависит от влажностного состояния внутренней и наружной сред и определяется при теплотехническом расчете ограждений по рекомендациям главы 5 справочника и табл. 1 и 2 главы СНиП II-A.7-71.

Тепловой поток, проходящий через ограждение,

$$q = \frac{1}{R_0} (t_{п} - t_{н}) = k (t_{п} - t_{н}), \quad (3.5)$$

где  $t_{п}$  — температура помещения;

$t_{н}$  — температура наружного воздуха (внешней среды, окружающей ограждение).

Распределение температуры в сечениях многослойного ограждения определяется тем, что падение температуры в пределах каждого слоя пропорционально его термическому сопротивлению. В произвольном продольном сечении ограждения  $x$  температура  $t_x$  равна:

$$t_x = t_{п} - \frac{R_{п-x}}{R_0} (t_{п} - t_{н}), \quad (3.6)$$

где  $R_{п-x}$  — сопротивление теплопередаче от помещения до сечения  $x$ .

**Б. Теплообмен на поверхности в помещении.** При теплотехническом расчете наружного ограждения коэффициент теплообмена на внутренней поверхности определяется по табл. 3.1 (составленной по табл. 6 главы СНиП II-A.7-71).

Однако этих рекомендаций недостаточно для полного расчета теплообмена на поверхности ограждения или на нагретой поверхности (особенно при лучистом и конвективном отоплении), расчета ниспадающих холодных и восходящих нагретых токов воздуха, выявления конвективных и лучистых составляющих теплообмена в помещении, определения теплового облучения поверхности сосредоточенным источником, расчета конденсации или испарения влаги с поверхности и т. д.

На охлажденной или нагретой поверхности в помещении происходит сложный лучисто-конвективный теп-

ТАБЛИЦА 3.1  
КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООБМЕНА  
НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ОГРАЖДЕНИЯ  $\alpha_B$

Поверхности	$\alpha_B$ , ккал/(м <sup>2</sup> ·ч·°С)
Стен, полов и потолков (гладких или с выступающими ребрами) при отношении высоты $h$ ребер к расстоянию $a$ между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$	7,5
Потолков с выступающими ребрами при соотношении $h/a > 0,3$	6,5

Примечание. Для потолков с лессонами при отношении  $h/a > 0,3$  (где  $a$  — меньшая сторона лессона) следует принимать  $\alpha_B = 6$  ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°С).

лообмен. В результате тепловой поток  $q$  на поверхности, имеющей температуру  $\tau$ , складывается из конвективного  $q_k$  и лучистого  $q_l$  потоков:

$$q = q_k + q_l = \alpha_k (t_B - \tau) + \alpha_l (t_R - \tau) = \alpha_B (t_B - \tau). \quad (3.7)$$

Конвективный теплообмен между воздухом ( $t_B$ ) и поверхностью ( $\tau$ ) определяется коэффициентом конвективного теплообмена

$$\alpha_k = A \sqrt{\Delta t + 60 \frac{v_B^2}{h}} \pm 0,12 j, \quad (3.8)$$

где  $A$  — коэффициент, принимаемый равным: для вертикальных поверхностей 1,43; для горизонтальных поверхностей при направлении потока тепла сверху вниз 1, при направлении снизу вверх 1,86;  
 $\Delta t$  — разность температур  $t_B$  и  $\tau$ , °С;  
 $v_B$  — общая подвижность (скорость) воздуха в помещении, м/с;  
 $h$  — высота помещения, м;  
 $j$  — интенсивность фильтрации воздуха через поверхность в кг/(м<sup>2</sup>·ч) [в формуле (3.8) при эксфильтрации принимается знак плюс, при инфильтрации — минус].

Коэффициент лучистого теплообмена на поверхности помещения

$$\alpha_l = C_{пр} b. \quad (3.9)$$

где  $C_{пр}$  — приведенный коэффициент излучения поверхностей  $F_\tau$  и  $F_{t_R}$ , имеющих температуру  $\tau$  и  $t_R$ :

$$C_{пр} = \frac{1}{\frac{1}{C_\tau} + \frac{F_\tau}{F_{t_R}} \left( \frac{1}{C_{t_R}} - \frac{1}{C_0} \right)}; \quad (3.10)$$

$C_\tau$ ,  $C_{t_R}$ ,  $C_0$  — коэффициенты излучения теплообменивающихся поверхностей (табл. 3.2) и абсолютно черного тела ( $C_0 = 4,96$ ), ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°К<sup>4</sup>);  
 $b$  — температурный коэффициент:

$$b = 0,81 + 0,005 (\tau + t_R); \quad (3.11)$$

$t_R$  — радиационная температура помещения, определяемая по формулам (2.1)

и (2.2) в данном случае относительно поверхности, для которой рассчитывается  $\alpha_l$ .

В помещениях (с поверхностями из бетона, кирпича или покрытыми краской, оклеенными бумагой) приведенный коэффициент излучения можно принимать равным 4,2.

ТАБЛИЦА 3.2  
КОЭФФИЦИЕНТЫ ИЗЛУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОМЕЩЕНИИ

Материал	Коэффициент излучения
Мрамор	4,6
Кирпич обыкновенный красный	4,6
Бетон (гладкая поверхность)	3,2
Штукатурка	4,6
Дерево неокрашенное	4
Алюминий	0,27
Краски масляные	4
Стекло оконное	4,6

Общий коэффициент теплообмена на поверхности в помещении

$$\alpha = \alpha_k \frac{t_B - \tau}{t_B - \tau} + \alpha_l \frac{t_R - \tau}{t_B - \tau}. \quad (3.12)$$

При  $t_B \approx t_B \approx t_R$ , согласно формуле (3.12),

$$\alpha = \alpha_k + \alpha_l. \quad (3.13)$$

На рис. 3.1 приведены средние значения  $\alpha$  на плоской поверхности большой площади в зависимости от ее расположения в помещении и разности температур  $t_B - \tau$ .

Если против поверхности, для которой определяется  $\alpha_l$ , находится другая (или другие) поверхность с температурой  $t_B$ , значительно отличающейся от  $t_R$ , то в формуле (3.7) необходимо учесть дополнительный радиационный поток на поверхность, имеющей температуру  $\tau$ ,

$$q_p = C_{пр} \Phi_{\tau-t} F_{л} b (t_B - \tau), \quad (3.14)$$

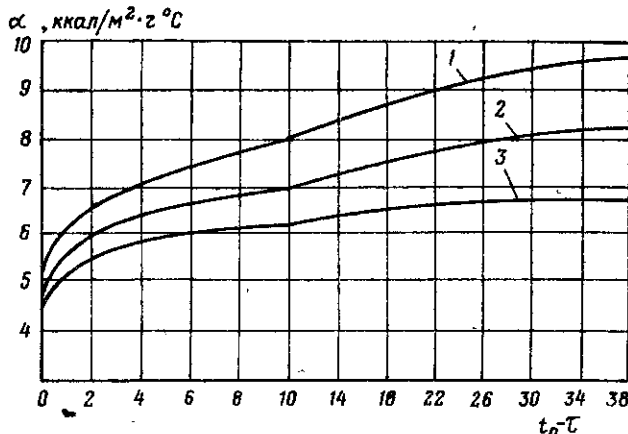


Рис. 3.1. Зависимость коэффициента теплообмена на поверхностях от их расположения в помещении и от разности температур

1 — нагретый пол, охлажденный потолок; 2 — стена; 3 — нагретый потолок, охлажденный пол

где

$$C_{пр} = \frac{C_{п} C_{\tau}}{C_0}; \quad (3.15)$$

$F_{п}$ ,  $C_{п}$  и  $\tau_{п}$  — площадь, коэффициент излучения и температура поверхности;  
 $b$  — температурный коэффициент, определяемый по формуле (3.11), для температур  $\tau_{п}$  и  $\tau$ ;  
 $\Phi_{п-\tau}$  — коэффициент облученности поверхности  $F_{\tau}$  с поверхности  $F_{п}$ .

При конденсации водяных паров на поверхности или при испарении с нее влаги происходит выделение теплоты фазового превращения воды  $q_{ф}$ , которое должно быть учтено в формуле (3.7) как составляющая общего теплообмена:

$$q_{ф} = i r \cdot 10^{-3}, \quad (3.16)$$

где  $r$  — скрытая теплота фазового превращения воды, ккал/кг;

$$r = 597,3 + 0,43 t_{в} - \tau; \quad (3.17)$$

$i$  — интенсивность конденсации или испарения влаги, г/м<sup>2</sup>·ч:

$$i = \beta (e_{в} - E_{\tau}); \quad (3.18)$$

$e_{в}$  — упругость водяных паров в воздухе помещения, мм рт. ст.;  
 $E_{\tau}$  — упругость водяного пара, полностью насыщающего воздух при температуре поверхности  $\tau$ , мм рт. ст. (см. табл. 1.1);  
 $\beta$  — коэффициент массообмена на поверхности в помещении, г/(м<sup>2</sup>·ч·мм рт. ст.):

$$\beta \approx 3 \Delta t^{1/2} \Delta e^{2/3}; \quad (3.19)$$

$\Delta t$  — разность температур  $t_{в}$  и  $\tau$ ;  
 $\Delta e$  — разность упругостей  $e_{в}$  и  $E_{\tau}$ .

Дополнительные потоки тепла  $q_{р}$  и  $q_{ф}$  могут быть учтены при расчете общего теплообмена на поверхности с помощью условной температуры помещения

$$t_{п.усл} = t_{п} \pm \frac{q_{р}}{\alpha} \pm \frac{q_{ф}}{\alpha} \quad (3.20)$$

(при дополнительных тепловыделениях на поверхности принимается знак плюс, при теплоотдаче — минус). При использовании  $t_{п.усл}$  общий поток тепла на поверхности

$$q = \alpha (t_{п.усл} - \tau). \quad (3.21)$$

**В. Теплообмен на наружной поверхности ограждений здания.** При теплотехническом расчете ограждения коэффициент теплообмена на наружной поверхности определяется по табл. 3.3 (составленной по табл. 7 главы СНиП II-A.7-71).

**Г. Теплопередача через воздушную прослойку.** Сопротивление теплопередаче замкнутых (герметичных) воздушных прослоек в зависимости от их толщины и расположения, а также от направления теплового потока следует определять по табл. 3.4 (составленной по табл. 4 главы СНиП II-A.7-71).

Сопротивление теплопередаче вентилируемых (негерметичных) воздушных прослоек следует определять специальным расчетом. При расчете ограждения со сплошной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, допускается при определении  $R_0$  учитывать только часть конструкции, расположенную между прослойкой и помещением.

ТАБЛИЦА 3.3

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООБМЕНА НА НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОГРАЖДЕНИЯ  $\alpha_{н}$

Поверхности	Значения $\alpha_{н}$ , ккал/(м <sup>2</sup> ·ч·°С), в условиях	
	зимних	летних
Наружных стен и заполнений световых проемов . . . . .	20	$b+10 \sqrt{\frac{v_{н}}{v_{в}}}$
Покровов . . . . .	20	$7,5+2,2 \sqrt{\frac{v_{н}}{v_{в}}}$
Выходящие на чердак	10	10
Над холодными подвалом и подпольем . . . . .	5	5
Вентилируемых воздушных прослоек и холодных (проветриваемых) подполий зданий, сооружаемых в северной строительной - климатической зоне . . . . .	15	15

ТАБЛИЦА 3.4

ТЕРМИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАМКНУТЫХ ВОЗДУШНЫХ ПРОСЛОЕК  $R_{в.пр}$

Толщина прослойки, мм	Значения $R_{в.пр}$ , м <sup>2</sup> ·ч·°С/ккал, для горизонтальных прослоек при потоке тепла			
	снизу вверх и для вертикальных прослоек при температуре воздуха в прослойке		сверху вниз при температуре воздуха в прослойке	
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
10	0,15	0,17	0,15	0,18
20	0,16	0,18	0,18	0,22
30	0,16	0,19	0,19	0,24
50	0,16	0,2	0,2	0,26
100	0,17	0,21	0,21	0,27
150	0,18	0,21	0,22	0,28
200—300	0,18	0,22	0,22	0,28

Примечание. Величины  $R_{в.пр}$  определены при разности температур на поверхностях прослоек, равной 10°. Величины, приведенные в таблице, необходимо умножать:

при разности температур 8° . . . . .	на коэффициент 1,05
» » » 6° . . . . .	» 1,1
» » » 4° . . . . .	» 1,15
» » » 2° . . . . .	» 1,2

3.2. Нестационарная теплопередача

При пуске системы отопления, прекращении подачи тепла, регулировании теплоподдачи, периодическом и прерывистом отоплении, изменяющихся бытовых и технологических тепловыделениях в помещении и элементах системы возникают процессы нестационарной теплопередачи. Их можно разделить на две основные группы: 1) переходные, когда изменяется распределение температуры от одного стационарного состояния к другому; 2) периодически изменяющиеся.

**А. Переходные тепловые процессы.** При расчете разогрева (остывания) емких нагревательных приборов или расширительного сосуда системы и расчете со-

ставляющих теплового баланса промышленных помещений (при охлаждении или нагревании изделий) необходимо рассматривать переходный процесс нагревания (охлаждения) тел. Изменение температуры  $t$  тел с большой теплопроводностью (емкости с водой, нагревательные приборы систем отопления, металлические предметы) определяется их теплоемкостью  $C$  и интенсивностью теплообмена на поверхности. Изменение во времени  $z$  относительной избыточной температуры

$$\Theta = \frac{t - t_{\text{кон}}}{t_{\text{нач}} - t_{\text{кон}}} = e^{-\frac{z}{CR_{\text{п}}}} \quad (3.22)$$

где  $t_{\text{нач}}$ ,  $t_{\text{кон}}$  — начальное и конечное значения температуры тела;

$C$  — теплоемкость тела:

$$C = c \gamma V; \quad (3.23)$$

$c\gamma$  — объемная теплоемкость, ккал/(м<sup>3</sup>·°C);  
 $V$  — объем тела, м<sup>3</sup>;

$R_{\text{п}}$  — сопротивление теплообмену на поверхности площадью  $F$ :

$$R_{\text{п}} = 1/\alpha F; \quad (3.24)$$

$\alpha$  — коэффициент теплообмена на поверхности, определяемый по формуле (3.12) или рис. 3.1.

Количество тепла  $q$ , ккал/(м<sup>2</sup>·ч), проходящее через поверхность  $F$  в момент времени  $z$ ,

$$q = \frac{1}{R_{\text{п}}} (t - t_{\text{кон}}); \quad (3.25)$$

Полное количество тепла, полученное или отданное телом за первые часы до момента времени  $z$ , когда температура изменилась от  $t_{\text{нач}}$  до  $t$ ,

$$Q = C (t_{\text{нач}} - t). \quad (3.26)$$

При изменении подачи тепла в помещение, которое может быть при пуске или прекращении отопления, регулировании, аварийных ситуациях, изменении технологических или бытовых тепловыделений, в конструкциях происходит процесс *одностороннего разогрева или охлаждения*. Вследствие этого необходимо определить допустимость изменения температуры поверхности (во избежание перегрева, образования конденсата и т. д.).

При одностороннем нагреве (охлаждении) или при изменении теплового потока на поверхности температурное поле в ограждении имеет вид, приведенный на рис. 3.2, где

$$\Theta = \frac{t(x, z) - t(x, 0)}{t(x, \infty) - t(x, 0)} = \frac{t(x, z) - t(x, 0)}{qR_0} = f(F_0, x/l), \quad (3.27)$$

здесь  $t(x, z)$ ,  $t(x, 0)$ ,  $t(x, \infty)$  — температура в сечении  $x$  ограждения в моменты времени  $z$ , 0 и  $\infty$ ;

$q$  — измененный тепловой поток на поверхности, под влиянием которого возник переходный тепловой процесс;

$R_0$  — общее сопротивление теплопередаче ограждения ( $l$  — толщина ограждения с учетом слоев, сопротивление которых эквивалентно сопротивлению теплообмену на поверхностях;  $l = R_0 \lambda$ ;  $\lambda$  — коэффициент теплопроводности материала ограждения);

$F_0$  — критерий Фурье:

$$F_0 = \frac{z}{CR_0}; \quad (3.28)$$

$C$  — теплоемкость ограждения, равная  $c\gamma\delta$  ( $\delta$  — толщина ограждения без эквивалентных слоев).

На рис. 3.2 построено температурное поле в ограждении для случая одностороннего разогрева, когда тепловой поток на поверхности ограждения изменяется от

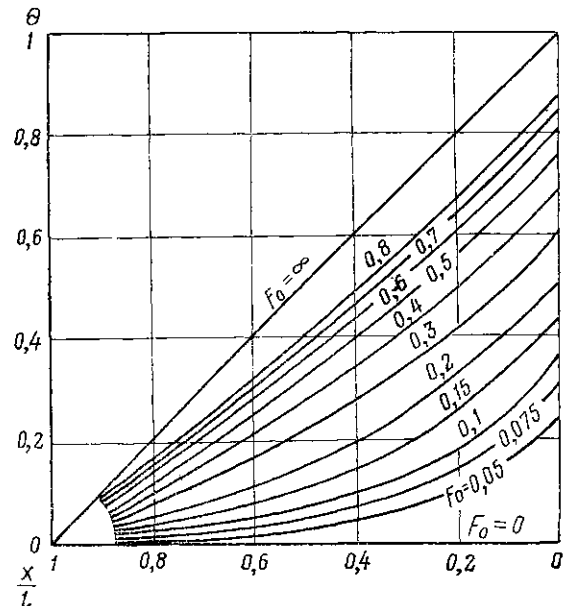


Рис. 3.2. Температурное поле в ограждении для случая одностороннего нагрева (охлаждения), когда задано изменение теплового потока на поверхности

нуля до  $q$ . Этот график и формулу (3.27) можно применить и для случая охлаждения или произвольного изменения теплового потока на поверхности от одного значения к другому. В последнем случае  $q$  соответствует новому значению теплового потока, а  $\Theta$  определяет относительную избыточную (к начальному стационарному состоянию) температуру.

**Б. Периодические тепловые процессы.** При периодически изменяющихся внешних и внутренних тепловых воздействиях в ограждениях помещения происходят тепловые процессы, определяемые их теплоустойчивостью. *Теплоустойчивость* есть свойство ограждения сохранять относительное постоянство температуры при колебаниях теплового потока. Теплоустойчивость ограждения проявляется относительно колебаний внутренних тепловых воздействий в помещении и относительно изменений наружной температуры.

Теплоустойчивость ограждения относительно колебаний внутренних тепловых воздействий. Это свойство характеризуется коэффициентом теплоусвоения его внутренней поверхности  $Y$ , ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C), который равен отношению амплитуды колебания теплового потока на поверхности  $A_q$  к амплитуде колебания температуры поверхности  $A_t$ :

$$Y = A_q/A_t. \quad (3.29)$$

При определении  $Y$  учитывается только «слой резких колебаний»  $\delta$ , м, в пределах которого показатель тепловой инерции  $D$  [см. формулу (3.43)] равен 1. Для однородной конструкции

$$D = RS = 1 \text{ и } \delta = \lambda/S, \quad (3.30)$$

где  $R = \delta/\lambda$  — сопротивление теплопроводности «слоя резких колебаний»;

$S$  — коэффициент теплоусвоения материала ограждения, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C):

$$S = \sqrt{\frac{2\pi\lambda c\gamma}{T}}. \quad (3.31)$$

Для периода колебаний  $T = 24$  ч

$$S_{24} = 0,51 \sqrt{\lambda c \gamma}. \quad (3.32)$$

При расчете коэффициента теплоусвоения ограждения  $Y$  могут встретиться следующие характерные случаи.

1. Если первый материалный слой ограждения, непосредственно примыкающий к внутренней поверхности ограждения, имеет  $D_1 \geq 1$ ,

$$Y = S_1, \quad (3.33)$$

где  $S_1$  — коэффициент теплоусвоения материала первого слоя.

2. Если  $D_1 < 1$ :

$$Y = \frac{R_1 S_1^2 + Y_2}{1 + R_1 Y_2}, \quad (3.34)$$

где  $R_1, S_1$  — сопротивление теплопроводности и коэффициент теплоусвоения материала первого слоя;

$Y_2$  — коэффициент теплоусвоения поверхности второго слоя в ограждении, определяемый по уравнениям (3.33) и (3.34), с той лишь разницей, что в формулах первый слой заменяется на второй.

3. Если вся толща ограждения имеет  $D = \Sigma RS < 1$ , при расчете  $Y$  по п. 2 коэффициент теплоусвоения на наружной поверхности принимается равным  $\alpha_n$ .

4. Для внутренних ограждений, разделяющих помещения, при определении  $Y$  учитывается только часть конструкции до тепловой оси симметрии ограждения между помещениями. Если  $D$  этой части конструкции меньше 1, то  $Y$  определяют по формуле (3.34), принимая коэффициент теплоусвоения поверхности на оси симметрии ограждения равным нулю. Поэтому, например, для однородного внутреннего ограждения, если  $D$  до оси симметрии менее 1,

$$Y = R_{o,c} S^2, \quad (3.35)$$

где  $R_{o,c}$  — сопротивление теплопроводности части конструкции до оси симметрии.

5. Если ограждение не обладает теплоинерционностью (воздушная прослойка, окно), то  $S_1 = 0$ . Поэтому для окна

$$Y_{ок} = \frac{\alpha_n}{1 + R_1 \alpha_n}, \quad (3.36)$$

где

$$R_1 = R_{ок} - R_b - R_n.$$

Связь между изменениями теплового потока  $A_q$  на поверхности ограждения и температуры помещения  $A_{t_n}$  устанавливает коэффициент теплопоглощения поверхности ограждения, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C):

$$B = \frac{0,9 A_q}{A_{t_n}}, \quad (3.37)$$

который связан с  $Y$  зависимостью

$$\frac{1}{B} \approx \frac{1}{Y} + \frac{1}{\alpha_b}; \quad B \approx \frac{1}{\frac{1}{Y} + \frac{1}{\alpha_b}} = \frac{\alpha_b Y}{Y + \alpha_b}. \quad (3.38)$$

Из первой записи видно, что сопротивление теплопоглощению  $1/B$  равно сумме сопротивлений теплоусвоению  $1/Y$  и теплообмену  $1/\alpha_b$ .

При однородном ограждении и правильных гармонических колебаниях изменение теплового потока  $q$  опережает изменение температуры поверхности  $t$  на величину  $\varepsilon_y = T/8$  и температуры помещения  $t_n$  на величину

$$\varepsilon_b = \frac{T}{8} - B \left( \frac{\alpha_b}{Y} \right) T; \quad (3.39)$$

значения  $B$  ( $\alpha_b/Y$ ) даны в табл. 3.5.

ТАБЛИЦА 3.5

ЗНАЧЕНИЯ  $B$  ( $\alpha_b/Y$ )

$\alpha_b/Y$	0	0,5	1	2	4	8
$B \left( \frac{\alpha_b}{Y} \right) 10^2$	12,5	8,4	6,25	4,1	2,4	1,3

Теплоустойчивость ограждения относительно изменений наружной температуры. Это свойство характеризуется двумя показателями:

а) показателем сквозного затухания колебаний  $\Phi$  наружной температуры при прохождении температурной волны через ограждение:

$$\Phi = A_{t_n}/A_{t_b}. \quad (3.40)$$

где  $A_{t_n}$  и  $A_{t_b}$  — амплитуды колебаний температуры наружного воздуха и температуры внутренней поверхности наружного ограждения;

б) показателем запаздывания температурных колебаний  $\varepsilon$ , равным отставанию во времени колебаний температуры внутренней поверхности ограждения от колебаний температуры наружного воздуха при проникании через ограждение температурной волны.

Показатели  $\Phi$  и  $\varepsilon$  для однородного или многослойного ограждения, теплотехнические свойства которого в основном определяются двумя слоями (теплоизоляционным и конструктивным), равны:

$$\Phi = 2^D \left( 0,83 + 3 \frac{\Sigma R}{D} \right) \beta_{сл} \beta_{в-пр}; \quad (3.41)$$

$$\varepsilon = 2,7 D - 0,4, \quad (3.42)$$

где  $D$  — показатель тепловой инерции ограждения:

$$D = \Sigma RS, \quad (3.43)$$

$R, S$  — сопротивление теплопроводности и коэффициент теплоусвоения материалных слоев в ограждении;

$\beta_{сл}$  — коэффициент, учитывающий расположение двух основных слоев в конструкции ограждения:

$$\beta_{сл} = 0,85 + 0,15 S_2/S_1; \quad (3.44)$$

$S_1, S_2$  — коэффициенты теплоусвоения материала основных слоев в порядке их расположения по ходу температурной волны (от наружной к внутренней поверхности);  
 $\beta_{в.пр}$  — коэффициент, учитывающий влияние воздушной прослойки.

$$\beta_{в.пр} = 1 + 0,5 R_{в.пр} \frac{D}{\Sigma R} \quad (3.45)$$

Величина  $\phi$  для однородных ограждений (при  $\beta_{с.л} = 1$  и  $\beta_{в.пр} = 1$ ) определяется по рис. 3.3.

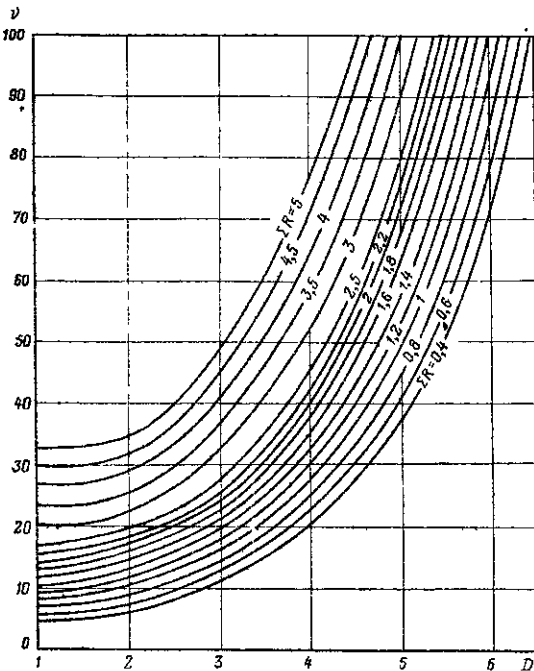


Рис. 3.3. Показатель сквозного затухания колебаний наружной температуры в однородном ограждении

При  $D$  ограждения, приблизительно равном 1,5 или меньше, показатель  $\phi$  равен своему минимально возможному значению:

$$\phi = \phi_{\min} = R_0 / R_B \quad (3.46)$$

Теплоустойчивость ограждения при понижении температуры в период резкого похолодания. Для зимних условий характерным изменением наружной температуры является разовое резкое похолодание, когда наружная температура изменяется по кривой, близкой к треугольной. Для определения изменения температуры внутренней поверхности и теплопотерь через ограждения с разной тепловой инерцией необходим расчет затухания разового понижения наружной температуры<sup>1</sup>.

Теплоустойчивость пола. Характеристикой теплоустойчивости пола (при контакте ноги человека с полом) является показатель тепловой активности  $B_0$ . Для пола из однородного материала  $B_0$  равен коэффициенту тепловой активности  $b$ , ккал/(м<sup>2</sup>·ч<sup>1/2</sup>·°C):

$$B_0 = b = \sqrt{\lambda c \gamma} \quad (3.47)$$

Если толщина верхнего слоя материала конструкции оказывается такой, что величина, обратная критерию Фурье,  $1/Fo'$  для этого слоя

$$\frac{1}{Fo'} = \frac{\Delta_1^2 c \gamma_1}{\lambda_1 \Delta \tau} \leq 3 \quad (3.48)$$

то

$$B_0 = b_1 (1 + k) \quad (3.49)$$

где  $\Delta_1, \lambda_1, c \gamma_1$  — толщина, теплопроводность и объемная теплоемкость первого (верхнего) слоя;

$\Delta \tau$  — приведенное время контакта ноги с полом, принимаемое равным 0,1 ч;

$b_1$  — коэффициент тепловой активности первого слоя:

$$b_1 = \sqrt{\lambda_1 c \gamma_1} \quad (3.50)$$

$k$  — коэффициент, значения которого в зависимости от отношения  $b_2/b_1$  (коэффициентов тепловой активности второго и первого слоев) и от  $1/Fo'$  приведены в табл. 3.6.

ТАБЛИЦА 3.6

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА  $k$

$b_2/b_1$	$1/Fo'$				
	0,01	0,1	0,5	1	2,5
0,2	-0,7	-0,55	-0,27	-0,12	-0,03
1	0	0	0	0	0
2	0,75	0,42	0,15	0,06	0,01
3	1,4	0,7	0,24	0,09	0,02

Если второй слой имеет  $1/Fo'$  также  $\leq 3$ , то показатель его тепловой активности определяется по формуле (3.49) с заменой  $b_1$  на  $b_2$ .

Теплоустойчивость помещения. Теплоустойчивость помещения называется его свойство поддерживать относительное постоянство температуры при периодически изменяющихся теплопоступлениях. Теплоустойчивость помещения характеризуется двумя показателями:

а) показателем теплоусвоения помещения

$$Y_{\text{пом}} = \Sigma Y_i F_i \quad (3.51)$$

где  $Y_i, F_i$  — коэффициенты теплоусвоения и площади поверхностей, обращенных в помещение;

б) показателем теплопоглощения помещения

$$P_{\text{пом}} = P_{\text{огр}} + P_{\text{вент}} \quad (3.52)$$

где  $P_{\text{огр}}$  — показатель теплопоглощения поверхностей всех ограждений в помещении:

$$P_{\text{огр}} = \Sigma B_i F_i \approx \frac{1}{\frac{1}{Y_{\text{пом}}} + \frac{1}{\Lambda}} \quad (3.53)$$

$B_i$  и  $F_i$  — коэффициенты теплопоглощения и площади отдельных поверхностей;

$\Lambda$  — показатель интенсивности теплообмена на всей площади ограждений помещения:

$$\Lambda = \bar{\alpha} \Sigma F_i \quad (3.54)$$

<sup>1</sup> См. сноску на с. 11.

$\bar{\alpha}$  — осредненный по всем поверхностям помещения коэффициент теплообмена;

$P_{\text{вент}}$  — показатель теплопоглощения в результате вентиляционного воздухообмена:

$$P_{\text{вент}} = L\gamma; \quad (3.55)$$

$L$  — воздухообмен в помещении, м<sup>3</sup>/ч;

$\gamma$  — объемная теплоемкость воздуха, равная 0,3 ккал/(м<sup>3</sup>·°C).

Неравномерность поступления тепла в помещение, например от нагревательного устройства при периодическом отоплении, характеризуется коэффициентом неравномерности

$$M = \frac{Q_{\text{макс}} - Q_{\text{мин}}}{2Q_{\text{ср}}}, \quad (3.56)$$

где  $Q_{\text{ср}}$ ,  $Q_{\text{макс}}$ ,  $Q_{\text{мин}}$  — среднее за период, максимальное и минимальное теплоступление в помещении.

При правильных гармонических колебаниях теплоступлений

$$M = A_Q / Q_{\text{ср}}, \quad (3.57)$$

где  $A_Q$  — амплитуда изменения теплоступлений:

$$A_Q = \frac{Q_{\text{макс}} - Q_{\text{мин}}}{2}. \quad (3.58)$$

При прерывистой подаче тепла, т. е. когда в течение  $m$  часов в помещение поступает постоянное количество тепла  $Q_{\text{макс}}$ , а в течение  $n$  часов подачи тепла нет и  $Q_{\text{мин}} = 0$ :

$$Q_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{макс}} m}{m + n}; \quad (3.59)$$

$$M = \frac{n + m}{2m}. \quad (3.60)$$

где  $n + m = T$  — общий период прерывистой подачи тепла.

При прерывистой подаче тепла

$$P_{\text{огр}} = \frac{1}{\Omega/Y_{\text{пом}} + 1/\Lambda}, \quad (3.61)$$

где  $\Omega$  — коэффициент прерывистости, определяемый по табл. 3.7.

ТАБЛИЦА 3.7  
КОЭФФИЦИЕНТ ПРЕРЫВИСТОСТИ  $\Omega$

$m/T$	0	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1
$\Omega$	0	0,73	0,84	0,84	0,76	0,63	0,45	0,24	0

Расчетом теплоустойчивости помещения можно определить наибольшие отклонения температуры помещения от среднего значения  $A t_{\text{п}}$ . Амплитуда  $A t_{\text{п}}$  при гармонических колебаниях теплоступлений

$$A t_{\text{п}} \approx \frac{0,9 A_Q}{1/Y_{\text{пом}} + 1/\Lambda} + L\gamma; \quad (3.62)$$

при прерывистых теплоступлениях

$$A t_{\text{п}} = \frac{0,9 Q_{\text{макс}}}{\frac{1}{\Omega/Y_{\text{пом}} + 1/\Lambda} + L\gamma}, \quad (3.63)$$

При отоплении пропусками или при сменной работе системы отопления ее установочная мощность  $Q_{\text{уст.от}}$  должна быть в 2М раз больше  $Q_{\text{ср}}$ .

Режим работы отопления пропусками определяется по допустимому колебанию температуры в помещении  $A t_{\text{п}}^{\text{доп}}$  по главе СНиП II-Г.7-62. Из формулы (3.63) следует, что М при этом должно быть равно:

$$M = \frac{A t_{\text{п}}^{\text{доп}}}{1,8 Q_{\text{ср}}} \left( \frac{1}{\Omega/Y_{\text{пом}} + 1/\Lambda} + L\gamma \right). \quad (3.64)$$

### 3.3. Теплопередача через элементы ограждений с двухмерными температурными полями

В ограждающих конструкциях, особенно в стеновых панелях современных зданий, фактически нельзя выделить площадь, в пределах которой обеспечивается одномерность температурного поля. Основную площадь ограждения занимают участки, примыкающие к наружным и внутренним углам, откосам оконных проемов, стыкам внутренних и наружных ограждений, теплопроводным включениям. В этих участках формируются сложные двух- и трехмерные температурные поля, часто приводящие к увеличению теплопотерь и понижению температуры внутренней поверхности ограждений.

Расчет состоит в определении фактических потерь тепла через сложные элементы и наиболее низкой температуры их внутренней поверхности.

Потери тепла удобно определять с помощью фактора формы  $f$  сложного элемента ограждения, который показывает, во сколько раз количество тепла, проходящего через внутреннюю поверхность шириной в два калибра  $af$  (один калибр равен условной толщине ограждения  $\lambda R_0$ ) элемента с многомерным температурным полем, больше потерь тепла через поверхность гладкой ограждения (одномерное поле) в пределах тех же двух калибров.

Ниже приведены факторы формы и температуры поверхностей простейших характерных элементов однородных ограждений с двухмерными температурными полями (рис. 3.4). Для сложных конструкций необходим расчет температурного поля методами конечных разностей, электротепловой аналогии или с помощью ЭВМ.

Наружный угол. Фактор формы  $f_{\text{уг}} = 0,68$  по наружному обмеру ограждения и  $f_{\text{уг}} = 1,18$  по внутреннему обмеру. Наиболее низкая температура  $t_x$  внутренней поверхности в углу определяется по формуле

$$\frac{t_{\text{в}} - t_x}{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}} \approx 0,18 (1 - 0,2 R_0). \quad (3.65)$$

Откос оконного проема. Фактор формы  $f_{\text{отк}} = 1,5$  (при определении  $af = 2\lambda R_0'$ , где  $R_0'$  — сопротивление теплопередаче внутренней части ограждения до оси заполнения оконного проема).

Стык внутреннего и наружного ограждений. Фактор формы стыка  $f_{\text{ст}} = 0,95$  по наружному обмеру и  $f_{\text{ст}} = 1,2$  по внутреннему обмеру (в одну сторону от оси стыка).

Теплопроводное включение (рис 35, а).  
Фактор формы  $f_{\text{вкл}}$  в одну сторону от оси включения равен

$$f_{\text{вкл}} = 1 + \frac{a}{4\lambda} (k_{\text{т.вкл}} - k), \quad (3.66)$$

где  $k_{\text{т.вкл}}$ ,  $k$  — коэффициенты теплопередачи, рассчитанные по сечениям соответственно теплопроводного включения и основной конструкции;

$a$  — ширина включения;

$\lambda$  — теплопроводность теплоизоляционного материала основной конструкции.

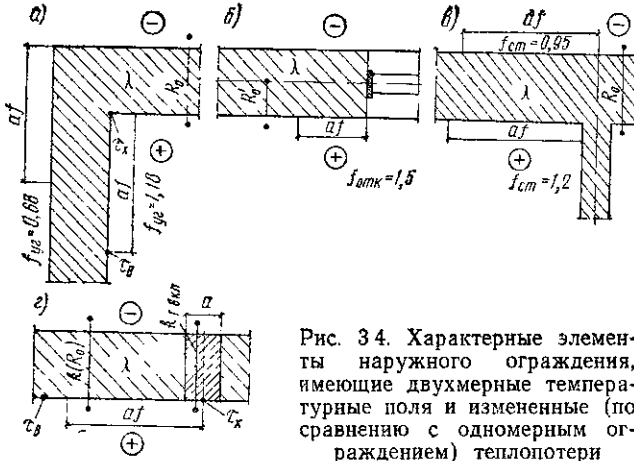


Рис. 34. Характерные элементы наружного ограждения, имеющие двухмерные температурные поля и измененные (по сравнению с одномерным ограждением) теплототери

$a$  — наружный угол;  $b$  — откос оконного проема;  $c$  — стык внутреннего и наружного ограждения;  $d$  — теплопроводное включение

Наиболее низкая температура внутренней поверхности ограждения в зоне включения

$$\tau_x = \tau_b - \eta (\tau_b - \tau_{\text{т.вкл}}), \quad (3.67)$$

где  $\eta$  — коэффициент, определяемый по рис. 35, б;  $\tau_{\text{т.вкл}}$  — температура внутренней поверхности ограждения, имеющего коэффициент теплопередачи  $k_{\text{т.вкл}}$ .

Приведенное сопротивление теплопередаче сложного ограждения. Для расчета теплототери через сложные ограждения необходимо пользоваться приведенным сопротивлением теплопередаче  $R_{0 \text{ пр}}$ , которое может заметно отличаться от сопротивления теплопередаче по глади ограждения  $R_0$ . Для простенков трехслойных панелей

$$R_{0 \text{ пр}} \approx 0,6 R_0 + (0,3 \dots 0,08), \quad (3.68)$$

где 0,3 и 0,08 относятся к умножителю с  $\lambda$ , соответственно, равной 0,15 и 0,08

В других случаях приведенное сопротивление может быть определено по формуле

$$R_{0 \text{ пр}} = R_0 \frac{1}{1 + \frac{1}{F} \sum a f_i (f_i - 1) l_i}, \quad (3.69)$$

где  $R_0$  — сопротивление теплопередаче по глади ограждения;

$F$  — площадь ограждения по внутреннему или внешнему обмеру;

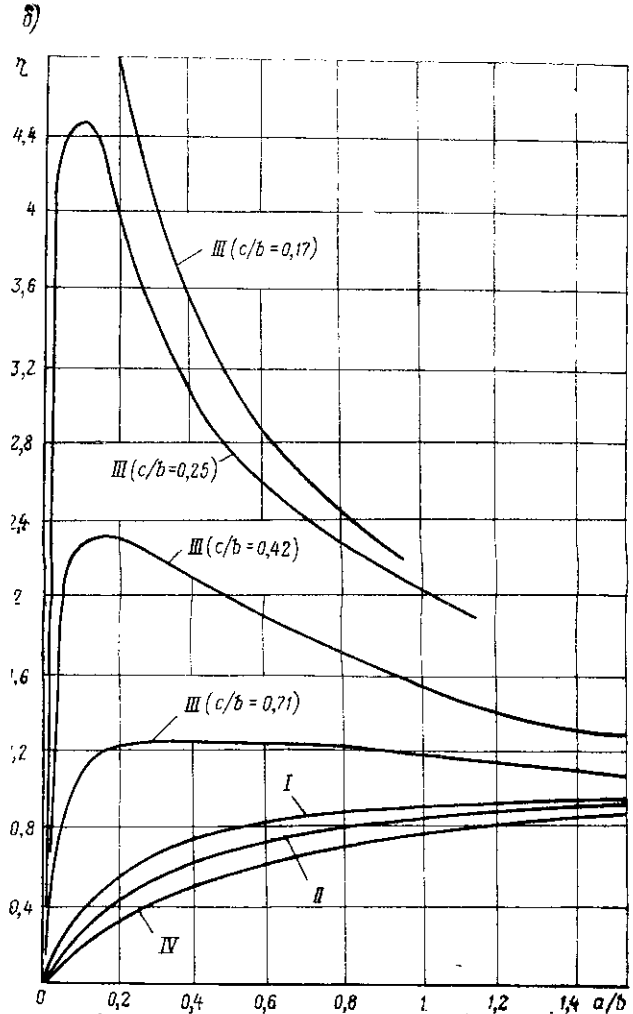
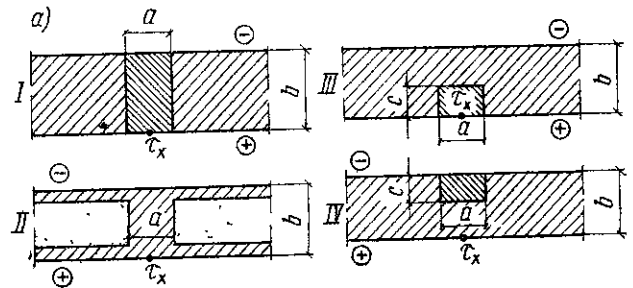


Рис 35 Виды теплопроводных включений (а) и кривые зависимости температурного коэффициента  $\eta$  от размеров и вида включения (б) для III вида включения при разных  $c/b$

$f_i$ ,  $l_i$ ,  $a f_i$  — фактор формы, протяженность и ширина в два калибра участка  $i$ -го элемента конструкции с двухмерным температурным полем.



### Глава 4. ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

ля массива ограждений и панелей характерен ла-  
ный режим фильтрации воздуха и воздухопрони-  
аемость определяется формулой

$$j = \frac{1}{R_n} \Delta p, \quad (4.1)$$

где  $j$  — расход воздуха, кг/(м<sup>2</sup>·ч);  
 $\Delta p$  — разность давлений воздуха с двух сторон ограждения, мм вод. ст. или кгс/м<sup>2</sup>;  
 $R_n$  — сопротивление воздухопроницанию ограждения, мм вод. ст.·м<sup>2</sup>·ч/кг.

Для многослойных ограждений  $R_n$  равно сумме со-  
противлений воздухопроницанию отдельных слоев, рас-  
положенных последовательно по движению воздуха:

$$R_n = \sum R_{n,i}. \quad (4.2)$$

Сопротивления воздухопроницанию отдельных сло-  
ев материалов приведены в приложении 4 главы СНиП  
II-A.7-71

Для отверстий характерен турбулентный режим  
движения воздуха; расход воздуха

$$j = i \Delta p^{1/2}, \quad (4.3)$$

где  $i$  — коэффициент воздухопроницаемости (проводи-  
мости), кг/(м<sup>2</sup>·ч·мм вод. ст.<sup>1/2</sup>).

Общий расход воздуха, кг/ч, через всю площадь  
отверстия

$$G = \left( \frac{\Delta p}{S} \right)^{1/2}, \quad (4.4)$$

где  $S$  — характеристика сопротивления воздухопрони-  
цанию отверстия, мм вод. ст. (кг/ч)<sup>2</sup>.

Для окон, закрытых дверей и ворот промышленных  
зданий

$$S_{\text{ок}} = \frac{\sum \xi_{\text{ш}}}{(15,9 \cdot 10^3)^2 (\delta_{\text{ш}} l_{\text{ш}})^2 \gamma}, \quad (4.5)$$

где  $\sum \xi_{\text{ш}}$  — сумма коэффициентов местных со-  
противлений щелей притвора (4 —  
для притвора одинарной двери, 8 —  
двойной);

$(15,9 \cdot 10^3)^2$  — числовой коэффициент ( $2g \cdot 3600^2$ );  
 $\delta_{\text{ш}}$ ,  $l_{\text{ш}}$  — ширина и длина щелей притвора;  
 $\gamma$  — объемная масса воздуха, проходя-  
щего через притвор.

Для открытых проемов

$$S_{\text{пр}} = \frac{1}{(15,9 \cdot 10^3)^2 (\mu_{\text{пр}} F_{\text{пр}})^2 \gamma}, \quad (4.6)$$

где  $\mu_{\text{пр}}$ ,  $F_{\text{пр}}$  — коэффициент расхода (обычно 0,65) и  
площадь проема (отверстия).

Для вытяжных шахт, участков воздухопроводов и кан-  
налов

$$S_{\text{ш}} = \frac{R\beta' l + z}{G^2} \quad (4.7)$$

где  $R\beta' l + z$  — потери давления на трение и местные  
сопротивления при расходе воздуха  $G$ .

Воздухопроницаемость окон гражданских зданий  
характеризуется смешанным режимом фильтрации, для  
которого

$$\Delta p = A j + B j^2 \quad (4.8)$$

или

$$j = \frac{-A + \sqrt{A^2 + 4B \Delta p}}{2B}, \quad (4.9)$$

Параметры  $A$  и  $B$  приведены в табл. 11 главы  
СНиП II-A.7-71, там же приведены значения коэффици-  
ента воздухопроницаемости  $i$  окон при  $\Delta p$ , равной  
1 мм вод. ст.

### Глава 5. ВЛАГОПЕРЕДАЧА И ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ ОГРАЖДЕНИЙ

Перенос влаги в ограждающих конструкциях про-  
исходит аналогично передаче тепла. Термодинамиче-  
ским показателем влажностного состояния материала  
является потенциал влажности  $\theta$ , измеряемый градусами  
влажности (°В). При гигроскопической влажности  
материалов за потенциал влажности принимают парци-  
альное давление водяного пара, мм рт. ст., в воздухе,  
находящемся во влажностном равновесии с материалом.

Влажностное состояние материала, воз-  
духа помещений и окружающей ограждение наружной  
среды оценивается относительным потенциалом влажно-  
сти  $\varphi_{\theta}$  (при гигроскопической влажности — относитель-  
ной влажностью воздуха  $\varphi$ ).

Сопротивление влагопередаче отдельных слоев ограждения  $R_{n,i}$  вычисляется по формуле

$$R_{n,i} = \delta_i / \mu_i, \quad (5.1)$$

где  $\delta_i$  — толщина слоя материала, м;

$\mu_i$  — проводимость влаги материалом [раз-  
мерность в шкале парциального давления водя-  
ного пара г/(м<sup>2</sup>·ч·мм рт. ст.)], принимаемая  
по табл. 1 приложения 2 главы СНиП II-A.7-71.

Сопротивление влагопередаче многослойного ограждения принимается равным сумме сопротивлений влаго-  
передаче слоев

Расчетные величины сопротивлений влагопередаче  
некоторых листовых материалов и тонких слоев паро-  
изоляции приведены в таблице приложения 5. главы  
СНиП II-A.7-71.

Выбор расчетных значений теплофи-  
зических характеристик влажных мате-  
риалов в ограждениях. Теплофизические ха-  
рактеристики строительных материалов в ограждении  
определяются графами  $A$ ,  $B$  и  $B^*$  табл. 1 приложения 2  
СНиП II-A.7-71 в зависимости от влажностного состоя-  
ния материала в ограждении. Для однослойных ограж-  
дений влажностное состояние материалов может быть  
определено по табл. 2 приложения 2 СНиП II-A.7-71.  
Для многослойных конструкции данных Строительных  
норм и правил недостаточно. Ниже приведены рекомен-  
дации для расчета влажностного состояния таких кон-  
струкций.

Относительный потенциал влажности материала  $\varphi_{\theta}$   
находится по потенциалу влажности материала слоя в  
конструкции многослойного ограждения  $\theta_i$  и макси-  
мальному сорбционному потенциалу влажности  $\theta_{m,c}$ ,  
соответствующему среднегодовой температуре матери-  
ала слоя  $t_i$ , по формулам:

при  $\theta_{m,c} < 40^\circ \text{В}$

$$\varphi_{\theta} = \frac{\theta_i - 8,1}{\theta_{m,c} - 8,1}; \quad (5.2)$$

при  $\theta_{м.с} > 40^\circ\text{В}$

$$\varphi_{\theta} = \frac{\theta_i - 8,1}{0,862 \theta_{м.с} + 24,7} \quad (5.3)$$

Максимальный сорбционный потенциал влажности  $\theta_{м.с}$  определяется по табл. 5.1.

ТАБЛИЦА 5.1

МАКСИМАЛЬНЫЕ СОРЕБЦИОННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ ВЛАЖНОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

$t, ^\circ\text{C}$	$\theta_{м.с}, ^\circ\text{В}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\theta_{м.с}, ^\circ\text{В}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\theta_{м.с}, ^\circ\text{В}$
-20	8,7	-3	15,5	+6	19,7
-15	10,3	-2	16	+7	20,5
-10	12,5	-1	16,3	+8	20,8
-9	13	0	16,7	+9	21,8
-8	13,5	+1	17,1	+10	23
-7	13,8	+2	17,5	+15	31,7
-6	14,2	+3	18	+20	100
-5	14,7	+4	18,3	+25	236,5
-4	15	+5	19,2	+30	414

ТАБЛИЦА 5.2

СРЕДНЕГОДОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР И ПОТЕНЦИАЛА ВЛАЖНОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Помещения	Влажностный режим	Среднегодовые значения		
		$t_{в.г}, ^\circ\text{C}$	$\theta_{в}, ^\circ\text{В}$	$\varphi_{\theta_{в}}$
Проектные бюро, чертежные залы, библиотеки	Сухой	19	23	0,45
Жилые дома, поликлиники, детские ясли	Нормальный	19	24,5	0,5
Душевые, раздевалки при них	Влажный	30	До 61	До 0,75
Бани, прачечные	Мокрый			

Потенциал влажности произвольного слоя ограждения

$$\theta_i = \theta_{в} + \frac{R_{п.в-i}}{R_{п.о}} (\theta_{в} - \theta_{н}), \quad (5.4)$$

где  $R_{п.в-i}, R_{п.о}$  — сопротивления влагопередаче соответственно от внутренней среды до центра рассматриваемого слоя  $i$  и общее для ограждения;

$\theta_{в}$  и  $\theta_{н}$  — потенциалы влажности соответственно внутренней среды (табл. 5.2) и наружной среды (табл. 5.3) в зависимости от климатической зоны (см. карту главы СНиП II-A.7-71).

Среднегодовая температура рассматриваемого слоя ограждения

$$t_i = t_{в.г} - \frac{R_{в-i}}{R_o} (t_{в.г} - t_{н.г}), \quad (5.5)$$

где  $t_{в.г}$  — среднегодовая температура внутренней среды помещения (см. табл. 5.2);

$t_{н.г}$  — среднегодовая наружная температура района постройки (см. табл. 1 главы СНиП II-A.6-72);

$R_{в-i}$  — сопротивление теплопередаче от внутренней среды до середины рассматриваемого слоя  $i$ .

Теплофизические характеристики строительных материалов принимаются по табл. 1 приложения 2 главы СНиП II-A.7-71 при  $\varphi_{\theta} \leq 1,1$  по графе А; при  $1,1 < \varphi_{\theta} < 1,3$  по графе Б; при  $\varphi_{\theta} \geq 1,3$  по графе Б\*.

Пример 5.1. Определить толщину утепляющего слоя стены прачечной. Внутренний железобетонный слой 40 мм, гидроизоляция поверхности железобетонной плиты — покрытие поливинилхлоридным лаком за четыре раза, утеплитель — шлакопемзобетон  $\gamma = 1600 \text{ кг/м}^3$ . Район постройки — г. Липецк ( $t_{в.г} = 5,1^\circ\text{C}$ ). Параметры внутренней среды:  $t_{в} = 30^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_{в} = 80\%$ . Ограждение легкой массивности,  $R_o^{TP} = 1,16 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C/ккал}$ .

Выполним предварительный расчет, задавшись характеристиками по графе Б:  $\lambda_{шб} = 1,40$ ;  $\lambda_{шб} = 0,55 \text{ ккал/(м} \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C)}$ :

$$R_{шб} = R_o^{TP} - \left( R_{в} + \frac{\delta_{шб}}{\lambda_{шб}} + R_{н} \right) =$$

$$= 1,16 - \left( 0,133 + \frac{0,04}{1,4} + 0,05 \right) = 0,948.$$

ТАБЛИЦА 5.3

ПОТЕНЦИАЛЫ ВЛАЖНОСТИ НАРУЖНОЙ СРЕДЫ

Нормируемая влажностная зона (по карте главы СНиП II-A. 7-71)	$\varphi_{\theta_{н}}$	$\theta_{н}$ при среднегодовой наружной температуре района строительства, $^\circ\text{C}$						
		-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Влажная	2,3	23,7	24,9	26,5	28,55	29,7	31,2	33
Нормальная	2	21,7	22,8	24,1	25,5	26,8	28,2	29,7
Сухая	1,4	17,6	18,4	19,3	20,3	21,2	22,2	23,2

Продолжение табл. 5.3

Нормируемая влажностная зона (по карте главы СНиП II-A. 7-71)	$\varphi_{\theta_{н}}$	$\theta_{н}$ при среднегодовой наружной температуре района строительства, $^\circ\text{C}$				
		+4	+5	+6	+8	+10
Влажная	2,3	34,8	36,7	38,3	121,5	181
Нормальная	2	31,2	33	34,8	65,8	120
Сухая	1,4	24,3	25,6	26,8	29,5	32,6

Толщина утеплителя  $\delta = 0,55 \cdot 0,948 = 0,53$  м.

На основе данных предварительного расчета определяем соотношение теплопередаче слоев, воспользовавшись нормативными данными по паропроницаемости:

железобетон:  $\mu = 0,004$  г/(м<sup>2</sup>·ч·мм рт. ст.);  $R_{п-жб} = 0,04$ ;  $0,004 = 10$  м<sup>2</sup>·ч·мм рт. ст. г;  
гидроизоляция:  $R_{п-г} = 58$  м<sup>2</sup>·ч·мм рт. ст./г;  
шлакопемзобетон:  $\delta = 0,53$  м;  $\mu_{шб} = 0,011$ ;  $R_{п-шб} = 0,53$ ;  $0,011 = 18,2$  м<sup>2</sup>·ч·мм рт. ст./г.

По табл. 5.2 для прачечных  $\theta_{в} > 61^{\circ}$  В, принимаем  $\theta_{в} = 62^{\circ}$  В  
Согласно табл. 5.3, при среднегодовой температуре  $5,1^{\circ}$  С для сухой зоны  $\theta_{н} = 25,7^{\circ}$  Р

Потенциал влажности и температура утеплителя:

$$\theta_{шб} = 62 - \frac{10 + 58 + \frac{48,2}{2}}{10 + 58 + 48,2} (62 - 25,7) = 33,2^{\circ} \text{ В.}$$

$$t_{шб} = 30 - \frac{0,133 + \frac{0,04}{1,4} + \frac{0,53}{2 \cdot 0,55}}{1,16} (30 - 5,1) = 16,2^{\circ} \text{ С}$$

Согласно табл. 5.1, температуре  $t_{шб} = 16,2^{\circ}$  С соответствует  $\theta_{м.с} = 35,6^{\circ}$  В;

$$\Phi_{\theta_{шб}} = \frac{33,2 - 8,1}{35,6 - 8,1} = 0,915 < 1,1$$

Принимаем теплофизические характеристики по графе А:

$\lambda_{шб} = 0,4$ .

Толщина слоя утеплителя  $\delta = 0,4 \cdot 0,948 = 0,38$  м.

Повторный расчет  $\Phi_{\theta_{шб}}$  при толщине утеплителя 0,38 м полученный результат не изменяет.

## Глава 6. ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ. ОБЩАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТА

Ограждения здания должны обладать требуемыми теплозащитными свойствами и быть в достаточной степени воздухо- и влагонепроницаемыми. Теплозащитные свойства наружных ограждений определяют двумя показателями: сопротивлением теплопередаче  $R_0$  и теплоустойчивостью, которую оценивают по характеристике тепловой инерции ограждения  $D$ . Величина  $R_0$  определяет сопротивление ограждения передаче тепла в стационарных условиях, а теплоустойчивость характеризует сопротивляемость ограждения передаче изменяющихся во времени периодических тепловых воздействий.

Наиболее важным является определение расчетного сопротивления теплопередаче  $R_0$  основной части (глади) конструкции ограждения; с этого определения и начинают теплотехнический расчет ограждения:  $R_0$  должно быть равно или больше минимально допустимого по санитарно-гигиеническим соображениям (требуемого) сопротивления  $R_0^{TP}$  теплопередаче:

$$R_0 \geq R_0^{TP}. \quad (6.1)$$

Это условие необходимо, но недостаточное, поскольку при определении  $R_0$  должны учитываться также и технико-экономические показатели. Если оказывается, что экономически оптимальное сопротивление теплопередаче ограждения

$$R_0^{opt} > R_0^{TP}, \quad (6.2)$$

то расчетное сопротивление должно определяться по формуле

$$R_0 \approx R_0^{opt}. \quad (6.3)$$

В этом случае сопротивление  $R_0$  будет больше минимально допустимого  $R_0^{TP}$  и целесообразно в экономическом отношении.

После определения  $R_0$  глади ограждения следует проверить теплозащитные свойства сложных элементов конструкции (стыков, углов, включений). Необходимым и достаточным условием этого расчета является отсутствие выпадения конденсата на поверхностях конструкций ( $\tau_x > t_p$ ).

Для расчета теплопотерь и тепловых условий в помещении часто требуется кроме  $R_0$  рассчитать приведенное сопротивление  $R_0^{TP}$  теплопередаче ограждения.

Для зданий, расположенных в южных районах, дополнительно проверяют теплоустойчивость ограждений в расчетных летних условиях. Недостаточную теплоустойчивость ограждения для зимнего периода года учитывают увеличением сопротивления ограждения теплопередаче при расчете  $R_0^{TP}$ .

Проверяют теплоустойчивость конструкции полов.

Для заполнения оконных и дверных проемов теплозащитные свойства регламентируются только сопротивлением теплопередаче конструкции, которое должно быть не ниже требуемого. Допустимая воздухопроницаемость окон, дверей, стыков конструкций, стен и перекрытий здания определяется нормируемыми сопротивлением воздухопроницанию, расходом воздуха, дополнительными затратами тепла или понижением температуры внутренней поверхности конструкции при инфильтрации.

Влагозащитные свойства ограждения должны исключать переувлажнение материалов за счет атмосферной влаги и диффузии водяных паров из помещения.

Процессы передачи тепла, фильтрации воздуха и переноса влаги взаимосвязаны, и одно явление оказывает влияние на другое, поэтому определение тепло-, воздухо- и влагозащитных свойств должно проводиться как общий расчет требуемых защитных свойств наружных ограждений здания.

## Глава 7. ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ОГРАЖДЕНИЙ

### 7.1. Требуемое (минимально допустимое) сопротивление теплопередаче

Требуемое сопротивление теплопередаче наружного ограждения выбирается исходя из условия удовлетворения санитарно-гигиеническим требованиям и определяется по формуле

$$R_0^{TP} = R_B \frac{(t_{в} - t_{н}) n}{\Delta t^{н}}, \quad (7.1)$$

где  $R_B$  — сопротивление теплообмену на внутренней поверхности ограждения, определяемое с учетом данных табл. 3.1 или в отдельных случаях, отмеченных в главе 2, по методике, изложенной там же;

$t_{в}$ ,  $t_{н}$  — расчетные температуры внутреннего (см. п. 2.1) и наружного (см. п. 2.2) воздуха;

$\Delta t^{н}$  — нормируемый перепад температур на внутренней поверхности ограждения; принимается по табл. 7.1 (составленной по табл. 2 главы СНиП II-A.7-71);

$n$  — коэффициент, уменьшающий расчетную разность температур для ограждений, непосредственно не соприкасающихся с на-

ружным воздухом; определяется по табл. 7.2 (составленной по табл. 1 главы СНиП II-A.7-71).

ТАБЛИЦА 7.2

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА  $\alpha$ 

Ограждения	Коэффициент $\alpha$
1. Наружные стены, покрытия, перекрытия над проездами, а также перекрытия над холодными (проветриваемыми) подпольями зданий и сооружений, возводимых в районах северной строительно-климатической зоны . . . . .	1
2. Чердачные перекрытия со стальной, черепичной или асбестоцементной кровлей по разреженной обрешетке и покрытия с вентилируемыми простояками . . . . .	0,9
3. Чердачные перекрытия с кровлей из рулонных материалов	0,8
4. Стены и перекрытия (за исключением указанных в поз. 8 и 9), отделяющие отапливаемые помещения от сообщающихся с наружным воздухом неотапливаемых помещений (например, тамбуров) . . . . .	0,7
5. Стены и перекрытия, отделяющие отапливаемые помещения от неотапливаемых, не сообщающихся с наружным воздухом . . . . .	0,4
6. Перекрытия над подпольями, расположенными ниже уровня земли, при непрерывной конструкции цоколя с $R_0 = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C}/\text{ккал}$ . . . . .	0,4
7. То же, и перекрытия над холодными подпольями, расположенными выше уровня земли . . . . .	0,75
8. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами, расположенными ниже уровня земли или имеющими наружные стены, выступающие над уровнем земли до 1 м, с окнами в наружных стенах подвалов . . . . .	0,6
9. То же, без окон . . . . .	0,4

ТАБЛИЦА 7.1  
НОРМИРУЕМЫЙ ПЕРЕПАД ТЕМПЕРАТУР  $\Delta t^H$ 

Помещения	$\Delta t^H$ , °C, не более	
	для наружных стен	для покрытий и чердачных перекрытий
1. Жилые, а также помещения больниц и детских яслей-садов	6	4
2. Помещения поликлиник и школ	6	4,5
3. Помещения общественных зданий (за исключением указанных в поз. 1 и 2), административных зданий, а также вспомогательных зданий и промышленных предприятий (за исключением помещений с влажным и мокрым режимами)	7	5,5
4. Отапливаемые помещения производственных зданий с расчетной относительной влажностью воздуха менее 50%	10	8
5. То же, от 50 до 60%	8	7
6. Помещения производственных зданий с избыточными тепловыделениями и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха не более 45%	12	12
7. Помещения производственных зданий (промышленных, сельскохозяйственных и других предприятий) с расчетной влажностью внутреннего воздуха выше 60%:		
а) в которых не допускается конденсация влаги на внутренних поверхностях стен и потолков . . . . .	$t_b - t_p$	$t_b - t_p - 1$
б) в которых не допускается конденсация влаги на внутренних поверхностях потолков . . . . .	7	$t_b - t_p - 0,5$

Примечание. Температурный перепад между расчетной температурой воздуха и температурой поверхности пола следует принимать равным: 2 °C для полов жилых зданий, больниц, детских яслей-садов; 2,5 °C для полов общественных зданий, за исключением указанных выше, а также для полов производственных зданий с постоянными рабочими местами, если на них не предусмотрены специальные мероприятия против охлаждения ног работающих. На участках, где отсутствуют постоянные рабочие места,  $\Delta t^H$  не нормируется.

Расчетная наружная температура принимается равной средней за наиболее холодные сутки  $t_{н,1}$ , наиболее холодную пятидневку  $t_{н,5}$  и средней между ними в зависимости от показателя тепловой инерции ограждения  $D$  (табл. 7.3).

Тепловая инерция  $D$  определяется по формуле (3.43).

ТАБЛИЦА 7.3

## РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ НАРУЖНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

$D$	<4	4—7	>7
$t_n$	$t_{н,1}$	$\frac{t_{н,1} + t_{н,5}}{2}$	$t_{н,5}$

Практически расчет  $R_0^{TP}$  проводится в следующем порядке:

1) задаются температурой наружного воздуха и рассчитывают  $R_0^{TP}$ ;

2) находят термическое сопротивление утеплителя и показатель тепловой инерции ограждения;

3) при несоответствии принятой в п. 1 температуры полученной в п. 2 тепловой инерции расчет повторяют.

## 7.2. Оптимальное (по технико-экономическим показателям) сопротивление теплопередаче ограждения

Применение современных дешевых и эффективных утеплителей позволяет увеличить сопротивление теплопередаче ограждения сверх требуемого и тем самым улучшить микроклимат в помещении и уменьшить расходы тепла на отопление. В ряде случаев увеличение толщины теплоизоляции ограждения оказывается экономически оправданным.

Экономической характеристикой, определяющей рациональность конструктивного решения, является величина приведенных затрат

$$П = К + ЭТ, \quad (7.2)$$

где  $К$  — капиталовложения в ограждения и системы отопления и кондиционирования, руб/м<sup>2</sup>,  
 $Э$  — эксплуатационные затраты, руб/(год·м<sup>2</sup>);  
 $T$  — нормативный срок окупаемости дополнительных капиталовложений, год.

Оптимальное сопротивление теплопередаче ограждения  $R_0^{opt}$  соответствует минимуму приведенных затрат и определяется по формуле

$$R_0^{opt} = \left( \frac{B_k + B_\varepsilon T}{\lambda k_{огр}} \right)^{1/2}, \quad (7.3)$$

где

$$B_k = (t_{пз} - t_{нз}) S_{с.от} (1 + C_{с.от} T) + (t_{усл.н.л} - t_{п.л}) S_{с.к} (1 + C_{с.к} T); \quad (7.4)$$

$$B_\varepsilon = (t_{пз} - t_{усл.от.п}) \Delta z_{от.п} S_T + (t_{усл.охл} - t_{п.л}) \Delta z_{охл} S_X; \quad (7.5)$$

$$k_{огр} = S_{из} (1 + C_{огр} T), \quad (7.6)$$

$t_{пз}$ ,  $t_{п.л}$  — расчетные значения температуры помещения для зимы и лета;

$t_{нз}$ ,  $t_{усл.от.п}$ ,  $\Delta z_{от.п}$  — расчетная зимняя температура, средняя условная наружная температура и продолжительность отопительного периода,

$t_{усл.н.л}$ ,  $t_{усл.охл}$ ,  $\Delta z_{охл}$  — расчетная условная летняя температура, средняя условная наружная температура и продолжительность охлаждающего периода,

$S_{с.от}$ ,  $S_{с.к}$  — приращение стоимости систем отопления и кондиционирования при изменении установочной мощности на 1 ккал/ч соответственно по теплу и холоду,

$C_{с.от}$ ,  $C_{с.к}$ ,  $C_{огр}$  — ежегодные отчисления на амортизацию и текущий ремонт от капитальных затрат соответственно на систему отопления, систему кондиционирования и ограждения в долях единицы в год,

$S_T$ ,  $S_X$ ,  $S_{из}$  — стоимость тепла, холода, руб/ккал, и теплоизоляции в конструкции ограждения, руб/м<sup>3</sup>.

Все данные для расчета  $R_0^{opt}$  в соответствии с рекомендацией Строительных норм и правил следует прини-

мать по «Пособию по теплотехническому расчету ограждающих конструкций», которое подготовлено НИИ строительной физики к изданию в дополнение и развитие главы СНиП II-A-7-71.

## 7.3. Теплозащита световых проемов и дверей

Требуемое сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов в зависимости от разности расчетных внутренних и наружных температур и назначения помещения приведено в табл. 3 главы СНиП II-A-7-71.

Сопротивление теплопередаче дверей (кроме балконных) и ворот следует принимать не менее  $0,6 R_0^{тр}$ , определенного по формуле (7.1) для стен здания.

Фактические значения  $R_0$  различных конструкций заполнения световых и дверных проемов приведены в табл. 7.4

ТАБЛИЦА 7.4

СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ И КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ЗАПОЛНЕНИЙ СВЕТОВЫХ ПРОЕМОВ (ОКОН И БАЛКОННЫХ ДВЕРЕЙ) И НАРУЖНЫХ ДВЕРЕЙ

Заполнение проемов	$R_0$	Значения $k$ для расчета теплопотерь в зданиях	
		крупнопанельных	кирпичных
Одинарное остекление в одинарном переплете . . . . .	0,2	5	—
Двойное остекление в спаренных переплетах . . . . .	0,4	2,5	3
То же, в раздельных двойных переплетах . . . . .	0,44	2,3	2,7
Тройное остекление, одинарное плюс спаренное . . . . .	0,6	1,7	—
Остекление из пустотных стеклянных блоков на тяжелом растворе . . . . .	0,5	2	—
То же, на легком растворе . . . . .	0,6	1,7	—
Двери стеклянные одинарные . . . . .	0,18	5,5	5,5
То же, двойные . . . . .	0,31	3,2	3,2
Магазинные витрины, вентилируемые . . . . .	0,25	4	4
Витражи со стальными переплетами . . . . .	0,3	3,3	3,3
Наружные двери и ворота одинарные . . . . .	0,25	4	4
То же, двойные . . . . .	0,5	2	2
Внутренние двери одинарные . . . . .	0,4	2,5	2,5

Примечания 1 Коэффициенты приведены для окон и дверей в деревянных переплетах и коробках. При применении металлических и железобетонных переплетов и коробок приведенные значения следует увеличить на 10%.

2 В крупнопанельных зданиях потери тепла через откосы оконного проема, учитываются в  $R_0^{пр}$  наружной стены. В кирпичных зданиях они учтены в коэффициенте теплопередачи окна.

## 7.4. Требуемая теплоустойчивость ограждений

Теплоустойчивость наружных ограждений должна исключать заметные изменения температуры внутренней поверхности зимой при разовых понижениях температу-

ТАБЛИЦА 81

**ТРЕБУЕМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ  
ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ ОКОН ЗДАНИЙ  
ВЫСОТОЙ ДО 14 ЭТАЖЕЙ**

Здания	$i^{TP}$ при расчетных температурах наружного воздуха $t_n$ , °C			
	до -15	от -16 до -30	от -31 до -45	от -46 и ниже
5-этажные . . . . .	16	9,5	7	5
6—9-этажные . . . . .	13	7,5	5	3,5
10—14-этажные . . . . .	10	5,5	3,5	2,4

Примечание Значения  $i^{TP}$ , указанные в таблице, уменьшаются на 15% при  $v_n$  от 5,1 до 7 м/с, на 30% при  $v_n$  от 7,1 до 9 м/с, на 40% при  $v_n$  более 9 м/с

ТАБЛИЦА 82

**МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ РАСХОДЫ ВОЗДУХА,  
ПРОНИКАЮЩЕГО ЧЕРЕЗ ОКНА ЖИЛЫХ  
И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

Средняя температура наиболее холодной пяти- дневки, °C	-10 и вы- ше	От -11	От -21	От -31	От -41	От -51
		до -20	до -30	до -40	до -50	и ниже
$j_{доп}$ , кг/(м <sup>2</sup> ·ч)	25	17	13	11	9	8

### 7.5. Требуемая теплоустойчивость полов

Для помещений повышенной и высокой обеспеченности показатель тепловой активности пола  $B_0$  по (3.49) должен быть не более 10, средней обеспеченности — не более 12 (согласно табл. 8 главы СНиП II-A.7-71). Для помещений, эксплуатация которых не связана с постоянным пребыванием людей и температура поверхности пола в которых более 23°С, проверить теплоустойчивость конструкции пола не требуется.

## Глава 8. ВОЗДУХО-ВЛАГОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ОГРАЖДЕНИЙ

### 8.1. Требуемые воздухозащитные свойства

Требуемые значения коэффициентов воздухопроницаемости окон и балконных дверей  $i^{TP}$  в жилых домах, административных и общественных зданиях, в помещениях промышленных зданий с большим количеством работающих, при расположении рабочих мест вблизи окон, принимают по табл. 8.1.

В помещениях промышленных зданий со значительными избытками тепла воздухопроницаемость окон не нормируется

Для жилых зданий высотой более 14 этажей воздухозащита окон определяется из расчета воздушного режима здания исходя из максимально допустимых расходов воздуха  $j^{доп}$  (табл. 8.2).

Допустимые значения воздухопроницаемости стыковых соединений наружных панелей и блоков в наружных стенах определяются из условия, что при инфильтрации

через них воздуха температура на внутренней поверхности стыка (со стороны помещения)  $t_x$  не опустится ниже температуры точки росы воздуха помещения  $t_p$ .

При расчете  $t_x$  следует пользоваться графиком, приведенным на рис. 8.1. При этом расход инфильтрующего воздуха определяется для первого этажа с наветренной стороны здания. Для расчета сложных конструкций необходимо определять температурное поле или иметь данные экспериментальных исследований.

Допустимые величины сопротивлений воздухопроницанию наружных стен определяются в зависимости от назначения здания для жилых, административных и общественных зданий дополнительные теплопотери от инфильтрации через толщину наружных стен не должны превышать 5% основных, для промышленных — 10%.

Наружные стены и перекрытия должны иметь сопротивление воздухопроницанию  $R_n$  не ниже требуемого  $R_n^{TP}$ :

$$R_n \geq R_n^{TP} = \varepsilon \Delta p, \quad (8.1)$$

где  $\Delta p$  — разность давлений воздуха с внутренней и наружной поверхностей ограждения первого этажа с наветренной стороны здания;  
 $\varepsilon$  — коэффициент, принимаемый по табл. 9 главы СНиП II-A.7-71.

Расчетная разность давления  $\Delta p$  для зданий с естественной вытяжной вентиляцией определяется, согласно Строительным нормам и правилам, по формуле

$$\Delta p = 0,55 H (\gamma_n - \gamma_b) + 0,03 \gamma_n (\beta \theta)^2, \quad (8.2)$$

- где  $H$  — высота здания, м;  
 $\gamma_{вн}$  — разность объемных масс воздуха снаружи и внутри здания;  
 $\beta$  — коэффициент, равный: 0,6 — для районов европейской части СССР, расположенных севернее 62° с. ш., районов Сибири южнее 70° с. ш., Средней Азии и Кавказа; 1,2 — для Приморского края; 1 — для районов, расположенных на высоте более 500 м над уровнем моря, и для остальной территории СССР;  
 $v$  — расчетная скорость ветра (см. главу 2), но не менее 5 м/с (и не менее 8 м/с для I подзоны северной строительно-климатической зоны).

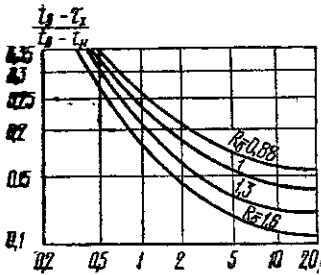


Рис. 81. Зависимость относительной избыточной минимальной температуры внутренней поверхности ограждения от отношения теплопроводности материала ограждения к теплоемкости потока воздуха, проходящего через метр щели ( $J = \lambda/c$ )

Сопротивление воздухопроницанию внешних слоев ограждения, отделяющих рыхлый теплоизоляционный слой или воздушную прослойку от наружного воздуха, должно быть не менее 0,4 м<sup>2</sup>·ч·мм вод. ст./кг.

Внутренние перекрытия в здании, двери в квартире, внутренние стены должны иметь максимально возможную по конструктивным решениям величину сопротивления воздухопроницанию, но не ниже 50 м<sup>2</sup>·ч·мм вод. ст./кг.

Внутренние двери здания (за исключением внутриквартирных) следует выполнять с максимальным уплотнением притворов.

Воздухопроницаемость наружных входных дверей существующими нормативными документами не ограничивается. Двери принимаются максимально герметичными в соответствии с конструктивным решением входа.

## 8.2. Требуемые влагозащитные свойства

Влагозащитные свойства конструкции должны быть такими, чтобы влажность материалов ограждений при нормальных условиях эксплуатации была не больше допустимой. Допустимые влажности различных материалов в конструкции ограждения даны в табл. 12 главы СНиП II-A.7-71.

Для предупреждения переувлажнения материалов рекомендуется внутренние слои ограждения делать более плотными и менее влагопроницаемыми. Желательно, чтобы сопротивление влагопроницанию внутренней части конструкции для помещений влажных  $\mu$  с нормальным влажным режимом было больше требуемого —  $R_{п}^{тп} = 12$  м<sup>2</sup>·ч·мм рт. ст./г или больше сопротивления влагопроницанию наружной части ограждения в 1,2 раза при нормальной влажности помещения и в 1,5 раза для влажных помещений. Наружные ограждения помещений с сухим режимом, однослойные и с герметичной конст-

рукцией имеют удовлетворительный влажный режим. В остальных случаях следует проверять влажный режим ограждения специальным расчетом. В районах с продолжительными дождями и сильными ветрами необходимо ограждения зданий с наружной стороны защищать водонепроницаемым слоем.

## Глава 9. ИНФИЛЬТРАЦИЯ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ ОГРАЖДЕНИЯ<sup>1</sup>

По рекомендациям главы СНиП II-Г.7-62 теплопотоки на инfiltrацию воздуха в обычных случаях учитываются при расчете добавочных теплопотерь в процентах к основным (см. главу 11). Расход тепла на нагревание инfiltrующегося воздуха для жилых зданий следует принимать исходя из воздухообмена, требуемого нормами (глава СНиП II-Л.1-71), а в помещениях промышленных, общественных и вспомогательных зданий — определять по расчету.

При расчете теплопотерь учитывают инfiltrацию только через окна, двери и ворота, так как количество воздуха, инfiltrующегося через массивные ограждения и стыковые соединения панелей, сравнительно мало.

Теплопотери помещения от инfiltrации наружного воздуха

$$Q_{н.пом} = \sum c G_{н} (t_{вн} - t_{н}) A, \quad (9.1)$$

где  $c$  — удельная массовая теплоемкость воздуха, равная 0,24 ккал/(кг·°С);

$G_{н}$  — количество наружного воздуха, поступающего в помещение через неплотности окон, дверей и ворот, кг/ч;

$A$  — коэффициент, учитывающий подогрев инfiltrующегося воздуха в конструкции окна (0,8 — для двойных и тройных окон в отдельных переплетах; 1 — для одинарных окон, окон в спаренных переплетах, дверей и ворот).

Расход воздуха через наружные ограждения определяется при расчете воздушного режима здания.

## 9.1. Инfiltrация наружного воздуха в промышленных зданиях

По особенностям воздушного режима помещения промышленные здания можно разбить на два типа.

Помещения с аэрацией в зимний период. В этих помещениях инfiltrация либо не учитывается (при удельных теплоизбытках более 50 ккал/м<sup>3</sup>·ч), либо учитывается при расчете аэрационного воздухообмена.

Помещения без аэрации в зимний период. Для этих помещений инfiltrационный расход воздуха определяется по формуле

$$G_{н.пом} = F_{н.о} j_{\Delta y} B_{н.пом}, \quad (9.2)$$

где  $F_{н.о}$  — площадь одного наружного ограждения помещения, равная  $Hl$  (где  $H$  — высота помещения;  $l$  — длина стены);

$j_{\Delta y}$  — единица расхода инfiltrационного воздуха, кг/м<sup>2</sup>·ч;

$B_{н.пом}$  — коэффициент, показывающий, сколько еди-

<sup>1</sup> По материалам В. П. Титова.

ниц расхода составляет инфильтрация в рассматриваемом случае

Единица расхода инфильтрационного воздуха через 1 м<sup>2</sup> поверхности наружного ограждения

$$i_{\Delta T} = 0,036 i_{н.о} (H\Delta t)^{1/2}, \quad (9.3)$$

где  $\Delta t$  — разность наружной и внутренней температуры воздуха,

$i_{н.о}$  — средний по площади ограждения коэффициент воздухопроницаемости.

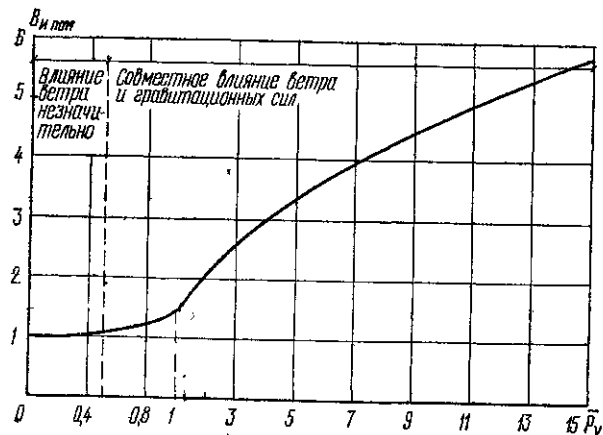


Рис 91 Зависимость коэффициента  $V_{н.пом}$  для помещения с двусторонним остеклением от относительного ветрового давления  $\bar{p}_v$

Для наружных ограждений, имеющих окна, двери или ворота разной конструкции, величина  $i_{н.о}$  определяется как средневзвешенная по площади:

$$i_{н.о} = \frac{\sum i_k F_k}{F_{н.о}}, \quad (9.4)$$

где  $i_k$  — коэффициент воздухопроницаемости конструкции,

$F_k$  — площадь, занимаемая этой конструкцией.

Для нестандартных окон, дверей и ворот площадью  $F_k$  при ширине щели притворов  $\delta_{щ}$ , м (обычно для окон в деревянных переплетах 0,001, в металлических 0,0005, для ворот и дверей 0,002), и длине щелей притворов  $l_{щ}$ , м, коэффициент воздухопроницаемости

$$i_k = 8700 \frac{\delta_{щ} l_{щ}}{F_k}. \quad (9.5)$$

Коэффициент  $V_{н.пом}$  для помещений с односторонним остеклением равен 0,5. Для помещений с двусторонним остеклением  $V_{н.пом}$  определяется по рис 91, где скорость ветра  $v_n$  учитывается с помощью относительного ветрового давления

$$\bar{p}_v = 12 \frac{v_n^2 \gamma_n}{H \Delta t}. \quad (9.6)$$

В многопролетных зданиях инфильтрация рассчитывается для помещений, расположенных в крайних пролетах; при этом влияние смежных помещений можно учесть введением относительной воздухопроницаемости отверстий между смежными помещениями.

$$\bar{i}_{отв} = 22,2 \cdot 10^3 \frac{F_{отв}}{i_{н.о} F_{н.о}}, \quad (9.7)$$

где  $F_{отв}$  — суммарная площадь отверстий в перегородке, разделяющей помещения

В этом случае коэффициент  $V_{н.пом}$  определяется по рис 92. При  $i_{отв} > 7,1$  значения коэффициента  $V_{н.пом}$  следует определять по рис 91.

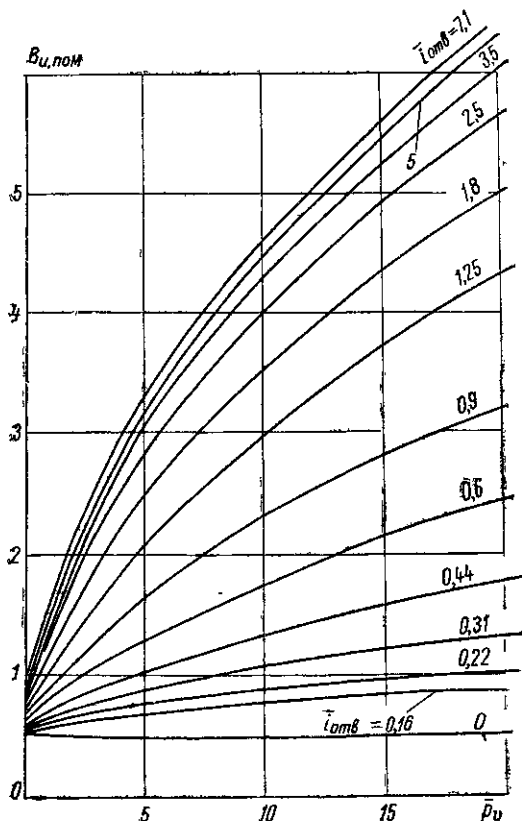


Рис 92 Зависимость коэффициента  $V_{н.пом}$  для помещения, расположенного в крайнем пролете многопролетного здания и соединенного с остальными помещениями открытым проемом, от относительного ветрового давления  $\bar{p}_v$  при различных  $i_{отв}$

## 9.2. Инфильтрация наружного воздуха в гражданских зданиях

По особенностям воздушного режима гражданские здания можно разделить на следующие типы.

1 Здания до 5 этажей — жилые, административные и культурно-бытовые, инфильтрация в зимнее время учитывается в виде процентных надбавок к основным теплопотерям

2 Многоэтажные здания ( $N$  — число этажей) при балансе воздуха приточной и вытяжной вентиляции; инфильтрация в зимнее время учитывается по формулам (91) и (92), величина  $V_{н.пом}$  для любого  $n$ -го этажа определяется по рис 93, где  $n = n/N$

3 Многоэтажные здания с вытяжной канальной



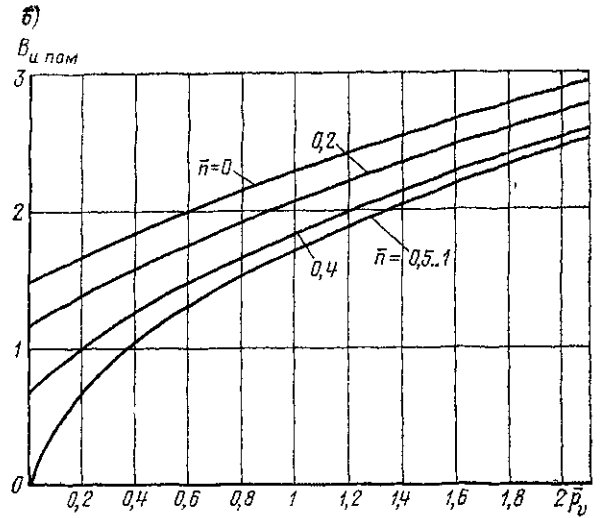
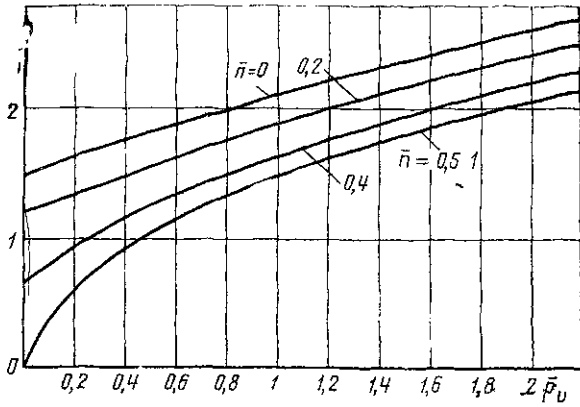


Рис 9.3. Зависимость коэффициента  $V_{в пом}$  для помещений многоэтажного общественного здания от относительного ветрового давления  $\bar{p}_v$  при различном  $\bar{n}$

*a* — для многосекционного здания (пластины); *b* — для односекционного здания (башни)

естественной вентиляцией; инфильтрация в зимнее время учитывается расчетом воздушного режима здания.

4 Здания с высокими помещениями (магазины, ре-

стораны, вокзалы, спортзалы и т. п.); инфильтрация в зимнее время учитывается так же, как и в промышленных зданиях (см. п. 9 1).

## Раздел III. ОТОПЛЕНИЕ

### Глава 10. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

#### 10.1. Основные виды систем отопления

Системы отопления подразделяются на местные и центральные.

Местными называют системы отопления, в которых генератор тепла, теплопроводы и отопительные приборы конструктивно объединены в одном устройстве.

К этим системам относят печное, газовое (при сжигании газа непосредственно в отопительных приборах) и электрическое отопление. Радиус действия местных систем отопления ограничен одной комнатой (при печном отоплении — двумя-тремя комнатами).

Центральными называют системы отопления, в которых генератор (например, котел) вынесен за пределы отапливаемых помещений и теплоноситель от генератора к местам потребления подается через систему труб.

Центральные системы, применяемые в нашей отопительной практике, подразделяют

по теплоносителю — на системы водяного, парового, воздушного отопления и комбинированные (пароводя-

ные, водоводяные, парвоздушные, водовоздушные и др.); в последних циркулируют различные виды теплоносителя или один теплоноситель, но с разными параметрами;

по способу перемещения теплоносителя — на системы с естественной циркуляцией за счет разности плотностей охлажденного и нагретого теплоносителя (воды или воздуха) и системы с механическим побуждением циркуляции насосами в водяных системах и вентиляторами в воздушных;

по начальной температуре воды — на системы с температурой воды 95—105°C (105° однотрубные системы отопления) и системы с температурой воды более 105°C;

по величине начального давления пара — на системы низкого давления (с начальным давлением пара от 0,05 до 0,7 кгс/см<sup>2</sup>) и системы высокого давления (с начальным давлением пара более 0,7 кгс/см<sup>2</sup>).

#### 10.2. Область применения систем отопления

Системы отопления и теплоноситель выбирают в соответствии с требованиями санитарных и противопожарных норм в зависимости от назначения помещений и технологического процесса. Указания по выбору систем отопления даны в табл. 10.1.

ТАБЛИЦА 10.1

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ И ДОПУСКАЕМЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

№ п п	Здания, сооружения и помещения	Системы	
		рекомендуемые	допускаемые
1	Жилые дома, общежития, гостиницы, дома отдыха, санатории, пансионаты, школы и другие учебные заведения, административные здания, научные и проектные учреждения, конструкторские бюро, поликлиники, амбулатории, аптеки, здравпункты, пионерские лагеря круглогодичного действия	Водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов и стальных панелей; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стойками (конвекторы в школе следует предусматривать только для вспомогательных помещений)	Квартирного воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией, при централизованном теплоснабжении в жилых домах, монтируемых из блоков-квартир и блоков-комнат, а также в жилых домах до двух этажей, воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией, в зданиях с числом этажей пять и более и в помещениях большого объема (например, залы заседаний, аудитории, столовые, классы); квартирного водяного отопления (с генератором тепла) без централизованного теплоснабжения с применением топлива, не требующего непрерывного надзора за горением, для жилых домов до двух этажей, газового отопления с приборами, имеющими герметизированный газовый тракт, при наличии централизованного теплоснабжения в зданиях до двух этажей (кроме больниц и школ), печного отопления в зданиях до двух этажей
2	Детские сады и ясли	Водяного отопления с применением радиаторов, панелей стальных и бетонных, панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стойками	Лучистого отопления (теплоноситель воздух); печного отопления в одноэтажных зданиях с числом мест до 50, возводимых в сельских местностях
3	Больницы, родильные дома и другие лечебные заведения	Водяного отопления с применением радиаторов и стальных панелей, панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стойками	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; печного отопления в одноэтажных зданиях, возводимых в сельской местности

Продолжение табл. 10.1

№ п.п.	Здания, сооружения и помещения	Системы	
		рекомендуемые	допускаемые
4	Гимнастические залы, бассейны, крытые стадионы и другие отапливаемые спортивные сооружения	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками; водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов и стальных панелей	Парового отопления низкого давления, газового отопления с инфракрасными излучателями (кроме пионерских лагерей); печного отопления в небольших одноэтажных зданиях, возводимых в сельской местности
5	Бани, прачечные, душевые павильоны	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией (в раздевальных и мыльных помещениях бань на 200 мест и более, в душевых павильонах с числом мест более 25, в стиральном, сушильном, гладильном и других цехах прачечных); водяного отопления с применением стальных панелей и гладких труб; парового отопления низкого давления с применением радиаторов	Печного отопления в зданиях, возводимых в сельской местности (бани с числом мест не более 50)
6	Рестораны, столовые, кафе, буфеты, магазины, закусочные	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией, в помещениях большого объема (обеденные и торговые залы), водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов и стальных панелей; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками	Парового отопления низкого давления в зданиях объемом до 500 м <sup>3</sup> ; газового отопления с инфракрасными излучателями в неутепленных и полукрытых помещениях; печного отопления в зданиях до двух этажей с числом посадочных мест до 200; печного отопления в одноэтажных зданиях магазинов площадью до 50 м <sup>2</sup> , возводимых в сельской местности
7	Железнодорожные вокзалы, аэропорты	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией, водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов и стальных панелей	Панельного отопления в вестибюлях и проходах (с обогреваемой поверхностью пола); парового отопления низкого давления, печного отопления в одноэтажных зданиях вокзалов вместимостью до 50 пассажиров
8	Зрелищные предприятия: а) кинотеатры, клубы и другие подобные предприятия, а также размещенные в них зрительные и другие залы с числом мест до 200	Водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов, стальных панелей и гладких труб	Парового отопления низкого давления; печного отопления в одноэтажных зданиях со зрительными залами с числом мест до 200, возводимых в сельской местности
	б) зрительные и другие залы с числом мест 200 и более	То же	Воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией, водяного и парового отопления низкого давления с применением радиаторов и конвекторов в залах с числом мест до 500 и как дежурные при большей вместимости залов
	в) театры вместимостью от 800 до 1500 человек	Воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией; водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов, стальных панелей и гладких труб	
	г) театры меньшей вместимости (при реконструкции)	То же	Парового отопления низкого давления
9	Музеи, выставки, читальные залы, архивы и библиотеки, здания книгохранилищ и архивов	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; водяного отопления с применением радиаторов и стальных панелей; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками; кондиционирования воздуха	Воздушного отопления; печного отопления в одноэтажных библиотечных зданиях с читальным залом до 100 мест, возводимых в сельской местности
	Производственные помещения с повышенными требованиями к чистоте воздуха	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками	Водяного отопления с применением панелей

№ п.п.	Здания, сооружения и помещения	Системы	
		рекомендуемые	допускаемые
11	Производственные помещения, технологический процесс в которых не сопровождается выделением пыли (в том числе сельскохозяйственные производственные здания, отнесенные по пожарной опасности к категориям Д и Г)	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; воздушного отопления с применением отопительно-рециркуляционных агрегатов; водяного и парового отопления высокого и низкого давления с применением радиаторов, конвекторов и ребристых труб; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками	Воздушного отопления с применением огневоздушных газовых воздухонагревателей; газового отопления с инфракрасными излучателями с отводом продуктов сгорания; лучистого отопления с высокотемпературными излучателями, расположенными под потолком; печного отопления в одноэтажных зданиях с площадью отапливаемых помещений до 500 м <sup>2</sup> (в сельских и лесных районах — до 1000 м <sup>2</sup> )
12	Производственные помещения, технологический процесс в которых связан с выделением: а) невзрывоопасной и негорючей неорганической пыли и аэрозолей, негорючих и не поддерживающих горение газов и паров б) невзрывоопасной и невоспламеняющейся органической возгоняемой недовитой пыли (например, древесной, мушной и др.) в) взрывоопасных воспламеняющихся газов, паров и пыли, а также горючих материалов г) легковозгораемых ядовитых веществ	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; водяного и парового отопления высокого и низкого давления с применением радиаторов; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками  Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; водяного и парового отопления низкого давления с применением радиаторов  В соответствии со специальными указаниями министерств и ведомств	Печного отопления в одноэтажных зданиях с площадью отапливаемых помещений до 500 м <sup>2</sup> (в сельских и лесных районах — до 1000 м <sup>2</sup> )  Панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками; печного отопления в одноэтажных зданиях с площадью отапливаемых помещений до 500 м <sup>2</sup> (в сельских и лесных районах — до 1000 м <sup>2</sup> )
13	Производственные здания и помещения различного назначения, характеризующиеся значительными влаговыведениями	По согласованию с органами санитарного надзора  Воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией; водяного и парового отопления с применением чугунных радиаторов и ребристых труб	Печного отопления в одноэтажных зданиях с площадью отапливаемых помещений до 500 м <sup>2</sup> (в сельских и лесных районах — до 1000 м <sup>2</sup> )
14	То же, характеризующиеся значительными тепловыделениями	При достаточных тепловыделениях и возможности использования их для обогрева помещений системы отопления не предусматриваются (требуемые температуры воздуха в помещениях поддерживаются за счет имеющихся избытков тепла)  При недостаточных тепловыделениях и невозможности использования их для обогрева помещений надлежит предусматривать устройство систем отопления постоянного или периодического действия: воздушного, совмещенного с вентиляционной или отопительно-рециркуляционными агрегатами	—  Водяного и парового отопления с применением радиаторов и ребристых труб; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками; печного отопления в одноэтажных зданиях с площадью отапливаемых помещений до 500 м <sup>2</sup> (в сельских и лесных районах — до 1000 м <sup>2</sup> )
15	Производственные неутепленные здания или помещения, а также отдельные рабочие зоны	Газового или электрического отопления с инфракрасными излучателями, действующими периодически; воздушного отопления со струйной подачей воздуха, действующей периодически, для обслуживания отдельных участков рабочей зоны	—
16	Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий: административно-канторские помещения, конструкторские бюро, пункты питания, здравпункты, помещения общественных организаций и др.: а) при теплоносителе для промышленного предприятия воде б) при теплоносителе для промышленного предприятия паре:  для зданий объемом более 1500 м <sup>3</sup>  то же, 1500 м <sup>3</sup> и менее	Водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов и стальных панелей  Панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками Парового отопления низкого давления с применением радиаторов и конвекторов	—  —  Печного отопления в зданиях с более двух этажей

Продолжение табл. 10.1

№ п.п.	Здания, сооружения и помещения	Системы	
		рекомендуемые	допускаемые
	в) бытовые помещения независимо от их объема	Водяного и парового отопления высокого давления с применением радиаторов и конвекторов	

Примечания: 1. Предельные температуры теплоносителя для нагревательных приборов (из любого материала и независимо от рода теплоносителя), устанавливаемых на высоте до 1 м от уровня пола, принимаются согласно Строительным нормам и правилам. Для зданий по поз. 1 и 9, а также для помещений здравпунктов, пунктов питания и административно-контрольских помещений, размещаемых в отдельно стоящих зданиях промышленных предприятий, указанных в поз. 1б, следует принимать температуру до 75 °С, в поз. 2, 3 — температуру 85 °С. Для производственных помещений по поз. 12а, цехов углеподготовки электростанций и коксохимических заводов при теплоносителе постоянных параметров следует принимать температуру до 130 °С, а переменных параметров — до 150 °С; для помещений по поз. 12б при теплоносителе постоянных параметров — до 110 °С, переменных параметров — до 130 °С; температуру для помещений по поз. 12в, г — по специальным указаниям министерств и ведомств, согласованным с органами Государственного пожарного надзора. В помещениях, указанных в поз. 15, температура принимается в соответствии с применяемыми отопительными приборами.

2. В системах панельного отопления в качестве теплоносителей применяется низкотемпературная вода. Отопительные панели следует предусматривать встраиваемыми в наружные стены, перегородки, полы и потолки. В помещениях детских яслей и садов рекомендуется предусматривать панели с обогреваемой поверхностью полов согласно главе СНиП II-Л.3-71 «Детские ясли-сады. Нормы проектирования». В помещениях плавательных бассейнов необходимо предусматривать панели с обогреваемой поверхностью пола, а в помещениях зданий больниц, родильных домов (в операционных, родовых и наркозных) и других лечебных учреждений — панели с обогреваемой поверхностью потолков. Температуру поверхности потолков, пола и стен при панельном отоплении следует принимать в соответствии с указаниями, приведенными в главе 16.

3. В системах воздушного отопления для подогревания воздуха можно использовать горячую воду, пар и газ.

4. В зданиях и помещениях различного назначения в отдельных случаях для отопления допускается использование электроэнергии с трансформацией ее в тепловую. Целесообразность такого решения должна быть подтверждена технико-экономическим расчетом, учитывающим местные условия, температуру теплоотдающих поверхностей и теплоносителя. Возможность использования электроэнергии для отопления должна быть согласована с энергоснабжающими организациями.

5. Для систем отопления может быть применен теплоноситель, используемый для технологических нужд, если это допустимо по санитарно-техническим требованиям и по механической прочности нагревательных приборов, а также если система обеспечивает циркуляцию теплоносителя.

6. В целях унификации оборудования, приборов и материалов нужно, как правило, принимать в системах отопления единый теплоноситель.

7. Для отопления складских зданий следует принимать системы отопления те же, что и для производственных, с учетом противопожарных и санитарных требований (в зависимости от вида хранимых в них материалов).

8. Системы отопления с инфракрасными и высокотемпературными излучателями в зданиях и помещениях, отнесенных по пожарной опасности к категориям А, Б и В, не допускаются.

9. При применении систем отопления с инфракрасными и высокотемпературными темными излучателями следует предусматривать специальные противопожарные мероприятия по согласованию с органами Государственного пожарного надзора.

10. Печное отопление в зданиях и помещениях, отнесенных по пожарной опасности к категориям А, Б и В, не допускается, в школьных помещениях печное отопление устраивают в соответствии с нормативными данными.

## Глава 11. РАСЧЕТНАЯ ТЕПЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ

### 11.1. Тепловой баланс помещения

А. Основные потери тепла через наружные ограждения. Основные потери тепла через ограждающие конструкции зданий определяют по формуле

$$Q = Fkn(t_b - t_n), \quad (11.1)$$

где  $F$  — площадь ограждения, м<sup>2</sup>;  
 $k=1/R_0$  — коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°С) ( $R_0$  — сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, м<sup>2</sup>·ч·°С/ккал);  
 $n$  — поправочный коэффициент к расчетной разности температур, принимаемый по табл. 7.2;  
 $t_b$  — расчетная температура внутреннего воздуха, °С;  
 $t_n$  — то же, наружного воздуха, °С;

Сопротивление теплопередаче  $R_0$  и коэффициенты теплопередачи  $k$  для стен, чердачных перекрытий, бесчердачных покрытий, заполненных световых проемов и наружных ворот и дверей приведены в разделе 11.

Обмер поверхностей ограждающих конструкций здания. Размеры ограждений (рис. 11.1) принимают следующими (с точностью до 0,1 м):

1) высота стен первого этажа  $h_1$  при наличии пола, расположенного на грунте, — между уровнями полов первого и второго этажей; при наличии пола на лагах — от нижнего уровня подготовки пола первого этажа до уровня пола второго этажа; при наличии неотопливаемого подвала — от уровня нижней поверхности конструкции пола первого этажа до уровня пола второго этажа; в одноэтажных зданиях с чердачным перекрытием — то же, но с измерением высоты до верха утепленного перекрытия;

2) высота стен промежуточного этажа  $h_2$  — между уровнями полов данного и вышележащего этажей; высота стен верхнего этажа  $h_3$  — от уровня пола до верха утепляющего слоя чердачного перекрытия; высота стен одноэтажных производственных зданий с бесчердачным перекрытием — от уровня пола на грунте до пересечения внутренней грани стены с верхней поверхностью бесчердачного перекрытия; высота стен верхнего этажа зданий с бесчердачным перекрытием — та же (только от уровня чистого пола);

3) длина наружных стен (по внешнему периметру здания) в угловых помещениях  $l$  и  $l_1$  — от линии пересечения наружных поверхностей стен до осей внутренних стен; в неугловых помещениях  $l_2$  — между осями внутренних стен;

ТАБЛИЦА 11.1

Продолжение табл. 11.1

**РАСЧЕТНАЯ ВНУТРЕННЯЯ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА  $t_{в}$   
В ЖИЛЫХ, БЫТОВЫХ, КОММУНАЛЬНЫХ  
И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ**

Помещения	$t_{в}$ , °C
<b>Жилые здания (СНиП II-Л.1-71)</b>	
Ванная индивидуальная, совмещенный санитарный узел, ванная или душевая общие в общежитии . . . . .	25
Кабина для личной гигиены женщины	23
Изолятор в отдельных зданиях общежитий и в общежитиях комплексах, палата, комната для персонала, кабинет физиотерапии, процедурная . . . . .	20
Жилая комната квартиры и общежития, ванная с индивидуальным нагревателем, совмещенный санитарный узел с индивидуальным нагревателем, умывальня индивидуальная, гардеробная, комната для чистки и глажения одежды, умывальня общая в общежитии, вестибюль, общий коридор, лестничная клетка в общежитии, помещения для культурно-массовых мероприятий и индивидуальной подготовки к занятиям, комната отдыха, помещение для комеданта и воспитателя, служебная комната для обслуживающего персонала в общежитии, приемные, парикмахерские, кабинет врача	18
Уборные индивидуальная и общая, вестибюль, общий коридор, передняя, лестничная клетка в квартирном доме, кладовые и бельевые в общежитии и вестибюль в изоляторе . . . . .	16
Кухня квартиры и общежития, кубовая в негазифицированных зданиях, постирочная, гладильня, сушильня в общежитии, сушилка для одежды и обуви в общежитии . . . . .	15
Машинное помещение лифтов, электроцитовая, мусоросборочная камера . . . . .	5
<b>Примечания:</b> 1. В районах с $t_{н} = -31^{\circ}\text{C}$ и ниже расчетную температуру воздуха в жилых помещениях квартир и общежитий принимать $20^{\circ}\text{C}$ .	
2. В угловых помещениях квартир расчетная температура воздуха должна быть на $2^{\circ}$ выше температуры, указанной в таблице.	
<b>Детские ясли-сады (СНиП II-Л.3-71)</b>	
Детская комната, уборная, умывальня, приемная, комната для заболевших детей, комната для кормления грудных детей, внутренняя лестничная клетка, фильтры	20
Комната для медицинского персонала, горшечная . . . . .	22
Раздевальня, комната для административно-хозяйственного персонала, прачечная, столовая, буфет . . . . .	18
Кухня . . . . .	15
Комната для хранения чистого белья . . . . .	15
Душевая, ванная и раздевальня при них . . . . .	25
<b>Профессионально-технические училища (СНиП II-Л.5-68)</b>	
Душевые . . . . .	25
Раздевальни при душевых, умывальни в отдельном помещении . . . . .	22
Лаборатории без выделения вредных веществ с точными измерительными приборами, кабинет врача . . . . .	20
Кабинеты технического черчения и чертежные залы, административно-служебные и общественные организации, библиотечно-книгохранилище, уборные . . . . .	18

Помещения	$t_{в}$ , °C
Учебные кабинеты и классы, лаборатории с выделением вредных веществ и учебно-производственные мастерские, гардеробная, вестибюль, актальный зал . . . . .	16
Спортивный зал . . . . .	15
<b>Примечание.</b> Расчетную температуру воздуха в помещениях столовой и буфета принимать по нормам проектирования предприятий общественного питания	
<b>Высшие учебные заведения (СНиП II-Л.6-67)</b>	
Лаборатории с точными измерительными приборами, рентгеновский кабинет . . . . .	20
Аудитории, учебные кабинеты, чертежные залы, залы курсового и дипломного проектирования и лабораторий без выделения вредных веществ, моечные при лабораториях, книгохранилища, помещения для администрации и общественных организаций, фотолаборатория . . . . .	18
Актные залы, лаборатории, препаративные и другие помещения с выделением вредных веществ, вестибюль, гардероб в отдельном помещении . . . . .	16
<b>Примечание.</b> Расчетные температуры воздуха в помещениях, не указанных в таблице, следует принимать по действующим нормам проектирования общественных зданий и промышленных предприятий	
<b>Бани (СНиП II-Л.13-62)</b>	
Вестибюль с гардеробом и кассой, ожидальная, парикмахерская, административные помещения . . . . .	18
Раздевальня, душевая и ванная кабина	25
Мыльная комната (общая и душевая) . . . . .	30
Парильня . . . . .	40
Помещение для баков . . . . .	5
Дезинфекционное отделение (чистая и грязная половны) . . . . .	15
Уборная . . . . .	20
<b>Прачечные (СНиП II-Л.14-62)</b>	
Помещение для приема грязного белья, помещение для сортировки и разметки грязного белья, сушильно-гладильный цех, помещение для разборки чистого белья, стиральный цех с установками для замочки и бучення белья, кладовая для хранения чистого белья, уборная . . . . .	15
Помещение для баков . . . . .	5
Лаборатория . . . . .	18
<b>Кинотеатры (СНиП II-Л.15-68)</b>	
Кассовые кабинеты, электросплавная, мастерская киномеханика, плакатная мастерская, столярная мастерская, контора, кабинеты директора, администратора, комната для персонала, моечная буфета . . . . .	18
Проекционная, буфет в отдельном помещении, заготовочная буфета . . . . .	16
Аккумуляторная с кислотными и щелочными аккумуляторами, санитарные узлы . . . . .	15
Зрительные залы, распределительные кулуары и фойе, курительная . . . . .	14
Кассовый вестибюль, перемоточная, кладовая буфета, кладовая для уборочного инвентаря . . . . .	12

Продолжение табл. 11.1

Продолжение табл. 11.1

Помещения	$t_{в}, ^\circ\text{C}$
<b>Магазины (СНиП II-Л.7-70)</b>	
Зал демонстрации новых товаров . . . . .	18
Помещение для приемки новых товаров и подготовки товаров к продаже, гладильные, помещение для хранения инвентаря, упаковочных материалов и бельевого . . . . .	16
Торговые залы непродовольственных товаров . . . . .	15
Торговые залы продовольственных товаров, кладовые обуви, парфюмерных товаров . . . . .	12
Разгрузочные помещения, разгрузочные, помещения для хранения тары, кладовые бакалейных, гастрономических, хлебных, хозяйственных, табачных товаров . . . . .	10
Кладовые рыбных товаров, овощей . . . . .	8
Примечания: 1. Дежурное отопление должно поддерживать в нерабочее время температуру в торговых залах $10^\circ\text{C}$ .	
2. В административных и бытовых помещениях внутреннюю температуру следует принимать в соответствии со СНиП II-М.3-68 «Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий. Нормы проектирования».	
<b>Предприятия общественного питания (СНиП II-Л.8-71)</b>	
Кабинет врача . . . . .	20
Помещения для отдыха посетителей, игр, кабинет зав производством, кабинет директора, контора, касса, помеще для официантов, кладовщика, совета к . . . . .	18
Зал, раздаточная, буфет, гостинио-аванзал, помещение для продажи полуфабрикатов и кулинарных изделий, цехи заготовочный, холодный, мясной, рыбный, обработки зелени, овощей, птидегольевой, помещение для фреоновых холодильных установок, помещение для подготовки яиц, помещение для мучниа изделий и приго-твления пельменей, для резки хлеба, подгото-вки мороженого, сервизная, помещение для хранения музыкальных инструментов, заседанция и загрузочная . . . . .	16
Кладовая сухих продуктов, инвентари-зационная кладовая вино-водочных изде-лий, помещение для хранения пива . . . . .	12
Кладовая кондитерских изделий . . . . .	6
Горячий цех, помещение для выпечки рских изделий, кладовая общей, ри камере пищевых отходов . . . . .	5
Кладовая фруктов, ягод, овощей, напич-ков . . . . .	4
Охлажденные камеры для овощных по-луфабрикатов, молочных продуктов, пище-вых отходов . . . . .	2

Помещения	$t_{в}, ^\circ\text{C}$
Охлаждаемая камера для рыбы . . . . .	-2
<b>Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий (СНиП II-М.3-68)</b>	
Душевые, фотария . . . . .	25
Помещения для обогрева работающих . . . . .	22—24
Гардеробные для пребывания людей с обнаженным телом, преддушевые, помеще-ния для личной гигиены женщин, для кормления грудных детей . . . . .	23
Помещения для отдыха, обеспыливания рабочей одежды при самообслуживании, ремонта рабочей одежды, ремонта обуви, конструкторские бюро, библиотеки . . . . .	20
Гардеробные для уличной и рабочей одежды, химической чистки рабочей одеж-ды рабочие помещения для обществен-ных организаций, помещения архивов, ра-диоузлов и телефонных станций . . . . .	18
Вестибули, гардеробные для уличной одежды, умывальни, помещения для суш-ки рабочей одежды, помещения для обеспыливания рабочей одежды (при обслужи-вании), залы совещаний и собраний, све-токопировальные мастерские . . . . .	16
<b>Гаражи</b>	
Диспетчерская комната шоферов . . . . .	18
Помещение для стоянки автомобилей (без ремонта), кузнечно-рессорное (тепло-вое) отделение . . . . .	6
Помещение для стоянки автомобилей (с ремонтом), помещение для регенерации масла . . . . .	15
Помещение для обслуживания автомоби-лей (профилактикий), помещение для ре-монта (разборочно-сборочный цех), поме-щение для испытания двигателей (испыта-тельная станция), слесарно-механическое отделение, сварочное отделение, медницо-радиаторное помещение, электротехниче-ское отделение, карбюраторное, столярное, жестяничное, агрегатное, шиномонтажное, вулканизационная, отдел главного механи-ка . . . . .	16
Помещение аккумуляторного отделения: для разборки и ремонта аккумулято-ров, зарядная . . . . .	16
склад готовых аккумуляторов . . . . .	10
Малярное отделение . . . . .	20
Компрессорная, складское помещение . . . . .	10
Склад резины . . . . .	5

4) длина внутренних стен — от внутренних поверх-ностей наружных стен до осей внутренних стен  $l_3$  или между осями внутренних стен  $l_4$ ;

5) длина и ширина потолков и полов над подвалами и подпольями — между осями внутренних стен  $l_4$  и от внутренних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен  $l_3$  и  $l_5$ ;

6) ширина  $l_6$  и высота  $l_7$  окон, фонарей и дверей — по наименьшим размерам проемов в свету.

Расчетная разность температур за-ружного и внутреннего воздуха. При про-ектировании систем отопления учитывают разность рас-четных внутренней и зимней наружной температур.

Расчетные температуры внутреннего воздуха непро-изводственных помещений принимают в зависимости от назначения помещений (табл. 11.1). В производственных помещениях при расчете теплопотерь за расчетную внут-реннюю температуру принимают:

для наружных стен и остекленных поверхностей на высоту 3 м от пола и через полы температуру воздуха в рабочей зоне  $t_{p.з}$ ;  
для стен и остекленных поверхностей выше 3 м среднюю температуру

$$\frac{t_{p.з} + t_{в.з}}{2};$$

для покрытий и фонарей температуру воздуха под перекрытием  $t_{в.з}$ .

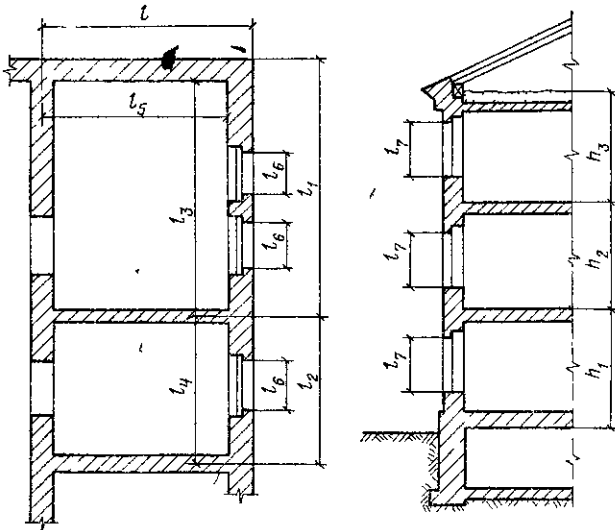


Рис. 11.1. Обмер поверхностей ограждений

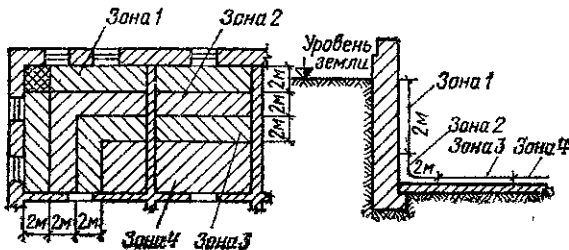


Рис. 11.2. К расчету теплотерь через полы и стены, заглубленные ниже уровня земли

Температура верхней зоны при обогревании помещений сосредоточенным потоком воздуха

$$t_{в.з} = t_{p.з} + 3^{\circ}\text{C}. \quad (11.2)$$

Для перекрытий над неотапливаемыми подвалами, у которых часть наружных стен высотой 1 м и более расположена над поверхностью земли, расчетная разность температур определяется с учетом температуры воздуха в подвале, подсчитываемой по балансу тепла, поступающего в подвал и теряемого через наружные ограждения.

Для бесчердачного перекрытия с вентилируемой воздушной прослойкой температура воздушной прослойки принимается равной температуре наружного воздуха. Теплообмен через ограждения между смежными

отапливаемыми помещениями учитывается только при разности расчетных температур внутреннего воздуха этих помещений более  $5^{\circ}$ .

Температура воздуха в производственных и вспомогательных помещениях в нерабочее время (при необходимости поддержания в них положительной температуры) принимается равной  $5^{\circ}\text{C}$ , если по особым условиям помещения или особенностям технологии производства не требуется другая температура.

Для ограждений, отделяющих отапливаемые помещения от неотапливаемых, расчетная разность температур принимается как для наружных стен с поправочным коэффициентом (см. табл. 7.2).

Теплопотери через полы на грунте, на лагах и через стены, углубленные в землю. Теплопотери через полы, расположенные на грунте, подсчитываются по зонам с учетом расстояния последних от наружных стен. Зонай называется полоса шириной 2 м, параллельная наружной стене (рис. 11.2). Зоны нумеруются, начиная от наружной стены. Часть площади первой зоны, примыкающей к углу наружных стен, измеряют дважды (на рисунке эта площадь показана двойной штриховкой).

Теплопотери через отдельные зоны пола определяют по формуле

$$Q = F \frac{1}{R} (t_{в} - t_{н}), \quad (11.3)$$

где  $F$  — площадь какой-либо зоны,  $\text{м}^2$ ;  
 $R$  — сопротивление теплопередаче конструкции пола этой же зоны,  $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{ккал}$ .

Сопротивления теплопередаче конструкции пола принимают:

для неутепленных полов  $R_{н.п}$  по табл. 11.2;

для утепленных полов  $R_{ут.п}$  по формуле

$$R_{ут.п} = R_{н.п} + \sum \frac{l_{ут.сл}}{\lambda_{ут.сл}}, \quad (11.4)$$

где  $l_{ут.сл}$  — толщина утепляющего слоя, м;  
 $\lambda_{ут.сл}$  — теплопроводность утепляющего слоя,  $\text{ккал}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ;

для полов на лагах  $R_{л}$  по формуле

$$R_{л} = 1,18/R_{ут.п}. \quad (11.5)$$

ТАБЛИЦА 11.2  
СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ  
НЕУТЕПЛЕННЫХ ПОЛОВ  $R_{н.п}$

Зона	$R_{н.п}$ , $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{ккал}$	$1/R_{н.п}$ , $\text{ккал}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$
Первая	2,5	0,4
Вторая	5	0,2
Третья	10	0,1
Четвертая	16,5	0,06

Примечание. Неутепленными полами считаются полы, конструкция которых независимо от толщины состоит из слоев материалов, имеющих теплопроводность  $\lambda \geq 1 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$ . Утепленными полами считаются полы с утепляющими слоями из материалов, имеющих теплопроводность  $\lambda < 1 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$ .

Теплопотери через подземную часть наружных стен отапливаемых помещений определяют так же, как и теплопотери через полы, т. е. по зонам шириной 2 м с отсчетом их от поверхности земли. Сами полы в этом случае рассматривают как продолжение стен (см. рис. 11.2). Сопротивления теплопередаче в этом случае





ТАБЛИЦА 11.5

КОЭФФИЦИЕНТ  $B$ , УЧИТЫВАЮЩИЙ ДОЛЮ ТЕПЛА, ПОГЛОЩЕННОГО МАТЕРИАЛОМ, ЗА 1 ч

Продолжительность нахождения материалов в помещении, ч	Значения коэффициента $B$		
	для несypyчких материалов и транспорта	для сыпучих материалов	для одежды
1	0,5	0,4	0,35
2	0,3	0,25	0,2

ТАБЛИЦА 11.6

ОБЩИЙ РАСХОД  $Q'$  НА ОБОГРЕВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОВАРНОГО ВАГОНА

Вагон	Грузоподъемность вагона, т	Значения $Q'$ , тыс. ккал, при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления, °С									
		-15		-20		-25		-30		-35	
		при внутренней температуре помещения, °С									
		+5	+15	+5	+15	+5	+15	+5	+15	+5	+15
Крытый . . . . . } Платформа . . . . . }	16,5	27,6	41,4	34,5	48,3	41,4	55,2	48,3	61,1	55,2	69
		20	30	25	35	30	40	35	45	40	50
Крытый . . . . . } Платформа . . . . . }	20	39	58,4	48,7	68,2	58,4	78	68,2	87,7	78	97,5
		25	37,5	31,2	43,7	37,5	50	43,7	56,2	50	62,5
Крытый . . . . . } Платформа . . . . . }	50	72	108	90	126	108	141	126	162	144	180
		60	90	75	105	90	120	105	146	120	150
Хоппер . . . . .	60	54	81	67,5	94,5	81	108	94,5	121,5	108	135

ТАБЛИЦА 11.7

ОБЩИЙ РАСХОД ТЕПЛА  $Q'$  НА ОБОГРЕВАНИЕ АВТОМОБИЛЯ

Автомобиль	Значения $Q'$ , тыс. ккал, при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления, °С													
	-10		-15		-20		-25		-30		-35		-40	
	при внутренней температуре помещения, °С													
		+5	+15	+5	+15	+5	+15	+5	+15	+5	+15	+5	+15	
«Москвич» 408 и 412 . . . . .	0	0,4	0	0,8	0,2	1,3	0,6	1,7	1	2,1	1,4	2,5	1,9	3
«Москвич» 433 . . . . .	0	0,6	0	1,3	0,5	1,8	1	2,2	1,6	2,9	2,1	3,4	2,6	3,9
«Волга», ГАЗ-24 . . . . .	0	0,4	0	1	0	1,5	0,5	2,1	1,2	2,7	1,7	3,3	2,3	3,9
ЗИЛ-111 . . . . .	0	1	0	2,3	0,2	3,6	1,4	4,9	2,8	6,1	4	7,4	5,3	8,7
ГАЗ-69 и 594 . . . . .	0	1,2	0,1	2	0,9	2,7	1,6	3,5	2,4	4,3	3,2	5	3,9	5,8
ПАЗ-651 . . . . .	0	4,2	1,8	6,2	3,8	8,1	5,7	10,1	7,7	12	9,6	14	11,6	15,9
ЗИЛ-157 . . . . .	0	4,9		8,5	3,2	12,1	6,8	15,7	10,4	19,3	14	22,9	17,6	26,5
ПАЗ-695Б . . . . .	0	4,7	1,6	7	3,9	9,3	6,2	11,6	8,5	13,9	10,8	16,2	13,1	18,5
УАЗ-450А . . . . .	0	1,6	0,3	2,5	1,2	3,4	2,2	4,3	3,1	5,2	4	6,2	4,9	7,1
РАФ-08 . . . . .	0	1,4	0,4	2,1	1,1	2,9	1,9	3,6	2,7	4,4	3,5	5,2	4,2	5,9
РАФ-10 . . . . .	0	1,3	0,1	2,1	0,9	2,8	1,7	3,7	2,6	4,5	3,4	5,3	4,2	6,1
ЗИЛ-130, 150 и 164 . . . . .	0	5,8	2,2	8,5	5	11,5	7,8	14,1	10,5	16,9	13,4	19,7	16,2	22,5
ГАЗ-51 и 51А . . . . .	0	3,3	1,2	5	2,9	6,6	4,5	8,2	6,2	9,9	7,8	11,5	9,4	13,2
МАЗ-500 и 504 . . . . .	0	15,5	0,6	8,3	3,5	11,2	6,4	14,1	9,3	17,1	12,3	19,9	15,2	22,9

## ТЕПЛОПТЕРИ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИИ

№ помеще- ния	Внутрен- няя тем- пература помеще- ния, °С	Ориен- тация	Ограж- дение <sup>1</sup>	Размер ог- раждения, м	Площадь огражде- ния F, м <sup>2</sup>	Разность темпера- тур ( $t_{в}-t_{н}$ ), град	Кoeffи- циент теплопе- редачи k, ккал/(м <sup>2</sup> × × ч.°С)	Основные теплопо- тери Q, ккал/ч	Добавочные теплопотери, % в зависимости			Добавоч- ные те- плопотери, ккал/ч	Общие теплопо- тери, ккал/ч
									от ориен- тации	от ско- рости ветра	прочие		
101	20	ЮВ	Н. ст.	4,83×3,3	15,93	46	0,89	652	5	5	—	65	717
		СВ	Н. ст.	6,56×3,3	21,6	46	0,89	884	10	—	—	133	1017
		ЮВ	Д. о	2(1,2×1,6)	3,84	46	2,3—0,89	248	5	5	—	25	273
		—	П	4,3×6,96	26,24	18,4	0,6	290	—	—	—	—	290
												Σ = 2297	
102	18	ЮВ	Н. ст.	4×3,3	13,2	44	0,89	511	5	5	—	51	562
		ЮВ	Д. о.	1,2×1,6	1,92	44	2,3—0,89	119	5	5	—	12	131
		—	П	4×6,06	24,24	17,6	0,6	256	—	—	—	—	256
												Σ = 949	
201	20	ЮВ	Н. ст.	4,83×3	14,49	46	0,89	593	5	5	—	59	652
		СВ	Н. ст.	6,56×3	19,68	46	0,89	806	10	5	—	121	927
		ЮВ	Д. о	2(1,2×1,6)	3,84	46	1,41	248	5	5	—	25	273
		—	Пт	4,33×6,06	26,24	36,8	0,7	676	—	—	—	—	676
												Σ = 2528	
202	18	ЮВ	Н. ст.	4×3	12	44	0,89	470	5	5	—	47	517
		ЮВ	Д. о.	1,2×1,6	1,92	44	1,41	119	5	5	—	12	131
		—	Пт	4×6,06	24,24	35,2	0,7	593	—	—	—	—	593
												Σ = 1241	

<sup>1</sup> Н. ст. — наружная стена; Д. о. — окно с двойным остеклением; П — пол; Пт — потолок.

определяют так же, как для неутепленных или утепленных полов.

**Добавочные теплопотери.** При определении общих теплопотерь через ограждающие конструкции учитывают приведенные в табл. 11.3 добавочные теплопотери в процентах к основным.

Для ориентировочных расчетов расход тепла на подогревание воздуха, поступающего за счет инфильтрации в производственные помещения промышленных зданий, может быть принят в размере 15—50% теплопотерь помещения (см. главу 9).

**Б. Определение расхода тепла на нагревание наружного воздуха, одежды, материалов и транспорта.** Расход тепла на нагревание наружного воздуха, поступающего через ворота, не снабженные тамбурами, шлюзами или воздушными завесами, при продолжительности открывания ворот в общей сложности не более 15 мин в смену определяют путем введения коэффициента  $n=3$  на теплопотери через ворота; при большей продолжительности открывания ворот — по количеству воздуха, поступающего в помещение, и по нагреву его за определенный промежуток времени.

Общее количество наружного воздуха, поступающего через ворота при кратковременном открывании их, в зданиях с небольшими тепловыделениями можно приближенно (см. главу 9) определять по формуле

$$G_B = A + (a + kv) F, \quad (11.6)$$

где  $A$  и  $a$  — параметры, определяемые в зависимости от расчетной зимней температуры наружного воздуха (табл. 11.4);

$k$  — условный коэффициент, равный 0,25 для ворот размером 3×3 м и 0,2 для ворот размером 4×4 м;

$v$  — скорость ветра, м/с;

$F$  — площадь поперечного сечения шахт и открываемых фрагуг в фонарях, м<sup>2</sup>.

Расход тепла  $Q$ , ккал/ч, на нагревание материала определяют по формуле

$$Q = G_M c_B (t_B - t_M), \quad (11.7)$$

где  $G_M$  — расход материала, кг/ч;

$c$  — удельная теплоемкость материала, ккал/(кг·°C);

$B$  — коэффициент, учитывающий долю тепла, поглощенного материалом за 1 ч (табл. 11.5);

$t_B$  — температура внутреннего воздуха помещения, °C;

$t_M$  — температура вносимого материала, °C.

Температуру материала, поступающего из одного помещения в другое, следует принимать по данным технологического проекта. Температура материала, поступающего снаружи, может быть принята для металла и металлических изделий равной зимней наружной температуре  $t_n$ , принимаемой для расчета отопления; для других несыпучих материалов — на 10° выше  $t_n$ ; для сыпучих материалов (песок, руда, уголь и пр.) — на 15° выше  $t_n$ .

Расход тепла на обогревание транспорта, въезжающего в помещение, определяют по формуле

$$Q = Q' B, \quad (11.8)$$

где  $Q'$  — общий расход тепла на обогревание железнодорожных вагонов (табл. 11.6) или автомашин (табл. 11.7), ккал.

**Пример 11.1.** Определить теплопотери жилых помещений ( $t_B$  для средних помещений 18°С, для угловых 20°С), расположенных в первом и втором этажах здания (рис. 11.3). Здание

(защищенное) находится на застроенной площадке в Серпухове ( $t_n = -26°С$ ).

Конструкция ограждений и коэффициенты их теплопередачи: наружные стены — из крупных шлакобетонных блоков с наружным фактурным слоем (плотность 1400 кг/м<sup>3</sup>),  $k = 0,89$  ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C); окна с двойными деревянными переплетами,  $k = 2,3$  ккал/м<sup>2</sup>·ч·°C; пол над неотапливаемым подвалом,  $k = 0,6$  ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C); чердачное перекрытие,  $k = 0,7$  ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C). Крыша покрыта листовой сталью по сплошному настилу.

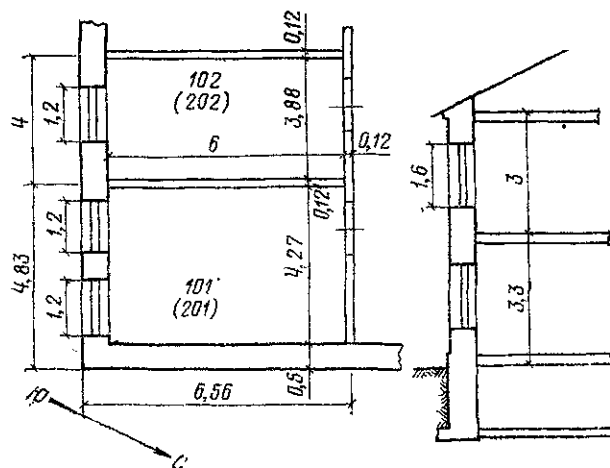


Рис. 11.3. К расчету теплопотерь помещений

Прежде чем приступить к подсчетам, нумеруют все помещения поэтажно. Помещение подвального этажа нумеруют с № 1, помещения первого этажа — с № 101, помещения второго этажа — с № 201 и т. д. Теплопотери лестничной клетки определяют как для одного помещения. Каждую лестничную клетку обозначают буквами А, Б и т. д. Результаты расчета заносят в бланк (табл. 11.8).

При расчете теплопередачи через наружные стены площадь окон не вычитают, но вместо коэффициента теплопередачи окна принимают разность между коэффициентом теплопередачи окна и наружной стены.

Для полов над неотапливаемым подвалом, расположенным ниже уровня земли, без окон в наружных стенах подвала разность температур принята с коэффициентом  $n=0,4$ , т. е. для угловых помещений 44-0,4=17,6°С и для угловых 46-0,4=18,4°С. Для чердачного перекрытия разность температур принята с коэффициентом 0,8, т. е. соответственно 44-0,8=35,2°С и 46-0,8=36,8°С.

## 11.2. Расчетная теплопроизводительность системы отопления здания

Фактическая расчетная теплопроизводительность системы отопления, ккал/ч:

$$Q_{с.о.} = Q_{зд} + Q' + Q''.$$

где  $Q_{зд}$  — расчетные теплопотери отапливаемого здания;

$Q'$  — дополнительные теплопотери, связанные с остыванием теплоносителя в подающих и обратных магистральных трубопроводах, проходящих в неотапливаемых помещениях;

$Q''$  — дополнительные теплопотери, связанные с размещением поверхностей нагрева у наружных ограждений и прочие.

Суммарная величина дополнительных теплопотерь не должна превышать 15% расчетных.

### 11.3. Расход тепла на отопление по укрупненным измерителям

Ориентировочные значения теплотеря здания определяют по формуле

$$Q = \alpha x V (t_{\text{ср}} - t_{\text{в}}), \quad (11.9)$$

где  $\alpha$  — поправочный коэффициент для жилых и общественных зданий:  $\alpha \approx 0,54 + 22/(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})$ ;  
 $x$  — удельная тепловая характеристика здания, ккал/м<sup>3</sup>·ч·°С;  
 $V$  — наружный объем здания (или его отапливаемой части), м<sup>3</sup>.

Удельная тепловая характеристика здания любого назначения может быть определена по формуле, предложенной Н. С. Ермолаевым:

$$x = \frac{P}{S} [k_{\text{ст}} + \rho_0 (k_{\text{ок}} - k_{\text{ст}})] + \frac{1}{h} (0,9k_{\text{пот}} + 0,6k_{\text{пола}}), \quad (11.10)$$

где  $P$  — периметр здания, м;  
 $S$  — площадь здания, м<sup>2</sup>;  
 $h$  — высота здания, м;  
 $\rho_0$  — коэффициент остекления, т. е. отношение площади остекления к площади вертикальных наружных ограждений;  
 $k_{\text{ст}}$ ,  $k_{\text{ок}}$ ,  $k_{\text{пот}}$ ,  $k_{\text{пола}}$  — коэффициенты теплопередачи соответственно стен, окон, потолка, пола.

## Глава 12. ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

### 12.1. Виды отопительных приборов

Отопительные приборы систем центрального отопления делятся на пять основных видов: радиаторы секционные и панельные, гладкотрубные приборы (с гладкой поверхностью), конвекторы, ребристые трубы (с ребристой поверхностью).

По высоте отопительные приборы подразделяются на высокие (высотой более 600 мм), средние (от 400 до 600 мм) и низкие (менее 400 мм). Приборы высотой менее 200 мм именуются плинтусными.

Техническая характеристика выпускаемых отопительных приборов дана в табл. 12.1 и 12.2. В табл. 12.3 дается сравнительная теплотехническая характеристика отопительных приборов

### 12.2. Теплопередача отопительных приборов

Нагревательная поверхность отопительных приборов согласно нормам измеряется и указывается в проектах в эквивалентных квадратных метрах.

Эквивалентным квадратным метром (экм) называется площадь нагревательной поверхности отопительного прибора, отдающая в 1 ч 435 ккал тепла при разности средней температуры теплоносителя и воздуха 64,5° и соблюдении условий испытания: площадь поверхности испытываемых отопительных приборов должна быть равной приблизительно 2 экм; испытанная должна проводиться одновременно и в одинаковых условиях с работой эталонного отопительного прибора (открыто установленный у стены радиатор М-132, состоящий из семи

секций, теплоноситель подается в верхнюю пробку в количестве 17,4 кг/ч на 1 экм).

Тепловой поток, передаваемый через нагревательную поверхность приборов, зависит от коэффициента теплопередачи  $k_{\text{пр}}$ , ккал/(ч·экм·°С), определяемого по формулам:

при теплоносителе паре

$$k_{\text{пр}} = m \Delta t^n; \quad (12.1a)$$

при теплоносителе воде:

для радиаторов секционных и панельных колончатых

$$k_{\text{пр}} = m \Delta t_{\text{ср}}^n \left( \frac{G_{\text{отн}}}{F_{\text{р}}} \right)^p; \quad (12.1б)$$

для остальных отопительных приборов

$$k_{\text{пр}} = m \Delta t_{\text{ср}}^n G_{\text{отн}}^p, \quad (12.1в)$$

где  $\Delta t = t_{\text{нас}} - t_{\text{в}}$  — разность между температурой насыщенного пара  $t_{\text{нас}}$  в приборе и температурой окружающего воздуха  $t_{\text{в}}$ , °С;

$\Delta t_{\text{ср}} = t_{\text{ср}} - t_{\text{в}}$  — разность между средней температурой воды  $t_{\text{ср}}$  в приборе и  $t_{\text{в}}$ , °С;

$m$ ,  $n$ ,  $p$  — экспериментальные численные показатели;  
 $F_{\text{р}}$  — расчетная площадь нагревательной поверхности радиатора, экм;

$G_{\text{отн}}$  — относительный расход воды в приборе:  
 для радиаторов секционных и панельных колончатых

$$G_{\text{отн}} = G/17,4; \quad (12.2a)$$

для конвекторов типа КП и «Прогресс»

$$G_{\text{отн}} = G/35; \quad (12.2б)$$

для остальных отопительных приборов

$$G_{\text{отн}} = G/300; \quad (12.2в)$$

здесь  $G$  — действительный расход воды в приборе, кг/ч.

Плотность теплового потока на 1 экм площади нагревательной поверхности приборов  $q_{\text{в}}$ , ккал/(ч·экм), определяется по формуле

$$q_{\text{в}} = k_{\text{пр}} \Delta t, \quad (12.3)$$

в частности:

при теплоносителе паре

$$q_{\text{в}} = m \Delta t^{1+n}; \quad (12.4a)$$

при теплоносителе воде:

для радиаторов секционных и панельных колончатых

$$q_{\text{в}} = \frac{m_1}{\varphi F_{\text{р}}^p} \Delta t_{\text{ср}}^{1+n}; \quad (12.4б)$$

для остальных отопительных приборов

$$q_{\text{в}} = \frac{m_1}{\varphi} \Delta t_{\text{ср}}^{1+n}; \quad (12.4в)$$

где  $\varphi$  — поправочный коэффициент, учитывающий расход воды и схему присоединения отопительного прибора (табл. 12.4); определяется по табл. 12.5:

$$\varphi = \frac{m_1}{m G_{\text{отн}}^p}, \quad (12.5)$$

$m_1$  — одно из экспериментальных значений коэффициента  $m$ , принятое за базовое для различных схем присоединения какого-либо прибора.

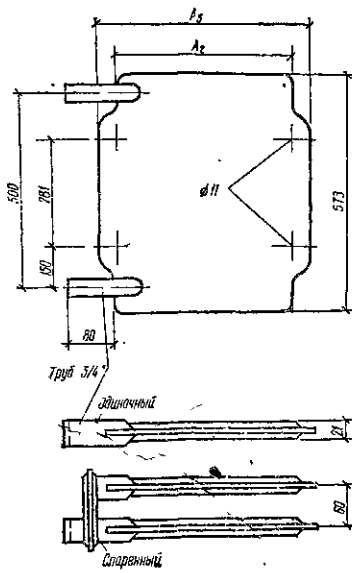
ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫПУСКАЕМЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Эквив	Вид и тип прибора	Единица измерения	Площадь нагревательной поверхности $f$		Строительные размеры, мм				Емкость, л	Масса, кг
			м <sup>2</sup>	экв	A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>		
<i>Радиаторы чугунные секционные</i>										
	M-140-AO . . . . .	1 секция	0,299	0,35	582	500	140	—	1,43	8,23
	M-140 . . . . .	то же	0,244	0,31	582	500	140	—	1,55	7,44
	M-140-AO-300 . . . . .	»	0,17	0,217	382	300	140	—	1,1	5,29
	M-90 . . . . .	»	0,2	0,26	582	500	90	—	1,25	6,58
	РД-90с . . . . .	»	0,203	0,275	582	500	90	—	1,5	6,95
<i>Рёбристые трубы чугунные</i>										
	Труба с круглыми ребрами (ГОСТ 1816-64) длиной, м:									
	0,75 . . . . .	шт.	1,5	1,03	—	—	750	—	2,88	26,3
	1 . . . . .	»	2	1,38	—	—	1000	—	3,55	35
	1,5 . . . . .	»	3	2,07	—	—	1500	—	5,8	52,5
	2 . . . . .	»	4	2,76	—	—	2000	—	7,7	70
<i>Радиаторы стальные штампованные панельные колончатые</i>										
	Однорячные концевые (и проходные с индексом А):									
	MЗ-500-1 . . . . .	1 панель	0,64	0,83	564	500	370	518	2,7	7,5
	MЗ-500-2 . . . . .	то же	0,96	1,25	564	500	370	766	4	11
	MЗ-500-3 . . . . .	»	1,2	1,56	564	500	370	952	5	13,8
	MЗ-500-4 . . . . .	»	1,6	2,08	564	500	370	1262	6,65	18,8
	MЗ-350-1 . . . . .	»	0,425	0,6	406	350	250	518	1,5	5,77
	MЗ-350-2 . . . . .	»	0,637	0,89	406	350	250	766	2,25	8,65
	MЗ-350-3 . . . . .	»	0,828	1,16	406	350	250	1014	2,8	10,8
	MЗ-350-4 . . . . .	»	1,062	1,49	406	350	250	1262	3,75	14,4

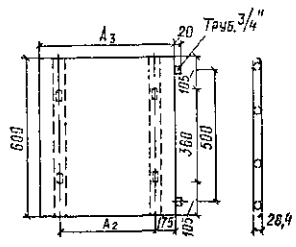
Продолжение табл. 12.1

Эскиз	Вид и тип прибора	Единица измерения	Площадь нагревательной поверхности, $f$		Строительные размеры, мм				Емкость, л	Масса, кг
			$m^2$	$эмк$	$A$	$A_1$	$A_2$	$A_3$		
	Спаренные концевые (и проходные с индексом А):									
	2МЗ-500-1	1 комплект	1,28	1,41	564	500	370	518	5,4	15,3
	2МЗ-500-2	то же	1,92	2,12	564	500	370	766	8	22,3
	2МЗ-500-3	»	2,4	2,65	564	500	370	952	10	27
	2МЗ-500-4	»	3,2	3,53	564	500	370	1262	13,3	37
	2МЗ-350-1	»	0,85	1,01	406	350	250	518	3	11,85
	2МЗ-350-2	»	1,275	1,52	406	350	250	766	4,5	17,6
	2МЗ-350-3	»	1,656	1,97	406	350	250	1014	5,6	21,9
	2МЗ-350-4	»	2,125	2,52	406	350	250	1262	7,5	29,1
	Одиночные проходные:									
	МН6-500-1	1 панель	0,64	0,83	564	500	370	543	2,3	8,59
	МН6-500-2	то же	0,96	1,25	564	500	370	791	3,5	12,1
	МН6-500-3	»	1,2	1,56	564	500	370	977	4,5	14,85
	МН6-500-4	»	1,6	2,08	564	500	370	1287	6,1	19,89

Радиаторы стальные штампованные панельные эмеевиковые

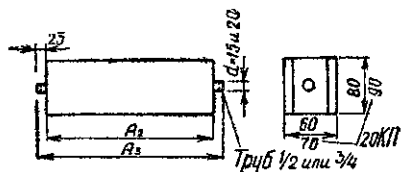


Одиночные:										
ЗС-11-3	1 панель	0,73	0,97	573	500	525	545	3,34	8,37	
ЗС-11-4	то же	0,93	1,24	573	500	674	694	4,26	10,55	
ЗС-11-5	»	1,13	1,51	573	500	824	844	5,22	12,1	
ЗС-11-6	»	1,35	1,81	573	500	1000	1018	6,26	14,2	
ЗС-11-7	»	1,6	2,13	573	500	1170	1190	7,34	16,74	
Спаренные:										
ЗС-21-3	1 комплект	1,46	1,65	573	500	525	545	6,7	16,84	
ЗС-21-4	то же	1,86	2,1	573	500	674	694	8,6	21,34	
ЗС-21-5	»	2,26	2,57	573	500	824	844	10,5	24,44	
ЗС-21-6	»	2,7	3,08	573	500	1000	1018	12,6	28,5	
ЗС-21-7	»	3,2	3,62	573	500	1170	1190	14,7	33,48	
Листотрубные одиночные:										
КЛТ-1	1 панель	0,81	0,77	600	500	—	600	0,68	7,4	
КЛТ-2	то же	1,08	1,03	600	500	450	800	0,94	9,3	
КЛТ-3	»	1,35	1,29	600	500	650	1000	1,21	11,25	
КЛТ-4	»	1,62	1,55	600	500	850	1200	1,47	13,2	
КЛТ-5	»	1,89	1,8	600	500	1050	1400	1,73	15,15	
КЛТ-6	»	2,16	2,06	600	500	1250	1600	1,98	18,45	
КЛТ-7	»	2,7	2,58	600	500	1650	2000	2,54	23	
Листотрубные спаренные:										
2КЛТ-1	1 комплект	1,62	1,31	600	500	—	600	1,36	15,3	
2КЛТ-2	то же	2,16	1,75	600	500	450	800	1,88	19,1	
2КЛТ-3	»	2,7	2,19	600	500	650	1000	2,42	23	
2КЛТ-4	»	3,24	2,64	600	500	850	1200	2,94	25,9	
2КЛТ-5	»	3,78	3,06	600	500	1050	1400	3,46	30,8	
2КЛТ-6	»	4,32	3,5	600	500	1250	1600	3,96	37,4	
2КЛТ-7	»	5,4	4,38	600	500	1650	2000	5,08	46,5	



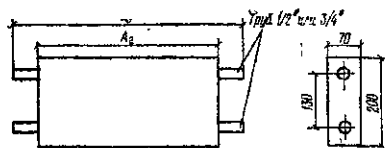
Эскиз	Вид и тип прибора	Единица измерения	Площадь нагревательной поверхности $f$		Строительные размеры, мм				Емкость, л	Масса, кг
			м <sup>2</sup>	экм	A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>		

## Конвекторы плинтусные стальные без кожуха



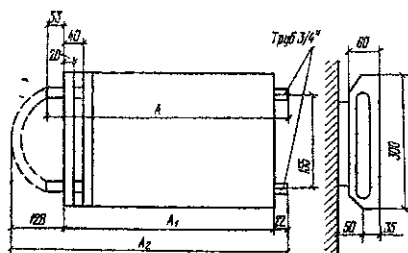
15КП-0,5	1 конвектор	0,37	0,25	—	—	450	500	0,1	1,75
15КП-0,75	то же	0,55	0,34	—	—	700	750	0,15	2,6
15КП-1	»	0,73	0,46	—	—	950	1000	0,2	3,4
15КП-1,25	»	0,95	0,6	—	—	1200	1250	0,25	4,2
15КП-1,5	»	1,14	0,7	—	—	1450	1500	0,3	5
15КП-1,75	»	1,37	0,86	—	—	1700	1750	0,35	5,9
20КП-0,5	»	0,49	0,28	—	—	450	500	0,18	2,38
20КП-0,75	»	0,68	0,42	—	—	700	750	0,25	3
20КП-1	»	0,91	0,57	—	—	950	1000	0,34	4
20КП-1,25	»	1,15	0,72	—	—	1200	1250	0,42	5,2
20КП-1,5	»	1,43	0,89	—	—	1450	1500	0,503	6
20КП-1,75	»	1,67	1,04	—	—	1700	1750	0,587	7,2

## Конвекторы низкие стальные двухтрубные «Прогресс»



Прогресс-15:										
№ 1	1 конвектор	0,88	0,5	—	—	400	517	—	3,95	
№ 2	то же	1,11	0,63	—	—	500	617	—	4,98	
№ 3	»	1,33	0,75	—	—	600	717	—	5,92	
№ 4	»	1,55	0,88	—	—	700	817	—	6,95	
№ 5	»	1,77	1	—	—	800	917	—	7,9	
№ 6	»	1,99	1,13	—	—	900	1017	—	8,95	
№ 7	»	2,21	1,25	—	—	1000	1117	—	9,88	
№ 8	»	2,43	1,38	—	—	1100	1217	—	10,9	
№ 9	»	2,65	1,5	—	—	1200	1317	—	11,85	
Прогресс-20:										
№ 1	1 конвектор	0,88	0,48	—	—	400	517	—	4,13	
№ 2	то же	1,1	0,6	—	—	500	617	—	5,16	
№ 3	»	1,32	0,72	—	—	600	717	—	6,2	
№ 4	»	1,54	0,84	—	—	700	817	—	7,22	
№ 5	»	1,76	0,96	—	—	800	917	—	8,25	
№ 6	»	1,98	1,08	—	—	900	1017	—	9,3	
№ 7	»	2,2	1,2	—	—	1000	1117	—	10,3	
№ 8	»	2,42	1,32	—	—	1100	1217	—	11,35	
№ 9	»	2,64	1,45	—	—	1200	1317	—	12,45	

## Конвекторы низкие стальные двухтрубные «Аккорд»



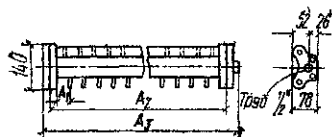
Концевые и проходные однорядные.										
A-12	1 конвектор	—	0,6	—	—	555	460	610	—	5,62
A-16	то же	—	0,8	—	—	715	620	770	—	7,27
A-20	»	—	1	—	—	875	780	930	—	8,97
A-24	»	—	1,2	—	—	1035	940	1090	—	10,63
A-28	»	—	1,4	—	—	1195	1100	1250	—	12,29
A-32	»	—	1,6	—	—	1355	1260	1410	—	13,95
A-36	»	—	1,8	—	—	1515	1420	1570	—	15,61
A-40	»	—	2	—	—	1675	1580	1730	—	17,27



Продолжение табл. 12 1

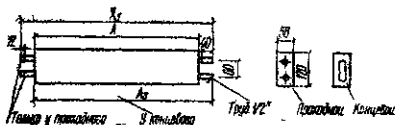
Эскиз	Вид и тип прибора	Единица измерения	Площадь нагревательной поверхности $f$		Строительные размеры, мм				Емкость, л	Масса кг
			м <sup>2</sup>	экв	A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>		

Конвекторы плинтусные чугунные одноканальные

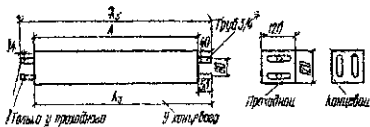


ЛТ-10-0,3 . . . . .	1 конвектор	0,27	0,265	—	37,5	295	349	0,565	5,4
ЛТ-10-0,6 . . . . .	то же	0,54	0,53	—	40	601	655	1,15	10,8

Нагреватели конвекторов с кожухом «Комфорт»



Двухтрубный проходной:										
K17 . . . . .	1 нагреватель	1,61	1,24	600	—	—	706	—	4,2	
K18 . . . . .	то же	2,68	2,15	1000	—	—	1106	—	6,9	
K19 . . . . .	>	3,75	2,87	1400	—	—	1506	—	9,6	
Двухтрубный концевой										
K23 . . . . .	>	1,61	1,24	600	—	—	653	—	4,2	
K24 . . . . .	>	2,68	2,15	1000	—	—	1053	—	6,9	
K25 . . . . .	>	3,75	2,87	1400	—	—	1453	—	9,6	
Четырехтрубный проходной										
K30 . . . . .	>	1,1	1,53	600	—	—	706	—	8,2	
K31 . . . . .	>	3,66	2,55	1000	—	—	1106	—	10,8	
K32 . . . . .	>	5,13	3,57	1400	—	—	1506	—	15	
Четырехтрубный концевой										
K33 . . . . .	>	1,1	1,53	600	—	—	653	—	8,2	
K34 . . . . .	>	3,66	2,55	1000	—	—	1053	—	10,8	
K35 . . . . .	>	5,13	3,57	1400	—	—	1453	—	15	



Примечание. Характеристика отопительных приборов, снятых с производства, дана во 2-м изд. настоящего справочника (Стройиздат, 1967)

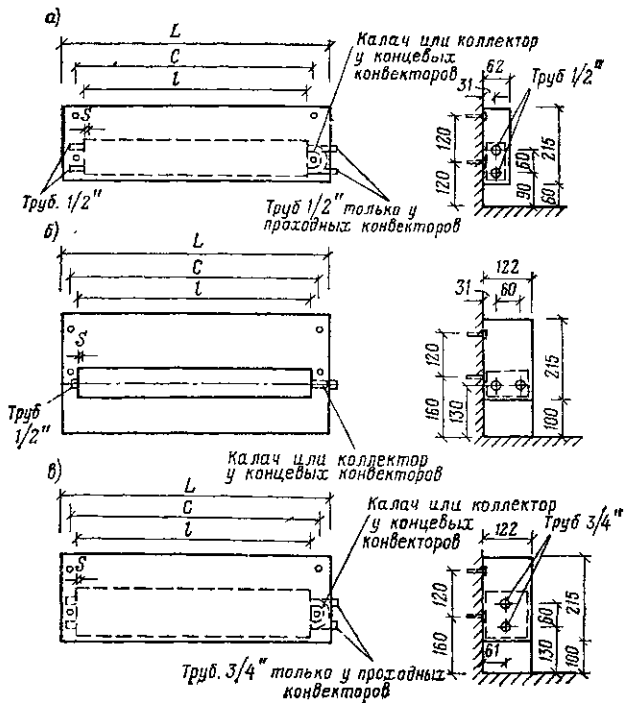


Рис. 12.1. Конвектор «Комфорт» .

а — двухтрубный настенный Н<sub>Н</sub>-1...3; б — двухтрубный настенный Н<sub>Н</sub>-5...12 и напольный Н-4...12; в — четырехтрубный настенный Н<sub>Н</sub>-13...15 и напольный Н-13...15

ТАБЛИЦА 12.2

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНВЕКТОРОВ С КОЖУХОМ

Марка конвектора				Площадь нагревательной поверхности $f_{\text{н}}$ , экм	Размеры, мм				Масса, кг	
настенного		напольного			L	l	C	s (шаг пластины)	настенно-го	напольно-го
проходного	концевого	проходного	концевого							
<i>Конвекторы «Комфорт» двухтрубные (рис. 12.1, а, б)</i>										
Н <sub>Н</sub> -1А	Н <sub>Н</sub> -1	—	—	0,76	710	600	620	7,5	5,5	—
Н <sub>Н</sub> -2А	Н <sub>Н</sub> -2	—	—	1,27	1110	1000	1020	7,5	8,7	—
Н <sub>Н</sub> -3А	Н <sub>Н</sub> -3	—	—	1,78	1510	1400	1420	7,5	11,6	—
—	—	—	Н-4	0,81	710	600	620	10	—	6,9
Н <sub>Н</sub> -5А	Н <sub>Н</sub> -5	Н-5А	Н-5	0,985	710	600	620	7,5	7	7,3
Н <sub>Н</sub> -6А	Н <sub>Н</sub> -6	Н-6А	Н-6	1,24	710	600	620	5	8	8
—	—	Н-7А	Н-7	1,39	1110	1000	1025	10	—	10,2
Н <sub>Н</sub> -8А	Н <sub>Н</sub> -8	Н-8А	Н-8	1,79	1110	1000	1025	7,5	10	11
Н <sub>Н</sub> -9А	Н <sub>Н</sub> -9	Н-9А	Н-9	2,15	1110	1000	1025	5	11,5	12,5
—	—	Н-10А	Н-10	1,9	1510	1400	1420	10	—	13,2
Н <sub>Н</sub> -11А	Н <sub>Н</sub> -11	Н-11А	Н-11	2,3	1510	1400	1420	7,5	13	14
Н <sub>Н</sub> -12А	Н <sub>Н</sub> -12	Н-12А	Н-12	2,87	1510	1400	1420	5	15,5	15,7
<i>Конвекторы «Комфорт» четырехтрубные (рис. 12.1, в)</i>										
Н <sub>Н</sub> -13А	Н <sub>Н</sub> -13	Н-13А	Н-13	1,53	710	600	620	7,5	11	12
Н <sub>Н</sub> -14А	Н <sub>Н</sub> -14	Н-14А	Н-14	2,55	1110	1000	1020	7,5	15	17
Н <sub>Н</sub> -15А	Н <sub>Н</sub> -15	Н-15А	Н-15	3,57	1510	1400	1420	7,5	20	23

Продолжение табл. 12.2

Марка конвектора		Площадь нагревательной поверхности конвектора $f_0$ , экм		Размеры, мм				Масса, кг
проходного	концевого	проходного	концевого	L	l	C	S	
<i>Конвекторы «Комфорт-20» (высота кожуха 275 мм, расстояние от пола 150 мм)</i>								
400A		0,8	0,75	500	400	425	10	7,2
500A	500	1	0,95	600	500	525	10	8,4
400A	400	1,2	1,1	500	400	425	5	8,8
500A	500	1,5	1,4	600	500	525	5	10,5
600A	600	1,8	1,7	700	600	625	5	12,2
700A	700	2,1	2	800	700	725	5	13,9
800A	800	2,4	2,3	900	800	825	5	15,5
900A	900	2,7	2,6	1000	900	925	5	17,2
1000A	1000	3	2,9	1100	1000	1025	5	19
1100A	1100	3,3	3,2	1200	1100	1125	5	20,6
1200A	1200	3,6	3,5	1300	1200	1225	5	22,5

ТАБЛИЦА 12.3

ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ  
ДЛИНОЙ 1 м (ПРИ  $t_{cp} = 64,5$  °C И РАСХОДЕ ВОДЫ 300 кг/ч)  
И ДЛИНА 1 экм ПРИБОРОВ

Вид и тип отопительного прибора	Глубина прибора, мм	Теплопередача, ккал/(ч·м)	Длина 1 экм, мм	Расход воды при испытании прибора, кг/ч
Рadiator чугунный секционный М-140-АО	140	1670	277	35
То же, М-140-АО-300	140	1040	447	35
» М-90 . . . . .	90	1245	372	35
» РД-90с . . . . .	90	1310	353	35
Рибристая труба чугунная . . . . .	175	744	725	35
Рadiator стальной штампованный панельный колончатый МЗ-500 одиночный	18	743	625	35
То же, спаренный	78	1260	368	35
Рadiator стальной штампованный панельный змеевиковый ЗС-11 одиночный	21	880	515	22
То же, ЗС-21 спаренный . . . . .	101	1555	363	22
То же, КЛТ листотрубный одиночный . . . . .	28	565	800	190
То же, 2КЛТ листотрубный спаренный . . . . .	107	960	471	190
Конвектор плитусный стальной 15КП одиночный . . . . .	60	212	2175	35
То же, 20КП одиночный . . . . .	70	285	1755	47
Конвектор «Прогресс-15» одиночный	70	525	900	52

Продолжение табл. 12.3

Вид и тип отопительного прибора	Глубина прибора, мм	Теплопередача, ккал/(ч·м)	Длина 1 экм, мм	Расход воды при испытании прибора, кг/ч
Конвектор «Прогресс-20» однорядный	70	500	944	118
Конвектор «Аккорд» однорядный	60	514	846	300
Конвектор плитусный чугунный ЛТ-10 однорядный . . . . .	78	352	1230	300
Конвектор «Комфорт» двухтрубный настенный:				
Н <sub>н</sub> -1 при s=7,5 мм	62	467	935	300
Н <sub>н</sub> -5 при s=7,5 »	122	603	720	300
Н <sub>н</sub> -6 при s=5 »	122	756	573	300
Н <sub>н</sub> -10 при s=10 »	122	546	795	300
Конвектор «Комфорт» четырехтрубный напольный Н-14 (при s=7,5 мм) . . . . .	122	1000	435	300
Конвектор «Комфорт-20»:				
при s=5 мм . . . . .	160	1120	389	300
» s=10 » . . . . .	160	750	583	300
Регистр из четырех рядов гладких труб:				
d <sub>y</sub> =32 мм . . . . .	42	374	1165	—
d <sub>y</sub> =100 » . . . . .	108	960	455	—

Примечание. В последней графе указан расход воды, необходимый для передачи 435 ккал/ч тепла через 1 экм (для радиаторов — 870 ккал/ч через 2 экм).

КОЭФФИЦИЕНТ  $\phi$ , УЧИТЫВАЮЩИЙ РАСХОД ВОДЫ И СХЕМУ

Вид и тип отопительного прибора	№ схемы присоединения по табл. 12.4	Значения коэффициента $\phi$ при расходе воды																				
		20	30	40	50	60	70	80	90	100												
										0	10	20	30	40	50	60	70	80	90			
Рadiatorы чугунные секционные и стальные штампованные панельные колончатые:  при $\frac{G_{отн}}{F_p} \leq 7$  $\frac{G_{отн}}{F_p} > 7$	1	1,05	1,04	1,04	1,03	1,02	1,01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	
	2	1,16	1,13	1,11	1,08	1,07	1,06	1,04	1,03	1,02	1,01	1,01	1	1	1	1	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,97
	3	1,14	1,12	1,09	1,07	1,06	1,05	1,04	1,04	1,04	1,02	1,01	1,01	1	1	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
	Для всех схем при																					
	Рadiatorы стальные штампованные панельные эмеевиконные	—	1,09	1,05	1,01	1	0,97	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,9	0,89	0,89	0,89	0,88	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
		—	1,19	1,15	1,12	1,11	1,09	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,02	1,01	1,01	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99
	То же, листотрубные	—	1,19	1,15	1,12	1,11	1,09	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,02	1,01	1,01	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99
	Конвекторы плинтусные стальные без кожуха	15КП	1	0,93	0,92	0,91	0,9	0,9	0,89	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
		2	0,96	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
		3	0,99	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
		4	1,02	1,01	1	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
		5	0,97	0,96	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
		6	1	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
		7	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
		20КП	1	0,8	0,79	0,77	0,76	0,75	0,74	0,74	0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7	0,7	0,7	0,69	0,69	0,68	0,68
2		0,83	0,81	0,8	0,79	0,77	0,77	0,76	0,75	0,75	0,74	0,73	0,73	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	
3		0,86	0,84	0,82	0,81	0,8	0,79	0,78	0,78	0,77	0,76	0,75	0,75	0,75	0,74	0,74	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	
4		0,89	0,87	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,8	0,8	0,79	0,78	0,78	0,77	0,77	0,77	0,76	0,76	0,76	0,75	0,75	
5		0,89	0,87	0,85	0,85	0,83	0,82	0,81	0,81	0,8	0,79	0,78	0,78	0,78	0,77	0,77	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	
6		0,89	0,87	0,85	0,85	0,83	0,82	0,81	0,81	0,8	0,79	0,78	0,78	0,78	0,77	0,77	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	
7		1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	
Конвекторы плинтусные чугунные ЛТ-10	1	1,06	1,03	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92		
	2	1,09	1,05	1,02	1,01	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94		
	3	1,13	1,09	1,05	1,04	1,03	1,03	1,02	1,01	1,01	1,01	1	1	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98		
	4	1,16	1,13	1,09	1,08	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01		
	5	1,13	1,09	1,05	1,04	1,03	1,03	1,02	1,01	1,01	1,01	1	1	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98		
	6	1,16	1,11	1,08	1,07	1,05	1,05	1,04	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1	1		
	7	1,21	1,17	1,13	1,12	1,11	1,11	1,1	1,08	1,08	1,08	1,07	1,07	1,06	1,06	1,06	1,05	1,05	1,05	1,05		
Рибристые трубы чугунные	1	0,95	1	0,9	0,9	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88			
	2	1,05	1,02	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98			
	3	1,16	1,12	1,1	1,1	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08			
Конвекторы низкие стальные двухтрубные. «Прогресс-15»	2	1,15	1,12	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,02	1,01	1,01	1	1	0,99	0,99	0,99			
	4	1,32	1,3	1,26	1,25	1,23	1,22	1,21	1,2	1,19	1,18	1,18	1,17	1,17	1,15	1,15	1,14	1,14				
	5	1,22	1,19	1,16	1,15	1,14	1,13	1,11	1,11	1,09	1,08	1,08	1,07	1,07	1,06	1,06	1,05	1,05				
	7	1,2	1,17	1,14	1,13	1,12	1,11	1,1	1,1	1,07	1,06	1,06	1,06	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04				
	8	1,29	1,26	1,22	1,21	1,2	1,19	1,18	1,17	1,15	1,14	1,14	1,14	1,13	1,13	1,12	1,11	1,11				
	9	1,43	1,4	1,36	1,34	1,33	1,31	1,3	1,29	1,28	1,27	1,27	1,26	1,26	1,25	1,25	1,23	1,23				
	«Прогресс 20»	2	0,88	0,86	0,84	0,83	0,82	0,81	0,81	0,8	0,79	0,79	0,79	0,79	0,78	0,77	0,77	0,76	0,76			
	4	1	1	0,97	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,91	0,9	0,9	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88				
	5	0,93	0,91	0,89	0,87	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81				
7	1,03	1,01	0,98	0,96	0,95	0,94	0,94	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,9	0,89	0,89	0,89	0,89					
8	1	0,97	0,95	0,93	0,92	0,92	0,91	0,9	0,89	0,89	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87	0,86	0,86					
9	1,1	1,08	1,06	1,04	1,02	1,02	1	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96					
«Аккорд»	2	1,18	1,14	1,1	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05	1,05	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02			
	4	1,35	1,3	1,26	1,24	1,23	1,22	1,21	1,21	1,21	1,21	1,19	1,19	1,18	1,18	1,18	1,17	1,17				
	5	1,24	1,19	1,15	1,14	1,13	1,13	1,12	1,12	1,11	1,11	1,09	1,09	1,08	1,08	1,08	1,08	1,07				
	7	1,37	1,32	1,28	1,27	1,25	1,25	1,24	1,23	1,23	1,23	1,21	1,21	1,2	1,2	1,2	1,19	1,19				
	9	1,33	1,28	1,24	1,23	1,22	1,22	1,2	1,19	1,19	1,18	1,18	1,18	1,16	1,16	1,16	1,15	1,15				
		1,47	1,42	1,37	1,36	1,34	1,34	1,33	1,32	1,32	1,3	1,3	1,29	1,29	1,29	1,29	1,28					

ТАБЛИЦА 12.5

ПРИСОЕДИНЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА ИЛИ БЛОКА ПРИБОРОВ

к подводке к прибору или к блоку приборов G, кг/ч

φ	200			300			400			500		600		700		800		900		1000	
	25	50	75	0	35	70	0	35	70	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50
0,4	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93
0,5	0,96	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,9	0,9	0,89	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87	0,86	0,86	0,86	0,85	0,85
0,37	0,96	0,96	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,91	0,91	0,9	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87	0,87	0,86

соединения φ = 1

1,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
0,98	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
0,87	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
0,9	0,9	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,85	0,85
0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,9	0,9	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88
0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91
0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86
0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,89	0,89
0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92
0,68	0,68	0,67	0,67	0,66	0,66	0,65	0,65	0,64	0,64	0,64	0,64	0,63	0,63	0,62	0,62	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61	0,6
0,71	0,7	0,69	0,69	0,68	0,68	0,67	0,67	0,67	0,67	0,66	0,66	0,65	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63	0,63	0,63	0,63	0,62
0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7	0,69	0,69	0,69	0,69	0,68	0,68	0,67	0,67	0,66	0,66	0,66	0,65	0,65	0,65	0,65	0,64
0,75	0,75	0,74	0,74	0,73	0,72	0,72	0,72	0,71	0,71	0,7	0,7	0,7	0,69	0,69	0,69	0,68	0,68	0,68	0,67	0,67	0,67
0,76	0,75	0,74	0,74	0,73	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71	0,71	0,71	0,7	0,7	0,69	0,69	0,68	0,68	0,68	0,67	0,67	0,67
0,76	0,75	0,74	0,74	0,73	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71	0,71	0,71	0,7	0,7	0,69	0,69	0,68	0,68	0,68	0,67	0,67	0,67
0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92
0,92	0,92	0,91	0,91	0,9	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86	0,86	0,85	0,85
0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,9	0,9	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87
0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
1,01	1	1	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93
0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
1	1	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92
1,05	1,05	1,04	1,04	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97
0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,8
0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,9	0,89
1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,07	1,07	1,06	1,05	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01	1,01	1	1	0,99	0,98
0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,9	0,9	0,9	0,89	0,89
1,13	1,13	1,12	1,12	1,11	1,1	1,1	1,09	1,09	1,09	1,08	1,08	1,07	1,07	1,06	1,06	1,05	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03
1,04	1,04	1,04	1,04	1,03	1,01	1,01	1,01	1,01	1	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95
1,03	1,03	1,02	1,02	1,01	1	1	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,95	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93
1,1	1,1	1,09	1,09	1,08	1,07	1,07	1,06	1,06	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03	1,02	1,01	1,01	1,01	1	1
1,22	1,22	1,21	1,21	1,2	1,19	1,19	1,18	1,18	1,17	1,16	1,16	1,15	1,15	1,14	1,14	1,13	1,12	1,12	1,12	1,11	1,11
0,76	0,75	0,75	0,75	0,73	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7	0,7	0,68	0,68	0,68	0,68	0,67	0,67	0,67
0,87	0,86	0,86	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,8	0,8	0,8	0,79	0,79	0,77	0,77	0,77
0,8	0,79	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78	0,75	0,75	0,74	0,74	0,74	0,73	0,73	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71	0,71	0,71	0,7
0,88	0,87	0,87	0,86	0,86	0,85	0,84	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,8	0,8	0,8	0,8	0,79	0,79	0,79
0,85	0,85	0,85	0,84	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,8	0,79	0,79	0,79	0,78	0,78	0,77	0,77	0,77	0,77	0,75
0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,91	0,9	0,9	0,9	0,89	0,89	0,88	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85	0,84
1,02	1,02	1,01	1,01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,17	1,17	1,16	1,16	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
1,07	1,07	1,06	1,06	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
1,19	1,19	1,18	1,18	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
1,15	1,15	1,14	1,14	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
1,28	1,28	1,26	1,26	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25



Вид и тип отопительного прибора	№ схемы присоединения по табл. 12.4	Значения коэффициента $\phi$ при расходе воды																
		100																
		20	30	40	50	60	70	80	90	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Конвекторы с кожухом «Комфорт» при шаге пластин: 5 мм	1	1,42	1,34	1,29	1,26	1,24	1,23	1,2	1,17	1,17	1,16	1,15	1,13	1,12	1,11	1,1	1,09	1,07
	2	1,39	1,32	1,27	1,24	1,22	1,21	1,18	1,15	1,15	1,14	1,13	1,11	1,1	1,09	1,08	1,08	1,06
	3	1,44	1,37	1,32	1,28	1,27	1,25	1,22	1,2	1,2	1,18	1,17	1,16	1,14	1,13	1,13	1,11	1,09
	4	1,54	1,46	1,4	1,37	1,35	1,34	1,3	1,27	1,27	1,26	1,25	1,23	1,22	1,21	1,2	1,2	1,18
7,5 мм	1	1,28	1,23	1,2	1,19	1,16	1,15	1,13	1,12	1,11	1,1	1,09	1,09	1,07	1,07	1,07	1,07	1,06
	2	1,25	1,21	1,18	1,16	1,14	1,13	1,11	1,1	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05	1,05	1,05	1,05	1,04
	3	1,3	1,25	1,22	1,21	1,18	1,17	1,16	1,13	1,13	1,12	1,11	1,11	1,09	1,09	1,09	1,09	1,08
	4	1,36	1,3	1,27	1,26	1,23	1,22	1,2	1,19	1,18	1,17	1,15	1,15	1,13	1,13	1,13	1,13	1,12
10 мм	1	1,2	1,16	1,12	1,11	1,1	1,1	1,09	1,07	1,07	1,07	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,04	1,04
	2	1,18	1,14	1,1	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05	1,05	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02
	3	1,22	1,18	1,14	1,13	1,12	1,12	1,11	1,09	1,09	1,09	1,08	1,08	1,07	1,07	1,07	1,06	1,06
	4	1,25	1,2	1,16	1,15	1,14	1,14	1,13	1,11	1,11	1,11	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,08	1,08
Конвекторы с кожухом «Комфорт-20»	1	2,05	1,78	1,64	1,52	1,41	1,34	1,28	1,22	1,21	1,19	1,17	1,15	1,14	1,13	1,12	1,1	1,09
	2	2	1,74	1,6	1,48	1,38	1,31	1,25	1,19	1,19	1,16	1,15	1,14	1,12	1,11	1,1	1,09	1,08
	3	2,1	1,83	1,68	1,56	1,45	1,38	1,31	1,25	1,24	1,21	1,2	1,18	1,17	1,16	1,14	1,13	1,12
	4	2,28	1,98	1,82	1,69	1,57	1,49	1,42	1,35	1,25	1,22	1,2	1,18	1,17	1,16	1,15	1,13	1,12
Гладкотрубные приборы	1	Вне зависимости от расхода воды принимается значение $\phi$ :															$d_y < 32$ мм	
	2, 3, 4																1,06 1,15	

ТАБЛИЦА 12.4  
СХЕМЫ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ  
К ТРУБАМ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Продолжение табл. 12.4

№ схемы	Схема присоединения	№ схемы	Схема присоединения	№ схемы	Схема присоединения	№ схемы	Схема присоединения
	Рadiator чугунный или стальной колончатый		Конвекторы типа КП, ЛТ-10, «Прогресс», «Аккорд», ребристые и гладкие трубы				Конвектор «Комфорт»
1		1		5		1	
2		2		6		2	
3		3		7		3	
		4		8		4	
				9			

Продолжение табл. 125

в подводке к прибору или блоку приборов G, кг/ч																					
200				300			400			500		600		700		800		900		1000	
0	25	50	75	0	35	70	0	35	70	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50
1,06	1,06	1,05	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
1,04	1,04	1,03	1,01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,08	1,08	1,07	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
1,15	1,15	1,14	1,12	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
1,05	1,05	1,04	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
1,03	1,03	1,02	1,01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,07	1,07	1,06	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
1,11	1,11	1,1	1,09	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
1,04	1,04	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
1,02	1,02	1,01	1,01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,06	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
1,08	1,08	1,07	1,07	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
1,08	1,06	1,05	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
1,06	1,04	1,03	1,01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,11	1,08	1,07	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
1,11	1,09	1,08	1,06	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05

 $d_y = 40 \dots 100 \text{ мм}$ 1,2  
1,4

ТАБЛИЦА 12.6

ПОНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ НА 10 м ИЗОЛИРОВАННОЙ ПОДАЮЩЕЙ МАГИСТРАЛИ  
НАСОСНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

$d_y$ , мм	25—32	40	50	76×3	89×3,5	108×4	133×4	159×5
$\Delta t_m$ , град	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1

ТАБЛИЦА 12.7

КОЭФФИЦИЕНТ ЗАТЕКАНИЯ  $\alpha$  И ЗНАЧЕНИЕ  $\frac{0,5}{\alpha}$  ДЛЯ УЗЛОВ С РАДИАТОРАМИ  
СЕКЦИОННЫМИ И ПАНЕЛЬНЫМИ КОЛОНЧАТЫМИ

Узел	Присоединение	Подводка с замыкающим участком	$\alpha$	$\frac{0,5}{\alpha}$
С трехходовым краном	Одностороннее	—	1	0,5
	Двустороннее	—	0,5	1
С проходным краном	Одностороннее	Смещенным <sup>1</sup>	0,5	1
		Осевым	0,33	1,5
	Двустороннее	Смещенным	0,2	2,5
		Осевым	0,17	3

<sup>1</sup> При подводках с утками для этого узла  $\alpha = 0,33$  и  $\frac{0,5}{\alpha} = 1,5$ ; для остальных узлов значения  $\alpha$  и  $\frac{0,5}{\alpha}$  не изменяются.

**РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОвого ПОТОКА НА 1 ЭКМ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ  
ВЫПУСКАЕМЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ**

Вид и тип отопительного прибора	№ схемы присоединения по табл. 12.4	Расчетная формула					
		$k_{пр}, \text{ ккал}/(\text{ч}\cdot\text{экм}\cdot^{\circ}\text{C})$			$q_{э}, \text{ ккал}/(\text{ч}\cdot\text{экм})$		
Радиаторы чугунные секционные и стальные штампованные панельные колончатые  при $\frac{G_{отн}}{F_p} \leq 7$  » $\frac{G_{отн}}{F_p} > 7$	1	$1,79 \Delta t_{ср}^{0,32} G_{отн}^{0,03}$			$\frac{1,89}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,32}$		
	2	$3,28 \Delta t_{ср}^{0,15} G_{отн}^{0,08}$			$\frac{3,85}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,15}$		
	3	$1,98 \Delta t_{ср}^{0,24} G_{отн}^{0,07}$			$\frac{2,27}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,24}$		
	1	$1,89 \Delta t_{ср}^{1,32}$			$1,89 \Delta t_{ср}^{1,32}$		
	2	$3,85 \Delta t_{ср}^{1,15}$			$3,85 \Delta t_{ср}^{1,15}$		
	3	$2,27 \Delta t_{ср}^{1,24}$			$2,27 \Delta t_{ср}^{1,24}$		
Радиаторы стальные штампованные панельные эмеевиковые*:  при $G \leq 300 \text{ кг/ч}$  » $G > 300$ »		$2,3 \Delta t_{ср}^{0,32} \left(\frac{G}{300}\right)^{0,1}$ $2,3 \Delta t_{ср}^{0,32}$			$\frac{1,9}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,32}$		
То же, листотрубные*		$3,04 \Delta t_{ср}^{0,2} \left(\frac{G}{300}\right)^{0,08}$			$\frac{2,9}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,2}$		
Конвекторы плинтусные стальные без кожуха**:  15КП  20КП		$m \Delta t_{ср}^{0,206} \left(\frac{G}{35}\right)^{0,028}$			$\frac{2,6}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,206}$		
		$m \Delta t_{ср}^{0,214} \left(\frac{G}{35}\right)^{0,074}$			$\frac{2,11}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,214}$		
№ схемы присоединения	1	2	3	4	5	6	7
$m$ для 15КП	2,86	2,78	2,69	2,6	2,74	2,66	2,57
$m$ для 20КП	2,71	2,62	2,54	2,46	2,45	2,45	2,3
Конвекторы плинтусные чугунные ЛТ-10 (при многорядной установке расстояние между осями кабалов 200 мм)		$m \Delta t_{ср}^{0,3} \left(\frac{G}{300}\right)^{0,045}$			$\frac{1,75}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,3}$		
№ схемы присоединения	1	2	3	4	5	6	7
$m$	1,94	1,89	1,82	1,77	1,82	1,78	1,7
Ребристые трубы чугунные*		$m \Delta t_{ср}^{0,3} \left(\frac{G}{35}\right)^{0,01}$			$\frac{1,75}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,3}$		
№ схемы присоединения	1	2		3			
$m$	1,94	1,75		1,58			



Продолжение табл. 12 8

Вид и тип отопительного прибора	№ схемы присоединения по табл. 12 4	Расчетная формула				
		$k_{пр}$ , ккал/(ч·эсм·°C)			$q_9$ , ккал/(ч·эсм)	
Конвекторы низкие стальные двухтрубные «Прогресс»*:						
«Прогресс-15»		$m \Delta t_{ср}^{0,32} \left( \frac{G}{35} \right)^{0,061}$			$\frac{1,9}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,32}$	
«Прогресс-20»		$m \Delta t_{ср}^{0,14} \left( \frac{G}{35} \right)^{0,07}$			$\frac{2,96}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,14}$	
№ схемы присоединения	2	4	5	7	8	9
$m$ для «Прогресс-15»	1,73	1,5	1,63	1,65	1,54	1,39
$m$ для «Прогресс-20»	3,48	3,02	3,3	2,98	3,08	2,78
Конвекторы низкие стальные двухтрубные «Аккорд»:						
при $G \leq 300$ кг/ч		$m \Delta t_{ср}^{0,2} \left( \frac{G}{300} \right)^{0,045}$			$\frac{2,9}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,2}$	
> $G > 300$ >		$m \Delta t_{ср}^{0,2}$				
№ схемы присоединения	2	4	5	7	8	9
$m$	2,93	2,53	2,76	2,49	2,57	2,32
Конвекторы с кожухом типа «Комфорт»:						
при $G \leq 300$ кг/ч и шаге пластин.						
5 мм		$m \Delta t_{ср}^{0,35} \left( \frac{G}{300} \right)^{0,12}$			$\frac{1,6}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,35}$	
7,5 >		$m \Delta t_{ср}^{0,35} \left( \frac{G}{300} \right)^{0,08}$				
10 >		$m \Delta t_{ср}^{0,35} \left( \frac{G}{300} \right)^{0,045}$				
при $G > 300$ кг/ч		$m \Delta t_{ср}^{0,35}$				
№ схемы присоединения	1	2	3	4 при шаге пластин, мм		
				5	7,5	10
$m$	1,57	1,6	1,54	1,44	1,49	1,51
Конвекторы с кожухом «Комфорт-20»:						
при $G < 100$ кг/ч		$m \Delta t_{ср}^{0,35} \left( \frac{G}{300} \right)^{0,34}$			$\frac{1,6}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,35}$	
> $G = 100 \dots 300$ кг/ч		$m \Delta t_{ср}^{0,35} \left( \frac{G}{300} \right)^{0,15}$				
№ схемы присоединения	1	2		3	4	
$m$ при $G < 100$ кг/ч	1,85	2		1,91	1,85	
при $G = 100 \dots 300$ кг/ч	1,58	1,6		1,54	1,42	

Вид и тип отопительного прибора	№ схемы присоединения по табл. 12.4	Расчетная формула	
		$k_{гр}$ , ккал/(ч·эм·°С)	$q_э$ , ккал/(ч·эм)
Гладкотрубные приборы		$m \Delta t_{ср}^{0,32}$	$\frac{1,9}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,32}$
№ схемы присоединения		1	2, 3, 4
$m$ при $d_y = 32$ мм		1,78	1,65
$m$ при $d_y = 40 \dots 100$ мм		1,58	1,35

\* Формулы предварительные.

\*\* Для конвекторов типа КП и «Прогресс» уравнения коэффициента теплопередачи отнесены к 1 м<sup>2</sup> физической поверхности приборов, поэтому значения  $m$ , помещенные в таблице, определены пересчетом по формуле  $m = \frac{m_{м^2} \cdot 35^p}{k_{пер}}$ ,

где  $m_{м^2}$  — численное значение  $m$  в уравнении коэффициента теплопередачи, отнесенное к 1 м<sup>2</sup>;

35 — расход воды в приборе при испытании (17,4·2≈35 кг/ч);

$k_{пер}$  — коэффициент пересчета нагревательной поверхности прибора с 1 м<sup>2</sup> на 1 эм по данным завода-изготовителя.

Средняя температура воды в отопительном приборе, присоединенном к стояку:  
двухтрубному

$$t_{ср} = 0,5 (t_r - \Sigma \Delta t_m + t_o); \quad (12.6)$$

однотрубному

$$t_{ср} = t_r - \Sigma \Delta t_m - \frac{\Sigma Q_{нл} + \Sigma Q_{тр} + \frac{0,5}{\alpha} Q_{п}}{G_{ст}}. \quad (12.7)$$

где  $t_r$  — расчетная температура горячей воды, °С;

$t_o$  — расчетная температура обратной воды в системе, °С;

$\Sigma \Delta t_m$  — суммарное понижение температуры воды в участках подающей магистрали, °С; определяется по формуле (13.56) или ориентировочно по табл. 12.6.

$\Sigma Q_{п}$  — сумма расчетных тепловых нагрузок приборов, расположенных по направлению движения воды в стояке до рассматриваемого отопительного прибора, ккал/ч;

$\Sigma Q_{тр}$  — сумма дополнительных потерь тепла трубами и приборами через ограждающие конструкции до рассматриваемого помещения (для одного этажа: открытого проложенного  $Q_{тр} = 100$  ккал/ч; скрытого в борозде наружной стены  $Q_{тр} = 200$  ккал/ч; изолированного в борозде  $Q_{тр} = 150$  ккал/ч);

$Q_{п}$  — расчетное количество тепла, приходящееся на нагревательную поверхность в рассматриваемом помещении, ккал/ч;

$\alpha$  — коэффициент затекания воды в данный прибор, равный отношению расхода воды в приборе к расходу воды в стояке; для любых приборов при узле с трехходовым краном, а также для радиаторов секционных и панельных колончатых с унифицированными приборными узлами ( $d_{з,у} = d_{ст} = 15$  или 20 мм) значения коэффициента затекания представлены в табл. 12.7, для других ото-

пительных приборов при узле с замыкающим участком их можно определить по рис. 13.22;

$G_{ст}$  — расчетный расход воды в стояке, кг/ч.

Формулы для определения плотности теплового потока на 1 эм площади нагревательной поверхности открыто установленных у наружного ограждения неокрашенных отопительных приборов приведены в табл. 12.8. По этим формулам находится полезная теплопередача, равная 95% полной (дополнительные теплопотери, связанные с установкой прибора у наружного ограждения, приняты равными 5% полной теплопередачи прибора).

ТАБЛИЦА 12.8

ВЛИЯНИЕ ОКРАСКИ ПОВЕРХНОСТИ НА ТЕПЛОПЕРЕДАЧУ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА

Радиатор	Состав и цвет красителя	Изменение теплопередачи прибора, %
Чугунный секционный	Цинковые белила	+2,2
	Терракотовая краска, растворенная в бензине (матовая поверхность)	+0,9
	То же, на натуральной олифе (блестящая поверхность)	-1,7
Стальной панельный	Алюминиевая краска, растворенная в нитролаке	-8,5
	То же	-13

На теплопередачу отопительного прибора оказывают действие также место установки в помещении, конструкция декоративного ограждения, состав и цвет окраски, а при теплоносителе воде еще и схема присоединения к трубам и движения воды в приборе (последний фактор отражен в формулах табл. 12.8). Окраска

значительно влияет на теплопередачу отопительных приборов с гладкой поверхностью (табл. 12.9) и практически не влияет на теплопередачу приборов с ребристой поверхностью.

### 12.3. Выбор и размещение отопительных приборов

При выборе вида и типа отопительного прибора принимаются во внимание назначение и архитектурно-технологическое решение помещения, место и длительность пребывания в нем людей, вид системы отопления, технико-экономические и санитарно-гигиенические показатели прибора.

Основные положения по выбору вида прибора:

при повышенных санитарно-гигиенических требованиях выбираются приборы с гладкой поверхностью, лучшие всего отопительные панели, совмещенные со строительными конструкциями; применение гладкотрубных приборов должно быть обосновано;

при нормальных санитарно-гигиенических требованиях используются приборы и с гладкой, и с ребристой поверхностью, причем рекомендуется выбирать не более одного-двух видов приборов для всего сооружения и размещать их под световыми проемами возможно ближе к полу помещения;

при пониженных санитарно-гигиенических требованиях в помещениях, предназначенных для кратковременного пребывания людей, могут использоваться приборы любого вида; предпочтение отдается приборам с высокими технико-экономическими показателями.

Область применения отдельных видов отопительных приборов приведена в табл. 9 главы СНиП II-Г.7-62.

Отопительные приборы размещаются так, чтобы были обеспечены их осмотр, ремонт и очистка.

Для отопления лестничных клеток зданий до четырех этажей применяются радиаторы и конвекторы, здания в четыре этажа и более — высокие конвекторы, помещаемые при входе (без переноса на лестничные площадки). Установка прибора во входном тамбуре с наружной дверью не разрешается.

Отопительные приборы располагаются преимущественно под световыми проемами (под витринами — по всей их длине). При размещении приборов под окнами вертикальные оси прибора и оконного проема должны совпадать (в жилых зданиях, общежитиях, в бытовых помещениях промышленных предприятий допускается смещение приборов от оси проемов).

Ограждать отопительные приборы необходимо в помещениях для хранения взрыво- и пожароопасных газов, жидкостей и материалов. Ограждение декоративными решетками допускается при специальном обосновании. Ограждение или укрытие не должно уменьшать более чем на 15% теплопередачу открыто установленного прибора. Укрытие приборов в жилых зданиях не рекомендуется.

Присоединение труб к отопительному прибору выполняется одно- и двусторонним. Теплотехнически целесообразнее двустороннее присоединение, но в вертикальных системах конструктивно более рационально выполнять одностороннее присоединение.

В вертикальном отопительном приборе теплопередача зависит от схемы движения воды. Теплотехнически целесообразны схемы: сверху вниз в радиаторах двухтрубных систем и однострунных при  $G_{отп}/F_p < 5$ ; снизу вниз в радиаторах однострунных систем при  $G_{отп}/F_p > 5$ . Схема движения воды в приборе снизу вверх характеризуется наименьшей теплопередачей. Ре-

комендуется обеспечивать последовательное движение теплоносителя в гладких и ребристых трубах и в плинтусных конвекторах, устанавливаемых в несколько рядов (из верхнего ряда в нижние).

### 12.4. Расчет площади нагревательной поверхности отопительного прибора

Общая площадь нагревательной поверхности (отопительных приборов и труб)  $F_3$ , экм, для отопления помещения находится по формуле

$$F_3 = \frac{Q_p}{q_3} \beta_1, \quad (12.8)$$

где  $\beta_1$  — поправочный коэффициент, учитывающий охлаждение воды в двухтрубном стояке; определяется по табл. 12.10 (при паровом или однострубном водяном стояке  $\beta_1 = 1$ ).

Тепловая нагрузка  $Q_p$  в формуле (12.8) уменьшается при наличии в помещении кроме стояка транзитного теплопровода, полезная теплопередача которого составляет  $0,95 q_{тр} l$  (где  $l$  — длина трубы, м). Теплопередача 1 м неизолированной вертикальной трубы  $q_{тр}$  определяется по рис. 12.2. Полезную теплоотдачу замкнутого участка стояка в пределах помещения следует определять по данным главы 16.

ТАБЛИЦА 12.10  
КОЭФФИЦИЕНТ  $\beta_1$ , УЧИТЫВАЮЩИЙ ОХЛАЖДЕНИЕ ВОДЫ В ДВУХТРУБНЫХ СТОЯКАХ НАСОСНЫХ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Число этажей в здании	Значения коэффициента $\beta_1$ для рассчитываемого отопительного прибора на этаже					
	1-м	2-м	3-м	4-м	5-м	6-м
Скрытая прокладка труб без изоляции						
<i>Системы с верхней разводкой</i>						
2	1,05	1	1			
3	1,05	1,04	1			
<i>Системы с нижней разводкой</i>						
2	1	1,03				
3	1	1	1,03			
4	1	1	1,03	1,05		
5	1	1	1,03	1,03	1,05	
6	1	1	1	1,03	1,03	1,05
Открытая прокладка труб						
<i>Системы с верхней разводкой</i>						
2	1,05	1				
3	1,05	1,03	1			
<i>Системы с нижней разводкой</i>						
2	1	1,05				
3	1	1	1,05			
4	1	1	1,05	1,1		
5	1	1	1,05	1,05	1,1	
6	1	1	1	1,05	1,05	1,1

Примечания: 1. При тепловой изоляции труб  $\beta_1 = 1$ .  
2. При естественной циркуляции воды определяется действительное охлаждение воды в трубах.

Расчетная площадь нагревательной поверхности отопительного прибора  $F_p$ , экм, определяется по формулам:

для радиаторов секционных и панельных колончатых при  $G_{отн}/F_p \leq 7$

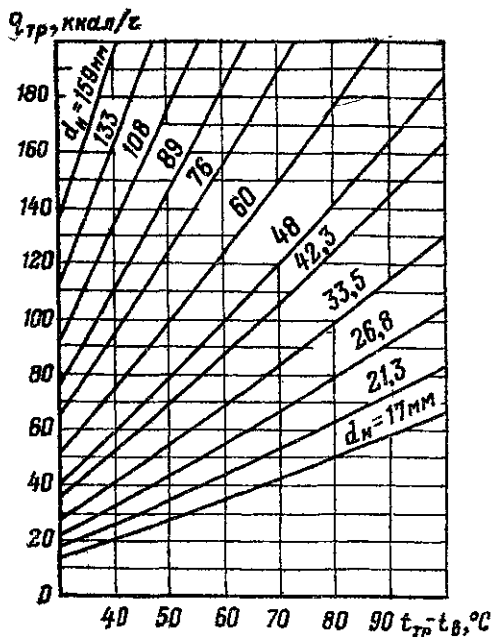
$$F_p = F_3^{1+p} - F_{тр}; \quad (12.9)$$


Рис. 12.2. Кривые для определения теплопередачи 1 м вертикальных гладких труб различных диаметров

для радиаторов при  $\frac{G_{отн}}{F_p} > 7$  и для остальных отопительных приборов

$$F_p = F_3 - F_{тр}, \quad (12.10)$$

где  $F_{тр}$  — площадь нагревательной поверхности вертикальных и горизонтальных участков стояка, открыто проложенного в помещении:

$$F_{тр} = f_в l_в + f_г l_г; \quad (12.11)$$

здесь  $l_в$  и  $l_г$  — длина вертикальных и горизонтальных труб;

$f_в$  и  $f_г$  — площадь нагревательной поверхности, выражающая среднюю величину полезной теплопередачи в помещении 1 м вертикальных и горизонтальных труб (табл. 12.11).

ТАБЛИЦА 12.11

ПЛОЩАДЬ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ТРУБ СТОЯКОВ

$d_3$ , мм	15	20	25
$f_в$ , экм/м	0,1	0,125	0,155
$f_г$	0,13	0,16	0,195

### 12.5. Определение площади нагревательной поверхности отопительного прибора по номограмме

Общая площадь нагревательной поверхности определяется по номограммам (рис. 12.3—12.11).

Номограммы составлены для теплоносителя, имеющего температуру  $t_r = 150^\circ\text{C}$ . Поэтому при  $t_r < 150^\circ\text{C}$  при пользовании номограммами следует учитывать понижение температуры от  $150^\circ\text{C}$  до расчетной  $t_r$  по предшествовавшей фиктивной тепловой нагрузке  $Q_\phi$ , определяемой по формуле

$$Q_\phi = G_{ст} c (150 - t_r) \text{ ккал/ч}. \quad (12.12)$$

Для однотрубной системы вычисляется

$$\Sigma Q_p = 10^{-2} \left( Q_\phi + G_{ст} c \Sigma \Delta t_m + \Sigma Q_n + \Sigma Q_{тр} + \frac{0,5}{\alpha} Q_n \right). \quad (12.13)$$

Площадь  $F_3$  определяется по номограмме, соответствующей принятому типу и виду отопительного прибора, с учетом  $G_{отн}$ ,  $\Sigma Q_p$ , вычисленной по формуле (12.13), и произведения  $Q_n \beta_2$ , где  $\beta_2$  — поправочный коэффициент, учитывающий способ установки прибора (табл. 12.12). Для радиаторов секционных и панельных колончатых площадь  $F_3$  находится при  $\phi = 1$  и только в случае, когда получается  $F_3 > F_7$  (по шкале  $F_7$  при  $G_{отн}/F_p = 7$ ), вводится поправочный коэффициент  $\phi$ .

Для двухтрубной системы вычисляется

$$\Sigma Q_p = c (150 - t_{ср}) \quad (12.14)$$

при условной величине расхода воды  $G_{отн} = 100$  кг/ч;  $t_{ср}$  определяется по формуле (12.6). Площадь  $F_3$  в этом случае находится по номограмме с учетом  $\Sigma Q_p$ , вычисленной по формуле (12.14), и произведения  $Q_n \beta_1 \beta_2 \phi$ , где  $\beta_1$  принимается по табл. 12.10.

**Пример 12.1.** Найти величину  $\Sigma Q_p$  для каждого отопительного прибора — секционного радиатора в стояке (рис. 12.12) системы отопления с верхней разводкой при  $t_r = 95^\circ\text{C}$ ,  $t_o = 70^\circ\text{C}$ ,  $G_{ст} = 300$  кг/ч. Стояк прокладывается открыто.

Суммарная величина понижения температуры воды в подающей магистрали  $\Sigma \Delta t_m = 2^\circ\text{C}$ .

По табл. 12.7 находим для одностороннего узла с трехходовым краем  $\frac{0,5}{\alpha} = 0,5$ .

Определяем по формуле (12.12)  $Q_\phi = 300 \cdot 1 \cdot (150 - 95) = 16\,500$  и второе постоянное слагаемое в формуле (12.13)

$$G_{ст} c \Sigma \Delta t_m = 300 \cdot 1 \cdot 2 = 600,$$

где  $c$  — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(кг·°C);  $Q_\phi + G_{ст} c \Sigma \Delta t_m = 16\,500 + 600 = 17\,100$  ккал/ч.

По формуле (12.13) находим  $\Sigma Q_p$  для отопительных приборов:

первого по направлению движения воды

$$\Sigma Q_p^I = 10^{-2} (16\,500 + 600 + 0 + 100 + 0,5 \cdot 1150) = 178;$$

второго

$$\Sigma Q_p^{II} = 10^{-2} (16\,500 + 600 + 1150 + 200 + 0,5 \cdot 700) = 188;$$

третьего

$$\Sigma Q_p^{III} = 10^{-2} (16\,500 + 600 + 1850 + 300 + 0,5 \cdot 800) = 196 \text{ т. д.}$$

Расчеты ведутся непосредственно на схеме стояка и полученные значения  $\Sigma Q_p$  записываются в кружках около отопительных приборов (см. рис. 12.12).

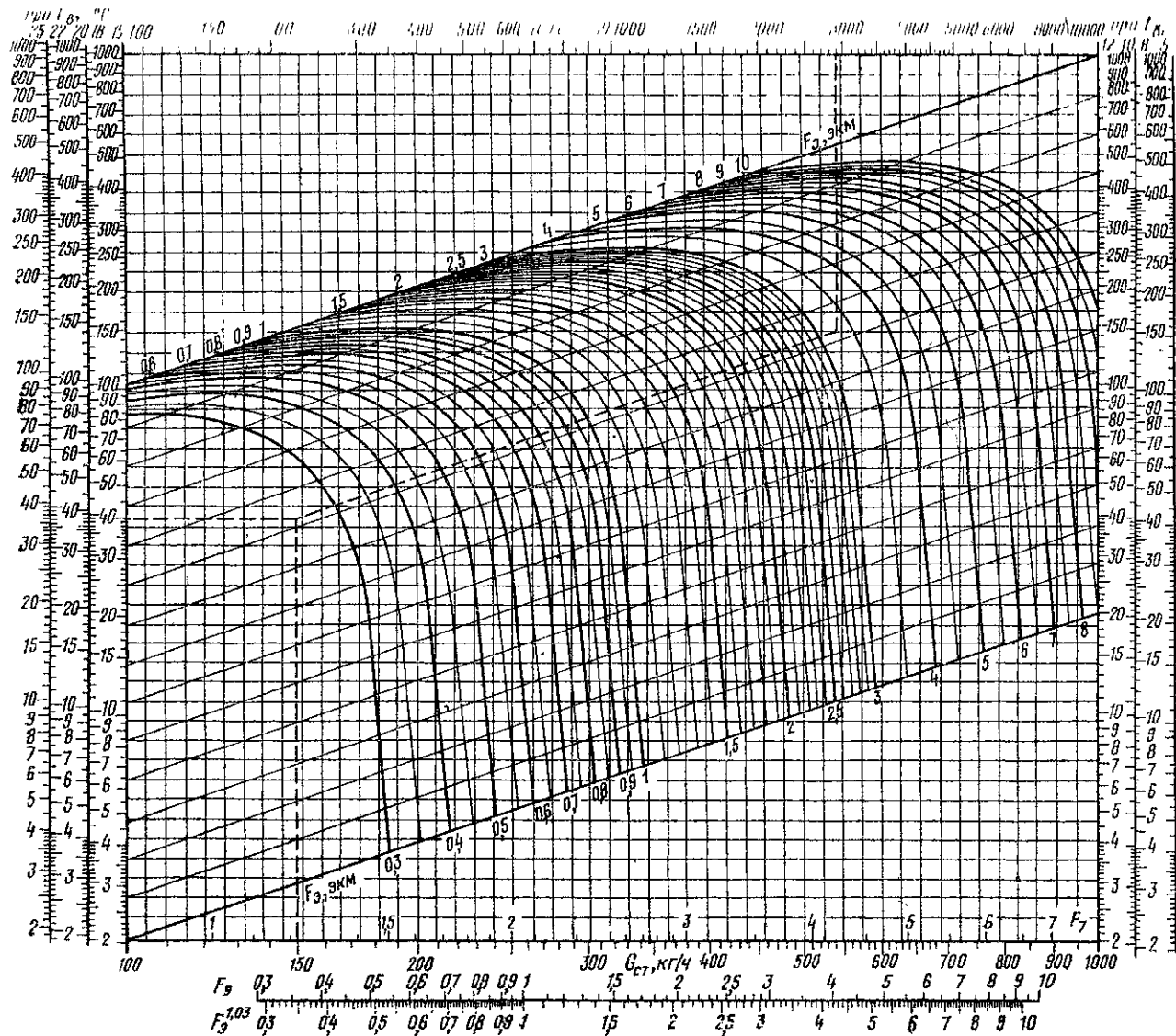
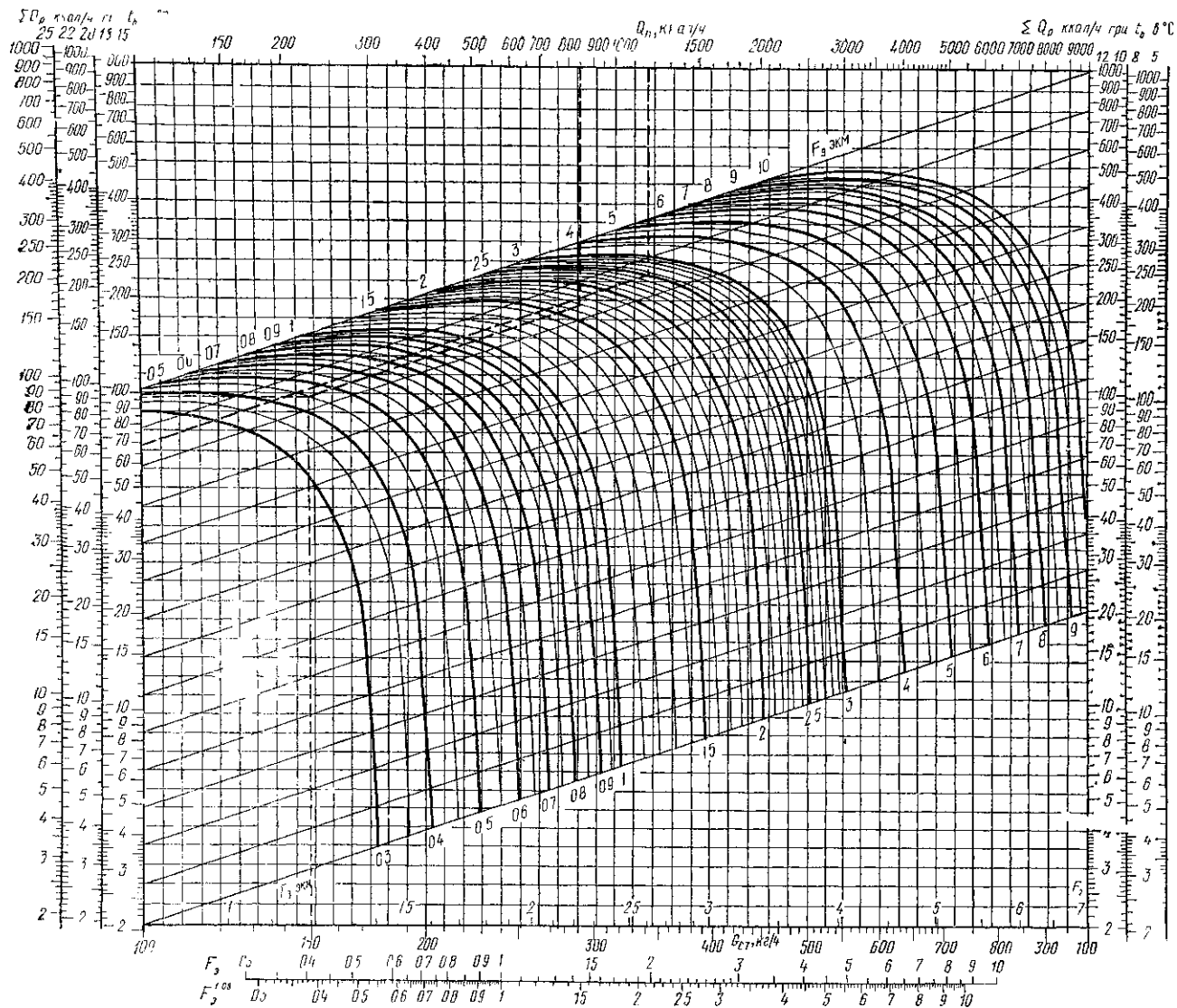


Рис. 123. Номограмма определения площади нагревательной поверхности  $F_3$  в зависимости от  $\Delta t_{\text{cp}}^{1,32}$  для отопительных приборов — радиаторов секционных и панельных колончатых при схеме присоединения № 1 (сверху вниз); радиаторов панельных змеевиков (тип ЗС); конвекторов «Прогресс-15» и гладкотрубных приборов



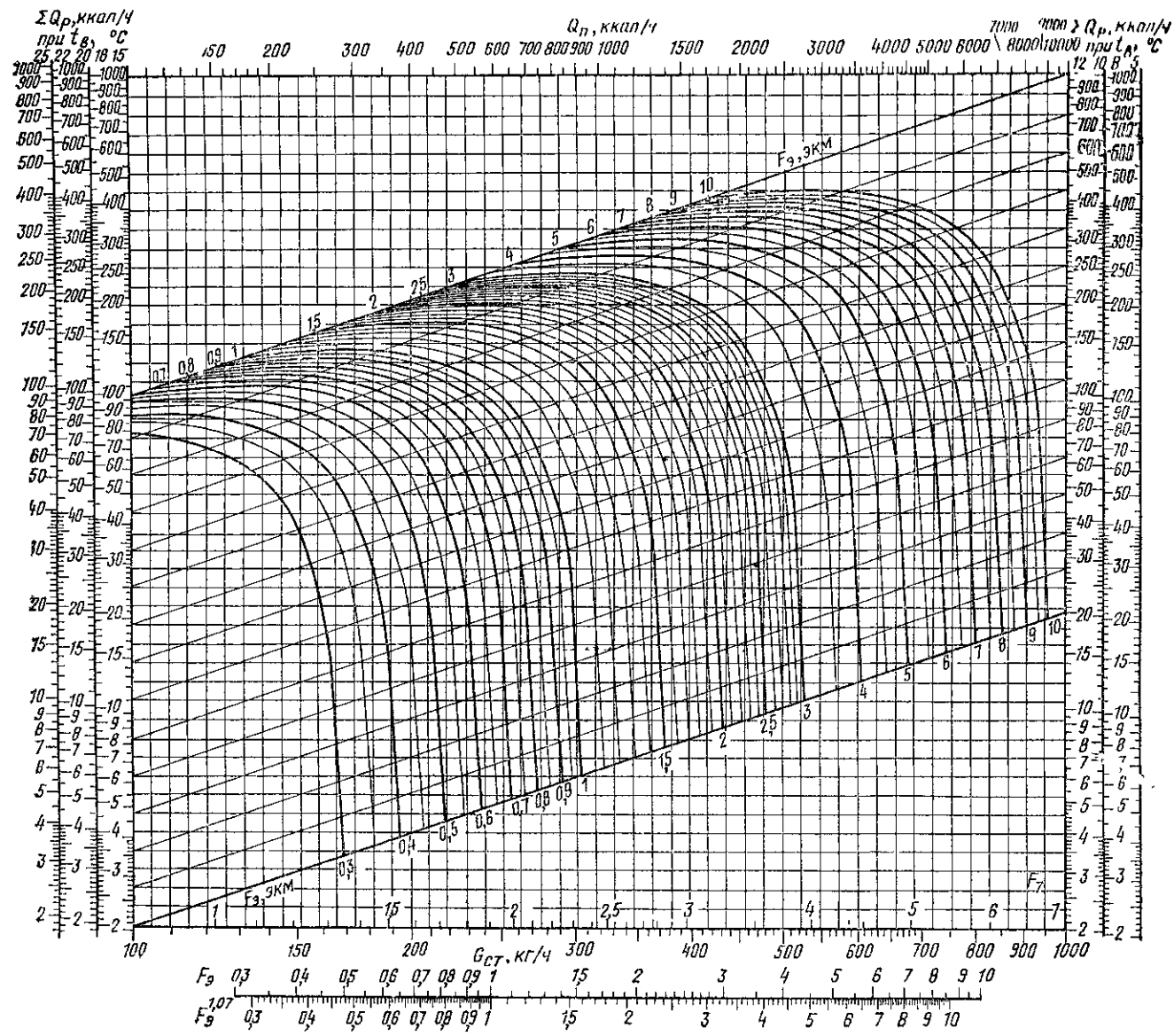


Рис. 12.5. Номограмма определения площади нагревательной поверхности  $F_a$  в зависимости от  $\Delta t_{cp}^{1.24}$  для отопительных приборов — радиаторов секционных и панельных колончатых при схеме присоединения № 3 (спизу вверх)

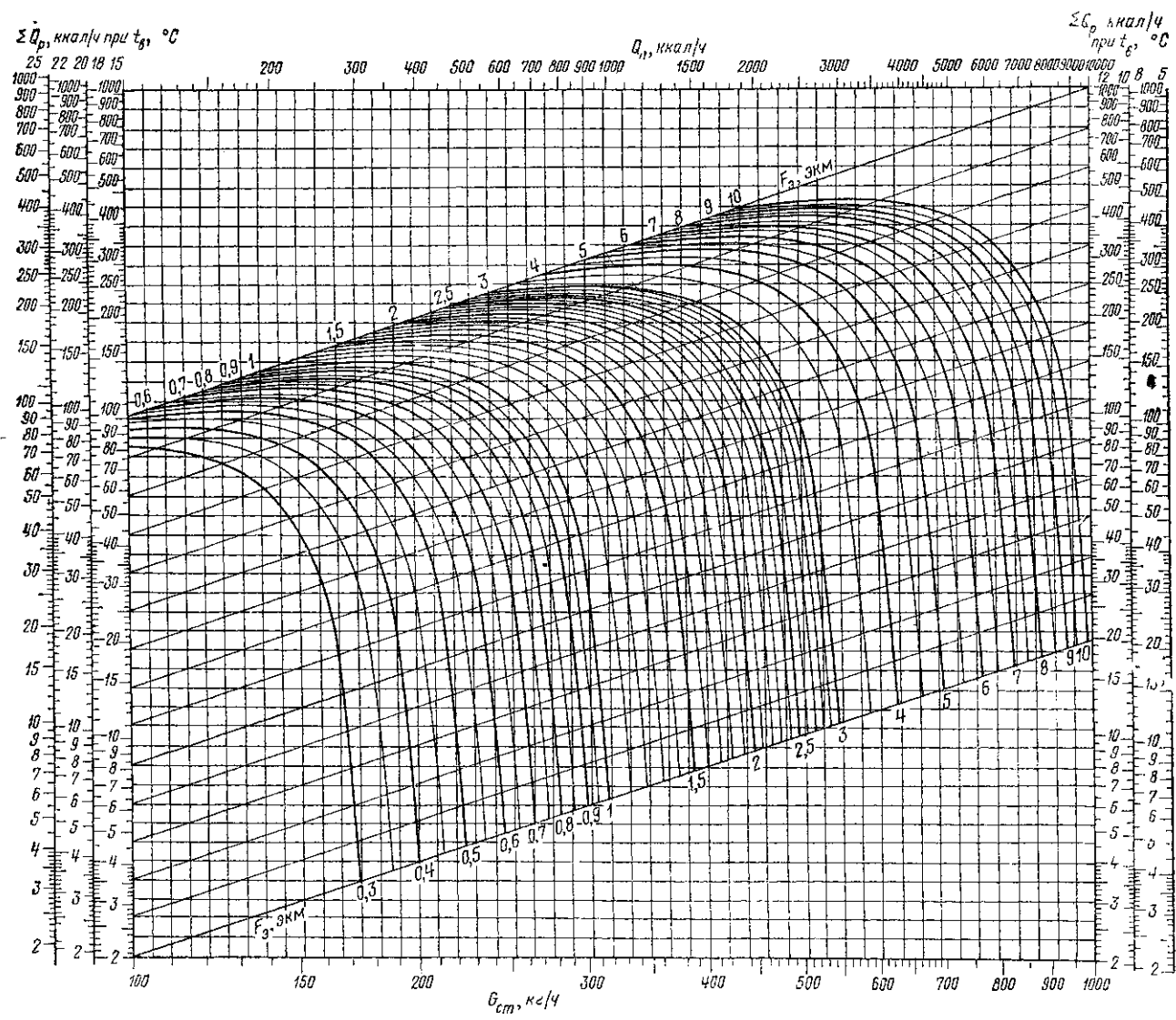


Рис 126 Номограмма определения площади нагревательной поверхности  $F_0$  в зависимости от  $\Delta t_{ср}^{1,2}$  для отопительных приборов — радиаторов панельных листотрубных (тип КЛТ) и конвекторов «Аккорд»



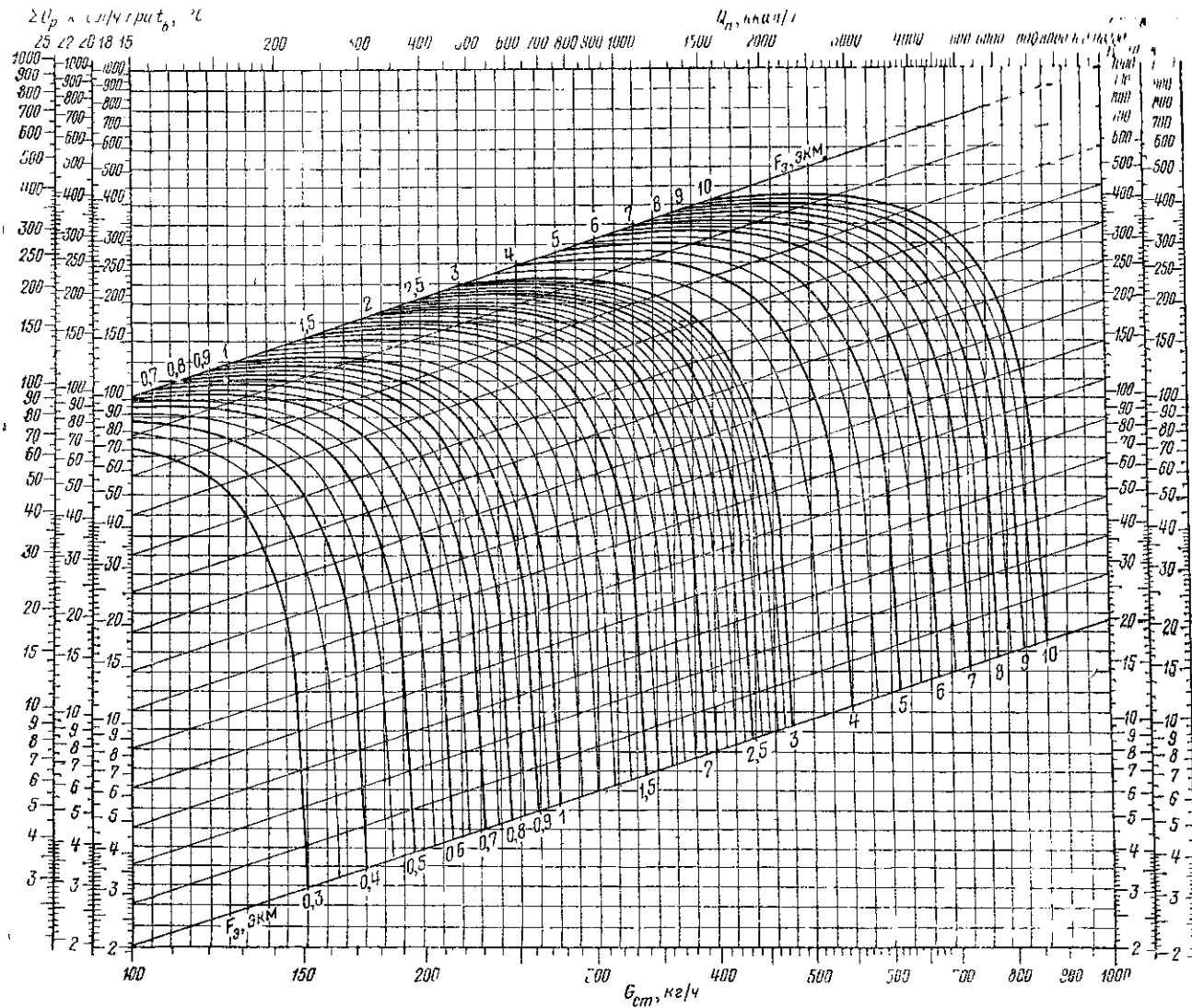


Рис 12.7. Номограмма определения площади нагревательной поверхности  $F_0$  в зависимости от  $\Delta t_{cp}^{1,14}$  для отопительных приборов — конвекторов «Прогресс-20»

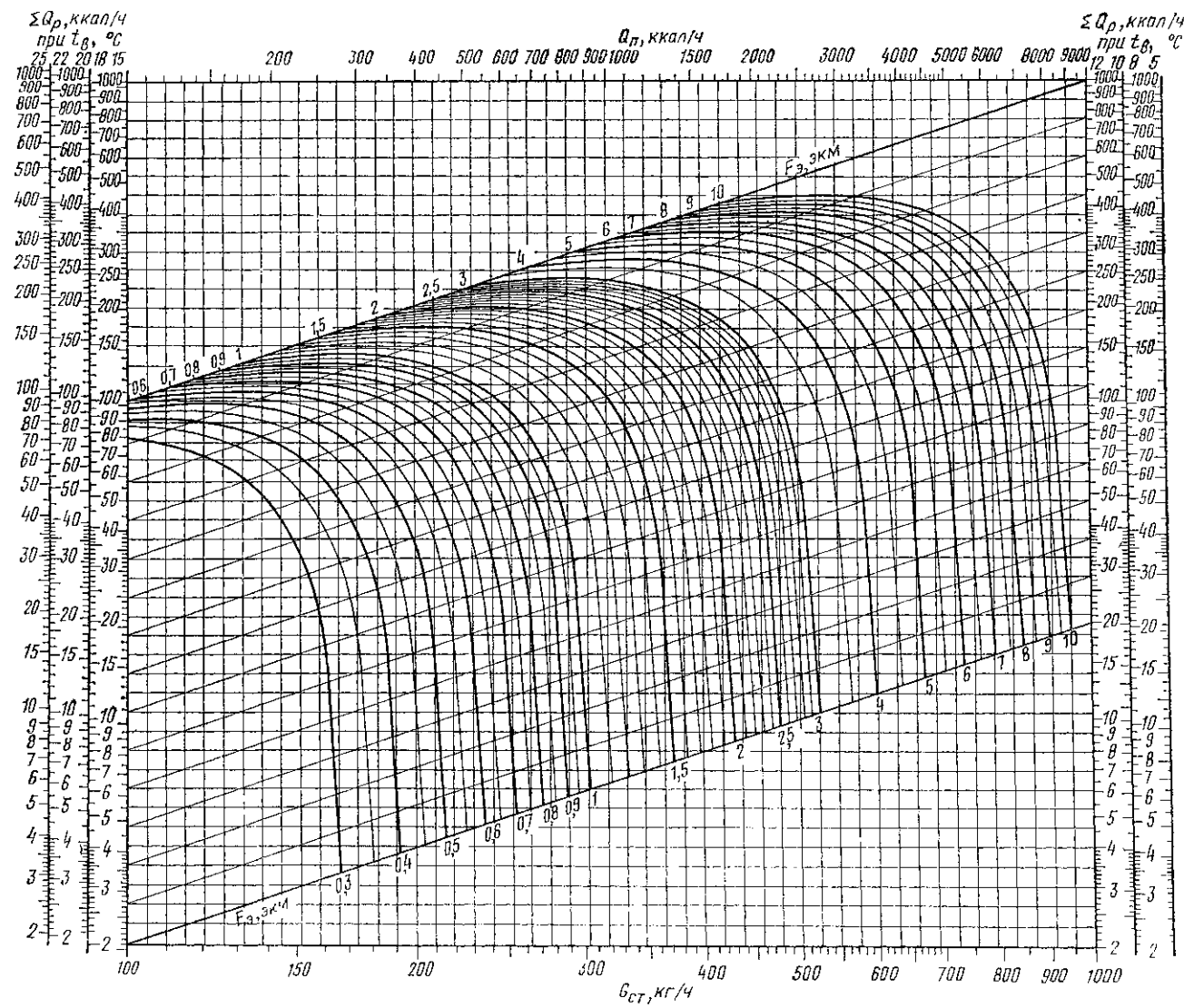


Рис. 12.8. Номограмма определения площади нагревательной поверхности  $F_3$  в зависимости от  $\Delta t_{ср}^1, 206$  для отопительных приборов — конвекторов 15КП

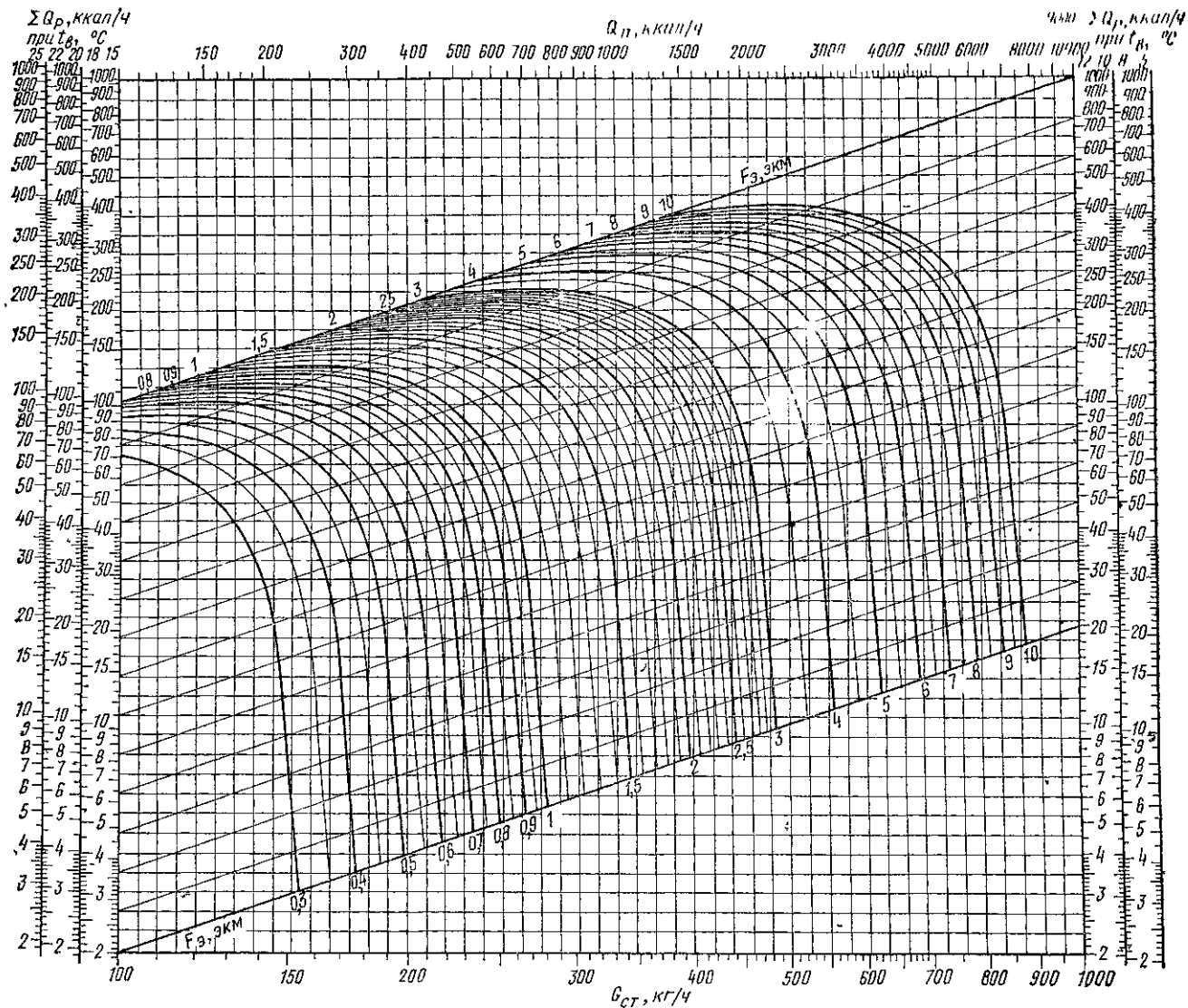


Рис 129 Номограмма определения площади нагревательной поверхности  $F_{эв}$  в зависимости от  $\Delta t_{ср}^{1,214}$  для отопительных приборов — конвекторов 20КП

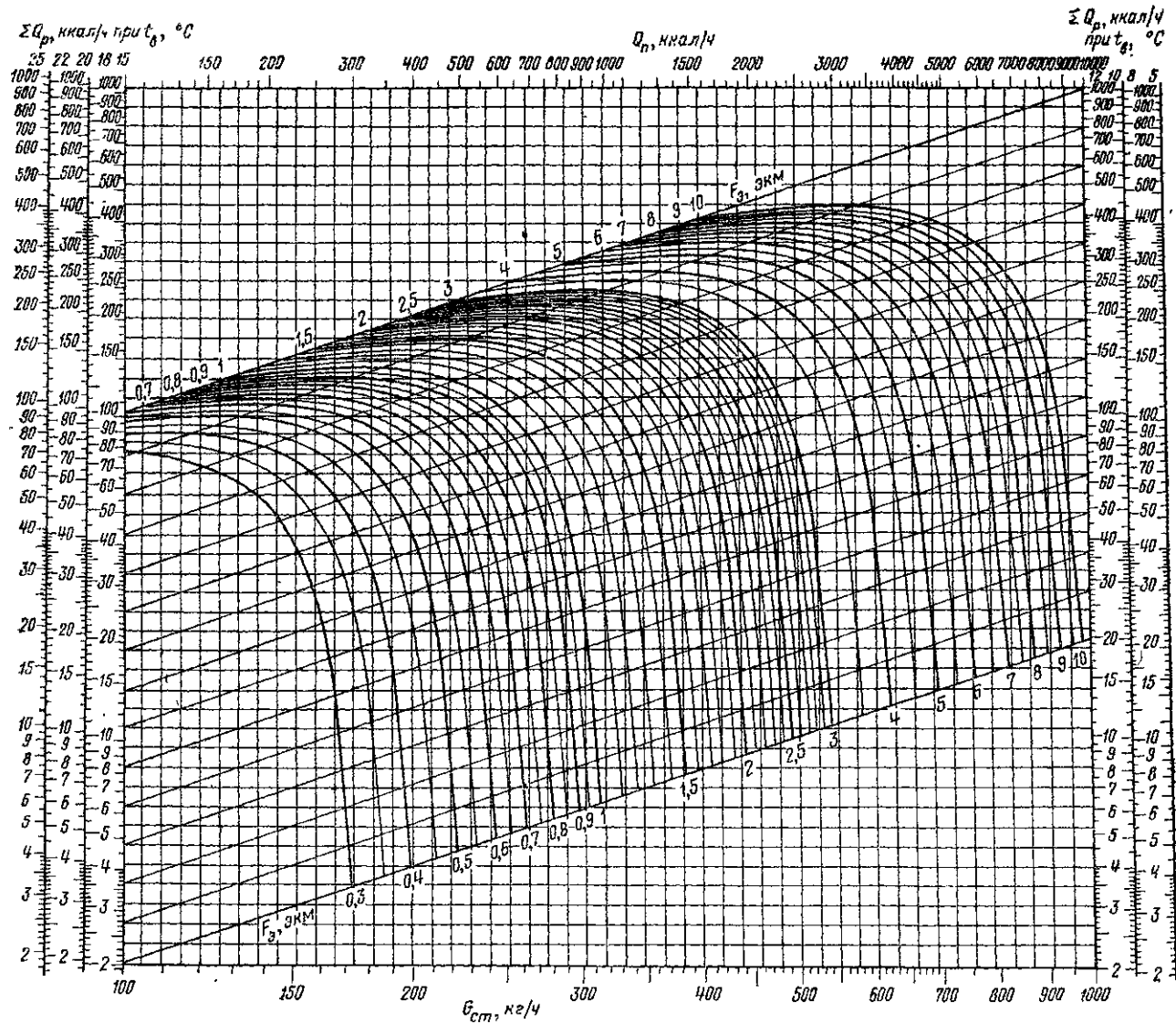


Рис. 12.10. Номограмма определения площади нагревательной поверхности  $F_a$  в зависимости от  $\Delta t_{cp}^{1,3}$  для отопительных приборов — конвекторов чугунных ЛТ-10 и ребристых труб

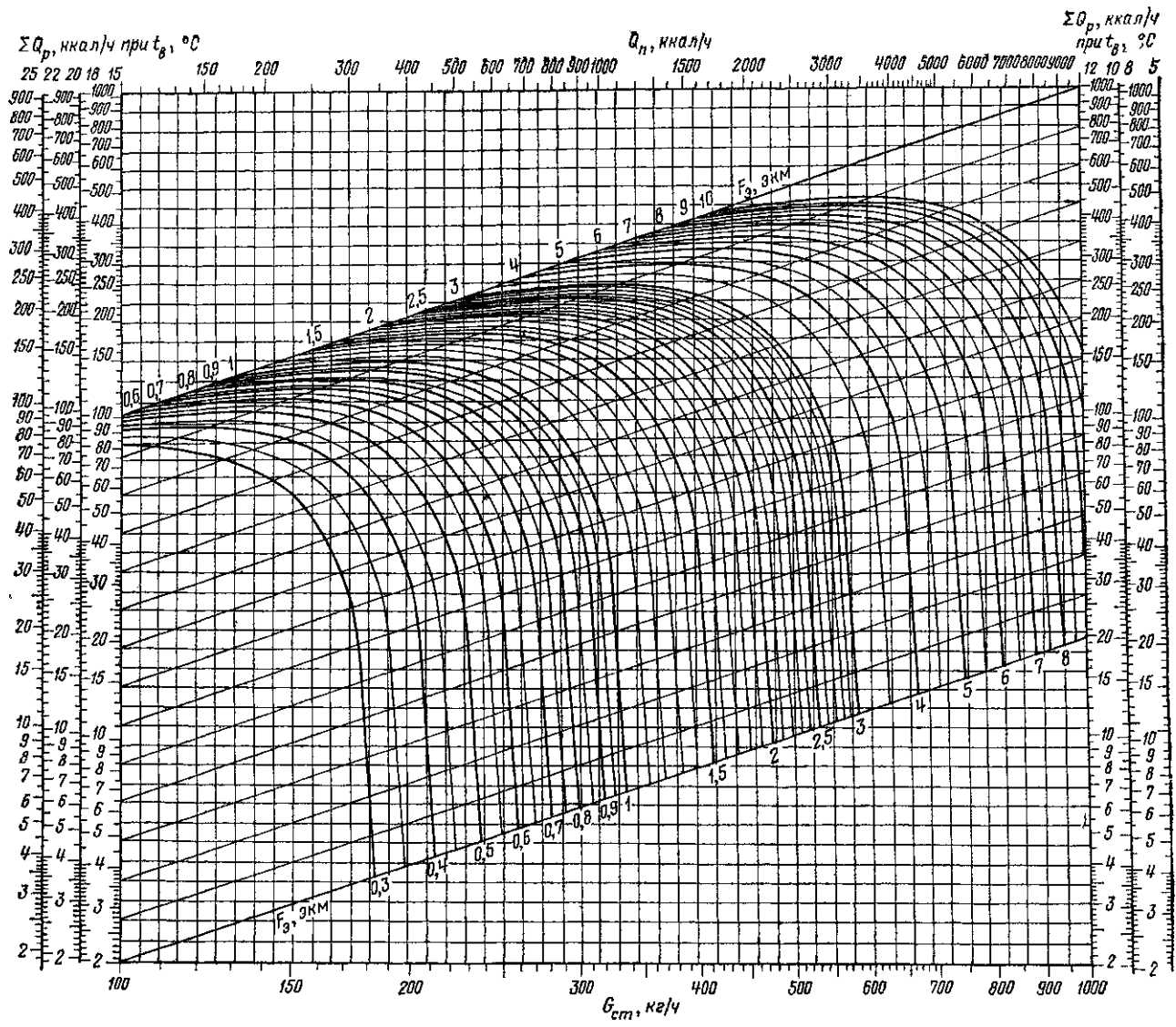
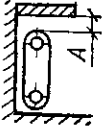
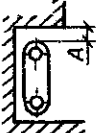


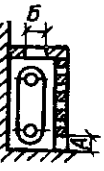


Рис. 12.11. Номограмма определения площади нагревательной поверхности  $F_2$  в зависимости от  $\Delta t_{cp}^{1.35}$  для отопительных приборов — конвекторов «Комфорт»

ТАБЛИЦА 12.12  
КОЭФФИЦИЕНТ  $\beta_2$ , УЧИТЫВАЮЩИЙ СПОСОБ  
УСТАНОВКИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Эскиз установки	Способ установки	$\beta_2$
	Прибор установлен у стены без ниши и перекрыт доской в виде полки	При $A=40, 80$ и $100$ мм $\beta_2=1,05, 1,03$ и $1,02$
	Прибор установлен в стенной нише	При $A=40, 80$ и $100$ мм $\beta_2=1,11, 1,07$ и $1,06$
	Прибор установлен у стены без ниши и закрыт деревянным шкафом со щелями в его передней стене у пола и в верхней доске	При $A=260, 220, 181$ и $150$ мм $\beta_2=1,12, 1,13, 1,19, 1,25$
	Прибор установлен, как и в предыдущем случае, но щель вырезана не в верхней части шкафа, а в верхней части передней доски	При $A=130$ мм $\beta_2=1,2$ при открытых щелях и $\beta_2=1,4$ при щелях, закрытых сетками
	Прибор установлен у стены без ниши и закрыт шкафом, в верхней доске шкафа прорезана щель $B$ , ширина которой не менее глубины прибора. Спереди шкаф закрыт деревянной решеткой, не доходящей до пола на расстояние $A$ (не менее $100$ мм)	При $A=100$ мм $\beta_2=1,15$

Продолжение табл. 12.12

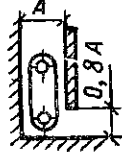
Эскиз установки	Способ установки	$\beta_2$
	Прибор установлен у стены без ниши и закрыт экраном, не доходящим до пола на расстояние $0,8 A$	$\beta_2=0,9$

Рис. 12.12. К расчету суммарной тепловой нагрузки  $\Sigma Q_p$  для каждого отопительного прибора на схеме однотрубного стояка

## 12.6. Определение размера и числа приборов

Размер каждого прибора и число отопительных приборов, подлежащих установке в помещении, определяют по следующим формулам.

1. Для радиаторов чугунных секционных находится минимальное число секций при допустимом уменьшении площади нагревательной поверхности в размере 5% (но не более 0,1 экм)

$$N_{\text{мин}} = \frac{F_p \beta_2 - z}{f_3 \beta_3} \quad (12.15)$$

где  $f_3$  — площадь нагревательной поверхности одной секции, экм (см. табл. 12.1);

$\beta_2$  — поправочный коэффициент, учитывающий способ установки радиатора (см. табл. 12.12): при открытой установке  $\beta_2=1$ ;

$\beta_3$  — поправочный коэффициент, учитывающий число секций в радиаторе;

$$\beta_3 = 0,92 + \frac{0,16}{F_p}; \quad (12.16)$$

$z$  — допустимое уменьшение устанавливаемой площади нагревательной поверхности против расчетной:

$$z = 0,05 F_p \beta_3. \quad (12.17)$$

Для определения числа секций можно использовать формулу (12.15) в преобразованном виде

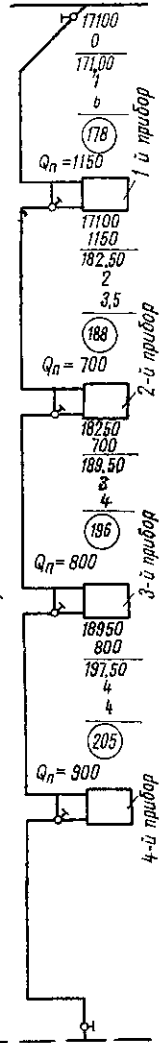


ТАБЛИЦА 12.13

РАСЧЕТНАЯ ПЛОЩАДЬ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ  
ПОВЕРХНОСТИ СЕКЦИОННЫХ РАДИАТОРОВ  $F_p$   
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧИСЛА СЕКЦИЙ В РАДИАТОРЕ

Число секций №	Радиатор				
	M-140-АО	M-140(M-140-A)	M-140-АО-300	M-90	РД-90с
	Площадь нагревательной поверхности одной секции, экм				
	0,35	0,31	0,217	0,26	0,275
2	0,84	0,76	0,59	0,67	0,7
3	1,18	1,07	0,8	0,93	0,97
4	1,52	1,37	1,01	1,18	1,25
5	1,84	1,67	1,22	1,43	1,5
6	2,16	1,98	1,43	1,68	1,73
7	2,54	2,26	1,64	1,93	2,01
8	2,82	2,52	1,85	2,19	2,28
9	3,15	2,83	2,06	2,44	2,56
10	3,49	3,1	2,27	2,69	2,8
11	3,82	3,39	2,47	2,94	3,06
12	4,12	3,68	2,68	3,19	3,3
13	4,45	3,96	2,89	3,45	3,57
14	4,77	4,26	3,1	3,7	3,86
15	5,08	4,58	3,31	3,95	4,06
16	5,42	4,82	3,52	4,2	4,32
17	5,73	5,09	3,73	4,45	4,54
18	6,05	5,39	3,94	4,71	4,8
19	6,37	5,67	4,15	4,96	5,07
20	6,7	5,96	4,36	5,21	5,33
21	7,01	6,24	4,57	5,46	5,59
22	7,34	6,58	4,78	5,71	5,85
23	7,65	6,81	4,99	5,97	6,11
24	7,99	7,1	5,2	6,22	6,37
25	8,31	7,38	5,41	6,47	6,57

$$N_{\text{мин}} = \frac{F_p \beta_2 - 0,168}{0,966 f_3} \quad (12.18)$$

или пользоваться табл. 12.13 при  $\beta_2 = 1$ .

При вычислении по формуле (12.18) к установке принимается ближайшее большее число секций.

2. Для радиаторов стальных панельных колончатых и змеевиковых, а также конвекторов с кожухом

$$N = \frac{F_p}{f_3} \quad (12.19)$$

где  $f_3$  — площадь нагревательной поверхности одной панели (см. табл. 12.1) или конвектора (см. табл. 12.2), экм.

3. Для конвекторов без кожуха плитусных, конвекторов «Прогресс» и «Аккорд», для ребристых труб в одном ряду

$$N = \frac{F_p}{n f_3} \quad (12.20)$$

$f_3$  — площадь нагревательной поверхности конвекторов или ребристых труб принятой длины (см. табл. 12.1), экм

$n$  — число рядов в приборе по вертикали.

Для гладкотрубных приборов длина греющих

$$l = \frac{F_p}{f_3} \beta_2 \quad (12.21)$$

— площадь нагревательной поверхности  $l$  м открытой горизонтальной трубы (табл. 12.14);

ТАБЛИЦА 12.14

ПЛОЩАДЬ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ  
ОТКРЫТОЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ГЛАДКОЙ ТРУБЫ

$d_y$ , мм	40	50	76×3	89×3,5	108×4
$f_3$ , экм/м	0,27	0,334	0,405	0,465	0,55

$\beta_2$  — поправочный коэффициент, учитывающий способ установки труб (см. табл. 12.12); при открытой установке  $\beta_2 = 1$ .

При округлении дробного расчетного числа отопительных приборов до целого допускается уменьшать расчетную площадь нагревательной поверхности  $F_p$  не более чем на 5% (но не более 0,1 экм).

## 12.7. Регулирование теплопередачи отопительного прибора

В системах водяного отопления применяется качественное и количественное регулирование: качественное — центральное (на тепловой станции), групповое (в центральном тепловом пункте) и местное (в тепловом пункте здания); количественное — кроме указанных мест, индивидуальное у каждого отопительного прибора. В системах парового отопления применяется количественное регулирование.

Индивидуальное количественное регулирование может быть ручным и автоматическим. Для ручного регулирования при использовании высокотемпературной воды и при паровом отоплении применяются вентили с золотником без прокладки; при использовании низкотемпературной воды — регулирующие краны. Вентили и краны с пониженным гидравлическим сопротивлением (шиберные, трехходовые и пр.) применяют в однострубных системах, с повышенным гидравлическим сопротивлением (двойной регулировки, «Термис», дроссельные и пр.) — в двухтрубных. Конвекторы «Комфорт» имеют регулирующие воздушные клапаны.

Для автоматического регулирования служат регуляторы прямого и косвенного действия, их гидравлическое сопротивление должно быть пониженным в однострубных и повышенным в двухтрубных системах.

## 12.8. Установка отопительных приборов

Расстояния от строительных конструкций зданий до отопительных приборов и между приборами следует принимать в соответствии с нормативными рекомендациями. Приборы с теплоносителем при температуре выше 105°С необходимо размещать на расстоянии не менее 50 мм от стораемых элементов зданий. При расположении приборов следует учитывать возможность прокладки подводок к ним по прямой линии.

В помещениях с производствами, отнесенными по взрыво- и пожарной опасности к категориям А, Б, В и Е, не допускается размещать отопительные приборы в нишах, за исключением лестничных клеток, где выступы приборов не должны сокращать необходимой ширины проходов.

При смещенной установке отопительного прибора от оси светового проема стояк располагают на расстоянии 150±50 мм от откоса проема, а длину подводки принимают 360—400 мм при трубах  $d_y = 15...20$  мм и 500 мм при трубах  $d_y = 25$  мм.

ТАБЛИЦА 12.15  
РАЗМЕРЫ ОТВЕРСТИЙ И БОРОЗД

Теплопровод	Размеры, мм	
	отверстия	борозды
Однотрубный стояк	100×100	130×130
Двухтрубный »	150×100	200×130
Подводка к прибору и сцепка	100×100	60×60
Магистраль	250×300	—
Главный стояк	200×200	200×200

Устанавливают отопительные приборы на кронштейнах, болтах или металлических подставках. В помещениях с периодическим поступлением тепла предусматривается возможность выключения приборов.

Отопительные приборы без воздушного клапана для регулирования теплопередачи соединяют «на сцепке» в пределах одного помещения, за исключением вспомогательных помещений (коридоров, кладовых и т. п., а также кухонь жилых зданий), где допускается приборы присоединять на сцепке к приборам соседних помещений. Диаметр соединительных труб сцепки принимают по диаметру отверстий в приборах, длина сцепки не должна превышать 1,5 м. Число приборов, соединяемых на сцепке, при односторонней подводке к приборам от однотрубных и двухтрубных стояков должно быть не более двух.

Разносторонняя подводка труб к радиаторам от двухтрубных стояков рекомендуется при числе секций более 25 или при установке более двух приборов, соединенных на сцепке.

Размеры отверстий при открытой прокладке и борозд при скрытой прокладке в строительных конструкциях принимаются в зависимости от вида прокладываемого теплопровода (табл. 12.15).

### 12.9. Примеры расчета площади нагревательной поверхности отопительных приборов

**Пример 12.2.** Найти число секций чугунного радиатора М-140-АО, устанавливаемого без ниши под полкой (расстояние от прибора до полки 40 мм) на пятом этаже пятиэтажного здания, при скрытой прокладке труб двухтрубной системы водяного отопления с нижней прокладкой магистралей и насосной циркуляцией воды, если  $t_{\text{Г}}=95^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{О}}=70^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{В}}=15^{\circ}\text{C}$ , теплопотери помещения  $Q_{\text{П}}=1000$  ккал/ч, понижение температуры воды в подающей магистрали  $\Sigma \Delta t_{\text{М}}=2^{\circ}$ .

Для прибора, расположенного на пятом этаже, принимаем схему присоединения № 2 (снизу вниз).

Количество воды, протекающей через радиатор:

$$G = \frac{1000}{1(95-70)} = 40 \text{ кг/ч.}$$

В приборах двухтрубных стояков  $G_{\text{Отн}}/F_{\text{Р}} < 7$ , по табл. 12.5

выходим:  $\Phi=1,11$ . Средняя температура воды в приборе по формуле (12.6)  $t_{\text{СР}}=0,5(95-2+70)=81,5^{\circ}\text{C}$ , откуда при  $t_{\text{В}}=15^{\circ}\text{C}$   $\Delta t_{\text{СР}}=81,5-15=66,5^{\circ}$ .

По формуле табл. 12.8 для радиатора, присоединенного по схеме № 2, при  $G_{\text{Отн}}/F_{\text{Р}} < 7$

$$q_{\text{э}} = \frac{3,85 \cdot 66,5^{1,15}}{1,11} = 430 \text{ ккал/(ч} \cdot \text{экм)}$$

Площадь нагревательной поверхности по формуле (12.8)

$$F_{\text{э}} = \frac{1000 \cdot 1,05}{430} = 2,44 \text{ экм,}$$

где  $\beta_1=1,05$  по табл. 12.10.

Так как при скрытой прокладке стояка  $F_{\text{Тр}}=0$ , расчетная площадь нагревательной поверхности радиатора по формуле (12.9) составит ( $\rho=0,08$  по формуле табл. 12.8):

$$F_{\text{Р}} = F_{\text{э}}^{1+\rho} = 2,44^{1,08} = 2,6 \text{ экм}$$

Число секций радиатора М-140-АО по формуле (12.18)

$$N_{\text{мин}} = \frac{2,6 \cdot 1,05 - 0,168}{0,966 \cdot 0,35} = 7,6 \text{ секции,}$$

где  $\beta_2=1,05$  по табл. 12.12;  $f_{\text{э}}=0,35$  экм по табл. 12.1

Принимаем к установке ближайшее большее число секций — 8 секций.

**Пример 12.3.** Определить число секций радиатора М-140-АО, пользуясь номограммой и вспомогательной табл. 12.13, по условиям примера 12.2, когда  $Q_{\text{П}}\Phi\beta_1=1000 \cdot 1,11 \cdot 1,05=1165$

При средней температуре воды в радиаторе  $t_{\text{СР}}=81,5^{\circ}\text{C}$  вычисляем по формуле (12.14)

$$\Sigma Q_{\text{Р}} = (150 - 81,5) \cdot 1 = 68,5 \text{ ккал/ч.}$$

На номограмме (см. рис. 12.4) находим на шкале  $\Sigma Q_{\text{Р}}$  соответствующей температуре внутреннего воздуха  $t_{\text{В}}=15^{\circ}\text{C}$ , точку  $\Sigma Q_{\text{Р}}=68,5$ . Двигаясь от этой точки вправо, параллельно наклонным линиям, до пересечения с вертикалью  $Q_{\text{П}}\Phi\beta_1=1165$ , определяем  $F_{\text{э}}=2,5$  экм.

По шкале  $F_{\text{э}} \rightarrow F_{\text{э}}^{1,08}$  на номограмме находим  $F_{\text{Р}} = F_{\text{э}}^{1,08} = 2,5^{1,08} = 2,66$  экм.

Радиатор установлен под полкой ( $\beta_2=1,05$ ), поэтому число секций определяем по величине  $F_{\text{Р}}\beta_2=2,66 \cdot 1,05=2,8$  экм. По табл. 12.13 принимаем  $N=8$  секций.

**Пример 12.4.** Определить число секций открыто устанавливаемого в помещении с теплопотерей  $Q_{\text{П}}=800$  ккал/ч и  $t_{\text{В}}=15^{\circ}\text{C}$  радиатора М-140-АО, если он присоединяется по схеме № 2 со смещенным замыкающим участком к открыто прокладываемому однотрубному стояку;  $t_{\text{Г}}=105^{\circ}\text{C}$ ;  $\Sigma \Delta t_{\text{М}}=3^{\circ}$ ;  $\Sigma Q_{\text{П}}=1500$  ккал/ч;  $\Sigma Q_{\text{Тр}}=100$  ккал/ч;  $G_{\text{Ст}}=150$  кг/ч;  $F_{\text{Тр}}=0,4$  экм.

Рассчитываем среднюю температуру воды в приборе по формуле (12.7):

$$t_{\text{СР}} = 105 - 3 - \frac{1500 + 100 + 1 \cdot 800}{150} = 86^{\circ}\text{C,}$$

принимая  $\frac{0,5}{\alpha} = 1$  по табл. 12.7.

При температурном напоре  $\Delta t_{\text{СР}}=86-15=71^{\circ}\text{C}$  вычисляем  $q_{\text{э}}$  по формуле для радиаторов, присоединенных по схеме № 2 (табл. 12.8), задавшись  $\Phi=1$ :

$$q_{\text{э}} = 3,85 \cdot 71^{1,15} = 497 \text{ ккал/(ч} \cdot \text{экм)}$$

и находим предварительную площадь нагревательной поверхности

$$F'_{\text{э}} = \frac{800}{497} = 1,61 \text{ экм.}$$

Тогда при  $\alpha=0,5$

$$\frac{G_{\text{Отн}}}{F_{\text{Р}}} = \frac{150 \cdot 0,5}{17,4 \cdot 1,61} = 2,7 < 7.$$

Отыскиваем при  $\frac{G_{\text{Отн}}}{F_{\text{Р}}} < 7$  и  $G_{\text{Пр}}=150 \cdot 0,5=75$  кг/ч значение

коэффициента  $\Phi$  по табл. 12.5:  $\Phi=1,05$ .

Следовательно,

$$F_{\text{э}} = 1,61 \cdot 1,05 = 1,69 \text{ экм;}$$

$$F_{\text{э}}^{1,08} = 1,69^{1,08} = 1,76 \text{ экм;}$$

$$F_{\text{Р}} = 1,76 - 0,4 = 1,36 \text{ экм}$$

Число секций радиатора находим по формуле (12.18):

$$N_{\text{мин}} = \frac{1,36 - 0,168}{0,966 \cdot 0,35} = 3,5.$$

Принимаем к установке 4 секции.



**Пример 12.5.** Определить число секций радиатора М-140-АО по условиям примера 12.4, пользуясь номограммой. По табл. 12.5 было найдено значение  $\Phi=1,05$ . Тогда  $Q_{\text{п}}\Phi = 800 \cdot 1,05 = 840$ . Подсчитываем по формуле (12.13).

$$\Sigma Q_p = 10^{-2} \left[ 150(150 - 105) + 150 \cdot 3 + 1500 + 100 + \frac{0,5}{0,5} 800 \right] = 96.$$

На шкале  $G_{\text{ст}}$  номограммы (см. рис. 12.4) находим точку  $G_{\text{ст}} = 150$ . Замечая, что  $F_7 = 1,22$ , движемся по вертикали вверх до пересечения с горизонтальной, соответствующей  $\Sigma Q_p = 96$  на шкале при  $t_p = 15^\circ \text{C}$ .

Перемещаясь от найденной точки параллельно наклонным линиям до пересечения с вертикалью  $Q_{\text{п}} = 800$  ккал/ч, находим  $F_9 > F_7$ . Производим пересчет  $F_9$  по величине  $Q_{\text{п}}\Phi = 840$ ;  $F_9 = 1,7$  экм, откуда (по шкале  $F_9 = F_3^{1+\rho}$ )

$$F_3^{1+\rho} = 1,7^{1,08} = 1,77; \quad F_p = 1,77 - 0,4 = 1,37 \text{ экм}$$

По табл. 12.13 находим  $N=4$  секции.

**Пример 12.6.** Определить с помощью номограммы площадь гревательной поверхности конвектора «Прогресс-15», присоединенного по схеме № 4 (см. табл. 12.4), с трехходовым краном по условиям примера 12.4, но при  $Q_{\text{п}} = 2480$  ккал/ч и  $t_r = 145^\circ \text{C}$ .

$$\text{Величина } \frac{0,5}{\alpha} = 0,5 \text{ (см. табл. 12.7).}$$

При расходе воды через прибор  $G_{\text{пр}} = 150$  кг/ч устанавливаем по табл. 12.5  $\Phi = 1,17$  и вычисляем.

$$Q_{\text{п}} \Phi = 2480 \cdot 1,17 = 2900;$$

следовательно,

$$\Sigma Q_p = 10^{-2} [150(150 - 145) + 150 \cdot 3 + 1500 + 100 + 0,5 \cdot 2480] = 40.$$

По номограмме (рис. 12.3), произведя операции аналогично описанным в примере 12.5 (не обращая внимания на величину  $F_7$ ), находим

$$F_9 = 3,3;$$

$$F_p = 3,3 - 0,4 = 2,9 \text{ экм.}$$

## Глава 13. ВОДЯНОЕ ОТОПЛЕНИЕ

### 13.1. Общие сведения

Водяное отопление применяется при местном и централизованном теплоснабжении.

Принципиальная схема системы насосного водяного отопления при местном теплоснабжении дана на рис. 13.1, а. На схеме показан открытый расширительный бак, присоединенный к общей обратной магистрали перед циркуляционным насосом.

Принципиальные схемы систем водяного отопления при централизованном водяном теплоснабжении изображены на рис. 13.1, б—д.

Независимую насосную систему (см. рис. 13.1, б) применяют для создания местного теплогидравлического режима в здании при  $t_r < t_1$ . В независимой гравитационной системе (см. рис. 13.1, а) отсутствует циркуляционный насос, расширительный бак присоединен к верхней точке труб.

Зависимую систему со смещением (см. рис. 13.1, г) используют для получения  $t_r < t_1$ , когда в ней допускается повышение гидростатического давления до давления, под которым находится вода в наружном обратном теплопроводе. Температура воды  $t_1$  в наружном подающем теплопроводе понижается до температуры  $t_r$  с помощью смесительного насоса или смесительного аппарата — водоструйного элеватора. Зависимую систему без смещения (см. рис. 13.1, д) применяют, когда в ней допускается  $t_r = t_1$  без местного качественного регулирования.

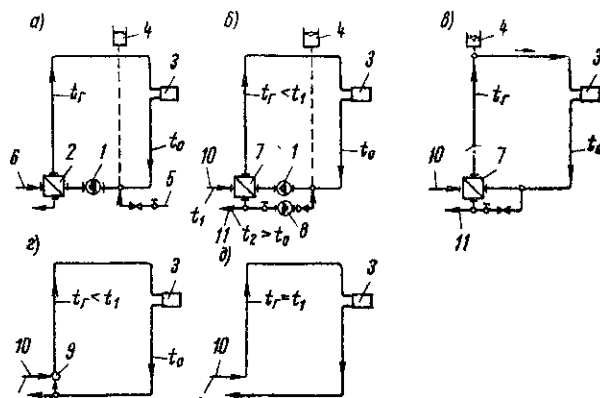


Рис. 13.1. Принципиальные схемы систем водяного отопления

а — при местном теплоснабжении; б, в, г, д — при централизованном теплоснабжении; 1 — циркуляционный насос; 2 — котел; 3 — отопительный прибор; 4 — расширительный бак; 5 — водопровод; 6 — подача топлива; 7 — теплообменник; 8 — подпиточный насос; 9 — смесительная установка; 10 — подающий теплопровод; 11 — обратный теплопровод

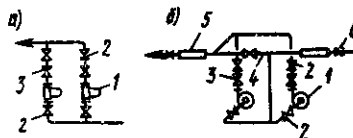


Рис. 13.2. Присоединение труб к циркуляционным насосам

а — отопительным; б — общепромышленным высоконапорным; 1 — насос; 2 — задвижка; 3 — обратный клапан; 4 — обводная труба с задвижкой (нормально закрыта); 5 — виброизолирующая вставка; 6 — неподвижная опора

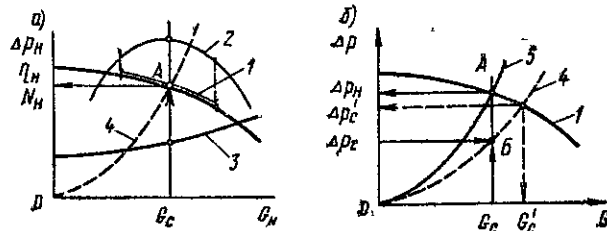


Рис 13.3. Характеристики насоса

а — отопительного; б — общепромышленного; 1 — давления; 2 — к. п. д.; 3 — мощность; 4 — характеристика системы отопления; 5 — то же, после диафрагмирования

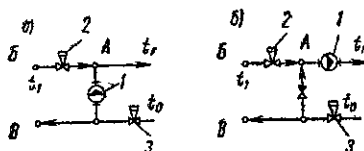


Рис. 13.4. Принципиальная схема установки смесительного насоса

а — на перемычке; б — на подающей магистрали; 1 — смесительный насос; 2 — регулятор температуры; 3 — регулятор расхода воды в системе отопления

В насосных системах водяного отопления устанавливают лопастные отопительные насосы (рис. 13.2, а) и центробежные насосы общепромышленного назначения (рис. 13.2, б).

Предпочтение отдается бесшумным отопительным насосам, непосредственно соединенным с электродвигателем.

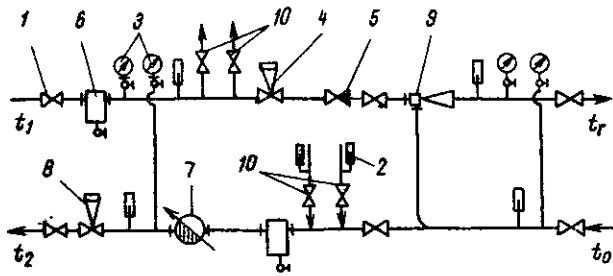


Рис. 13.5. Принципиальная схема местного теплового пункта системы отопления с водоструйным элеватором и ответвлениями к системам вентиляции и кондиционирования воздуха

1 — задвижка; 2 — термометр; 3 — манометры; 4 — регулятор расхода; 5 — обратный клапан; 6 — грязевик; 7 — тепломер; 8 — регулятор давления; 9 — водоструйный элеватор; 10 — ответвления

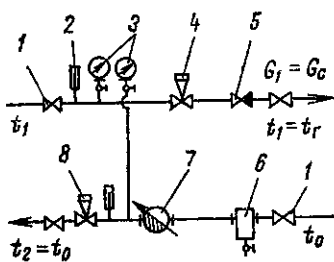


Рис. 13.6. Принципиальная схема местного теплового пункта системы отопления при  $t_r = t_1$ . Обозначения см. в экспликации к рис. 13.5

теплыми и закрепляемым на трубах без фундамента. Отопительный насос выбирают по заводской характеристике (рис. 13.3, а) в зависимости от общего расхода воды в системе отопления  $G_C$ , причем давление насоса, развиваемое в рабочей точке А, принимают за исходное при гидравлическом расчете труб системы.

Центробежный насос общепромышленного назначения выбирают (с учетом допустимого давления на всасывании) также по заводской характеристике (рис. 13.3, б) в зависимости от расхода воды  $G_C$  и гидравлического сопротивления  $\Delta p_C$  системы, причем избышек давления насоса в рабочей точке А (выраженный ординатой АБ) должен поглощаться диафрагмой.

Смесительный насос в зависимой системе отопления (см. рис. 13.1, г) можно устанавливать на перемычке между подающей и обратной магистралью (рис. 13.4, а) или на обратной либо подающей магистрали (рис. 13.4, б) системы.

Давление, создаваемое смесительным насосом на перемычке, а следовательно, и циркуляционное давление в системе отопления ограничено, так как смешение воды в общей точке А (см. рис. 13.4, а) происходит под определенным давлением в наружном подающем тепло-

проводе (в точке Б). Смесительный насос на обратной или подающей магистрали развивает циркуляционное давление в системе отопления независимо от разности давления в наружных теплопроводах (в точках В и В').

Водоструйный элеватор применяют в системе отопления без местного качественного регулирования. Схема установки водоструйного элеватора с контрольно-измерительными и другими приборами, характерными для местного теплового пункта зависимой системы отопления со смешением воды, изображена на рис. 13.5. Схема местного теплового пункта зависимой системы отопления без смешения воды дана на рис. 13.6.

### 13.2. Классификация систем

В системах водяного отопления теплопроводы различным образом соединяют с отопительными приборами и прокладывают в зданиях. В зависимости от этого системы водяного отопления различаются:

по схеме соединения труб с отопительными приборами — однотрубные с последовательным соединением и двухтрубные с параллельным соединением приборов;

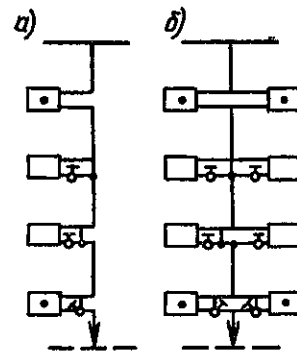


Рис. 13.7. Вертикальный однотрубный стояк системы отопления с верхней разводкой

по положению труб, соединяющих отопительные приборы, — вертикальные и горизонтальные;

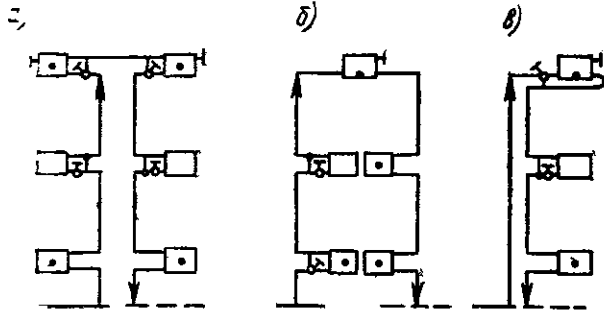
по расположению магистралей — с верхней разводкой при прокладке подающей магистрали выше отопительных приборов; с нижней разводкой при расположении подающей и обратной магистралей ниже приборов; с «опрокинутой» циркуляцией воды при прокладке обратной магистрали выше приборов;

по направлению движения воды в подающей и обратной магистралях — с тупиковым (встречным) и попутным (в одном направлении) движением воды; при встречном движении воды в двух частях каждого отопительного прибора, последовательно соединенных трубами, система носит название бифилярной (двухпоточной).

Отдельные стояки с различными трубными подводками к отопительным приборам (приборными узлами) при многократном повторении составляют вместе с магистралями и тепловым пунктом систему отопления.

Основные приборные узлы, встречающиеся в вертикальных однотрубных системах с верхней разводкой, показаны на рис. 13.7. При одностороннем (см. рис. 13.7, а) и двустороннем (см. рис. 13.7, б) присоединении отопительных приборов к стояку приборные узлы

... могут быть прочными (четвертый этаж, см. рис. 13.7), регулируемые с осевыми (третий этаж) и со смещенными (второй этаж) замыкающими участками или проточно-регулируемыми с трехходовыми кранами и обходными участками (первый этаж).



138 Вертикальный однотрубный стояк системы отопления с нижней разводкой

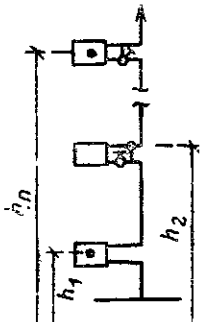


Рис. 13.9. Вертикальный однотрубный стояк системы отопления с опрокинутой циркуляцией воды

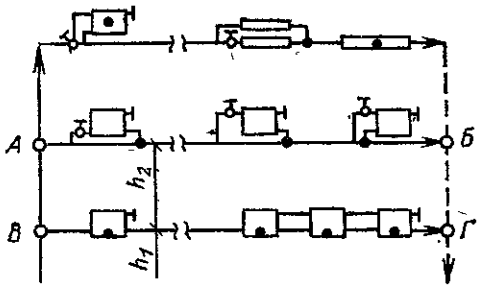
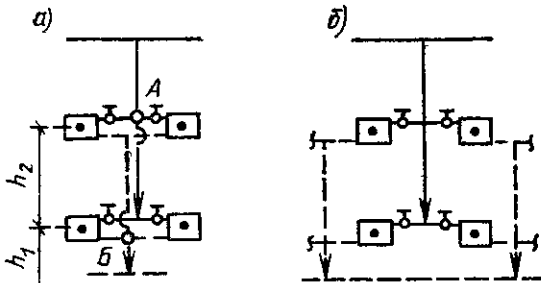


Рис. 13.10 Горизонтальная однотрубная система отопления



1311. Вертикальный двухтрубный стояк системы отопления с верхней разводкой

На рис. 13.8 изображены три основных приборных узла, применяющихся в вертикальных однотрубных системах с нижней разводкой (системах с П-образными стояками). В верхнем этаже показаны проточно-регулируемые узлы систем, подпитываемых деаэрированной (см. рис. 13.8, а) и водопроводной (см. рис. 13.8, б—в) водой. Узел с осевым замыкающим участком не используется. На рис. 13.8, б дана схема стояка вертикальной бифилярной системы; на рис. 13.8, в — схема

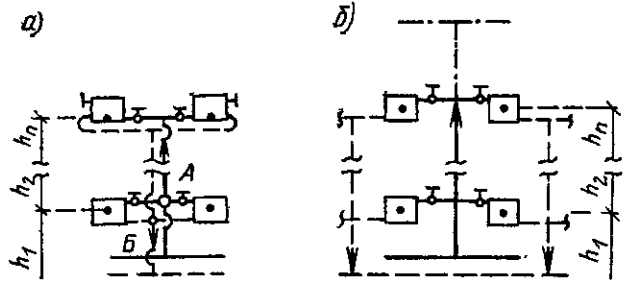


Рис. 13.12. Вертикальный двухтрубный стояк системы отопления с нижней разводкой

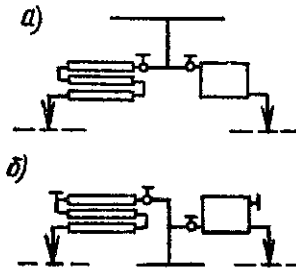


Рис. 13.13. Приборные узлы горизонтальной двухтрубной системы отопления

а — с верхней разводкой; б — с нижней разводкой

стояка для непарных приборов, а также для приборов со значительной тепловой нагрузкой.

Три основных приборных узла, использующихся в вертикальных однотрубных системах с опрокинутой циркуляцией воды, приведены на рис. 13.9.

Основные приборные узлы, встречающиеся в горизонтальных однотрубных системах (проточные, регулируемые с осевыми замыкающими участками и проточно-регулируемые с обходными участками), показаны на рис. 13.10. Воздушные краны, установленные в верхней части приборов, могут быть индивидуальными и групповыми (на рисунке — справа внизу).

Стояки для вертикальных двухтрубных систем с верхней разводкой изображены на рис. 13.11. Один из стояков — столбовой с односторонним присоединением труб к отопительным приборам (см. рис. 13.11, а), другой — цепочечный с разносторонним присоединением труб к приборам (см. рис. 13.11, б).

Схемы двух таких же стояков вертикальных двухтрубных систем с нижней разводкой, отличающиеся еще и способом сбора и удаления воздуха, показаны на рис. 13.12. В одном стояке воздух собирается в верхних отопительных приборах, присоединенных по схеме снизу вниз, и удаляется через воздушные краны (см. рис. 13.12, а), в другом стояке воздух собирается и удаляется централизованно (см. рис. 13.12, б; воздушные трубы показаны штрихпунктирной линией).

На рис. 13.13 приведены основные приборные узлы, встречающиеся в горизонтальных двухтрубных системах с верхней (рис. 13.13, а) и нижней (рис. 13.13, б) разводкой. Слева показано змеевиковое (последовательное) соединение трубами таких приборов, как гладкие и ребристые трубы, плитусные конвекторы, справа — присоединение радиаторов колончатых по схемам сверху вниз (см. рис. 13.13, а) и снизу вниз (см. рис. 13.13, б).

### 13.3. Этапы проектирования системы

Исходные данные для проектирования: назначение и технология, планировка и строительные конструкции здания; климат и положение здания на местности; источник теплоснабжения; температура помещений.

Расчет теплового режима. Теплотехнический расчет наружных ограждений, расчет теплового режима в помещениях, определение тепловых нагрузок для отопления.

Выбор системы. Выбор параметров воды и гидравлического давления в системе, а также вида отопительных приборов и конструкции системы (с технико-экономическим обоснованием в необходимых случаях).

Конструирование системы. Размещение отопительных приборов, стояков, магистралей и других элементов системы. Деление системы на части постоянного и периодического действия, на ветви для регулирования действия. Определение уклона труб; схемы движения, сбора и удаления воздуха; компенсации удлинения и тепловой изоляции труб; мест спуска и наполнения водой стояков и системы. Выбор вида запорно-регулирующей арматуры, а также ее размещение.

Конструирование схемы системы с нанесением тепловых нагрузок отопительных приборов и участков теплопроводов.

Расчет системы. Гидравлический и тепловой расчеты теплопроводов и отопительных приборов (см. главу 12).

До гидравлического расчета проводят предварительный тепловой расчет таких отопительных приборов, как конвекторы, радиаторы панельные змеевиковые и т. п., при которых сопротивление по длине греющих труб  $d_g = 15...20$  мм отражается на гидравлическом сопротивлении стояков. В этом случае размеры отопительных приборов уточняют после проведения гидравлического расчета. Допустимо также делать окончательный тепловой расчет любых отопительных приборов до гидравлического расчета двухтрубных систем при скрытой прокладке труб.

После гидравлического расчета проводят тепловой расчет таких отопительных приборов, как радиаторы секционные и панельные колончатые, ребристые и гладкие трубы  $d_g = 32...100$  мм, гидравлическое сопротивление которых допустимо оценивать по местному сопротивлению на входе и выходе воды, а также тепловой расчет гравитационной системы отопления малоэтажных зданий. Размеры отопительных приборов устанавливают с учетом площади нагревательной поверхности теплопроводов в помещениях.

### 13.4. Выбор системы

При проектировании водяного отопления предпочтение отдается насосным однотрубным системам. Гравитационные системы допускаются применять при технико-экономическом обосновании их преимуществ перед насосными или при технологической необходимости

исключения шума и вибрации конструкций в здании; их целесообразно использовать в отдельно стоящих зданиях при относительно небольшой площади застройки и местном источнике тепла.

Однотрубные системы с проточными отопительными приборами дешевле других; они используются в тех случаях, когда применяются приборы с воздушными регулирующими клапанами (например, конвекторы «Комфорт») или когда индивидуальное регулирование теплопередачи приборов не является обязательным.

Проточно-регулируемые однотрубные системы с трехходовыми кранами рекомендуется применять при индивидуальном ручном регулировании теплопередачи отопительных приборов. Эти системы могут заменяться однотрубными системами с замыкающими участками у приборов для уменьшения гидравлического сопротивления приборных узлов. Следует принимать во внимание, что узел со смешанным замыкающим участком, хотя и обладает большим гидравлическим сопротивлением, чем узел с осевым замыкающим участком, способствует затеканию воды в отопительный прибор и компенсации теплового удлинения труб.

Вертикальные однотрубные системы рекомендуется применять в зданиях, имеющих три этажа и более; при прокладке труб вдоль вертикальных стыков наружных ограждающих конструкций появляется возможность влиять на их температурное поле. При использовании таких отопительных приборов, как радиаторы колончатые, наиболее рациональны системы с верхней разводкой.

Однотрубные системы с нижней разводкой целесообразны в бесчердачных зданиях с техническими подпольями и подвалами, а также при необходимости поэтажного включения системы в действие в процессе строительства здания. Однотрубные системы с опрокинутой циркуляцией воды применяются в зданиях повышенной этажности, в зданиях с отапливаемыми чердачными помещениями или с верхними техническими этажами, причем рекомендуется использовать отопительные приборы со стальными трубами в качестве греющих элементов (например, конвекторы, радиаторы панельные змеевиковые).

Однотрубные системы при расчетной разности температуры воды более  $40^\circ$  (например,  $130-70^\circ\text{C}$ ) следует разделять на две последовательно соединенные части с тем, чтобы разность температуры в каждой из них не превышала  $45^\circ\text{C}$ .

Горизонтальные однотрубные системы рекомендуется применять в протяженных зданиях, в зданиях с ленточным остеклением, в зданиях, где каждый этаж имеет различные технологические назначения и режим, особенно при значительном расходе воды в отопительных приборах (например, при относительном расходе воды в радиаторах более 5).

Бифилярные системы целесообразно применять при автоматическом поддержании заданной температуры воздуха в помещениях с помощью пофасадного (вертикальные системы) или поэтажного (горизонтальные системы) количественного регулирования теплопередачи отопительных приборов.

Вертикальные насосные двухтрубные системы с нижней разводкой могут применяться в бесчердачных зданиях ограниченного объема, состоящих из разноэтажных частей, с установкой регулирующих кранов повышенного гидравлического сопротивления у отопительных приборов.

Двухтрубные системы с верхней разводкой следует применять в малоэтажных зданиях, имеющих один-два этажа. Гравитационные двухтрубные системы с верхней

разводной используются для квартирного отопления при длине действия не более 30 м по горизонтали.

Для сокращения протяженности и диаметра магистралей рекомендуется применять системы с тупиковым движением воды. В насосных системах значительной протяженности при малой тепловой нагрузке стояков можно использовать для увязки потерь давления в параллельно соединенных участках (если расхождение при тупиковом движении воды превышает 15%) попутное движение воды в магистралах.

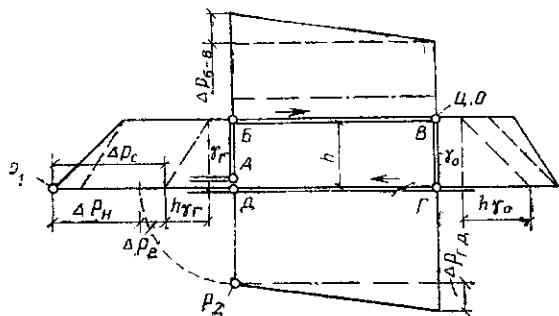


Рис. 13.14. Эпюра гидравлического давления в местной системе отопления, непосредственно соединенной с наружными теплопроводами

Для отопления помещений с периодическим пребыванием людей, помещений с резко меняющимися теплопотерями в результате воздействия ветра, солнечной радиации или других факторов следует предусматривать отдельные системы или ветви, отключаемые от общих систем отопления.

Рекомендуемые виды отопительных приборов для отопления зданий и сооружений различного назначения приведены в Строительных нормах и правилах.

Гидравлическое давление в системе. Давление в системе отопления, гидравлически независимой от наружной тепловой сети (см. рис. 13.1, а—в), определяется положением расширительного бака, давлением в нем (если бак закрытый) и давлением, развиваемым насосом.

Давление в зависимой системе отопления связано с давлением в наружных теплопроводах (см. главу 21). При построении эпюры гидравлического давления устанавливается его минимальная и максимальная величина и динамика изменения при циркуляции воды.

На рис. 13.14 изображена упрощенная эпюра гидравлического давления в зависимой системе отопления с двойными линиями между точками А, Б, В, Г, Д) высотой с одним центром охлаждения (ц.о) в точке В. Штрихпунктирными линиями показано изменение гидростатического давления в статическом режиме, причем в наиболее высоко расположенной точке В оно принимается избыточным (от 0,2 кгс/см<sup>2</sup> при  $t_r < 100^\circ\text{C}$  до 4 кгс/см<sup>2</sup> при  $t_r = 150^\circ\text{C}$ ). Гидростатическое давление  $p_2$  в точке Д общей обратной магистрали дает необходимое давление в месте соединения системы отопления с наружным обратным теплопроводом (может поддерживаться на более высоком уровне регулятором давления («до себя») и является исходным для построения пьезометрических линий в расчетном динамическом режиме (сплошные линии на рисунке).

Гидравлическое давление в точке Г, наиболее низкая и удаленной от теплового пункта, выражает наи-

большее давление в обратной магистрали системы; оно не должно превосходить рабочего давления, допустимого для арматуры и отопительных приборов.

Гидравлическое давление в точке В показывает наименьшее давление в системе в динамическом режиме. Если, например, высота системы 20 м, потеря давления от точки В до точки Д  $5 \cdot 10^3$  кгс/м<sup>2</sup> (0,5 кгс/см<sup>2</sup>), а давление в наружном обратном теплопроводе  $p_2 = 2,5$  кгс/см<sup>2</sup>, то давление в точке В составит:

$$p_B = 2,5 + 0,5 - 2 = 1 \text{ кгс/см}^2,$$

т.е. будет недостаточным для предотвращения вскипания воды, имеющей температуру  $> 120^\circ\text{C}$ .

Гидравлическое давление в точке Б выражает наибольшее давление в подающей магистрали в динамическом режиме.

Гидравлическое давление в точке А показывает наибольшее давление  $p_1$  в подающей магистрали системы:

$$p_1 = p_2 + \Delta p_c - \Delta p_e, \quad (13.1)$$

где  $\Delta p_c$  — гидравлическое сопротивление (потеря давления при циркуляции воды) системы;

$\Delta p_e$  — естественное циркуляционное (гравитационное) давление, возникающее в системе.

### 13.5. Конструирование системы

**А. Трубы.** Для пропуска теплоносителя используют трубы металлические (стальные, медные, свинцовые и др.) и неметаллические (пластмассовые, стеклянные и др.). Наиболее широко применяют стальныешовные (сварные) и бесшовные (цельнотянутые) трубы, причем последние рекомендуется применять в местах, недоступных для ремонта.

Из стальных шовных труб в основном используются неоцинкованные (воздушные линии выполняют из оцинкованных труб) водогазопроводные трубы (ГОСТ 3262—62) обыкновенные, усиленные и легкие  $d_y = 10, 15, 20, 25, 32, 40$  и 50 мм и стальные электросварные трубы (ГОСТ 10704—63\*)  $d = 76 \times 3; 89 \times 3,5; 108 \times 4; 133 \times 4; 159 \times 5$  мм и т. д. Усиленные трубы применяют в уникальных долговременных сооружениях со скрытой прокладкой труб; обыкновенные — при скрытой прокладке; легкие трубы предназначены под сварку или накатку резьбы для их соединения в системах с открытой прокладкой труб. Площади поперечного сечения обыкновенных, усиленных и легких труб одного и того же условного диаметра различны (например, для трубы  $d_y = 20$  мм площади соответственно относятся как  $1 \cdot 0,926 \cdot 1,057$ ), это следует иметь в виду при гидравлическом расчете.

В большинстве случаев применяется открытая прокладка отопительных труб, и их поверхность учитывается как нагревательная при расчете площади поверхности отопительных приборов (см. главу 12). По специальным технологическим, гигиеническим, архитектурно-планировочным и другим требованиям прокладка труб может быть скрытой: магистрали переносятся в техническое помещение, стояки и подводки к приборам скрываются в шахтах, каналах и бороздах (размеры см. табл. 12.15) или замоноличиваются (в местах расположения разборных соединений и арматуры предусматриваются люки).

Размеры подводок к отопительным приборам должны, как правило, унифицироваться (см. приложения № 20—22 к СН 419—70). Длина подводки или цепки не должна превышать 1,25—1,5 м, уклон подводки 5—

10 мм на всю ее длину (при длине до 0,5 м допускается прокладка подводки без уклона).

Необходимо обособлять стояки для отопления лестничных клеток; вертикальные стояки рекомендуются помещать в углах наружных стен; следует предусматривать изгибы труб для компенсации теплового удлинения стояков (рис. 13.15).

Магистраль системы в промышленном здании следует прокладывать под потолком, в средней зоне и у пола в пределах помещений.

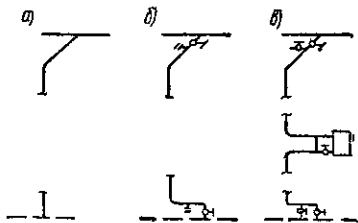


Рис. 13.15. Изгибы труб для компенсации удлинения вертикальных стояков систем отопления зданий различной этажности

В малоэтажном промышленном здании рационально применять горизонтальную однотрубную систему (обычную или бифилярную) с совмещением в одной трубе функций подводки, стояка и магистрали. Длину прямого участка поэтажных веток без компенсатора удлинения труб рекомендуется принимать не более 12 м.

В широком (шириной более 9 м) гражданском здании следует делить систему на две пофасадные части для проведения независимого эксплуатационного регулирования теплопередачи.

Магистрали в гражданских и вспомогательных зданиях промышленных предприятий, как правило, прокладывают в технических помещениях. В северной строительной-климатической зоне прокладывать магистрали на чердаках и в вентрируемых подпольях зданий не допускается.

При размещении магистралей следует обеспечивать свободный доступ к ним для осмотра, ремонта и смены, а также уклон 0,003 (при необходимости допустим уклон 0,002) и компенсацию теплового удлинения. Расстояние между осями труб двухтрубных неизолированных стояков  $d_y \leq 32$  мм берется равным 80 мм с допустимым отклонением  $\pm 5$  мм, при этом подающие трубы располагаются справа. Расстояния от поверхности строительных конструкций до оси неизолированных стояков или горизонтальных труб принимаются: 35 мм при  $d_y \leq 32$  мм, 50 мм при  $d_y > 32$  мм с допуском  $\pm 5$  мм.

При конструировании системы необходимо учитывать правила производства монтажных работ.

**Б. Запорно-регулирующая арматура.** На подводках к отопительным приборам устанавливают арматуру: при однотрубных стояках — регулирующие краны для эксплуатационного регулирования, обладающие пониженным гидравлическим сопротивлением [ручные краны шиберные, трехходовые (КРТ по ГОСТ 10944—64) и четырехходовые; автоматические краны];

при двухтрубных стояках — регулирующие краны для пускового и эксплуатационного регулирования, обладающие повышенным гидравлическим сопротивлением [ручные краны двойной регулировки, «Термис», дрос-

сельные (КРД по ГОСТ 10944—64) и др.; автоматические краны].

Если в системе циркулирует вода с высокой температурой, пробковые регулирующие краны заменяют вентиляльными.

Регулирующие краны у отопительных приборов не устанавливают в местах, где может замерзнуть вода, — это относится к приборам при входе в лестничные клетки, у ворот, у загрузочных проемов.

Допускается установка одного общего регулирующего крана на трубе, подающей воду к группе отопительных приборов, расположенных в одном помещении; при наличии в помещении двух приборов, присоединенных к разным стоякам, регулирующий кран может быть установлен один у большего прибора.

Арматуру на стояках в малоэтажных (один—три этажа) зданиях не ставят (см. рис. 13.15, а). В четырех—семиэтажных зданиях на стояках устанавливают проходные (пробковые) краны (см. рис. 13.15, б) на расстоянии не более 120 мм от магистралей и тройники или муфты с пробками для выпуска воды и воздуха. При высокой температуре воды ( $t_r \geq 100^\circ \text{C}$ ) вместо проходных кранов применяют вентили, а тройники с пробками заменяют спускными кранами. В зданиях, имеющих восемь и более этажей (см. рис. 13.15, в), установка спускных кранов (вместо тройников с пробками) обязательна независимо от температуры воды; проходные краны заменяют вентилями также и при гидростатическом давлении, превышающем 6 кгс/см<sup>2</sup>.

На стояках в лестничных клетках запорные краны устанавливают независимо от числа этажей. Запорно-регулирующую и спускную арматуру предусматривают также и на отдельных ветвях системы.

В системе с нижней разводкой и воздушной линией запорные краны, кроме кранов в основании стояков, ставят на вертикальной воздушной трубе каждого стояка. В системе со спускной линией для опорожнения отдельных стояков или ветвей (в горизонтальной и в вертикальной в зданиях, имеющих технические этажи или более 16 этажей) устанавливают общий запорный кран на линии у бачка для разрыва струи при перепуске воды в канализационную сеть.

Основная запорно-регулирующая арматура, применяемая в местных тепловых пунктах системы отопления, показана на принципиальных схемах в п. 13.1.

**В. Насосы.** Циркуляционные насосы устанавливают по схемам, приведенным на рис. 13.2, и включают, как правило, в общую обратную магистраль системы. При необходимости уменьшить гидравлическое давление в теплообменниках или котлах насосы могут быть включены в общую подающую магистраль, причем техническая характеристика насосов должна соответствовать расчетной температуре горячей воды. Рабочий и резервный циркуляционные насосы снабжаются обратными клапанами для предотвращения обратной циркуляции воды при открытых задвижках. Можно устанавливать один отопительный насос, а резервный хранить на складе. При использовании центробежных насосов общепромышленного назначения (например, типа К) выполняется виброизоляция труб и обводная линия (см. рис. 13.2). Управление действием насосов автоматизируется с выбором периодичности в зависимости от марки насоса (например, 24 ч).

Смесительные насосы (см. рис. 13.4) устанавливают по тем же схемам и правилам, что и циркуляционные.

Подпиточный насос (см. схему системы отопления на рис. 13.1, б) применяют при недостаточном гидростатическом давлении в наружных теплопроводах для заполнения системы отопления и пополнения убыли воды

насос выбирают с относительно малой подачей и высоким давлением, необходимым для подъема воды до высшей точки системы. Для подпитки системы используют деаэрированную воду из наружных трубопроводов.

Уменьшение действия подпиточного насоса автоматизируют для обеспечения необходимого гидростатического давления в системе (например, с использованием уровня в открытом расширительном баке; см. рис. 3.13 б).

**Г. Противопожарные требования.** Водяное отопление осуществляется в зданиях с производством, отнесенным к взрывопожарной и взрывной опасности к категориям А, Б, В и Е, если в помещениях выделяются, хранятся или перемещаются вещества, способные к самовозгоранию, взрыву, или разложению при взаимодействии с водой; если в помещениях могут выделяться газы, пары, пыль или аэрозоли, способные к самовоспламенению при соприкосновении с горячей поверхностью приборов и труб (например, пары сероуглерода). В промышленных зданиях, относящихся по взрывопожарной опасности к категориям А, Б, В и Е, отопительные приборы должны иметь гладкую поверхность и устанавливаться без ниш. Температура теплоносителя в системах отопления таких зданий ограничивается при наличии взрыво- и пожароопасной пыли 110°С (категории А, Б, Е) и 130°С (категория В).

Отопительные приборы должны быть снабжены экранирующими щитами в помещениях, предназначенных для наполнения и хранения баллонов для всех видов газа (ацетилена, водорода, метана, азота и т. п.), а также в помещениях для хранения легковоспламеняющихся жидкостей, температура вспышки паров которых 28°С и ниже (бензин, бензол и т. п.), самовозгорающихся веществ (целлюлозы, табака и т. п.) и материалов в сгораемой упаковке.

От сгораемых элементов здания отопительные приборы и трубы при расчетной температуре воды  $t_r > 105^\circ\text{C}$  должны отстоять не менее чем на 50 мм (приборы) и 100 мм (трубы).

При расчетной температуре воды  $t_r \leq 100^\circ\text{C}$  трубы заключаются в гильзы из негорючих материалов (отходов листовой стали, обрезков труб и т. п.) в местах пересечения ими сгораемых конструкций здания. Установку гильз допускается не предусматривать в местах пересечения перекрытий стойками однетрубных систем с проточными приборами и со смещенными замыкающими участками.

Трубы при расчетной температуре воды  $t_r > 105^\circ\text{C}$  в местах пересечения ими сгораемых конструкций кроме заключения в гильзы должны быть изолированы листовым асбестом толщиной не менее 5 мм.

Трубами системы отопления допустимо пересекать противопожарные преграды, но с прочной и плотной заделкой зазоров вокруг труб и свободным их расширением по обе стороны преград.

Прокладывать трубы системы отопления в каналах с технологическими трубопроводами, по которым транспортируются горючие жидкости, температура вспышки паров которых ниже 120°С, или горючие и агрессивные пары и газы, не допускается.

**Д. Изоляция системы.** Отопительные трубы и другие элементы системы необходимо изолировать для сокращения бесполезных теплопотерь и для снижения уровня звукового давления и вибрации в помещениях зданий.

Тепловую изоляцию предусматривают в местах, где возможно увеличение теплопотерь, бесполезных для отопления помещений (например, в холодных чердачных помещениях, в бороздах в наружных стенах, за

отопительными панелями, совмещенными с наружными стенами), и где может замерзнуть вода — в трубах (например, близ наружных дверей, ворот и других открываемых наружу проемов), воздухоборниках и расширительном баке. Применяют ее также для поддержания высокой температуры воды в транзитных подающих магистралях; при прокладке отопительных труб в искусственно охлаждаемых помещениях и в помещениях, опасных в отношении воспламенения или взрыва газов, паров, жидкостей и пыли; во избежание перегрева помещений или ожогов людей.

На трубы, поверхность которых является нагревательной для помещений (например, на трубы обратных магистралей в утепленных чердачных и подвальных помещениях, в технических этажах), тепловая изоляция не наносится, если ее отсутствие не вызывает опасности воспламенения материалов или взрыва пыли.

Тепловая изоляция должна обеспечивать коэффициент полезного действия не менее 0,75; выполняют ее из негорючих материалов в виде конструкции, сводящей к минимуму затраты ручного труда при производстве изоляционных работ и надежной в эксплуатации. Спротивление теплопроводности слоя изоляции принимается по расчету не менее  $1 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{C} / \text{ккал}$  для труб  $d_y \leq 25 \text{ мм}$  и  $1,42 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{C} / \text{ккал}$  для труб  $d_y > 25 \text{ мм}$ .

На покровно-защитный слой тепловой изоляции наносят цветковые обозначения для каждой из подающих и обратных труб в одном помещении.

Виброзвуковую изоляцию устраивают для помещений с длительным пребыванием людей. Фундаменты центробежных насосов общепромышленного назначения отделяют от конструкций здания и дополняют виброизолирующими амортизаторами. Магистрали системы изолируют от насосов двумя гибкими вставками длиной 900 мм из армированной резины, а в местах пересечения стен и перекрытий снабжают амортизирующими прокладками из резинового полотна или из асбестового картона. Зазоры между трубами, прокладками и строительными конструкциями заполняют упругой мастикой.

В насосном помещении для снижения уровня звукового давления выполняют акустическое покрытие стен и потолка звукопоглощающими плитами или штукатуркой.

В случае, когда вибрация и шум в здании недопустимы даже на низком уровне, насосное помещение устраивают вне здания или проектируют гравитационную систему отопления.

**Е. Компенсация теплового удлинения труб.** Удлинение стальной трубы при нагревании — приращение ее длины  $\Delta l$ , мм, определяется по формуле

$$\Delta l = 0,012 (t_r - 5) l, \quad (13.2)$$

где  $t_r$  — расчетная температура воды, °С;

$l$  — длина прямого участка трубы, м.

Для ориентировочных расчетов можно полагать, что при низкотемпературной воде 1 м стальной подающей трубы предельно удлиняется на 1 мм, обратной трубы — на 0,8 мм; при высокой температуре воды труба удлиняется до 1,75 мм на 1 м.

При проектировании системы предусматривается компенсация усилий, возникающих при удлинении труб, с тем чтобы предотвратить недопустимую их деформацию и чтобы напряжения на изгиб в отводах не превосходили  $800 \text{ кгс/см}^2$ .

Компенсация удлинения подводок к отопительным приборам делается в горизонтальной однетрубной системе путем их изгиба (добавления уток); между каждым пятью-шестью приборами вставляются П-образные компенсаторы.

Специальный изгиб подводок необходим также при

длинных гладкотрубных приборах и при установке нескольких отопительных приборов «на сцепке».

**Компенсация удлинения вертикальных стояков** системы в малоэтажном здании обеспечивается их естественными изгибами в местах присоединения к подающей магистрали (см. рис. 13.15, а). В четырех-семиэтажных зданиях делают изгиб стояков также и в местах присоединения их к обратной магистрали (см. рис. 13.15, б). В зданиях, имеющих более семи этажей, для компенсации удлинения средней части стояков либо устанавливают П-образные компенсаторы (как и на главном стояке системы), либо выполняют специальные изгибы труб с отнесом отопительных приборов от оси стояков (см. рис. 13.15, в). В этом случае на стояках между компенсаторами устанавливают неподвижные опоры.

Для компенсации удлинения каждого этажестояка в вертикальной однотрубной системе можно использовать его изгибы при смещении замыкающего или обходного участка от оси стояка. Расстояние от стояка до смещенного замыкающего участка или до проточного отопительного прибора должно быть при низкотемпературной воде не менее 200 мм.

**Компенсация удлинения магистралей** выполняется прежде всего естественными их изгибами, связанными с планировкой здания, и только прямые магистрали значительной длины, особенно при высокой температуре воды, снабжаются П-образными компенсаторами<sup>1</sup>. При проектировании П-образных компенсаторов неподвижные опоры размещают таким образом, чтобы тепловое удлинение участка магистрали между опорами не превышало 50 мм.

Расстояние между подвижными опорами принимают в зависимости от диаметра горизонтальных труб по табл. 13.1 (расстояние указано исходя из напряжения на изгиб 250 кгс/см<sup>2</sup>, возникающего в металле трубы при просадке одной из опор).

ТАБЛИЦА 13.1

## РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ПОДВИЖНЫМИ ОПОРАМИ ТРУБ, м

Труба $d_y$ , мм	15	20	25	32	40	50
Без тепловой изоляции	2,5	3	3,5	4	4,5	5
С тепловой изоляцией	1,5	2	2	2,5	3	3

Продолжение табл. 13.1

Труба $d_y$ , мм	76×3	89×3,5	108×4	133×4	159×5
Без тепловой изоляции	6	6	6,5	7	8
С тепловой изоляцией	4	4	4,5	5	6

**Ж. Перемещение и удаление воздушных скоплений.** Подпитка водопроводной водой (см. рис. 13.1, а) вносит в систему свыше 30 г/т растворенного (абсорбиро-

ванного) воздуха; подпитка деаэрированной теплофикационной водой (см. рис. 13.1, б, в) — менее 1 г/т. Растворенный воздух переходит в свободное состояние при повышенной температуре и пониженном давлении воды, т. е. в верхней части подающих теплопроводов системы.

Организация перемещения и сбора свободного воздуха в системе, во избежание нарушения циркуляции воды, особенно важна при подпитке ее недеаэрированной водой.

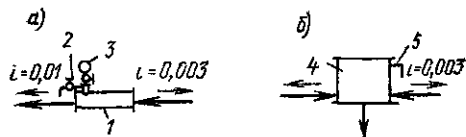


Рис. 13.16. Схемы удаления воздушных скоплений из системы водяного отопления с верхней разводкой магистралей

а — подающей; б — обратной; 1 — горизонтальный проточный воздухооборник; 2 — спускной кран; 3 — автоматический воздухоотводчик; 4 — проточный расширительный бак; 5 — переливная труба

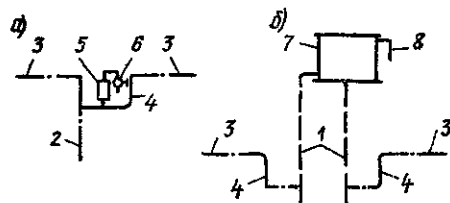


Рис. 13.17. Схемы удаления воздушных скоплений из системы водяного отопления с нижней разводкой

1 — соединительные трубы; 2 — воздушная труба стояка; 3 — воздушные трубы; 4 — воздушная петля; 5 — воздухооборник; 6 — спускной кран; 7 — расширительный бак; 8 — переливная труба

Перемещение и сбор свободного воздуха находятся в зависимости от скорости витания и всплывания воздушных пузырьков. Скорость витания пузырьков воздуха составляет: в вертикальных трубах 0,2—0,25 м/с, в наклонных и горизонтальных трубах 0,1—0,15 м/с. Скорость их всплывания не превышает скорости витания.

В насосной системе с верхней разводкой для перемещения пузырьков воздуха к воздухооборникам уклон магистралей рекомендуется делать против направления движения воды (рис. 13.16, а). Также делается уклон обратных магистралей и в насосной системе с опрокинутой циркуляцией воды для перемещения воздушных скоплений к центральному воздухооборнику или к расширительному баку, помещаемому над главным обратным стояком (рис. 13.16, б). В гравитационной системе с верхней разводкой допустим уклон (не менее 0,005) магистралей по направлению движения воды (см. рис. 13.1, в)

Диаметр проточного воздухооборника должен обеспечивать снижение скорости движения воды до величины менее 0,05 м/с и превышать диаметр магистрали по крайней мере в 2 раза. Длина воздухооборника должна гарантировать всплывание и скопление пузырьков воздуха для последующего удаления их в атмосферу (размеры воздухооборников типизированы).

<sup>1</sup> Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей. Под ред. А. А. Николаева. М. Стройиздат, 1965.



В стояках насосной однострунной системы с нижней разводкой скорость движения воды должна быть не менее 0,25—0,3 м/с, с тем чтобы воздушные скопления не успели выйти в зону повышенного гидростатического давления и там абсорбировались. Воздушные краны, устанавливаемые на отопительных приборах верхнего этажа, предназначены для использования при проведении профилактических и ремонтных работ (см. рис. 13.8).

Магистраль систем  $d_y > 50$  мм, а также ветви горизонтальных систем независимо от диаметра допускаются прокладывать без уклона при скорости движения воды не менее 0,25 м/с.

В двухтрубной системе с нижней разводкой для сбора воздушных скоплений используются отопительные приборы верхнего этажа и воздушные трубы (см. рис. 13.12). В последнем случае воздушные трубы стояков объединяются горизонтальной оцинкованной трубой  $d_y = 15$  мм с воздушной петлей  $h = 500$  мм, которая соединяется с вертикальным воздухоотборником (рис. 13.17, а) или с открытым расширительным баком (рис. 13.17, б). Воздух, скопившийся в воздухоотборниках, выпускают в атмосферу периодически вручную через спускные краны (см. рис. 13.16, 2 и 13.17, б) или через автоматические воздухоотводчики (см. рис. 13.16, 3) поплавково-клапанного типа. Удаление в атмосферу воздуха, поступающего в открытый расширительный бак, происходит непрерывно через переливную трубу.

Воздух, скопившийся в отопительных приборах верхнего этажа, выпускают периодически вручную через бессальниковые воздушные краны  $d_y = 15$  мм с поворотным игольчатым штоком, закрывающим отверстие  $d = 2$  мм, или через автоматические воздушные краны, действие которых основано на свойстве сухого материала пропускать воздух и задерживать воду и воздух при его увлажнении.

Воздухоотводящие трубки от воздухоотборников рекомендуются прокладывать в пределах холодных помещений под слоем общей тепловой изоляции рядом с отопительной магистралью и выводить в отапливаемые помещения (например, в лестничную клетку).

**И. Расширительный бак.** Расширительные баки (открытые и закрытые) применяют при тепловой мощности систем отопления одного или нескольких зданий до 5 Гкал/ч.

Открытый расширительный бак (рис. 13.18) устанавливают над верхней точкой системы; закрытый, находящийся под избыточным давлением, помещают чаще всего в тепловом пункте. Баки покрываются тепловой изоляцией.

На рис. 13.19 показаны схемы соединения открытого расширительного бака с системой. В насосной системе многоэтажного здания можно использовать схему с выводом контрольной трубы  $d_y = 20$  мм и переливной трубы к раковине в тепловом пункте (см. рис. 13.19, а). Расширительная и циркуляционная трубы присоединяются к общей обратной магистрали преимущественно вблизи всасывающего патрубка циркуляционного насоса на расстоянии  $l$  не менее 2 м одна от другой. Диаметр расширительной трубы 32 мм, циркуляционной 25 мм, переливной 50 мм (для баков общей емкостью менее 500 л диаметры уменьшаются на один торговый размер).

В насосной системе многоэтажного здания переливная труба отводится к чугунному водосточному стояку, а вместо контрольной трубы устанавливают электрическую сигнализацию с автоматическим управлением теплоточной системы с помощью двух реле уровня, соединенных трубой 3' (см. рис. 13.19, б) с баком и ат-

мосферой. В 10—16-этажных зданиях расстояние  $l$  (см. рис. 13.19, а) может быть сокращено до конструктивно приемлемого минимума, а диаметры расширительной и циркуляционной труб уменьшены до 20—15 мм. При размещении бака в отапливаемом помещении циркуляционную трубу можно не устанавливать.

В гравитационной системе с верхней разводкой открытый расширительный бак присоединяют к высшей точке подающей магистрали (см. рис. 13.19, в).

Рис. 13.18. Открытый расширительный бак с патрубками для присоединения к системе

- 1 — расширительной трубы;
- 2 — циркуляционной трубы;
- 3 — контрольной трубы;
- 3' — трубы реле уровня;
- 4 — переливной трубы;  $h_n$  — полезная высота бака

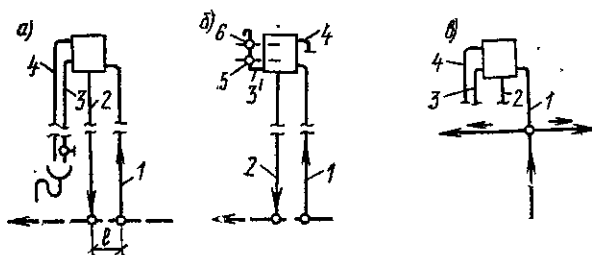
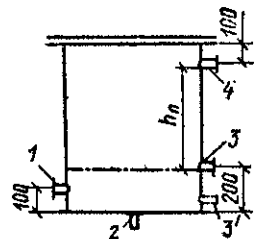


Рис. 13.19. Схемы присоединения открытого расширительного бака к магистрали

а — обратной в насосной системе с ручным контролем; б — то же, с автоматизированным сигнализацией и регулированием уровня воды в баке; в — подающей в гравитационной системе; 1 — расширительная труба; 2 — циркуляционная труба; 3 — контрольная труба; 3' — трубы реле уровня; 4 — переливная труба; 5 — реле нижнего уровня воды; 6 — реле верхнего уровня воды

Полезный объем открытого расширительного бака определяют по формулам (размеры баков типизированы):

$$\text{при } t_r = 95^\circ \quad V_n = 0,045V_c; \quad (13.3a)$$

$$\text{» } t_r = 105^\circ \quad V_n = 0,051V_c; \quad (13.3б)$$

$$\text{» } t_r = 130 \dots 150^\circ \text{C} \quad V_n = 0,06V_c. \quad (13.3в)$$

где  $V_c$  — объем воды в отопительных приборах и трубах системы, л;

$t_r$  — расчетная температура горячей воды в системе.

Объем воды во внутренних теплопроводах принимают на каждую 1000 ккал/ч тепловой мощности системы в размере 8 л при низкой температуре воды и 6 л при высокой температуре воды. Объем воды в наружных теплопроводах определяют по проекту тепловой сети. Объем воды в отопительных приборах приведен в табл. 13.2.

В закрытом расширительном баке воздушная или газовая (азот) подушка отделена от воды мембраной. Объем закрытого расширительного бака при начальном давлении в нем, равном атмосферному, превышает объем открытого бака. Искусственное повышение начального давления воздуха или газа в баке позволяет

ТАБЛИЦА 13.2

ОБЪЕМ ВОДЫ, ПРИХОДЯЩИЙСЯ НА 1000 ккал/ч  
ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Прибор	Объем воды, л, при расчетной температуре воды в системе, °С		
	95	105	130—150
Радиатор чугунный секционный М-140-АО высотой 500 мм при схеме движения воды: сверху вниз снизу вверх	10	9,3	7,5
	12	11,2	9
Радиатор стальной панельный колончатый	8,25	7,7	6,2
Рибристая труба чугунная круглая	6,5	6	5
Панель бетонная	2	1,85	1,5
Конвектор ЖКП	1,25	1,16	1
Конвектор 15КП	0,88	0,82	0,7
Конвектор «Комфорт»	0,8	0,74	0,6
Калорифер	0,5	0,47	0,4
Котел чугунный секционный	3	3	—

уменьшить его объем<sup>1</sup>. Замена сжатого воздуха азотом устраняет абсорбцию воздуха и сводит к минимуму внутреннюю коррозию стальных труб.

### 13.6. Гидравлический расчет систем отопления

Расчетная температура горячей воды нормируется в зданиях различного назначения в зависимости от санитарно-гигиенических и противопожарных требований с учетом механической прочности используемых отопительных приборов и арматуры.

А. Расчетное циркуляционное давление. В системе отопления давление для обеспечения циркуляции  $\Delta p_p$  определяется по формулам:

в насосной вертикальной однотрубной системе

$$\Delta p_p = \Delta p_n + \Delta p_e; \quad (13.4)$$

в насосных двухтрубной и горизонтальной однотрубной системах

$$\Delta p_p = \Delta p_n + 0,4 \Delta p_e; \quad (13.5)$$

в гравитационной системе

$$\Delta p_p = \Delta p_e; \quad (13.6)$$

где  $\Delta p_n$  — давление, создаваемое циркуляционным насосом для обеспечения необходимого расхода воды в системе;

$$\Delta p_e = \Delta p_{e.пр} + \Delta p_{e.тр}. \quad (13.7)$$

Естественное циркуляционное давление, возникающее в расчетном кольце вследствие охлаждения воды в трубах,  $\Delta p_{e.тр}$  находится по рис. 46.1 или по формуле (при  $n$  участках в кольце)

$$\Delta p_{e.тр} = \sum_{i=1}^n h_i (\gamma_{i+1} - \gamma_i); \quad (13.8)$$

где  $h_i$  — вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения  $i$ -го участка и нагревания, м;

$\gamma_{i+1}$ ,  $\gamma_i$  — объемная масса воды при температуре в конце  $i_{i+1}$  и в начале  $i_i$  того же участка, кг/м<sup>3</sup>.

В насосных системах с нижней разводкой величину  $\Delta p_{e.тр}$  можно пренебрегать.

Естественное циркуляционное давление, возникающее в расчетном кольце вследствие охлаждения воды в отопительных приборах  $\Delta p_{e.пр}$ , определяется по следующим формулам.

В однотрубной системе (при  $n$  приборах в стояке, входящем в расчетное кольцо)

$$\Delta p_{e.пр} \approx \frac{\beta}{c G_{ст}} \sum_{i=1}^n (Q_i h_i); \quad (13.9)$$

где  $Q_i$  — тепловая нагрузка  $i$ -го отопительного прибора в стояке, ккал/ч;

$h_i$  — вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения в стояке для того же прибора и нагревания (середины высоты теплообменника или котла, точка смещения воды на входе теплопроводов и т. п.), м; центры охлаждения воды в стояках на рис. 13.7—13.9 помечены черными точками; расстояния  $h_1$ ,  $h_2$  и  $h_n$  показаны на рис. 13.9 (можно отсчитывать от обратной магистрали системы);

$c$  — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(кг·°С);

$\beta$  — среднее увеличение объемной массы при уменьшении температуры воды на 1° (табл. 13.3);

ТАБЛИЦА 13.3

ЗНАЧЕНИЕ  $\beta$  В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСЧЕТНОЙ  
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ

$t_r - t_o$ , °С	$\beta$ , кг/(м <sup>3</sup> ·°С)	$t_r - t_o$ , °С	$\beta$ , кг/(м <sup>3</sup> ·°С)
85—65	0,6	115—70	0,68
95—70	0,64	130—70	0,72
105—70	0,66	150—70	0,76

$G_{ст}$  — расход воды в стояке, кг/ч; при гидравлическом расчете системы с равными перепадами температуры в стояках

$$G_{ст} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{c \Delta t_c}; \quad (13.10)$$

здесь  $\Delta t_c = t_r - t_o$  — расчетный перепад температуры воды в системе, °С.

В двухтрубной системе в расчетном кольце через прибор нижнего этажа

$$\Delta p_{e.пр} = h_i (\gamma_o - \gamma_r) \approx \beta h_i (t_r - t_o); \quad (13.11)$$

где  $h_i$  — вертикальное расстояние между условными центрами: охлаждения в отопительном приборе нижнего этажа и нагревания в системе, м.

В насосных системах допускается не учитывать  $\Delta p_e$ , если оно составляет менее 10% от  $\Delta p_n$ .

<sup>1</sup> Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха. Справочное руководство. Пер. с англ. М., Госстройиздат, 1963.

Величина насосного циркуляционного давления  $\Delta p_n$  выбирается:

а) для зависимой системы отопления без смешения см. рис. 13.1, б), а также со смешительным насосом на теремычке (см. рис. 13.4, а) — в зависимости от предполагаемой разности давления  $p_1 - p_2$  [см. формулу (13.1)] в точке ввода наружных теплопроводов в здание (с ограничением, если это требуется, скорости движения воды в трубах — см. табл. 13.4);

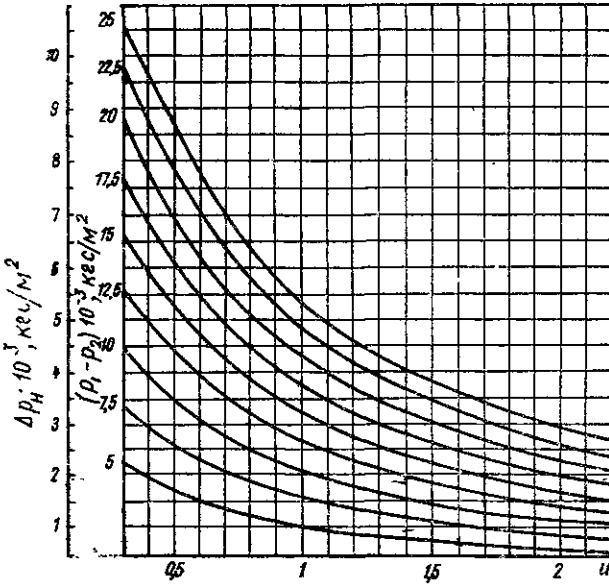


Рис. 13.20 Кривые для выбора насосного циркуляционного давления  $\Delta p_n$  в зависимой системе отопления со смешением в элеваторе  $u$  — коэффициент смешения

ТАБЛИЦА 13.4  
ПРЕДЕЛЬНАЯ СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ВОДЫ, м/с, В ТЕПЛОПРОВОДАХ

В помещениях жилых и общественных зданий		В зданиях промышленных предприятий	
основных	вспомогательных	вспомогательных	производственных
1*	1,5	2	3

\* 1,2 м/с при  $d_y = 15$  мм и 1,5 м/с при  $d_y \leq 10$  мм.

б) для зависимой системы отопления со смешением в элеваторе (см. рис. 13.1, г и 13.5) — исходя из предполагаемой разности давления  $p_1 - p_2$  и коэффициента смешения элеватора (см. главу 24) определяется по рис. 13.20;

в) при местном теплоснабжении (см. рис. 13.1, а) с перспективой элеваторного присоединения к теплофикационной сети — исходя из предполагаемой разности давления в точке будущего ввода теплопроводов  $p_1 - p_2 = (10...12) \cdot 10^3$  кгс/м<sup>2</sup> (напор 10—12 м вод. ст.) и коэффициента смешения элеватора определяется по рис. 13.20;

ТАБЛИЦА 13.5  
УДЕЛЬНОЕ ДИНАМИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ И ПРИВЕДЕННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ ДЛЯ ТРУБ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

ГОСТ	Диаметр трубы, мм			$\frac{G}{v}$ , кг/ч м/с	$\Delta \cdot 10^4$ , кгс/м <sup>2</sup> (кг/ч) <sup>2</sup>	Среднее значение $\frac{\lambda}{d_v} \cdot \frac{1}{m-1}$
	условного прохода	наружный	внутренний			
3262—62	10	17	12,6	425	2,7	3,6
	15	21,3	15,7	690	1,08	2,7
	20	26,8	21,2	1 250	0,325	1,8
	25	33,5	27,1	2 000	0,125	1,4
	32	42,3	35,9	3 500	0,04	1
	40	48	41	4 650	0,0235	0,8
	50	60	53	7 800	0,0084	0,55
10704—63*	50	57	49	6 600	0,0115	0,6
	70	76	70	13 400	$0,274 \cdot 10^{-2}$	0,4
	80	89	82	18 400	$0,145 \cdot 10^{-2}$	0,3
	100	108	100	27 600	$0,0655 \cdot 10^{-2}$	0,23
	125	133	125	43 000	$0,027 \cdot 10^{-2}$	0,18
	150	159	149	61 000	$0,0138 \cdot 10^{-2}$	0,15

Примечание. Под  $v$  понимается скорость теплоносителя в рассчитываемом участке теплопровода, м/с.

г) для независимой системы отопления (см. рис. 13.1, б), для зависимой системы со смешительным насосом на обратной или подающей магистрали (см. рис. 13.4, б), а также при местном теплоснабжении (см. рис. 13.1, а) без перспективы присоединения к теплофикационной сети — исходя из потери давления в системе при предельно допустимой скорости движения воды в трубах (см. табл. 13.4) и технико-экономического расчета;

д) в северной строительной-климатической зоне — не более 800 кгс/м<sup>2</sup>

**Б. Методы гидравлического расчета системы.** Гидравлический расчет труб выполняется двумя методами: по внутреннему диаметру труб или по заданному расходу воды в трубах.

Перепады температуры воды в стояках системы в первом случае получаются неравными (допускается отклонение на  $\pm 15\%$  от  $\Delta t_c$  при  $t_c$  от отдельных стояков не ниже 60° С), во втором случае принимаются равными  $\Delta t_c$ .

При гидравлическом расчете по *первому методу* линейная (на трение) и местная (на местные сопротивления) потеря давления, кгс/м<sup>2</sup>, на участке теплопровода находится по формуле

$$\Delta p = SG^2, \quad (13.12)$$

где  $G$  — расход воды в рассчитываемом участке, кг/ч;

$S$  — характеристика сопротивления участка,  $\frac{\text{кгс/м}^2}{(\text{кг/ч})^2}$  равная потере давления в нем при расходе 1 кг/ч:

$$S = A \zeta' = A \left( \frac{\lambda}{d_v} l + \sum \zeta \right); \quad (13.13)$$

ЗНАЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОПРОТИВЛЕНИЯ

$\Sigma \zeta$											$\Sigma \zeta$							
$l, м$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$l, м$	0	1	2	3	4	5
$d_y = 10 (d_B = 12,6 \text{ мм})$											$d_y = 15$							
0	—	27	54	81	108	135	162	189	216	243	270	0	—	10,8	21,6	32	43	54
1	92	119	146	173	200	227	254	281	308	335	362	1	29	40	50	61	72	83
2	184	211	238	265	292	319	346	373	400	427	454	2	58	69	80	91	102	113
3	276	303	330	357	384	411	438	465	492	519	546	3	87	98	109	120	131	142
4	368	395	422	449	476	503	530	557	584	611	638	4	116	127	138	149	160	171
5	460	487	514	541	568	595	622	649	676	703	730	5	146	157	167	179	189	200
6	552	579	606	633	660	687	714	741	768	795	822	6	175	186	196	207	218	229
7	644	671	698	725	752	779	806	833	860	887	914	7	204	215	226	237	248	258
8	736	763	790	817	844	871	898	925	952	979	1006	8	233	244	255	266	277	288
9	828	855	882	909	936	963	990	1017	1044	1071	1098	9	262	273	284	296	306	317
10	920	947	974	1001	1028	1055	1082	1109	1136	1163	1190	10	292	303	313	324	335	346

$\Sigma \zeta$											$\Sigma \zeta$								
$l, м$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$l, м$	0	1	2	3	4	5	
$d_y = 25 (d_B = 27,1 \text{ мм})$											$d_y = 32$								
0	—	1,2	2,5	3,7	5	6,2	7,5	8,7	10	11,2	12,5	0	—	0,4	0,8	1,2	1,6	1,6	2
1	1,7	3	4,2	5,5	6,7	8	9,2	10,5	11,7	13	14,2	1	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	
2	3,5	4,7	6	7,2	8,5	9,7	11	12,2	13,5	14,7	16	2	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	
3	5,2	6,6	7,7	9	10,2	11,5	12,7	14	15,2	16,5	17,7	3	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	
4	7	8,2	9,5	10,7	12	13,2	14,5	15,7	17	18,2	19,5	4	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6	
5	8,7	10	11,2	12,5	13,7	15	16,2	17,5	18,7	20	21,2	5	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4	
6	10,5	11,7	13	14,2	15,5	16,7	18	19,2	20,5	21,7	23	6	2,4	2,8	3,2	3,6	4	4,4	
7	12,2	13,5	14,7	16	17,2	18,5	19,7	21	22	23	24	7	2,8	3,2	3,6	4	4,4	4,8	
8	14	15,2	16,5	17,7	19	20,2	21,5	22,7	24	25,2	26,5	8	3,2	3,6	4	4,4	4,8	5,2	
9	15,7	17	18,2	19,5	20,7	22	23,2	24,5	25,7	27	28,2	9	3,6	4	4,4	4,8	5,2	5,6	
10	17,5	18,7	20	21,2	22,5	23,7	25	26,2	27,5	28,7	30	10	4	4,4	4,8	5,2	5,6	6	

$\Sigma \zeta$											$\Sigma \zeta$							
$l, м$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$l, м$	0	1	2	3	4	5
$d_y = 50 (d_B = 53 \text{ мм})$											$d_y = 70$							
0	—	0,084	0,168	0,25	0,34	0,42	0,5	0,59	0,67	0,76	0,84	0	—	0,027	0,054	0,081	0,108	0,125
1	0,046	0,13	0,21	0,3	0,38	0,47	0,55	0,63	0,72	0,8	0,89	1	0,0108	0,038	0,065	0,092	0,12	0,15
2	0,092	0,18	0,26	0,34	0,43	0,51	0,6	0,68	0,76	0,85	0,93	2	0,022	0,049	0,076	0,103	0,13	0,16
3	0,14	0,22	0,31	0,39	0,48	0,56	0,64	0,73	0,81	0,9	0,98	3	0,032	0,069	0,086	0,11	0,14	0,17
4	0,18	0,26	0,35	0,43	0,52	0,6	0,68	0,77	0,85	0,94	1,02	4	0,043	0,07	0,097	0,12	0,15	0,18
5	0,23	0,31	0,4	0,48	0,57	0,65	0,73	0,82	0,9	0,99	1,07	5	0,054	0,081	0,108	0,14	0,16	0,19
6	0,28	0,36	0,45	0,53	0,62	0,7	0,78	0,87	0,95	1,04	1,12	6	0,065	0,092	0,12	0,15	0,17	0,2
7	0,32	0,4	0,49	0,57	0,66	0,74	0,82	0,91	0,99	1,08	1,16	7	0,076	0,1	0,13	0,16	0,18	0,21
8	0,37	0,45	0,54	0,62	0,71	0,79	0,87	0,96	1,04	1,13	1,21	8	0,086	0,11	0,14	0,17	0,19	0,22
9	0,41	0,49	0,58	0,66	0,75	0,83	0,91	1	1,08	1,17	1,25	9	0,097	0,12	0,15	0,18	0,21	0,23
10	0,46	0,54	0,63	0,71	0,8	0,88	0,96	1,05	1,13	1,22	1,3	10	0,108	0,14	0,16	0,19	0,22	0,24

$\Sigma \zeta$											$\Sigma \zeta$							
$l, м$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$l, м$	0	1	2	3	4	5
$s^* \text{ при } d_y = 100 (d_B = 100 \text{ мм})$											$s^* \text{ при } d_y = 125$							
0	—	0065	013	02	026	033	039	046	052	059	065	0	—	0054	0081	011	014	
1	0015	008	015	021	028	034	041	047	054	06	067	1	00085	0036	0063	0090	012	
2	003	01	016	023	029	036	042	049	055	062	068	2	0017	0044	0071	0098	013	
3	0045	011	018	024	031	037	044	05	057	063	07	3	0026	0053	008	011	013	
4	0060	013	019	026	032	039	045	052	058	065	071	4	0034	0061	0088	012	014	
5	0075	014	021	027	034	04	047	053	06	066	073	5	0043	007	0097	012	015	
6	0090	015	022	029	035	042	048	055	061	068	074	6	0051	0078	011	013	016	
7	0105	017	024	03	037	043	05	056	063	069	076	7	006	0087	011	014	017	
8	012	019	025	032	038	045	051	058	064	071	077	8	0068	0095	012	015	018	
9	014	021	027	034	04	047	053	06	066	073	079	9	0077	01	013	016	019	
10	015	022	028	035	041	048	054	061	067	074	08	10	0085	011	014	017	019	

\* Значения  $\zeta$  меньше единицы; в целях экономии места нуль и запятая не показаны.

ТАБЛИЦА 13.6

$s = S \cdot 10^6$  В ЗАВИСИМОСТИ ОТ  $d_B$ ,  $l$  И  $\Sigma \zeta$

					$\Sigma \zeta$											
6	7	8	9	10	$l, \text{м}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$(d_B = 15.7 \text{ мм})$					$d_Y = 20 (d_B = 21.2 \text{ мм})$											
55	76	86	97	108	0	—	3,2	6,5	9,7	13	16,2	19	22,7	25	29	32
94	105	116	126	137	1	5,8	9,1	12	16	19	22	25	29	32	35	38
123	134	144	156	166	2	11,7	15	18	21	25	28	31	34	38	41	44
152	163	174	185	196	3	17,5	21	24	27	30	34	37	40	43	47	50
182	192	203	214	225	4	23,4	27	30	33	36	40	43	46	49	53	56
211	221	232	243	254	5	29,2	32	36	39	42	45	49	52	55	58	62
240	251	262	273	283	6	35	38	42	45	48	51	55	58	61	64	68
270	280	291	302	313	7	41	44	47	51	54	57	60	64	67	70	73
298	309	321	331	342	8	47	50	53	56	60	63	66	69	73	76	79
328	338	349	360	371	9	53	56	59	62	66	69	72	75	79	82	85
357	368	378	389	400	10	58	62	65	68	71	75	78	81	84	88	91
$(d_B = 35.9 \text{ мм})$					$d_Y = 40 (d_B = 41 \text{ мм})$											
2,4	2,8	3,2	3,6	4	0	—	0,23	0,46	0,69	0,92	1,1	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3
2,8	3,2	3,6	4	4,4	1	0,18	0,4	0,6	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2	2,2	2,5
3,2	3,6	4	4,4	4,8	2	0,37	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	2	2,2	2,4	2,7
3,6	4	4,4	4,8	5,2	3	0,55	0,8	1	1,2	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	2,8
4	4,4	4,8	5,2	5,6	4	0,74	1	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3
4,4	4,8	5,2	5,6	6	5	0,92	1,1	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,8	3	3,2
4,8	5,2	5,6	6	6,4	6	1,1	1,3	1,6	1,8	2	2,2	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4
5,2	5,6	6	6,4	6,8	7	1,29	1,5	1,7	2	2,2	2,4	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6
5,6	6	6,4	6,8	7,2	8	1,47	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,5	3,8
6	6,4	6,8	7,2	7,6	9	1,66	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3	3,3	3,5	3,7	4
6,4	6,8	7,2	7,6	8	10	1,84	2,1	2,3	2,5	2,8	3	3,2	3,4	3,7	3,9	4,1
$(d_B = 70 \text{ мм})$					$d_Y = 80 (d_B = 82 \text{ мм})$											
0,162	0,189	0,216	0,243	0,27	0	—	0,0145	0,029	0,044	0,058	0,073	0,087	0,102	0,116	0,131	0,145
0,17	0,2	0,23	0,25	0,28	1	0,0043	0,019	0,033	0,048	0,062	0,077	0,091	0,11	0,12	0,13	0,15
0,18	0,21	0,24	0,27	0,29	2	0,0086	0,023	0,038	0,052	0,067	0,081	0,096	0,11	0,12	0,14	0,15
0,19	0,22	0,25	0,28	0,3	3	0,013	0,028	0,042	0,057	0,071	0,086	0,1	0,11	0,13	0,14	0,16
0,21	0,23	0,26	0,29	0,31	4	0,017	0,032	0,046	0,061	0,075	0,09	0,1	0,12	0,13	0,15	0,16
0,22	0,24	0,27	0,3	0,32	5	0,022	0,037	0,051	0,066	0,08	0,095	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17
0,23	0,25	0,28	0,31	0,34	6	0,026	0,041	0,055	0,07	0,084	0,099	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17
0,24	0,27	0,29	0,32	0,35	7	0,03	0,045	0,059	0,074	0,088	0,1	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18
0,25	0,28	0,3	0,33	0,36	8	0,034	0,049	0,063	0,078	0,092	0,11	0,12	0,14	0,15	0,16	0,18
0,26	0,29	0,31	0,34	0,37	9	0,039	0,054	0,068	0,083	0,097	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,18
0,27	0,3	0,32	0,35	0,38	10	0,043	0,058	0,072	0,087	0,1	0,12	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19
$(d_B = 125 \text{ мм})$					$s^* \text{ при } d_Y = 150 (d_B = 149 \text{ мм})$											
016	019	022	024	027	0	—	0014	0028	-0042	0056	007	0084	0098	011	013	014
017	02	022	025	028	1	00027	0017	0031	0045	0059	0073	0087	0098	011	013	014
018	021	023	026	029	2	00054	0019	0033	0047	0061	0075	0089	01	012	013	015
019	022	024	027	03	3	00081	0022	0036	005	0064	0078	0092	011	012	013	015
02	022	025	028	03	4	0011	0025	0039	0053	0067	0081	0095	011	012	014	015
021	023	026	029	031	5	0014	0028	0042	0056	007	0084	0098	011	013	014	015
021	024	027	029	032	6	0016	003	0044	0058	0072	0086	01	011	013	014	016
022	025	028	03	033	7	0019	0035	0047	0061	0075	0089	01	012	013	015	016
023	026	028	031	034	8	0022	0036	005	0064	0078	0092	011	012	013	015	016
024	027	029	032	035	9	0024	0038	0052	0066	008	0094	011	012	014	015	016
025	027	03	033	036	10	0027	0041	0055	0069	0083	0097	011	013	014	015	017

здесь  $A$  — удельное динамическое давление в участке,  $\frac{\text{кгс/м}^2}{(\text{кг/ч})^2}$ , возникающее при протекании 1 кг воды в 1 ч; принимается по табл. 13.5 или вычисляется по формуле

$$A = \frac{16}{3600^2 \cdot 2g\pi^2 d_p^4 \gamma}; \quad (13.14)$$

$\zeta'$  — приведенный коэффициент сопротивления участка;

$d_p$  и  $l$  — внутренний диаметр и длина участка, м;

$\lambda/d_p$  — приведенный коэффициент гидравлического трения, определяющий линейную потерю давления на 1 м трубы в долях динамического давления; принимается по табл. 13.5;

$\Sigma \zeta$  — сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке, выражающая местную потерю давления в долях динамического давления; принимается по табл. 46.12—46.20;

$\gamma$  — средняя объемная масса воды,  $\text{кг/м}^3$ .

(т. е.  $s = S \cdot 10^5$ ) даны в табл. 13.6. Проводимость участка при известном значении его сопротивления из табл. 13.6 определяется по формуле

$$\sigma = \frac{316,2}{\sqrt{s}}. \quad (13.15)$$

Соотношение между сопротивлением  $s$  и проводимостью  $\sigma$  определяется по шкале  $s-\sigma$  (рис. 13.21).

**Пример 13.1.** Определить величину потери давления на участке  $d_p=20$  мм,  $l=5$  м,  $\Sigma \zeta=4$  с расходом воды  $G=500$  кг/ч.

По табл. 13.6 для диаметра  $d_p=20$  мм находим сопротивление  $s=42$ . По шкале  $s-\sigma$  (см. рис. 13.21) значению  $s=42$  соответствует проводимость  $\sigma=48,7$ . Потеря давления на участке по формуле (13.12а) составляет:

$$\Delta p = \left( \frac{500}{48,7} \right)^2 = 105 \text{ кгс/м}^2.$$

Суммарное сопротивление последовательно соединенных участков и узлов труб вычисляется сложением сопротивлений отдельных участков и узлов:

$$s_{\text{сум}} = \Sigma s_{\text{уч}} + \Sigma s_{\text{уз}}. \quad (13.16)$$

где

$$\Sigma s_{\text{уч}} = s_1 + s_2 + \dots + s_n;$$

$$\Sigma s_{\text{уз}} = s_{\text{уз}1} + s_{\text{уз}2} + \dots + s_{\text{уз}n}.$$

Сопротивление узла, состоящего из  $n$  параллельно соединенных участков, находится по формуле

$$s_{\text{уз}} = \frac{10^5}{(\Sigma s_{\text{уч}})^2} = \frac{10^5}{(\sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n)^2}. \quad (13.17)$$

Коэффициент затекания воды в один из  $n$  параллельно соединенных участков выражается формулой

$$\alpha_1 = \frac{\sigma_1}{\Sigma \sigma_{\text{уч}}} = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_2 + \dots + \sigma_n}{\sigma_1}}. \quad (13.18)$$

При гидравлическом расчете данным методом внутренний диаметр труб может подбираться сопоставлением ориентировочного расхода воды [по формуле (13.20)] с максимально допустимым расходом, вычисляемым по отношению  $G/v$  взятому из табл. 13.4, при скорости движения воды, указанной в табл. 13.4.

При гидравлическом расчете по второму методу линейная (на трение) и местная (на местные сопротивления) потеря давления на участке труб находится по формуле

$$\Delta p = Rl + Z, \quad (13.19)$$

где  $R$  — удельная линейная потеря давления на 1 м трубы,  $\text{кгс/м}^2$ ; определяется по табл. 46.1 и 46.2 в зависимости от заданного расхода воды  $G_i$ ,  $\text{кг/ч}$ , рассчитываемого по формуле, аналогичной формуле (13.10),

$$G_i = \frac{Q_i}{c \Delta t_c}; \quad (13.20)$$

$l$  — длина рассчитываемого участка, м;

$Z$  — местная потеря давления на участке,  $\text{кгс/м}^2$ ; определяется по табл. 46.3.

По второму методу рассчитываются насосные и гравитационные двухтрубные системы отопления; однотрубные системы рассчитываются по первому и второму методу.

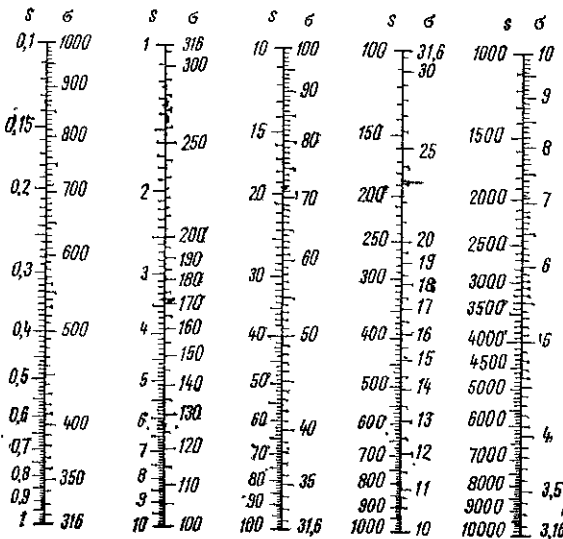


Рис. 13.21. Шкала соотношения характеристики сопротивления  $s$  и проводимости  $\sigma$

Потеря давления,  $\text{кгс/м}^2$ , на участке может определяться также по формуле

$$\Delta p = \left( \frac{G}{\sigma} \right)^2, \quad (13.12a)$$

где  $\sigma$  — проводимость участка,  $\frac{\text{кг/ч}}{(\text{кгс/м}^2)^{0,5}}$ , равная расходу воды при потере давления на участке 1  $\text{кгс/м}^2$ :

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{s}}. \quad (13.15a)$$

Для удобства расчетов значения характеристики сопротивления (именуемой в дальнейшем просто сопротивлением), увеличенные в  $10^5$  раз и обозначенные  $s$

### 13.7. Гидравлический расчет вертикальной однотрубной тупиковой системы

Распределение воды по стоякам определяется по проводимости труб.

**А. Особенности конструирования системы.** В вертикальной однотрубной системе применяют приборные узлы и стояки, изображенные на рис. 13.7—13.9. Конструкцию стояков и диаметры труб в одной системе рекомендуется унифицировать. Для увеличения проводимости отдельных стояков с повышенной тепловой нагрузкой можно использовать: приборные узлы с замыкающими частками (см. рис. 13.7—13.9); парные стояки с отопительными приборами, присоединенными через этаж; стояки с параллельной транзитной линией до среднего этажа (Ч-образные стояки); П-образные стояки с транзитной подъемной частью (см. рис. 13.8, в); стояки с одной подъемной и двумя опускными частями (Т-образные стояки).

Систему, во избежание повторного гидравлического расчета, конструируют после проведения прикидочного расчета потери давления в выбираемых стояках.

Ориентировочная потеря давления в стояке, кгс/м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$\Delta p_{ст} = \left( \frac{G_c}{\sum \sigma'_{ст}} \right)^2, \quad (13.21)$$

где  $\Delta p_{ст}$  — это значение для тепловой надежности действия рекомендуется получать в пределах 70—80% общей потери давления в системе (в системе с попутным движением воды — от общей потери давления в стояке и в двух прилежащих к нему участках подающей и обратной магистралей).

В формуле (13.21):

$G_c$  — расход воды в системе, кг/ч, находится по формуле (13.20);

$\sum \sigma'_{ст}$  — суммарная ориентировочная проводимость всех стояков системы;

$\sigma'_{ст}$  — ориентировочная проводимость одного стояка:

$$\sigma'_{ст} = \sigma_p k_1 k_2 k_3; \quad (13.22)$$

здесь  $\sigma_p$  — проводимость стояка  $d_y=20$  мм с радиаторными проточно-регулируемыми узлами, принимаемая по табл. 13.7 в зависимости от числа последовательно соединенных этажестояков.

$k_1$  — поправочный коэффициент: для радиаторов — 1; конвекторов КП, «Прогресс», «Аккорд» — 0,85; конвекторов «Комфорт» — 0,65;

$k_2$  — поправочный коэффициент для схемы и диаметра стояка: для прямого или П-образного стояка с односторонним присоединением отопительных приборов — 1; для П-образного стояка с транзитной подъемной частью — 1,2; для Ч-образного стояка — 1,3; для Т-образного стояка — 1,7; для парного стояка — 2,2; при двустороннем присоединении отопительных приборов и диаметре труб стояка и подводок ( $d_{ст} \times d_{п}$ ):  $20 \times 15$  мм  $k_2=0,9$ ;  $25 \times 15$  — 0,97;  $32 \times 15$  — 1;  $20 \times 20$  — 1,34;  $25 \times 20$  — 1,66;  $32 \times 20$  — 1,82;

$k_3$  — поправочный коэффициент: для приборного узла с трехходовым краном — 1; то же, с проходным краном при осевом замыкающем участке — 1,7; то же, с проходным краном при смещенном замыкающем участке — 1,25.

ТАБЛИЦА 13.7

ПРОВОДИМОСТЬ СТОЯКА  $d_y=20$  мм  
С ОДНОСТОРОННИМИ РАДИАТОРНЫМИ  
ПРОТОЧНО-РЕГУЛИРУЕМЫМИ УЗЛАМИ

Число этажей $n$	Проводимость $\sigma_p$	Число этажей $n$	Проводимость $\sigma_p$
3	21	15	11
4	20	16	10,5
5	18	17	10
6	16,5	18	10
7	15	19	10
8	14,5	20	9,5
9	14	21	9
10	13	22	9
11	12,5	23	9
12	12	24	9
13	11,5	25	8,5
14	11		

Примечание. Для стояка  $d_y=15$  мм проводимость уменьшается в 2 раза.

Диаметры труб стояков с движением воды снизу вверх в смещенных замыкающих участках (см. узлы приборов второго этажа на рис. 13.8 и 13.9) выбираются с учетом как максимального (по данным табл. 13.4 и 13.5), так и минимального расхода воды в них (табл. 13.8).

ТАБЛИЦА 13.8

МИНИМАЛЬНЫЙ РАСХОД ВОДЫ И ДИАМЕТР ТРУБ  
ВЕРТИКАЛЬНЫХ ОДНОТРУБНЫХ СТОЯКОВ  
ПРИ РАДИАТОРНЫХ УЗЛАХ СО СМЕЩЕННЫМИ  
ЗАМЫКАЮЩИМИ УЧАСТКАМИ (ВЫСОТОЙ ДО 0,5 м)

Расчетная температура воды в системе $t_r - t_o$ , °C	Минимальный расход воды $G_{ст}$ , кг/ч	Условный диаметр труб, мм		
		стояка	замыкающего участка	подводки
95—70 105—70	200 220	15	15	15
95—70 105—70	150 170	20	15	20
95—70 105—70	330 360	25	20	25

При необходимости обеспечить унос воздушных скоплений из верхней части стояков с нижней разводкой магистралей следует ориентироваться на минимальный расход воды в стояках:  $d_y=15$  мм — 140;  $d_y=20$  мм — 250;  $d_y=25$  мм — 400 кг/ч.

Распределяя тепловую нагрузку по стоякам системы, рекомендуется придерживаться отношения

$$\frac{Q_{ст.б}}{Q_{ст.м}}; \frac{Q_{ст.б}}{\sigma'_{ст.б}} \leq 1,4 \quad (13.23)$$

где  $Q_{ст.б}$  и  $Q_{ст.м}$  — наибольшая и наименьшая тепловая нагрузка стояков в системе, ккал/ч;

$\sigma'_{ст.б}$  и  $\sigma'_{ст.м}$  — ориентировочная проводимость стояков соответственно с наибольшей и с наименьшей тепловой нагрузкой, определяемая по формуле (13.22).

ХАРАКТЕРИСТИКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ТРУБНЫХ УЗЛОВ СТОЯКОВ  
ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Номер узла	Наименование узла	Эскиз узла	Диаметр трубы $d_y$ , мм	$s_{уз}$ , $\frac{\text{кгс/м}^4}{(\text{кг/ч})^2}$
1	Присоединение к подающей магистрали		15	$\frac{262}{128}$
			20	$\frac{37}{29}$
			25	$\frac{20}{10,6}$
2	Присоединение к обратной магистрали		15	$\frac{221}{86}$
			20	$\frac{544}{16}$
			25	$\frac{15}{5,6}$
3	Этажестояк с односторонним присоединением прибора		15	113
			20	23
			25	8
4	Этажестояк с двусторонним присоединением приборов		15	97
			20	21
			$25/20(d_1/d_2)$	12
			25	7
5	Подводки в верхнем этаже П-образного стояка		15	52
			20	12
			25	4



Продолжение табл. 13.9

Номер узла	Наименование узла	Эскиз узла	Диаметр трубы $d_y$ , мм	$s_{уз}$ $\frac{кгс/м^2}{(кг/ч)^2}$
6	Прямой стояк длиной 1 м (добавка к узлам № 1—5)		15	29,2
			20	5,85
			25	1,75

Примечания: 1. В эскизах сплошными линиями показаны элементы, сопротивление которых включено в  $s_{уз}$ .

2. При длине трубы, отличающейся от указанной в эскизах узлов 1—5, в  $s_{уз}$  зносится поправка по узлу 6.

3. Для узлов 1 и 2 в числителе дано  $s_{уз}$  при вентиле, в знаменателе — при проходном кране.

Проверить возможность размещения отопительных приборов в отведенных для них местах следует для одного-двух приборов с наибольшей тепловой нагрузкой в стояке с наименьшим расходом воды, удаленном от головной подающей магистрали. Ориентировочный расход воды в таком стояке с проводимостью  $\sigma_{ст}$  может быть найден из выражения [см. формулу (13.21)]

$$G'_{ст} = \frac{G_c}{\Sigma \sigma'_{ст}} \sigma_{ст}. \quad (13.24)$$

В системе с отопительными приборами, имеющими греющие трубы  $d_y = 15...20$  мм (с конвекторами, змеевиковыми панелями и т. п.), при проектировании определяется ориентировочная площадь нагревательной поверхности и размер этих приборов. Ориентировочный расчет (с использованием табл. 12.3) проводится для трех стояков: одного в каждой из трех групп стояков — с максимальной, со средней и с минимальной тепловой нагрузкой [по расходу воды, вычисляемому по выражению (13.24)]. Полученная плотность теплового потока  $q_0$  для отопительных приборов (на каждом этаже) этих трех стояков принимается за исходную для определения площади нагревательной поверхности соответствующих приборов остальных стояков в этих трех группах.

Диаметр участков магистралей назначается исходя из предельно допустимой скорости движения воды, на основании опыта предыдущих расчетов, но конструктивным соображениям и т. д.

При заданной величине потери давления в системе предварительный выбор диаметра участков магистралей делается по табл. 13.6. Выбирается тот диаметр, для которого табличное значение сопротивления  $s$  при  $l = 10$  м и  $\xi = 0$  ближе всего подходит к величине  $s_{10}$ , определяемой для каждого участка по формуле

$$s_{10} = \frac{\left[ \left( \frac{316}{G_{г.о}} \right)^2 \Delta p_p - 250 \right] 10}{(\Sigma l_{маг} + \Sigma \xi) \bar{g}_{уч}^2}, \quad (13.25)$$

где  $G_{г.о}$  — ориентировочный расход воды, приходящийся на единицу относительного расхода (см. п. Б):

$$G_{г.о} = \frac{20G_c}{\Sigma \sigma_{ст}}; \quad (13.26)$$

$\Delta p_p$  — заданная потеря давления в системе, кгс/м<sup>2</sup>;

$\Sigma l_{маг}$  — общая длина участков магистралей (без горизонтальных труб тупикового стояка), м;

$\Sigma \xi$  — сумма коэффициентов местных сопротивлений на всех участках магистралей; выбираются по табл. 46.13;

$\bar{g}_{уч}$  — относительный расход воды на участке, диаметр которого выбирается (см. п. Б).

**Б. Гидравлический расчет системы.** Гидравлический расчет системы основывается на заданной проводимости стояков и сводится к распределению воды, циркулирующей в системе, между ее ветвями и стояками. В расчете используется пропорциональность проводимости и расхода воды в расчетных кольцах, возникающая вследствие равенства потери давления в них. Расчетом определяется полная увязка потери давления в циркуляционных кольцах через все стояки системы.

После конструирования системы и выбора диаметра труб определяется действительная проводимость всех стояков.

Проводимость стояка находится по формуле (13.156) или по шкале  $s-\sigma$  (см. рис. 13.21) в зависимости от его сопротивления, вычисляемого по формуле (13.16) с использованием табл. 13.6.

Сопротивление стояка, составленного из унифицированных трубных и приборных узлов, определяется по табл. 13.9 и 13.10 и по рис. 13.22. По табл. 13.9 находится сопротивление трубных узлов стояка; по табл. 13.10 — проточно-регулируемых приборных узлов с общими участками путем сложения величин, взятых из строки Б (с умножением на длину прибора) и из строки В (т. е.  $s_{г.о} = B l_{пр} + B$ ).

Сопротивление приборных узлов со смещенными замыкающими участками определяется по рис. 13.22 в зависимости от величины  $s_{г.о} = B l_{пр} + B'$ , вычисляемой также по данным табл. 13.10.

Гидравлический расчет выполняется по относительным значениям сопротивления, проводимости и расхода воды, получаемым сопоставлением действительных значений с показателями некоторого условно выбранного так называемого эталонного стояка, относительный расход воды в котором принят за единицу, сопротивление принято равным 250, а проводимость по формуле (13.156)  $\sigma_{эт} = 20$ .

В основу расчета положено выражение (аналогичное формуле 13.12а)

$$\Delta p = (G_g / \bar{\sigma})^2, \quad (13.27)$$

## ХАРАКТЕРИСТИКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИБОРНЫХ УЗЛОВ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Отопительный прибор	Диаметр под- водки $d_{\text{п}}$ , мм	Обозначение элемента узла	Характеристика сопротивления элемента узла $s$ , $\frac{\text{кгс/м}^2}{(\text{кг/ч})^2}$								
			№ схемы присоединения (по табл. 12.4)								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Конвекторы 15КП и «Про- гресс-15»	15	Б	58	58	116	116	36	36	14,5	116	14,5
		В	$\frac{71}{99}$	$\frac{71}{99}$	$\frac{146}{164}$	$\frac{146}{164}$	$\frac{83}{100}$	$\frac{83}{100}$	$\frac{82}{100}$	$\frac{146}{164}$	$\frac{63}{81}$
		В'	$\frac{138}{156}$	$\frac{138}{156}$	$\frac{203}{220}$	$\frac{203}{220}$	$\frac{125}{152}$	$\frac{125}{152}$	$\frac{96}{114}$	$\frac{203}{220}$	$\frac{77}{95}$
Конвекторы 20КП, «Про- гресс-20», «Аккорд». Радиа- тор стальной панельный эме- евиловый листотрубный ти- па КЛТ	20	Б	11,7	11,7	23,4	23,4	7,3	7,3	2,9	2,9	2,9
		В	$\frac{17}{21}$	$\frac{17}{21}$	$\frac{30}{34}$	$\frac{30}{34}$	$\frac{19}{23}$	$\frac{19}{23}$	$\frac{21}{25}$	$\frac{21}{25}$	$\frac{14}{19}$
		В'	$\frac{29}{34}$	$\frac{29}{34}$	$\frac{42}{47}$	$\frac{42}{47}$	$\frac{25}{29}$	$\frac{25}{29}$	$\frac{25}{30}$	$\frac{25}{30}$	$\frac{20}{25}$
Конвектор чугунный ЛТ-10	15	Б	29	0,4	30	0,8	29	0,25	0,1	—	—
		В	$\frac{93}{121}$	$\frac{93}{121}$	$\frac{168}{185}$	$\frac{168}{185}$	$\frac{105}{122}$	$\frac{105}{122}$	$\frac{104}{122}$	—	—
		В'	$\frac{160}{177}$	$\frac{160}{177}$	$\frac{225}{242}$	$\frac{225}{242}$	$\frac{146}{173}$	$\frac{146}{173}$	$\frac{118}{135}$	—	—
	20	Б	6	0,4	0,4	0,8	5,9	0,25	0,1	—	—
		В	$\frac{23}{28}$	$\frac{23}{28}$	$\frac{36}{41}$	$\frac{36}{41}$	$\frac{25}{30}$	$\frac{25}{30}$	$\frac{27}{32}$	—	—
		В'	$\frac{36}{40}$	$\frac{36}{40}$	$\frac{49}{53}$	$\frac{49}{53}$	$\frac{31}{36}$	$\frac{31}{36}$	$\frac{32}{36}$	—	—
Ребристые и гладкие тру- бы	15	Б	29	0	0	0	29	0	0	—	—
		В	$\frac{93}{121}$	$\frac{93}{121}$	$\frac{168}{185}$	$\frac{168}{185}$	$\frac{105}{122}$	$\frac{105}{122}$	$\frac{104}{122}$	—	—
		В'	$\frac{160}{177}$	$\frac{160}{177}$	$\frac{225}{242}$	$\frac{225}{242}$	$\frac{146}{173}$	$\frac{146}{173}$	$\frac{118}{135}$	—	—
	20	Б	5,9	0	0	0	5,9	0	0	—	—
		В	$\frac{23}{28}$	$\frac{23}{28}$	$\frac{36}{41}$	$\frac{36}{41}$	$\frac{25}{30}$	$\frac{25}{30}$	$\frac{27}{32}$	—	—
		В'	$\frac{36}{40}$	$\frac{36}{40}$	$\frac{49}{53}$	$\frac{49}{53}$	$\frac{31}{36}$	$\frac{31}{36}$	$\frac{32}{36}$	—	—
Конвектор «Комфорт» $d_{\text{в}} =$ 20 мм без регулирующе- го крана	20	Б	Двухтрубный по схеме присоединения		Четырехтрубный с числом последовательно соединенных конвекторов в ряду						
			1	2	1	2	3				
			11,7	11,7	2,9	2,9	2,9				
		В	$\frac{19}{24}$	$\frac{12}{17}$	$\frac{14}{18}$	$\frac{22}{26}$	$\frac{30}{34}$				

Продолжение табл. 13.10

Отопительный прибор	Диаметр под- водки $d_{\text{п}}$ , мм	Обозначение элемента узла	Характеристика сопротивления элемента узла $s$ , $\frac{\text{кгс/м}^2}{(\text{кг/ч})^2}$	
			Одиночный	Спаренный
Радиатор стальной панель- ный змеевиковый типа ЗС	15	Б	23,4	5,85
		В	$\frac{62}{79}$	$\frac{63}{80}$
		В'	$\frac{164}{181}$	$\frac{118}{135}$
	20	Б	23,4	5,85
		В	$\frac{30}{34}$	$\frac{23}{28}$
		В'	$\frac{42}{47}$	$\frac{34}{39}$
Радиатор чугунный или стальной панельный колон- чатый	15	При $d_{\text{п}} = d_{\text{з.у}}$	Подводка с обходным участком	Подводка с замыкающим участком
		$s_{\text{уз}}$	$\frac{53}{71}$	$\frac{23}{25}$
	20	$s_{\text{уз}}$	$\frac{16}{20}$	$\frac{6}{7}$
			$\frac{10}{11}$	$\frac{2,5}{2,5}$
	25	$s_{\text{уз}}$	$\frac{10}{11}$	$\frac{2,5}{2,5}$
			$\frac{10}{11}$	$\frac{2,5}{2,5}$

Примечания: 1. Характеристика сопротивления проточно-регулируемого приборного узла с обходным участком находится сложением сопротивления подводов (обозначено буквой В) с сопротивлением прибора в зависимости от его длины  $l_{\text{пр}}$ , м (обозначено буквой Б для длины 1 м), т. е.  $s_{\text{уз}} = B l_{\text{пр}} + B$ .

2. Характеристика сопротивления приборного узла с замыкающим участком определяется по рис. 13.22 в зависимости от величины  $s_{\text{п}}$ , вычисляемой по формуле  $s_{\text{п}} = B l_{\text{пр}} + B'$ .

3. Характеристика сопротивления подводов (строки В и В') дана без уток (в числителе) и с утками (в знаменателе); то же, для  $s_{\text{уз}}$  радиаторов.

где  $G_g$  — расход воды на участке, кг/ч, приходящийся на единицу относительного расхода:

$$G_g = G/\bar{g}; \quad (13.28)$$

$\bar{\sigma}$  — относительная проводимость участка:

$$\bar{\sigma} = \sigma/\bar{g}; \quad (13.29)$$

здесь  $\bar{g}$  — относительный расход на участке, определяемый как отношение расхода воды в нем к расходу воды в эталонном стояке.

Распределение воды между стояками системы выявляется с учетом относительного сопротивления участков магистралей:

$$\bar{s}_{\text{уч}} = (s_{\text{уч.п}} + s_{\text{уч.о}}) \bar{g}_{\text{уч}}^2, \quad (13.30)$$

где  $s_{\text{уч.п}}$  и  $s_{\text{уч.о}}$  — сопротивление пары участков подающей и обратной магистрали; принимается по табл. 13.6;

$\bar{g}_{\text{уч}}$  — относительный расход воды в участке подающей (и обратной) магистрали, равный сумме относительных расходов в стояках, снабжаемых водой из данного участка:

$$\bar{g}_{\text{уч}} = \bar{g}_I + \bar{g}_{II} + \dots + \bar{g}_N. \quad (13.31)$$

Относительный расход воды в тупиковом стояке

системы определяется сопоставлением его проводимости  $\sigma$  с проводимостью эталонного стояка ( $\sigma_{\text{эТ}}=20$ ), считая стояки параллельно соединенными.

Тогда, исходя из необходимого равенства относительного сопротивления тупикового и эталонного стояков ( $s_{\text{Т}}\bar{g}_{\text{Т}}=s_{\text{эТ}}\bar{g}_{\text{эТ}}=250$ ), вычисляется не только относительный расход воды, но и относительное сопротивление тупикового стояка:

$$\bar{g}_{\text{Т}} = \sigma/20; \quad \bar{s}_{\text{Т}} = 250. \quad (13.32)$$

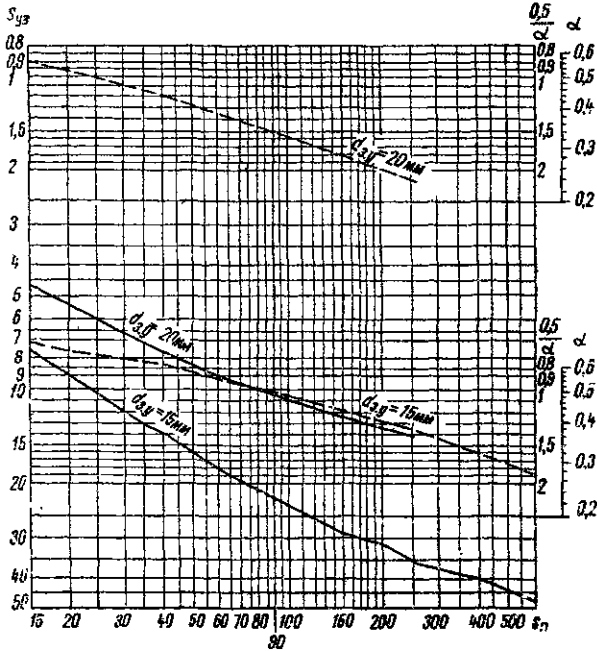


Рис. 13.22. Кривые для определения коэффициента затекания (пунктирные линии) и характеристики сопротивления (сплошные линии) приборного узла со смещенным замыкающим участком в вертикальной однотрубной системе отопления  
 $d_{3,y}$  — диаметр замыкающего участка

Относительный расход воды в рядовом стояке определяется сопоставлением его проводимости  $\sigma$  с относительной проводимостью параллельно соединенного контура:

$$\bar{g} = \sigma/\bar{\sigma}_{\text{к}}. \quad (13.33)$$

где  $\bar{\sigma}_{\text{к}}$  — относительная проводимость контура участков магистралей, замыкающих рассматриваемый рядовой стояк, и тупикового стояка; находится по шкале  $s-\sigma$  (см. рис. 13.21) после вычисления величины  $s_{\text{к}}$  — относительного сопротивления контура, состоящего из тупикового стояка и  $n$  последовательных участков подающей и обратной магистрали:

$$\bar{s}_{\text{к}} = 250 + \bar{s}_{\text{уч},1} + \bar{s}_{\text{уч},2} + \dots + \bar{s}_{\text{уч},n}. \quad (13.34)$$

Однотрубная тупиковая система может быть одноветвевой и может состоять из двух и четырех параллельно соединенных ветвей.

Относительный расход воды в ветви системы (см. рис. 13.24) равняется сумме относительных расходов стояков, объединяемых ветвью:

$$\bar{g}_{\text{в}} = \Sigma \bar{g}_{\text{ст}}. \quad (13.35)$$

Относительная проводимость ветви  $\bar{\sigma}_{\text{в}}$  определяется по шкале  $s-\sigma$  (см. рис. 13.21) после вычисления  $\bar{s}_{\text{в}}$  — относительного сопротивления ветви, состоящей из тупикового стояка и всех последовательно соединенных участков подающей и обратной магистрали, включая головные:

$$\bar{s}_{\text{в}} = \bar{s}_{\text{к}} + \bar{s}_{\text{Г}}. \quad (13.36)$$

где  $\bar{s}_{\text{Г}}$  — относительное сопротивление пары головных участков магистралей системы (см. участок Г на рис. 13.24) с общим относительным расходом воды в ветви  $\bar{g}_{\text{в}}$ .

При объединении двух ветвей системы (№ 1 и 2 на рис. 13.25) относительный расход воды в участке 1—2 составляет:

$$\bar{g}_{\text{об}} = \bar{g}_{\text{в},1} + \bar{g}_{\text{в},2} k_{\text{в},2}. \quad (13.37)$$

где  $k_{\text{в},2}$  — коэффициент, определяемый по формуле

$$k_{\text{в},2} = \frac{\bar{\sigma}_{\text{в},2}}{\bar{\sigma}_{\text{в},1}}; \quad (13.38)$$

здесь  $\bar{\sigma}_{\text{в},1}$ ,  $\bar{\sigma}_{\text{в},2}$  — относительные проводимости ветвей № 1 и 2; определяются по шкале  $s-\sigma$  (см. рис. 13.21) по величинам  $\bar{s}_{\text{в},1}$  и  $\bar{s}_{\text{в},2}$ .

Относительное сопротивление двух ветвей с объединяющим участком 1—2 (см. рис. 13.25)

$$\bar{s}_{\text{с},1-2} = \bar{s}_{\text{в},1} + \bar{s}_{\text{об},1-2}, \quad (13.39)$$

где  $\bar{s}_{\text{об},1-2}$  — относительное сопротивление пары участков, объединяющих ветви № 1 и 2, с расходом  $\bar{g}_{\text{об}}$ .

При объединении четырех ветвей системы общим участком относительный расход воды в общем участке (участок О на рис. 13.25)

$$\bar{g}_{\text{с}} = \bar{g}_{\text{с},1-2} + \bar{g}_{\text{с},3-4} k_{\text{о}}. \quad (13.40)$$

где  $k_{\text{о}}$  — коэффициент, определяемый по формуле

$$k_{\text{о}} = \frac{\bar{\sigma}_{\text{с},3-4}}{\bar{\sigma}_{\text{с},1-2}}, \quad (13.41)$$

здесь  $\bar{\sigma}_{\text{с},1-2}$  — относительная проводимость ветвей № 1 и 2, определяемая по величине  $\bar{s}_{\text{с},1-2}$ ;

$\bar{\sigma}_{\text{с},3-4}$  — то же, ветвей № 3 и 4, определяемая по величине  $\bar{s}_{\text{с},3-4}$ , расчет которой производится аналогично величине  $\bar{s}_{\text{с},1-2}$ ; при этом ветвь № 3 рассматривается как ветвь № 1, а ветвь № 4 — как ветвь № 2 (см. рис. 13.25).

Относительное сопротивление всей системы

$$\bar{s}_{\text{с}} = \bar{s}_{\text{с},1-2} + \bar{s}_{\text{о}}. \quad (13.42)$$

где  $\bar{s}_{\text{о}}$  — относительное сопротивление пары (подающего и обратного) общих участков магистралей системы с расходом  $\bar{g}_{\text{с}}$ .

После вычисления относительных величин определяется расчетный расход воды в стояках ветвей системы [по формуле (13.28)]:

$$\text{ветви № 1: } G_p = \bar{g} G_g; \quad (13.43a)$$

$$\text{» № 2: } G_p = \bar{g} G_g k_{в,2}; \quad (13.43б)$$

$$\text{» № 3: } G_p = \bar{g} G_g k_0; \quad (13.43в)$$

$$\text{» № 4: } G_p = \bar{g} G_g k_0 k_{в,4}; \quad (13.43г)$$

где  $G_g$  — расход воды, циркулирующей в системе, приходящийся на единицу относительного расхода:

$$G_g = \frac{Q_c}{c \Delta t_c \bar{g}_c}; \quad (13.44)$$

$Q_c$  — общая тепловая нагрузка системы, ккал/ч;  
 $\bar{g}_c$  — коэффициент, определяемый для ветвей № 3 и 4 по формуле, аналогичной формуле (13.38).

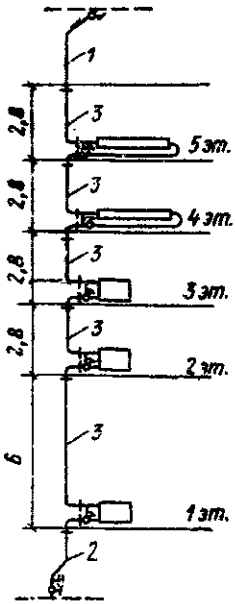
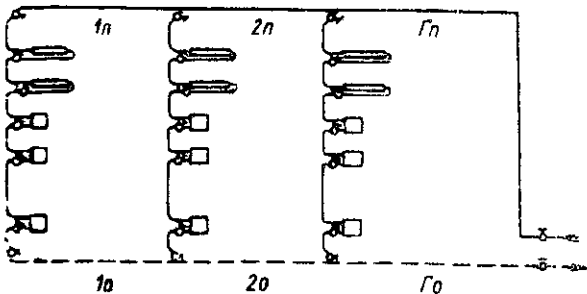


Рис. 13.23. Пятиэтажный стояк вертикальной однотрубной системы водяного отопления

I I II

Рис. 13.24. Одноветвевая тупиковая вертикальная однотрубная система водяного отопления

$\Gamma$  — тупиковый стояк;  $\Gamma$  — головной участок



Пример 13.2. Определить сопротивление и проводимость участка  $d_y = 15$  мм, показанного на рис. 13.23, с чугунными колонными радиаторами М-140-АО в первом — третьем этажах, присоединяемыми по проточно-регулируемой схеме с обходным участком.

стком, плинтусными конвекторами 15КП с трубами длиной 5500 мм в четвертом-пятом этажах, присоединяемыми по схеме № 1 (см. табл. 12.4); подводки на четвертом этаже имеют замыкающий участок.

Подводки к приборам выполнены с утками, на стояке установлены проходные краны  
 Находим в табл. 13.9 сопротивление трубных узлов:  $I-128, 2-86, 3-113$ .

Определяем по табл. 13.10 сопротивление приборных узлов: радиатора — 71, конвектора на пятом этаже  $s_{уз} = B l_{пр} + B = 58 \cdot 5,5 + 99 = 418$ ; для конвектора на четвертом этаже вычисляем  $s_{пр} = B l_{пр} + B' = 58 \cdot 5,5 + 156 = 475$  и по рис. 13.22 находим  $s_{уз} = 43$ .

Подсчитываем сопротивление стояка:

$$s_{ст} = 128 + 86 + 113,5 + 71,3 + 418 + 43 = 1453$$

Так как высота первого этажа превышает высоту узла 3 (6 м вместо 2,8), вносим поправку в сопротивление стояка по узлу 6 (см. табл. 13.9):

$$s_{ст} = 1453 + (6 - 2,8) 29,2 = 1546.$$

Находим по шкале  $s - \sigma$  (см. рис. 13.21) проводимость стояка:

$$\sigma_{ст} \approx 8 \frac{\text{кг/ч}}{(\text{кгс/м}^2) 0,5}$$

Пример 13.3. Определить распределение воды по стоякам тупиковой вертикальной однотрубной системы отопления, изображенной на рис. 13.24, если  $Q_c = 15000$  ккал/ч,  $\Delta t_c = 25^\circ$ , допустимая потеря давления в системе  $\Delta p_c = 1100$  кгс/м<sup>2</sup>, проводимость стояков  $\sigma_{ст} = 8$  (см. пример 13.2),  $\Sigma l_{маг} = 6,4 + 25 + 10$  м,  $\Sigma \zeta_{маг} = 1,4 + 3,5 + 1,5$

Расчетный расход воды в системе по формуле (13.20)

$$G_c = \frac{15000}{1,25} = 600 \text{ кг/ч};$$

ориентировочный расход воды по формуле (13.26), приходящийся на единицу относительного расхода,

$$G_{г,о} = \frac{20 \cdot 600}{8,3} = 500 \text{ кг/ч}$$

Ориентировочная величина сопротивления 10-метрового участка труб по формуле (13.25)

$$s_{10} = \frac{\left[ \left( \frac{316}{500} \right)^2 1100 - 250 \right] 10}{(6,4 + 25 + 10 + 1,4 + 3,5 + 1,5) \bar{g}_{уч}^2} = \frac{1870}{68 \bar{g}_{уч}^2} = \frac{27,5}{\bar{g}_{уч}^2}$$

Относительный расход в тупиковом стояке по формуле (13.32)

$$\bar{g}_T = 8/20 = 0,4.$$

Величина  $s_{10}$  для участка 1 подающей и обратной магистралей с относительным расходом  $\bar{g}_{уч} = 0,4$

$$s_{10} = \frac{27,5}{0,4^2} = 172.$$

По табл. 13.6 для  $d_y = 15$  мм  $s_{10} = 292$  ( $s$  при  $l = 10$  и  $\Sigma \zeta = 0$ ); для  $d_y = 20$  мм  $s_{10} = 58$ . Принимаем диаметр участка 1:  $d_y = 15$  мм (так как величина 172 ближе к 292, чем к 58).

Сопротивление участка 1 при  $d_y = 15$  мм,  $l = 6$  м,  $\Sigma \zeta = 1$  по табл. 13.6

$$s_{уч,1} = 186 + 186 = 372.$$

Относительное сопротивление участка 1 по формуле (13.30)

$$\bar{s}_{уч,1} = 372 \cdot 0,4^2 = 59,5.$$

Относительное сопротивление трубного контура, замыкающего стояк 1, по формуле (13.34)

$$\bar{s}_{к,1} = 250 + 59,5 = 309,5.$$

Относительная проводимость контура по шкале  $s - \sigma$  (см. рис. 13.21)

$$\bar{\sigma}_{к,1} = 18$$

## ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБ (ТУПИКОВОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ)

## Магистраль

номер участка	$l$	$\Sigma \zeta$	$\bar{g}_{yч} = \Sigma \bar{g}$	$\bar{g}_{yч}^2$	$s_{10}$	$d_y$	$s_{yч. п}^H$ $s_{yч. о}$	$s_{yч} = s_{yч. п}^H + s_{yч. о}$	$\bar{s}_{yч} = s_{yч} \bar{g}_{yч}^2$	$\bar{s}_{пр}^*$	$\bar{s}_K$	$\bar{\sigma}_K$
$I_{п}$	6	1	0,4	0,16	172	15	186	—	—	—	—	—
$I_{о}$	6	1	0,4	—	—	15	186	372	59,5	250	309,5	18
$2_{п}$	6	1	0,84	0,7	39,4	20	38	—	—	—	—	—
$2_{о}$	6	1	0,84	—	—	20	38	76	53	309,5	362	16,6
$I_{п}$	25	3,5	1,32	1,74	15,8	25	—	—	—	—	—	—
$I_{о}$	10	1,5	1,32	—	—	25	—	65,5	114	362	476	14,5

Продолжение табл. 13 11

## Стояки

номер стояка	$d_y$	$\sigma$	$\bar{g}_T = \frac{\sigma}{20}$ ; $\bar{g} = \frac{\sigma}{\bar{\sigma}_K}$	$k_1$ или $k_2$	$k_0$	$\bar{g}_p = \bar{g} k_1 k_0$	$G_p = G_g \bar{g}_p$
$T$	15	8	0,4	—	—	0,4	182
$I$	15	8	0,44	—	—	0,44	200
$II$	15	8	0,48	—	—	0,48	218

$$G_g = \frac{600}{1,32} = 455 \text{ кг/ч}$$

\*  $\bar{s}_{пр}$  — величина  $s$  эталонного стояка или  $\bar{s}_K$  предыдущего контура.

Относительный расход воды в стояке  $I$  по формуле (13.33)

$$\bar{g}_I = \frac{8}{18} = 0,44$$

Относительный расход воды в участке 2 по формуле (13.31)

$$\bar{g}_{yч,2} = 0,4 + 0,44 = 0,84,$$

$$s_{10} = \frac{27,5}{0,84^2} = 39,4.$$

В табл. 13 6 к значению  $s_{10} = 39,4$  ближе подходит  $s_{10} = 58$  при диаметре  $d_y = 20$  мм ( $l = 10$  и  $\Sigma \zeta = 0$ ); принимаем для участка 2  $d_y = 20$  мм.

По табл. 13 6 сопротивление участка 2 (при  $d_y = 20$  мм;  $l = 6$  м,  $\Sigma \zeta = 1$ )

$$s_{yч,2} = 38 + 38 = 76.$$

Тогда

$$\bar{s}_{yч,2} = 76 \cdot 0,84^2 = 53, \quad \bar{s}_{K,II} = 309,5 + 53 \approx 362;$$

$$\bar{\sigma}_{K,II} = 16,6.$$

Относительный расход воды в стояке  $II$

$$\bar{g}_{II} = \frac{8}{16,6} = 0,48$$

Относительный расход воды в головном участке ветви (в системе)

$$\bar{g}_T = \bar{g}_C = 0,84 + 0,48 = 1,32;$$

$$s_{10} = \frac{27,5}{1,32^2} = 15,8.$$

По величине  $s_{10}$  в табл. 13 6 для головного участка выбираем  $d_y = 25$  мм и находим  $s = 1,7$  при  $l = 1$  и  $\Sigma \zeta = 0$ ;  $s = 1,2$  при  $l = 0$  и  $\Sigma \zeta = 1$ .

Отсюда сопротивление головного участка

$$s_{yч,T} = (25 + 10) 1,7 + (3,5 + 1,5) 1,2 = 65,5.$$

Относительное сопротивление головного участка

$$\bar{s}_{yч,T} = 65,5 \cdot 1,32^2 = 114.$$

Относительное сопротивление ветви (системы) по формуле (13.36)

$$\bar{s}_B = \bar{s}_C = 362 + 114 = 476.$$

Относительная проводимость ветви (системы) по шкале  $s-\sigma$  (см. рис. 13.21)

$$\bar{\sigma}_B = \bar{\sigma}_C = 14,5.$$

Расход воды, приходящийся на единицу относительного расхода, определяем по формуле (13.28):

$$G_g = \frac{600}{1,32} = 455 \text{ кг/ч}.$$

Расчетный расход воды в стояках: в тупиковом

$$G_T = 455 \cdot 0,4 = 182 \text{ кг/ч};$$

в стояке  $I$

$$G_I = 455 \cdot 0,44 = 200 \text{ кг/ч};$$

в стояке  $II$

$$G_{II} = 455 \cdot 0,48 = 218 \text{ кг/ч}.$$

Действительная потеря давления в системе отопления по формуле (13.27)

$$\Delta p_C = \left( \frac{455}{14,5} \right)^2 = 980 \text{ кгс/м}^2.$$

Проведенный выше гидравлический расчет сводим в специальный бланк (табл. 13 11).

**Пример 13.4.** Произвести гидравлический расчет тупиковой вертикальной одноконтурной системы отопления (т.е. определить распределение воды по стоякам), состоящей из четырех ветвей (рис. 13.25), если  $G_C = 2300$  кг/ч, допустимая потеря давления в системе  $\Delta p_C = 1200$  кгс/м<sup>2</sup>.

Заданы:

относительный расход, сопротивление и проводимость ветвей системы отопления (определение см. в примере 13.3):

$$\bar{g}_B = 1,32 \quad \bar{s}_B = 476, \quad \bar{\sigma}_B = 14,5,$$

$$\bar{g}_B = 1,18, \quad \bar{s}_B = 440, \quad \bar{\sigma}_B = 15,$$

$$\bar{g}_B = 1,3 \quad \bar{s}_B = 510 \quad \bar{\sigma}_B = 14,$$

$$\bar{g}_B = 1,25 \quad \bar{s}_B = 545, \quad \bar{\sigma}_B = 13,5,$$

Сопrotивление объединяющего участка ветвей № 1 и 2 по табл 13 б

$$s_{об,1-2} = 4,4 + 4,4 = 8,8 \text{ и } \bar{s}_{об,1-2} = 8,8 \cdot 2,54^2 = 56,5$$

Относительное сопротивление ветвей № 1 и 2 с объединяющим участком

$$\bar{s}_{с,1-2} = 476 + 56,5 = 532,5$$

находим  $\bar{\sigma}_{с,1-2} = 13,7$

Проводим аналогичные определения для ветвей № 3 и 4

$$k_{в,4} = \frac{13,5}{14} = 0,965, \quad \bar{g}_{об,3-4} = 1,3 + 1,25 \cdot 0,965 = 2,5$$

$$s_{10} = \frac{26}{2,5^2} = 4,$$

принимает  $d_{об,3-4} = 32 \text{ мм}$ ,

$$s_{об,3-4} = 3,2 + 3,2 = 6,4, \quad \bar{s}_{об,3-4} = 6,4 \cdot 2,5^2 = 40$$

$$\bar{s}_{с,3-4} = 510 + 40 = 550$$

находим  $\bar{\sigma}_{с,3-4} = 13,4$

Относительный расход воды в общем участке системы при

$$k_c = \frac{13,4}{13,7} = 0,98$$

по формуле (13 40)  $\bar{g}_c = 2,54 + 2,5 \cdot 0,98 = 4,99$ , сопротивление

$$s_{10} = \frac{26}{4,99^2} = 1,05, \text{ принимаем } d_{общ} = 50 \text{ мм}$$

Находим по табл 13 б для  $d_y = 50 \text{ мм}$ ,  $s = 0,046$  при  $l=1$  и  $\Sigma \zeta = 0$ ,  $s = 0,084$  при  $l=0$  и  $\Sigma \zeta = 1$

Тогда сопротивление общего участка

$$s_o = (25+10) \cdot 0,046 + (1+0,5) \cdot 0,084 = 1,74 \text{ и } \bar{s}_o = 1,74 \cdot 4,99^2 = 43,3$$

Сопrotивление системы отопления по формуле (13 42) при

$$\bar{s}_c = 532,5 + 43,3 = 575,8, \quad \bar{\sigma}_c = 13,2, \quad G_g = \frac{2300}{4,99} = 462 \text{ кг/ч [по формуле (13 44)],}$$

$\Delta p_c = \left( \frac{462}{13,2} \right)^2 = 1225 \text{ кгс/м}^2$  достаточно близко к допустимой потере давления.

Вычисляем расход воды, кг/ч, в стояках системы отопления ветвь № 1 [по формуле (13 43а)]

$$G_T = 462 \cdot 0,4 = 184,$$

$$G_I = 462 \cdot 0,44 = 203,$$

$$G_{II} = 462 \cdot 0,48 = 222,$$

ветвь № 2 [по формуле (13 43б)]

$$G_T = 462 \cdot 0,34 \cdot 1,04 = 163,$$

$$G_I = 462 \cdot 0,4 \cdot 1,04 = 191,$$

$$G_{II} = 462 \cdot 0,44 \cdot 1,04 = 211,$$

ветвь № 3 [по формуле (13 43в)]

$$G_T = 462 \cdot 0,38 \cdot 0,98 = 171,$$

$$G_I = 462 \cdot 0,44 \cdot 0,98 = 199,$$

$$G_{II} = 462 \cdot 0,48 \cdot 0,98 = 217,$$

ветвь № 4 [по формуле (13 43г)]

$$G_T = 462 \cdot 0,38 \cdot 0,965 \cdot 0,98 = 166,$$

$$G_I = 462 \cdot 0,41 \cdot 0,965 \cdot 0,98 = 179,$$

$$G_{II} = 462 \cdot 0,46 \cdot 0,965 \cdot 0,98 = 201$$

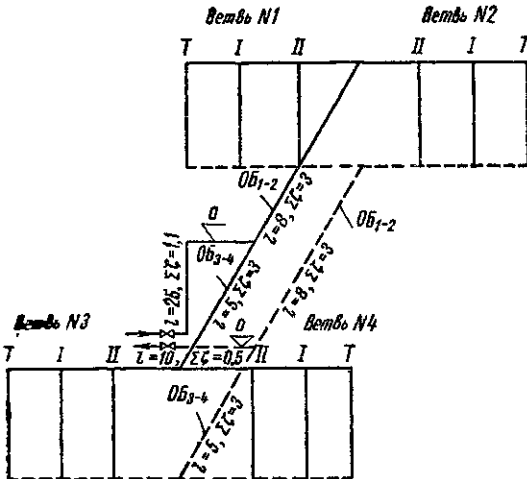


Рис. 13.25 Четырехветвевая тупиковая вертикальная однотрубная система водяного отопления

Об — объединяющий участок, О — общий участок системы

относительный расход воды в стояках

ветвь № 1

$$\bar{g}_T = 0,4, \quad \bar{g}_I = 0,44, \quad \bar{g}_{II} = 0,48;$$

ветвь № 2

$$\bar{g}_T = 0,34, \quad \bar{g}_I = 0,4, \quad \bar{g}_{II} = 0,44,$$

ветвь № 3

$$\bar{g}_T = 0,38, \quad \bar{g}_I = 0,44, \quad \bar{g}_{II} = 0,48,$$

ветвь № 4

$$\bar{g}_T = 0,38, \quad \bar{g}_I = 0,41, \quad \bar{g}_{II} = 0,46,$$

длина и коэффициенты местных сопротивлений объединяющих и общих участков даны на рис 13 25

Гидравлический расчет ветвей ведем с учетом объединяющих и общих участков при величине

$$s_{10} = \frac{26}{g_{уч}^2}$$

Относительный расход в объединяющем участке ветвей № 1

и 2 по формуле (13 37) при  $k_{в,3} = \frac{15}{14,5} = 1,04$  [по формуле (13 36)]

$$\bar{g}_{об,1-2} = 1,32 + 1,18 \cdot 1,04 = 2,54,$$

$$\text{тогда } s_{10} = \frac{26}{2,54^2} = 4$$

Выбираем по табл 13 б диаметр объединяющего участка ветвей № 1 и 2  $d_y = 32 \text{ мм}$

### 13.8. Гидравлический расчет двухтрубной системы

В двухтрубной системе рассчитывают основное наиболее неблагоприятное циркуляционное кольцо системы, которым считается:

а) в насосной системе с тупиковым движением воды — кольцо через нижний отопительный прибор стояка, наиболее нагруженного и удаленного от теплового пункта;

б) в насосной системе с попутным движением воды — кольцо через нижний отопительный прибор среднего наиболее нагруженного стояка;

в) в гравитационной системе — кольцо, в котором возможная средняя величина потери давления на 1 м будет в зависимости от расчетного циркуляционного давления по формуле (13.6) наименьшей.

Потеря давления в основном циркуляционном кольце, состоящем из  $n$  последовательно соединенных участков [см. формулу (13.19)],

$$\sum (Rl + Z) = 0,9\Delta p_p, \quad (13.45)$$

т. е. она должна быть меньше  $\Delta p_p$  на 10% (запас, вводимый на неучтенную потерю давления).

Для выбора диаметра труб при расчете используются заданный расход воды и средняя ориентировочная удельная линейная потеря давления в расчетном циркуляционном кольце, определяемая по формуле

$$R_{cp} = \frac{(1-k)\Delta p_p}{\sum l}, \quad (13.46)$$

где  $k$  — коэффициент, учитывающий долю местной потери давления в системе (табл. 46.21);

$\sum l$  — общая длина  $n$  последовательных участков расчетного циркуляционного кольца, м.

При гидравлическом расчете системы с водоемкими отопительными приборами (радиаторами колончатными, ребристыми и гладкими трубами) последние считаются местным сопротивлением на пути движения воды. При гидравлическом расчете системы с приборами, имеющими греющие трубы  $d_y = 15..20$  мм (конвекторами, радиаторами змеевиковыми и т. п.), учитывается линейная и местная потеря давления в этих трубах.

После основного рассчитываются остальные циркуляционные кольца системы. При этом исходят из расчета основного кольца и в каждом новом кольце рассчитывают только дополнительные не общие участки, параллельно соединенные с участками основного кольца.

Расхождение (невязка) в расчетной потере давления на параллельно соединенных участках допускается при тупиковом движении воды до 15%, при попутном движении  $\pm 5\%$ .

Увязочный расчет остальных колец через отопительные приборы нижнего этажа выполняется без учета естественного циркуляционного давления; через отопительные приборы вышележащих этажей — с учетом дополнительного естественного циркуляционного давления.

В частности, располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета дополнительных не общих участков, соединяющих отопительные приборы второго этажа с расчетными участками приборов первого этажа, составляет (кгс/м<sup>2</sup>):

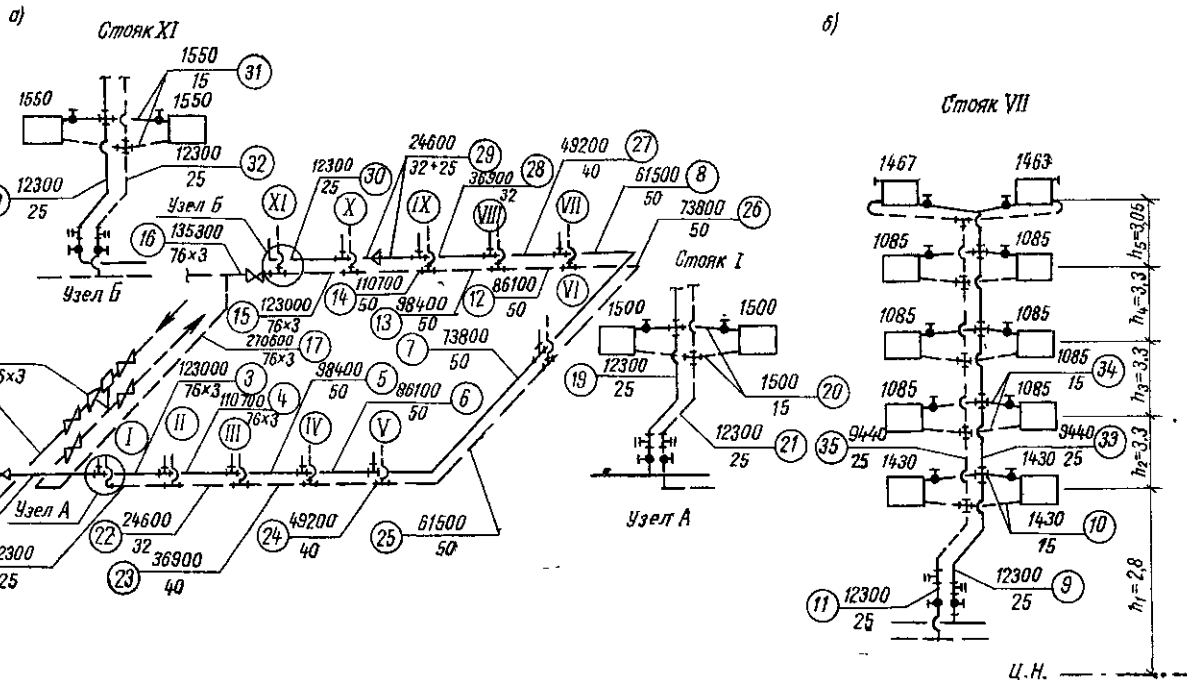


Рис. 13.26. Насосная двухтрубная система водяного отопления с нижней разводкой и попутным движением воды в магистралях

а — схема магистралей; б — схема стояка VII; узлы А и Б — нижние части стояков I и XI



ТАБЛИЦА 13.12

БЛАНК ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ТРУБ

Данные по схеме			Принято							Разница $Rl+Z,$ кгс/м <sup>2</sup>
$Q$ ккал/ч	$G,$ кг/ч	$L,$ м	$d_v,$ мм	$v,$ м/с	$R,$ кгс/м <sup>2</sup> на 1 м	$Rl,$ кгс/м <sup>2</sup>	$\Sigma\zeta$	$Z,$ кгс/м <sup>2</sup>	$Rl+Z,$ кгс/м <sup>2</sup>	
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Основное циркуляционное кольцо через стояк VII и прибор первого этажа

$\Delta p_p = 1017,9$  кгс/м<sup>2</sup>,  $R_{cp} = 5,35$  кгс/м<sup>2</sup> на 1 м

170 600	10 800	9	(89×3,5)	(0,57)	(5)	(45)	(0,7)	(11,4)	(54,5)	+74,3
			76×3	0,77	12	108	0,7	20,8	128,8	
135 300	5 400	8	76×3	0,392	2,9	23,2	6,8	5	74,2	
123 000	4 920	8	76×3	0,36	2,5	20	0,76	25	19,9	
110 700	4 430	8	76×3	0,32	2	16	0,76	3,9	64,8	
98 400	3 930	8	50	0,5	6,9	55,2	0,77	9,6	38,6	
86 100	3 450	6	50	0,432	5,2	31,2	0,78	7,4	53,8	
73 800	2 950	12	50	0,372	3,9	46,8	1,01	7	39,5	
61 500	2 460	12	50	0,31	2,8	33,6	1,03	4,9	27,7	
12 325	493	1 8	25	0,24	4,5	8,1	6,8	19,6	9,4	
1 430	57	3	15	0,084	0,9	2,7	18,58	6,7	17,3	
12 325	493	1,4	25	0,24	4,5	6,3	3,9	11	38,6	
86 100	3 450	6	50	0,432	5,2	31,2	0,78	7,4	64,8	
98 400	3 930	8	50	0,5	6,9	55,2	0,77	9,6	80	
110 700	4 430	8	50	0,56	8,5	68	0,76	12	25	
123 000	4 920	8	76×3	0,36	2,5	20	0,76	5	53,6	
135 300	5 400	4	76×3	0,392	2,9	11,6	5,5	42	(78)	
270 600	10 800	12	(89×3,5)	(0,57)	(5)	(60)	(1,1)	(18)	176	
—	7 425	0,5	76×3	0,77	12	144	1,1	32	20,4	
			76×3	0,54	5,5	2,8	1,2	17,6		+98
		123,7							784,1	+172,3

Запас:  $\frac{1017,9-784,1}{1017,9} 100=23\%$

После уменьшения диаметра участков 1 и 17  $\frac{1017,9-(784,1+172,3)}{1017,9} 100=6\%$

Циркуляционное кольцо через стояк I и прибор первого этажа

$\Delta p_p = 294,7$  кгс/м<sup>2</sup>;  $R_{cp} = 3,2$  кгс/м<sup>2</sup> на 1 м

19	12 300	492	1,8	25	0,24	4,5	8,1	8,7	25	33,1
20	1 500	56	3	15	0,083	0,85	2,5	16	5,4	7,9
21	12 300	492	9,4	25	0,24	4,5	42,3	6,3	18	60,3
22	24 600	984	8	32	0,27	3,7	29,6	1,1	4,1	33,7
23	36 900	1440	8	40	0,304	3,6	28,8	0,95	4	32,8
24	49 200	1968	6	40	0,418	6,8	40,8	0,86	7,5	48,3
25	61 500	2460	12	50	0,31	2,8	33,6	1,03	4,9	38,5
26	73 800	2950	12	50	0,372	3,9	46,8	1,01	7,6	54,4
			60,2							309

Невязка:  $\frac{294,7-309}{294,7} 100=-4,9\%$

Циркуляционное кольцо через стояк XI и прибор первого этажа

$\Delta p_p = 262,8$  кгс/м<sup>2</sup>,  $R_{cp} = 4,7$  кгс/м<sup>2</sup> на 1 м

27	49 200	1968	6	(50)	(0,26)	(1,8)	(10,8)	(0,86)	(2,9)	(13,7)
				40	0,418	6,8	40,8	0,86	7,5	48,3
28	36 900	1440	8	(40)	(0,304)	(3,6)	(28,8)	(0,95)	(4,7)	(33,5)
				32	0,396	7,8	62,4	0,95	7,5	69,9
29	24 600	984	(8)	(25)	(0,48)	(16,5)	(132)	(1,1)	(13)	(145)
			5,5	32	0,27	3,7	20,4	1,1	4,1	21,5
			2,5	25	0,48	16,5	41,3	—	—	41,3
30	12 300	492	9,8	25	0,24	4,5	44	6,3	18	62
31	1 550	62	3	15	0,031	1,2	3,6	16,65	7	10,6
32	12 300	492	1,4	25	0,24	4,5	6,3	1,5	4,4	10,7
			36,2							275,5

Невязка  $\frac{262,8-275,5}{262,8} 100=-4,8\%$

После изменения диаметра участков 27, 28 и 29  $\frac{262,8-(275,5-8,2)}{262,8} 100=-1,7\%$

Данные по схеме				Принято							Разница $Rl+Z$ , кгс/м <sup>2</sup>	
участок	$Q$ , ккал/ч	$G$ , кг/ч	$l$ , м	$d_y$ , мм	$v$ , м/с	$R$ , кгс/м <sup>2</sup> на 1 м	$Rl$ , кгс/м <sup>2</sup>	$\Sigma \zeta$	$Z$ , кгс/м <sup>2</sup>	$Rl+Z$ , кгс/м <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Циркуляционное кольцо через стояк VII и прибор второго этажа</i>												
$\Delta p_p^{II} = 30,5 \text{ кгс/м}^2; R_{cp} = 2 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}$												
33	9440	378	3,3	25	0,183	2,6	8,6	1,5	2,4	11	28,8	
34	1085	43	3	15	0,06	0,55	1,7	18,58	3,3	5		
35	9440	378	3,3	25	0,183	2,6	8,6	2,4	4,2	12,8		
			9,6								28,8	
Невязка: $\frac{30,5 - 28,8}{30,5} \cdot 100 = 5,6\%$												

в насосной системе

$$\Delta p_p^{II} = \Sigma (Rl + Z)_n + 0,4\beta h_2 (t_r - t_o); \quad (13.47)$$

в гравитационной системе

$$\Delta p_p^{II} = \Sigma (Rl + Z)_n + \beta h_2 (t_r - t_o). \quad (13.48)$$

где  $\Sigma(Rl+Z)_n$  — потеря давления (ранее вычисленная) в участках, параллельно соединенных с новыми не общими участками (между точками А и Б на рис. 13.11 и 13.12), кгс/м<sup>2</sup>;

$h_2$  — вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения приборов второго и первого этажа (показаны черными точками на рис. 13.11 и 13.12), м.

Результаты гидравлического расчета теплопроводов заносятся в бланк (табл. 13.12) в порядке, изложенном в следующем примере.

**Пример 13.5.** Выполнить гидравлический расчет насосной (элеваторной) двухтрубной системы водяного отопления с нижней разводкой, попутным движением воды в магистралях (рис. 13.26) и расчетной температурой воды  $t_r = 95^\circ\text{C}$ ,  $t_o = 70^\circ\text{C}$ .

Насосное давление, передаваемое в систему элеватором,  $\Delta p_n = 1000 \text{ кгс/м}^2$ .

*Основное циркуляционное кольцо через стояк VII и прибор первого этажа.*

На схеме труб проставляем тепловые нагрузки и номера участков основного циркуляционного кольца, выбранного через один из средних стояков — стояк VII и отопительный прибор (радиатор) первого этажа. Номер, тепловую нагрузку и длину  $l$  каждого участка вносим в графы 1, 2 и 4 бланка (табл. 13.12). Подсчитываем  $\Sigma l$  и записываем результат внизу графы 4.

Определяем расход воды в каждом участке по формуле (13.20) и вносим его в графу 3.

Вычисляем по формулам (13.5) и (13.11) при  $\beta = 0,64 \text{ кг/(м}^3 \cdot ^\circ\text{C)}$  по табл. 13.3 и  $h_2 = 2,8 \text{ м}$  расчетное циркуляционное давление:

$$\Delta p_p = \Delta p_n + 0,4 \Delta p_e = 1000 + 0,4 \cdot 0,64 \cdot 2,8 (95 - 70) = 1017,9 \text{ кгс/м}^2$$

Находим по формуле (13.46)

$$R_{cp} = \frac{0,65 \cdot 1017,9}{123,7} = 5,35 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}$$

По табл. 46.1, исходя из величины  $R_{cp}$  и расхода воды, определяем предварительный диаметр, скорость воды, действительное значение  $R$  и заносим полученные значения для каждого участка в графы 5, 6 и 7 бланка.

Линейную потерю давления вычислим умножением  $R$  (графа 7) на  $l$  (графа 4) и заносим результат в графу 8.

Сумму коэффициентов местных сопротивлений  $\Sigma \zeta$  для каждого участка находим по табл. 46.12—46.20 и вносим ее в графу 9. Для смежных участков местное сопротивление тройника или крестовины относится к участку с меньшей тепловой нагрузкой (с учетом схемы распределения потоков воды).

Местную потерю давления определяем по табл. 46.3 в зависимости от величины  $\Sigma \zeta$  и скорости  $v$  и вносим в графу 10.

Сумму линейной и местной потери давления в каждом участке по формуле (13.19) заносим в графу 11. Если удовлетворяется равенство (13.45), расчет основного циркуляционного кольца считается законченным. В примере потребовалось уменьшить диаметр двух участков — I и II (старые данные в бланке поставлены в скобках), так как был получен запас циркуляционного давления, превышающий 10%.

В результате окончательного гидравлического расчета получен необходимый запас циркуляционного давления:

$$\frac{\Delta p_p - \Sigma (Rl + Z)}{\Delta p_p} \cdot 100 = 6\%$$

Определяем сумму коэффициентов местных сопротивлений для участков основного циркуляционного кольца.

Участок I:

завдвижка — по табл. 46.12 . . . . .	0,5
отвод $d = 76,3 \text{ мм}$ при $v > 0,2 \text{ м/с}$ . . . . .	0,2
	$\Sigma \zeta_1 = 0,7$

Участок 2:

тройник на растекании при $\bar{G}_{отв} =$	
$= \frac{G_{отв}}{G_{ств}} = \frac{5400}{10800} = 0,5$ . . . . .	6,3
завдвижка . . . . .	0,5
	$\Sigma \zeta_2 = 6,8$

Участок 3:

тройник на входе при $\bar{G}_{прох} =$	
$= \frac{G_{прох}}{G_{ств}} = \frac{4920}{5400} = 0,91$ . . . . .	$\zeta_3 = 0,76$

Аналогично находим значения  $\zeta$  на участках 4—6:  $\zeta_4 = 0,76$ ;  $\zeta_5 = 0,77$ ;  $\zeta_6 = 0,78$ .

Участок 7:

тройник на проходе при $\bar{G}_{прох} =$	
$= \frac{2950}{3450} = 0,85$ . . . . .	0,81
отвод $d_y = 50 \text{ мм}$ при $v > 0,2 \text{ м/с}$ . . . . .	0,2
	$\Sigma \zeta_7 = 1,01$

Участок 8:

тройник на проходе при $\bar{G}_{\text{прох}} =$	
$= \frac{2460}{2950} = 0,83$ . . . . .	0,83
кран $d_y = 50$ мм при $v > 0,2$ м/с . . . . .	0,2
<hr/>	
	$\Sigma \zeta_8 = 1,03$

Участок 9:

тройник на ответвлении при делении потока — по табл. 46.15 для тройника $50 \times 25 \times 50$ мм находим V группу, затем по табл. 46.14 при $\bar{G}_{\text{отв}} = \frac{492}{2430} = 0,2$ . . . . .	3,3
кран проходной $d_y = 25$ мм при $v > 0,2$ м/с . . . . .	1
тройник на проходе спусковой при $\bar{G}_{\text{прох}} = 1$ (табл. 46.16) . . . . .	0,7
кран отвода $d_y = 25$ мм под углом $90^\circ$ при $v > 0,2$ м/с . . . . .	0,6 \cdot 2 = 1,2
кран $d_y = 25$ мм при $v > 0,2$ м/с . . . . .	0,6
<hr/>	
	$\Sigma \zeta_9 = 6,8$

Участок 10:

крановина на ответвлении при делении потока — по табл. 46.19 при $\bar{d}_{\text{ота}} = \frac{15}{25} = 0,59$ . . . . .	
$\bar{G}_{\text{отв}} = \frac{57}{492} = 0,11$ и $\bar{d}_{\text{отв}, 1} = \bar{d}_{\text{отв}, 2} = 0,11$ (табл. 46.17) . . . . .	15,3
кран двойной регулировки с цилиндрической пробкой $d_y = 15$ мм при $v = 0,84$ м/с (табл. 46.12) . . . . .	4
радиатор при $d_y = 15$ мм и $v = 0,084$ м/с . . . . .	1,7
крановина на ответвлении при слиянии потоков при $\bar{d}_{\text{отв}} = 0,59$ и $\bar{G}_{\text{отв}, 1} = \bar{G}_{\text{отв}, 2} = 0,11$ (табл. 46.17) . . . . .	-2,42
<hr/>	
	$\Sigma \zeta_{10} = 18,58$

Участок 11:

два отвода $d_y = 25$ мм под углом $90^\circ$ при $v > 0,2$ м/с . . . . .	0,6 \cdot 2 = 1,2
тройник на проходе спусковой при $\bar{G}_{\text{прох}} = 1$ . . . . .	0,7
кран проходной $d_y = 25$ мм при $v > 0,2$ м/с . . . . .	1
крановина $d_y = 25$ мм при $v > 0,2$ м/с . . . . .	0,6
тройник на ответвлении при слиянии потоков — по табл. 46.15 находим V группу; по табл. 46.14 при $\bar{G}_{\text{отв}} = \frac{492}{2460} = 0,2$ . . . . .	0,4
<hr/>	
	$\Sigma \zeta_{11} = 3,9$

Участок 12:

тройник на проходе при $\bar{G}_{\text{прох}} = \frac{3450}{3930} = 0,875$ . . . . .	
Аналогично находим значения $\zeta$ на участках 13—15. $\zeta_{13} = 0,77$ ; $\zeta_{14} = 0,76$ ; $\zeta_{15} = 0,76$ . . . . .	$\zeta_{12} = 0,785$

Участок 16:

тройник на противотоке при $\bar{G}_{\text{отв}} = \frac{5400}{10800} = 0,5$ . . . . .	5
задвижка . . . . .	0,5
<hr/>	
	$\Sigma \zeta_{16} = 5,5$

Участок 17:

три отвода $d = 76,3$ мм под углом $90^\circ$ при $v > 0,2$ м/с . . . . .	0,2 \cdot 3 = 0,6
задвижка . . . . .	0,5
<hr/>	
	$\Sigma \zeta_{17} = 1,1$

Участок 18:

тройник на ответвлении при делении потока — для I группы при $\bar{G}_{\text{отв}} = \frac{7425}{10800} = 0,69$ (при коэффициенте смещения элеватора 2,2 находим $G_{\text{отв}} = 10800 \frac{2,2}{3,2} = 7425$ кг/ч) . . . . .	$\zeta_{18} = 1,2$
--	--------------------

**Циркуляционное кольцо через стояк I и прибор первого этажа**

Располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета не общих участков, параллельно соединенных с участками основного циркуляционного кольца, т. е. участков 19—26.

$$\Delta p_p = \Sigma (Rl + Z)_{3-11} = 294,7 \text{ кгс/м}^2;$$

$$R_{\text{ср}} = \frac{0,65 \cdot 294,7}{60,2} = 3,2 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}$$

Потеря давления на участках 19—26 (см. табл. 13.12)

$$\Sigma (Rl + Z)_{19-26} = 309 \text{ кгс/м}^2$$

Невязка —4,9% находится в допустимых пределах. Сумма коэффициентов местных сопротивлений для этих участков найдена как и в основном циркуляционном кольце и внесена в графу 9 бланка

**Циркуляционное кольцо через стояк XI и прибор первого этажа**

Располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета участков 27—32.

$$\Delta p_p = \Sigma (Rl + Z)_{9-15} = 262,8 \text{ кгс/м}^2;$$

$$R_{\text{ср}} = \frac{0,65 \cdot 262,8}{36,2} = 4,7 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}$$

Потеря давления на участках 27—32 (см. табл. 13.13)

$$\Sigma (Rl + Z)_{27-32} = 275,5 \text{ кгс/м}^2$$

Невязка —4,8% находится в допустимых пределах.

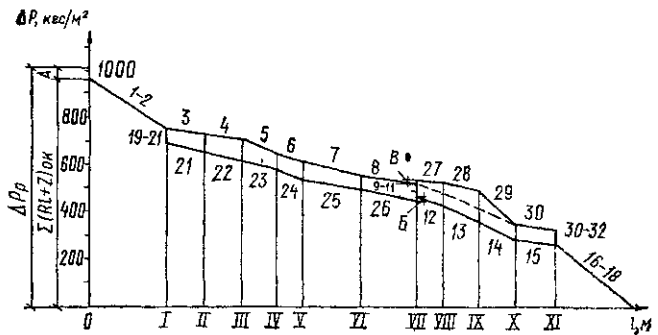


Рис. 13.27. Эпора циркуляционного давления в магистралях системы отопления по рис. 13.26

I, II, ..., XI — номера стояков; 1, 2, ..., 32 — номера расчетных участков

Для упрощения гидравлического расчета насосной двухтрубной системы отопления допустим выбор коэффициентов местного сопротивления в магистралях по табл. 46.13

На рис. 13.27 представлена эпора циркуляционного давления в магистралях системы отопления, построенная на основании гидравлического расчета трех циркуляционных колец через приборы первого этажа ближнего I, среднего VII и дальнего XI

стояков. На рисунке отмечены запас  $A$  циркуляционного давления в основном кольце  $OK$  системы и невязка  $B$  и  $B'$ , полученные при расчете параллельно соединенных участков, соответственно через стояки  $I$  и  $XI$ .

Из этого рисунка видно, что разность давления во всех промежуточных стояках обеспечивает необходимое направление движения воды. Однако для стояка  $VIII$  и особенно  $IX$  разность давления в подающей и обратной магистралях слишком велика. Для уменьшения ее изменяем диаметр участков  $27-29$  (см. табл. 13.12, где старые цифры поставлены в скобках), составляя участок  $29$  из труб  $d_y = 32$  мм ( $l_1 = 5,5$  м) и  $d_y = 25$  мм ( $l_2 = 2,5$  м). Окончательный график давления показан на рис. 13.27 пунктирной линией, а невязка составляет  $-1,7\%$ .

Построение подобных эпюр циркуляционного давления рекомендуется при гидравлическом расчете ограниченного числа циркуляционных колец в двухтрубных системах отопления во избежание обратной циркуляции воды в отдельных стояках.

На примере рассчитанной выше насосной двухтрубной системы отопления проведем увязочный расчет циркуляционного кольца через прибор второго этажа.

#### Циркуляционное кольцо через стояк VII и прибор второго этажа

Располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета не общих участков, параллельно соединенных с участком  $10$  основного циркуляционного кольца, находим по формуле (13.47) при  $\Sigma(RI+Z)_{10} = 9,4$  кгс/м<sup>2</sup>,  $\beta = 0,64$  (табл. 13.3) и  $h_2 = 3,3$  м (рис. 13.26):

$$\Delta p_p^{II} = \Sigma(RI + Z)_{10} + 0,4\beta h_2 (t_r - t_o) = \\ = 9,4 + 0,4 \cdot 0,64 \cdot 3,3 (95 - 70) = 9,4 + 21,1 = 30,5 \text{ кгс/м}^2,$$

$$R_{cp} = \frac{0,65 \cdot 30,5}{9,6} = 2 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}$$

Потеря давления на участках  $33-35$  (см. табл. 13.12) равна  $28,8$  кгс/м<sup>2</sup>; невязка  $5,6\%$ .

Гидравлический расчет циркуляционных колец через отопительные приборы расположенных выше этажей выполняется аналогично.

### 13.9. Гидравлический расчет горизонтальной однотрубной системы

Горизонтальная однотрубная насосная система относится к системам, при проектировании которых до гидравлического расчета делается предварительный тепловой расчет отопительных приборов с выявлением их размеров по усредненной величине теплопередачи через  $1$  м длины или по длине  $1$  экм (см. табл. 12.3), так как расчетная длина участков труб в горизонтальных ветвях системы связана с длиной приборов.

Отопительные приборы с греющими трубами  $d_y = 15...20$  мм включаются в каждую горизонтальную ветвь как последовательно соединенные расчетные участки (см. правые приборы третьего этажа на рис. 13.10).

Отопительные приборы с каналами и трубами  $d_y = 32...100$  мм проточные (см. приборы первого этажа на рис. 13.10) и проточно-регулируемые (при разностороннем присоединении труб) уменьшают длину соединяющих их труб; длина замыкающих участков, как правило, зависит от длины приборов (см. левые приборы второго этажа на рис. 13.10; исключение — правый прибор второго этажа на этом же рисунке).

В горизонтальной однотрубной системе, как и в двухтрубной, рассчитывают основное наиболее неблагоприятное циркуляционное кольцо. Для выбора основного кольца вычисляются наибольшее и наименьшее расчетное циркуляционное давление  $\Delta p_p$  по формуле (13.5).

Наибольшее  $\Delta p_p$  действует в циркуляционном кольце через горизонтальную ветвь верхнего этажа, естественное циркуляционное давление вычисляется в этом случае по формуле (13.11) с заменой высоты  $h_1$  вертикальным расстоянием между условными центрами охлаждения воды в верхней ветви (см. черные точки на

рис. 13.10) и центром нагревания. Протяженность этого кольца  $\Sigma l$  также наибольшая.

Наименьшее  $\Delta p_p$  действует в циркуляционном кольце через горизонтальную ветвь нижнего этажа, когда естественное циркуляционное давление вычисляется по формуле (13.11). Протяженность этого кольца  $\Sigma l$  наименьшая.

Основным расчетным кольцом считается циркуляционное кольцо, в котором возможная средняя величина потери давления на  $1$  м длины получается наименьшей:

$$\Delta p_1 = \frac{\Delta p_p}{\Sigma l} \quad (13.49)$$

Если основное кольцо выбрано и рассчитано через горизонтальную ветвь первого этажа, то располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета дополнительных не общих участков, соединяющих приборы второго этажа с горизонтальной ветвью приборов первого этажа, определяется по формуле (13.47). Величина  $\Sigma(RI+Z)_n$  в формуле (13.47) есть потеря давления (вычисленная при расчете основного кольца) в горизонтальной ветви первого этажа (между точками  $B$  и  $\Gamma$  на рис. 13.10).

Если основное кольцо выбрано и рассчитано через горизонтальную ветвь верхнего  $n$ -го этажа, то располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета лежащей ниже горизонтальной ветви  $n-1$ -го этажа определяется по формуле

$$\Delta p_p^{n-1} = \Sigma(RI + Z)_n - 0,4\beta h_n^* (t_r - t_o), \quad (13.50)$$

где  $\Sigma(RI+Z)_n$  — потеря давления (ранее вычисленная) в участках, параллельно соединенных с новой ветвью (между точками  $A$  и  $B$  на рис. 13.10), кгс/м<sup>2</sup>;

$h_n^*$  — вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения воды в ветвях  $n$ -го и  $n-1$ -го этажа, м.

Система рассчитывается по характеристике сопротивления труб. При гидравлическом расчете потеря давления в узле каждого отопительного прибора определяется по приведенному коэффициенту сопротивления узла  $\zeta_{уз}$ , который находится по табл. 13.13.

Если отопительные приборы расположены в несколько рядов с параллельным движением воды в них, то приведенный коэффициент сопротивления узла может быть вычислен по формуле

$$\zeta_{уз}^* = \frac{s_{уз}}{A \cdot 10^2}, \quad (13.51)$$

где  $s_{уз}$  определяется по формуле (13.17) в зависимости от числа параллельно соединенных труб приборов;  $A$  — принимается по табл. 13.5 для основного диаметра ветви ( $d_1$  — по табл. 13.13).

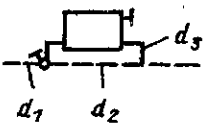
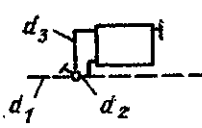
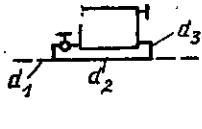
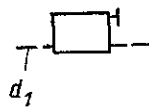
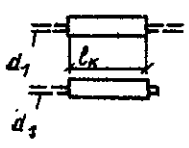
Невязка расчетной потери давления в параллельно соединенных горизонтальных однотрубных ветвях допускается до  $15\%$ .

**Пример 13.6.** Произвести гидравлический расчет горизонтальных однотрубных ветвей двух верхних этажей (рис. 13.28) системы водяного отопления многоэтажного здания с нижней разводкой магистралей при расчетной температуре воды  $t_r = 95^\circ\text{C}$ ,  $t_o = 70^\circ\text{C}$ .

В верхнем этаже применяются чугунные колончатые радиаторы М-140-АО, в лежащем ниже — стальные плитусные конвекторы типа КП.

ТАБЛИЦА 13.13

ПРИВЕДЕННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ УЗЛА  $\zeta_{уз}$  ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ

Приборный узел	Условный диаметр труб, мм			Значение $\zeta_{уз}$				
	$d_1$	$d_2$	$d_n$					
 <p>Узел радиатора с обходным участком</p>	15	15	15	12,8				
	20	20	20	9,6				
	25	25	25	28				
 <p>Узел радиатора с обходным участком и трехходовым коленом гребта Сантехдеталь</p>	15	15	15	10,2				
	20	20	20	9,5				
	25	20	25/20	20,2				
	25	25	25	10,5				
 <p>Узел радиатора с замыкающим участком</p>	15	15	15	2,6				
	15	15	20	1				
	20	15	20	6,1				
	20	20	20	1,9				
	25	20	20	7				
	25	25	20	1,5				
 <p>Радиатор проточный при <math>v &gt; 0,1</math> м/с</p>	Число секций							
	$d_1$	4	8	12	16	20	24	
	15	1,45	1,6	1,7	1,8	1,85	1,85	
	20	1,5	1,9	2,25	2,6	2,9	3,2	
	25	1,65	2,2	2,65	3	3,25	3,4	
	32	1,8	2,6	3,7	5	6,5	3	
 <p>Узел конвектора «Комфорт»:</p> <p>проходного <math>l_n = 1</math> м</p> <p>концевого <math>l_k = 1</math> м</p>	Двухтрубного		Четырехтрубного					
					$d_1=15$ мм		$d_1=20$ мм	
			4	5	4,7		7,15	
				4,95		8		
		0,4		0,18		0,33		

Значение  $\zeta_{уз}$  при отклонении  $l_K$  от 1 м — на каждую 0,1 м

Примечания: 1. В эскизах сплошными линиями показаны трубы, сопротивление которых включено в значение  $\zeta_{уз}$ .

2. Для отопительного прибора с одной проточной ребристой или гладкой трубой  $\zeta_{уз} = 1,5$ .

3. Для отопительных приборов с параллельно соединенными греющими трубами значение  $\zeta_{уз}$  определяется по формуле

**Гидравлический расчет горизонтальной ветви верхнего этажа**

Расход воды в ветви при тепловой нагрузке 6000 ккал/ч по формуле (13 20)

$$G_B = \frac{6000}{1(95 - 70)} = 240 \text{ кг/ч}$$

Принимаем диаметр ветви и радиаторных проточно регулируемых узлов  $d_v = 20 \text{ мм}$

Находим предварительное число секций каждого радиатора пользуясь табл 12 3 (на рис 13 28 число секций указано в контуре радиаторов), и вычисляем общую длину двух участков стоек и межрадиаторных участков ветви, равную  $25,7 - (3,4 + 0,45 \cdot 5) = 20 \text{ м}$  (принимая длину горизонтальных частей подводя к радиатору 0,45 м).

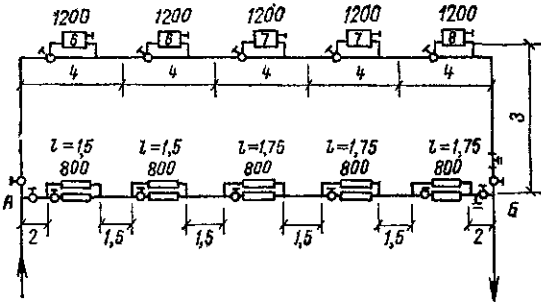


Рис 13 28 Горизонтальные однотрубные ветви двух верхних этажей системы водяного отопления многоэтажного здания с нижней разводкой магистралей

Определяем сумму коэффициентов местных сопротивлений от точки А до точки В по табл 46 12 и 46 16

два тройника на проходе при $\bar{G}_{\text{прох}} = 0,6$	1,4 2=2,8
➤ проходных крана $d_v = 20 \text{ мм}$ . . . . .	1,3 2=2,6
➤ отвода $d_v = 20 \text{ мм}$ . . . . .	1,1 2=2,2
пять радиаторных узлов $d_v = 20 \text{ мм}$ (по табл 13 13) . . . . .	9,6 5=48
тройник спускной на проходе при $\bar{G}_{\text{прох}} = 1$	0,7
	$\Sigma \zeta_B = 56,3$

Вычисляем характеристику сопротивления ветви по формуле (13 13) и данным табл 13 5.

$$S_B = 0,325 (1,8 \cdot 20 + 56,3) 10^{-4} = 30 \cdot 10^{-4} \frac{\text{кгс/м}^2}{(\text{кг/ч})^2}$$

Находим потерю давления в ветви по формуле (13 12):

$$\Delta p_B = 30 \cdot 10^{-4} 240^2 = 172,8 \text{ кгс/м}^2$$

**Гидравлический расчет горизонтальной ветви лежащего ниже этажа**

Определяем располагаемое циркуляционное давление по формуле (13 50)

$$\Delta p_P^H = 172,8 - 0,4 \cdot 0,64 \cdot 3 (95 - 70) = 153,6 \text{ кгс/м}^2$$

Расход воды в ветви при тепловой нагрузке 4000 ккал/ч, считая  $t_{\text{г}} - t_{\text{о}} = 25^\circ$ .

$$G_H = \frac{4000}{1 \cdot 25} = 160 \text{ кг/ч}$$

Принимаем по предварительному тепловому расчету, используя табл 12 3, двухрядную установку плитусных конвекторов типа 15КП и длину первых двух конвекторных блоков 1,5 м и последующих — 1,75 м (см рис 13 28)

Найдем характеристику сопротивления конвекторных блоков, предполагая, что через нижний конвектор с регулирующим вентиляем перед ним протекает 40% (коэффициент затекания  $\alpha = 0,4$ ), а через верхний — 60% общего расхода воды в ветви

Получаем по отдельному расчету по формуле (13 13) для конвекторных блоков  $d_v = 15 \text{ мм}$  длиной 1,5 м

$$S_1 = 30 \cdot 10^{-4} \text{ при } l = 1,85 \text{ м,}$$

$$S_2 = 15,4 \cdot 10^{-4} \text{ при } l = 2,1 \text{ м,}$$

длиной 1,75 м

$$S_1 = 31 \cdot 10^{-4} \text{ при } l = 2,1 \text{ м}$$

$$S_2 = 16 \cdot 10^{-4} \text{ при } l = 2,35 \text{ м}$$

Определяем характеристики сопротивления конвекторных блоков, используя формулы (13 17) и (13 15).

$$S_{1,5} = \frac{1}{(\sigma_1 + \sigma_2)^2} = \frac{1}{\left(\frac{100}{\sqrt{30}} + \frac{100}{\sqrt{15,4}}\right)^2} = \frac{1}{(18,3 + 25,5)^2} = 5,25 \cdot 10^{-4}$$

$$S_{1,75} = \frac{1}{\left(\frac{100}{\sqrt{31}} + \frac{100}{\sqrt{16}}\right)^2} = 5,4 \cdot 10^{-4}$$

Проверяем правильность ранее выбранного коэффициента затекания по формуле (13 18) для одного из блоков.

$$\alpha_1 = \frac{1}{1 + \frac{25,5}{18,3}} = 0,42,$$

что достаточно близко к предполагаемому значению (0 4)

Общая длина прямых участков ветви без длины конвекторных блоков 10 м (см рис 13 28)

Находим сумму коэффициентов местных сопротивлений от точки А до точки В по табл 46 12, 46 14—46 16

два тройника  $20 \times 15 \text{ мм}$  (11 группа по табл 46 15) на ответвлении при  $\bar{G}_{\text{отв}} = \frac{160}{400} = 0,4$

и делении и слиянии потоков . . . . .  $3 + 1 = 4$   
два проходных крана  $d_v = 15 \text{ мм}$  . . . . .  $3 \cdot 2 = 6$

тройник спускной на проходе при  $\bar{G}_{\text{прох}} = 1$  . . . . . 0,7

$$\Sigma \zeta_H = 10,7$$

Вычисляем характеристику сопротивления ветви по формулам (13 13), (13 16) и данным табл 13 5

$$S_H = [1,08 (2,7 \cdot 10 + 10,7) + 5,25 \cdot 2 + 5,4 \cdot 3] 10^{-4} = 67,5 \cdot 10^{-4}$$

Определяем потерю давления в ветви по формуле (13 12):

$$\Delta p_H = 67,5 \cdot 10^{-4} 160^2 = 172,1 \text{ кгс/м}^2$$

Невязка

$$\frac{153,6 - 172,7}{153,6} 100 = -12,5 < 15\%$$

При фактическом расходе воды в ветви

$$G_H^{\text{ф}} = \sqrt{\frac{\Delta p_P^H}{S_H}} = \sqrt{\frac{153,6 \cdot 10^4}{67,5}} = 151 \text{ кг/ч}$$

температура обратной воды понизится до

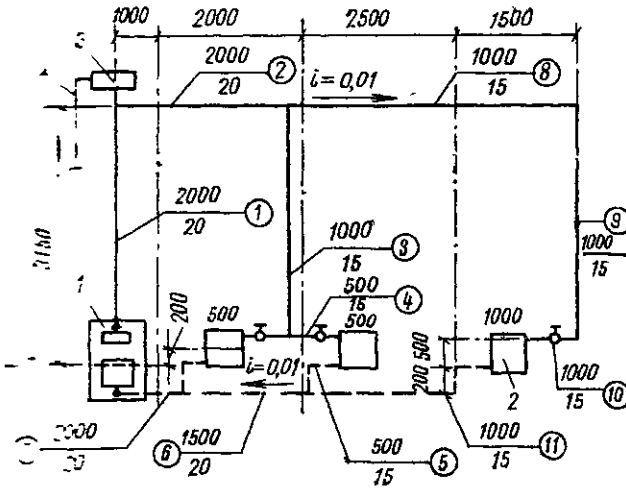
$$t_{\text{о}}^{\text{ф}} = 95 - \frac{4000}{1 \cdot 151} = 95 - 26,5 = 68,5^\circ \text{С}$$

с увеличением перепада температуры воды в ветви на 6%

На основании гидравлического расчета должен быть выполнен окончательный тепловой расчет отопительных приборов

### 13.10. Гидравлический расчет гравитационной системы

Гидравлический расчет гравитационной системы многоэтажного здания, в которой циркуляция в основном в результате охлаждения воды в отопительных приборах [см. первое слагаемое в формуле (13.7)], выполняется по второму методу с равными температурами воды в стояках (с использованием данных и указаний пп. 13.6—13.9).



29. Квартирная двухтрубная система водяного отопления (ц н — центр нагревания в котле; вертикально-пунктирные линии — оси межкомнатных перегородок)

2 — отопительный прибор; 3 — расширительный бак, 4 — переливная труба

Гидравлическая система отопления малоэтажного здания (рис. 13.29), в которой котел помещается на одном уровне с отопительными приборами, называется однотрубной и чаще всего выполняется двухтрубной с разводкой. В такой системе расширительный бак соединяется к главному стояку, помещается в помещении и снабжается переливной трубой 100 мм, которая выводится в раковину. Емкость бака определяется по формуле

$$V_{\text{рб}} = 2Q_{\text{с}} \quad (13.52)$$

— тепловая мощность системы отопления, тыс. ккал/ч

Склон труб  $i=0,01$  делается с целью удаления воздуха из расширительного бака и опорожнения системы.

Гидравлический расчет гравитационной квартирной системы, в которой циркуляция происходит в основном под влиянием охлаждения воды в трубах [см. второе слагаемое в формуле (13.7)], выполняется в два

этапа. В первом этапе, задаваясь величиной расчетного циркуляционного давления и расходом воды в стояках, выбирают предварительный диаметр труб. Во втором этапе после теплового расчета труб определяют действительную величину естественного циркуляционного давления, возникающего при охлажде-

нии воды в трубах, и выявляют необходимость уточнения предварительного гидравлического и теплового расчетов.

Расчетное циркуляционное давление для предварительного гидравлического расчета гравитационной квартирной системы водяного отопления находится по эмпирическим формулам:

для двухтрубной системы

$$\Delta p_{\text{р}} = bh_{\text{г}}(t + h_{\text{г}}) \pm \beta h_1(t_{\text{г}} - t_0); \quad (13.53)$$

для однетрубной системы

$$\Delta p_{\text{р}} = b \frac{h_{\text{г}}}{2} \Sigma l \pm \beta h_1(t_{\text{г}} - t_0). \quad (13.54)$$

где  $h_{\text{г}}$  — вертикальное расстояние от условного центра нагревания воды в котле (принимается на 250 мм выше колосниковой решетки) до верхней горизонтальной трубы, м;

$l$  — горизонтальное расстояние от главного стояка до расчетного, м;

$\Sigma l$  — общая длина последовательно соединенных участков расчетного циркуляционного кольца, м;

$b$  — коэффициент, равный: при неизоллированных трубах или тепловой изоляции только главного стояка 0,4; при изолированных главным стояком и обратной магистралью 0,34; при всех изолированных трубах 0,16.

Второе слагаемое, принятое по формуле (13.54), получает знак плюс, если центр охлаждения воды в отопительных приборах выше условного центра нагревания воды в котле, и минус, если ниже.

Первое слагаемое в формулах (13.53) и (13.54) ориентировочно выражает естественное циркуляционное давление, возникающее от охлаждения воды в трубах. Для его увеличения рекомендуется уменьшать охлаждение воды в главном стояке и нижних горизонтальных трубах и, напротив, увеличивать охлаждение воды в верхних горизонтальных трубах, а также располагать котел ниже отопительных приборов (не поднимая приборы над полом выше обычного уровня).

Основное циркуляционное кольцо при гидравлическом расчете гравитационной квартирной системы отопления выбирается по правилу, приведенному в п. 13.8, с использованием формулы (13.49). Гидравлический расчет проводится по методу, также изложенному в п. 13.8, причем расход воды на участках циркуляционного кольца определяют по формуле (13.20) в предположении, что теплопотери каждого помещения возмещаются только через отопительные приборы при охлаждении воды в них на 20°.

После выбора диаметра всех труб вычисляется теплопередача в помещении каждого участка труб и определяется температура воды в конце каждого участка (начиная от котла и считая там  $t_{\text{к}} = t_{\text{г}}$ ) по формуле

$$t_{\text{к}} = t_{\text{н}} - \Delta t_{\text{уч}}, \quad (13.55)$$

где  $\Delta t_{\text{уч}}$  — понижение температуры воды по длине  $l$  участка:

$$\Delta t_{\text{уч}} = \frac{q_1 l}{cG_{\text{уч}}}, \quad (13.56)$$

здесь  $q_1$  — теплопередача 1 м трубы в помещение с температурой  $t_{\text{в}}$ , ккал/ч; принимается по рис. 12.2 и по табл. 46.22 в зависимости от разности температур  $t_{\text{ср}} - t_{\text{в}}$  (на коротких участках допускается расчет по  $t_{\text{н}} - t_{\text{в}}$ );

$G_{уч}$  — расход воды на участке, кг/ч; берется из предварительного гидравлического расчета.

Далее рассчитывается действительное естественное циркуляционное давление в основном кольце системы  $\Delta p_d$  по формулам (13.8) и (13.11). При сопоставлении его с потерей давления в этом же кольце, полученной в результате предварительного гидравлического расчета, возможны случаи:

а)  $\Sigma(Rl+Z) = (0,85-1)\Delta p_d$  — предварительные гидравлический и тепловой расчеты оставляются без изменения;

б)  $\Sigma(Rl+Z) = (0,7-0,85)\Delta p_d$  или  $\Sigma(Rl+Z) = (1-1,15)\Delta p_d$  — требуется изменение предварительного гидравлического расчета, тепловой расчет может не уточняться;

в)  $0,7\Delta p_d > \Sigma(Rl+Z) > 1,15\Delta p_d$  — требуется изменение и гидравлического и теплового расчета системы.

Площадь нагревательной поверхности отопительных приборов рассчитывается на основании известных из теплового расчета труб величин: теплопередачи трубами  $Q_{тр}$  и температуры воды  $t_{вх}$ , поступающей в приборы. Тепловая нагрузка отопительного прибора составляет:

$$Q_{пр} = Q_{п} - Q_{тр}, \quad (13.57)$$

где  $Q_{п}$  — расчетная теплотота помещения, ккал/ч;

$Q_{тр} = \Sigma q_1 l$  — теплопередача трубами в пределах помещения, ккал/ч.

Средняя расчетная температура воды в отопительном приборе

$$t_{ср} = t_{вх} - \frac{Q_{пр}}{2cG_{пр}}, \quad (13.58)$$

где  $G_{пр}$  — расход воды в отопительном приборе, кг/ч; берется из гидравлического расчета.

**Пример 13.7.** Произвести тепловой и гидравлический расчет трубчатой кварцчной двухтрубной системы водяного отопления с верхней разводкой при расчетной температуре воды  $t_p = 95^\circ\text{C}$ ,  $t_0 = 70^\circ\text{C}$ , изображенной на рис. 13.29. Середина высоты отопительных приборов находится над условным центром нагревания воды в котле, причем  $h = 0,2$  м. Главный стояк системы покрывается тепловой изоляцией ( $\eta_{из} = 0,75$ ). Расчетная температура воздуха в помещениях  $t_{в}$  —  $18^\circ\text{C}$ .

**Выбор основного циркуляционного кольца**

Определяем расчетное циркуляционное давление по формуле (13.53) в двух циркуляционных кольцах через дальний и средний отопительные приборы:

$$\Delta p_p^d = 0,4 \cdot 3,15 (7 + 3,15) + 0,64 \cdot 0,2 (95 - 70) = 16 \text{ кгс/м}^2.$$

$$\Delta p_p^c = 0,4 \cdot 3,15 (3 + 3,15) + 0,64 \cdot 0,2 (95 - 70) = 10,95 \text{ кгс/м}^2.$$

Находим по формуле (13.49) возможную среднюю потерю давления на 1 м длины каждого циркуляционного кольца:

$$\Delta p_1^d = \frac{16}{18,7} = 0,86; \quad \Delta p_1^c = \frac{10,95}{12,6} = 0,86 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}.$$

За основное принимается циркуляционное кольцо через средний отопительный прибор:

**Предварительный гидравлический расчет системы**

Вычисляем среднюю ориентировочную величину линейной потери давления на 1 м в основном циркуляционном кольце по формуле (13.46):

$$R_{ср} = \frac{0,5 \cdot 10,95}{12,6} = 0,43 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}$$

Подбираем диаметр труб исходя из расхода воды на участке, найденного в предположении, что теплотота помещений возмещаются только отопительными приборами при охлаждении воды в них на  $20^\circ$ , по методу, рассмотренному в п. 13.8.

Определяем сумму коэффициентов местных сопротивлений (по табл. 46.12—46.16).

Участок 1:	
внезапное сужение . . . . .	0,5
отвод $d_y = 20$ мм при $v = 0,077$ м/с . . . . .	1,2
<hr/>	
$\Sigma \xi_1 = 1,7$	

Участок 2:	
тройник на ответвлении при $\bar{G}_{отв} = 1$ . . . . .	$\xi_2 = 2,3$

Участок 3:	
тройник на ответвлении при $\bar{G}_{отв} = 0,5$ и $\bar{d} = 0,74$ . . . . .	$\xi_3 = 2$

Участок 4:	
тройник на растекании при $\bar{G}_{отв} = 0,5$	6,3
кран двойной регулировки $d_y = 15$ мм . . . . .	4
утка $d_y = 15$ мм при $v = 0,035$ м/с . . . . .	2,4
вход в радиатор при $d_y = 15$ мм и $v = 0,035$ м/с . . . . .	1,6
<hr/>	
$\Sigma \xi_4 = 14,3$	

Участок 5:	
выход из радиатора при $d_y = 15$ мм и $v = 0,035$ м/с . . . . .	1,6
утка $d_y = 15$ мм при $v = 0,035$ м/с . . . . .	2,4
отвод $d_y = 15$ мм при $v = 0,035$ м/с . . . . .	3,6
тройник на ответвлении при $\bar{G}_{отв} = 0,33$ ; $\bar{d} = 0,74$ . . . . .	0,3
<hr/>	
$\Sigma \xi_5 = 7,9$	

Участок 6:	
тройник на проходе при $\bar{G}_{пр} = 0,75$ . . . . .	$\xi_6 = 0,93$

Участок 7:	
отвод $d_y = 20$ мм при $v = 0,077$ м/с . . . . .	1,2
внезапное расширение . . . . .	1
<hr/>	
$\Sigma \xi_7 = 2,2$	

Результаты гидравлического расчета приведены в табл. 13.14.

**Тепловой расчет системы**

Тепловой расчет начинаем с участка 1 при начальной температуре воды  $95^\circ\text{C}$ . Результаты расчета сведены в табл. 13.15. При заполнении графы 8 используются: для вертикальных труб — рис. 12.2, горизонтальных труб — вспомогательная табл. 46.22, графы 11 — формула (13.56), графы 12 — формула (13.55).

**Окончательный гидравлический расчет системы**

Находим действительное естественное циркуляционное давление в двух рассчитанных кольцах по формулам (13.8) и (13.11):

$$\begin{aligned} \Delta p_d^c &= 1,9 (962,27 - 961,92) + 3,15 (963,92 - 962,27) + \\ &+ 1,8 (966,01 - 963,92) + 0,45 (966,31 - 966,01) + \\ &+ 0,2 (973,19 - 966,81) - 0,03 (973,74 - 973,19) - \\ &- 0,15 (973,98 - 973,74) - 0,25 (979,56 - 978,94) - \\ &- 0,25 (979,93 - 979,56) = 11,26 - 0,31 = 10,95 \text{ кгс/м}^2; \\ \Delta p_d^d &= 1,9 (962,27 - 961,92) + 3,15 (963,92 - 962,27) + \\ &+ 3,15 (967,14 - 963,92) + 1,8 (968,98 - 967,14) + \\ &+ 0,45 (969,3 - 968,98) + 0,2 (978,5 - 969,3) - \\ &- 0,05 (978,71 - 978,5) - 0,15 (978,8 - 978,71) - \\ &- 0,25 (979,82 - 978,8) - 0,25 (979,56 - 978,94) - \\ &- 0,25 (979,93 - 979,56) = 21,3 - 0,53 = 20,77 \text{ кгс/м}^2. \end{aligned}$$



ТАБЛИЦА 13.14

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КВАРТИРНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Участок	Q, ккал/ч	G, кг/ч	l, м	d <sub>y</sub> , мм	v, м/с	R, кгс/м <sup>2</sup> на 1 м	Rl, кгс/м <sup>2</sup>	Σz	Z, кгс/м <sup>2</sup>	Rl + Z, кгс/м <sup>2</sup>
Основное циркуляционное кольцо через средний прибор										
$\Delta p_p^c = 10,95 \text{ кгс/м}^2; R_{cp} = 0,43 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}$										
1	2000	100	2,5	20	0,077	0,55	1,39	1,7	0,5	1,89
2	2000	100	3	20	0,077	0,55	1,65	2,3	0,7	2,35
3	1000	50	2,7	15	0,072	0,75	2,02	2	0,52	2,54
4	500	25	0,5	15	0,035	0,22	0,11	14,3	0,87	0,98
5	500	25	0,7	15	0,035	0,22	0,15	7,9	0,48	0,63
6	1500	75	1,7	20	0,06	0,34	0,58	0,93	0,17	0,75
7	2000	100	1,5	20	0,077	0,55	0,82	2,2	0,65	1,47
									$\Sigma(Rl + Z)_c = 10,61$	

## Циркуляционное кольцо через дальний прибор

$$\Delta p_p = \Sigma(Rl + Z)_{3-5} + (\Delta p_p^d - \Delta p_p^c) = 4,15 + (16 - 10,95) = 9,2 \text{ кгс/м}^2, R_{cp} = 0,45 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}$$

8	1000	50	4	15	0,072	0,75	3	2,7	0,7	3,7
9	1000	50	2,7	15	0,072	0,75	2,04	2,8	0,73	2,77
10	1000	50	0,5	15	0,072	0,75	0,37	5,8	1,51	1,88
11	1900	50	3,1	15	0,072	0,75	2,33	6,75	1,75	4,08
									$\Sigma(Rl + Z)_d = 12,43$	

$$\Sigma(Rl + Z)_{1, 2, 6, 7} = 6,46$$

$$\Sigma(Rl + Z)_d = 18,89$$

ТАБЛИЦА 13.15

## ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ КВАРТИРНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Участок	G <sub>уч</sub> , кг/ч	l <sub>уч</sub> , м	d <sub>y</sub> , мм	t <sub>н</sub> , °C	t <sub>в</sub> , °C	t <sub>н</sub> - t <sub>в</sub> , °C	q <sub>л</sub> , ккал/(м·ч)	1 - η <sub>пз</sub>	q <sub>л</sub> t <sub>уч</sub> , ккал/ч	Δt <sub>уч</sub> , °C	t <sub>к</sub> , °C	γ <sub>к</sub> , кг/м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	100	2,5	20	95	18	77	75	0,25	47	0,5	94,5	962,27
2	100	3	20	94,5	18	76,5	80,5	—	242	2,4	92,1	963,92
3	50	2,7	15	92,1	18	74,1	57	—	154	3,1	89	966,01
Прибор	25	0,5	15	89	18	71	59	—	29,5	1,2	87,8	966,81
	25	—	—	87,8	18	—	—	—	250*	10	77,8	973,19
	25	0,7	15	77,8	18	59,8	46	—	32	1,3	76,5	973,98
5	75	1,7	20	68**	18	50	49	—	83	1,1	66,9	979,56
	100	1,5	20	66,9***	18	48,9	46,5	—	70	0,7	66,2	979,93
7	50	4	15	92,1	18	74,1	59,5****	—	238	4,8	87,3	967,14
	50	2,7	15	87,3	18	69,3	51****	—	138	2,8	84,5	968,98
10	50	0,5	15	84,5	18	66,5	53,5	—	27	0,5	84	969,3
	50	—	—	84	18	—	—	—	760*	15,2	68,8	978,5
	50	3,1	15	68,8	18	50,8	38,5	—	119	2,4	66,4	979,82

\* Тепловые нагрузки приборов найдены по формуле (13.57) с учетом полезной теплопередачи труб, находящихся в поме-

$$t_{н} = \frac{25 \cdot 76,5 + 50 \cdot 66,4}{75} = 68^\circ \text{C}; \quad \gamma_{н} = 978,94 \text{ кг/м}^3$$

\*\*\* Принято  $t_{н} = t_{к}$  без учета слияния потоков.

\*\*\*\* Теплопередача труб вычислена по  $t_{cp} - t_{в}$ .

Сопоставляем потерю давления в циркуляционных кольцах по предварительному расчету с действительным циркуляционным давлением и получаем запасы:

в кольце через средний прибор

$$\frac{10,95 - 10,61}{10,95} 100 = 3,1\%;$$

в кольце через дальний прибор

$$\frac{20,77 - 18,89}{20,77} 100 = 9,1\%,$$

которые могут быть допущены

Предварительный гидравлический расчет и тепловой расчет системы считаем окончательными

Площадь нагревательной поверхности отопительных приборов определяем для среднего прибора — по тепловой нагрузке  $Q_{пр} = 250$  ккал/ч, расходу  $G_{пр} = 25$  кг/ч и средней температуре воды в нем  $t_{ср} = 0,5 (87,8 + 77,8) = 82,3$  °С (см. табл. 13 15), для дальнего прибора — по  $Q_{пр} = 760$  ккал/ч,  $G_{пр} = 50$  кг/ч и  $t_{ср} = 0,5 (84 + 68,8) = 76,4$  °С.

## Глава 14. ПАРОВОЕ ОТОПЛЕНИЕ НИЗКОГО И ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Системы парового отопления, работающие при давлении 0,7 кгс/см<sup>2</sup> и менее, называют системами низкого давления, а системы, работающие при давлении свыше 0,7 кгс/см<sup>2</sup>, — системами высокого давления.

Область применения систем парового отопления в зависимости от назначения здания и характера производства приведена в табл. 10 1.

Преимущества систем парового отопления по сравнению с системами водяного отопления состоят в следующем:

- меньшее сечение трубопроводов;
- уменьшение поверхности нагревательных приборов примерно на 25—30%;
- обеспечение быстрого прогрева здания и быстрого прекращения работы системы;
- возможность применения систем в зданиях с любым числом этажей.

Недостатки систем парового отопления:

- сложность центрального регулирования теплоотдачи нагревательных приборов (работа с «пропусками» пара);
- частичное разложение органической пыли на поверхности нагревательных приборов;
- пониженный срок службы трубопроводов, особенно «сухих» конденсатных трубопроводов;
- повышенные потери тепла паропроводами;
- невозможность качественного регулирования температуры теплоносителя.

### 14.1. Классификация систем парового отопления

Схемы систем парового отопления могут быть условно классифицированы на следующие:

по соединению с атмосферой — на открытые (рис. 14.1) и закрытые (рис. 14.2);

по способу возврата конденсата в котел или тепловой пункт — на схемы с непосредственным возвратом конденсата за счет гидростатического или остаточного (предусматриваемого) давлений и схемы с возвратом конденсата насосом (см. рис. 14.2);

по трассировке трубопроводов — на вертикальные двухтрубные и горизонтальные однотрубные.

Конденсатопроводы в зависимости от вида перемещаемой среды и характера работы бывают:

- сухие, частично заполненные конденсатом, а частично воздухом;
- мокрые, полностью заполненные конденсатом;
- напорные, по которым конденсат перемещается насосом либо за счет гидростатического давления, создаваемого разностью отметок, либо за счет остаточного давления пара (например, в бачке-сепараторе);

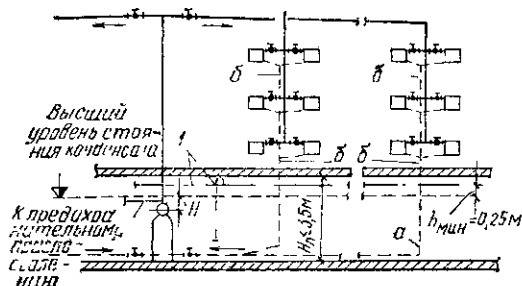


Рис. 14.1. Система отопления низкого давления. Схема открытая двухтрубная вертикальная с верхней разводкой и мокрым конденсатопроводом (с возвратом конденсата самотеком в котел)

а — мокрый конденсатопровод, б — сухой конденсатопровод;

1 — воздушная труба с  $d = 15$  мм

Примечание.  $H = 10 p_k$  ( $p_k$  — расчетное давление в котле, кгс/см<sup>2</sup>)

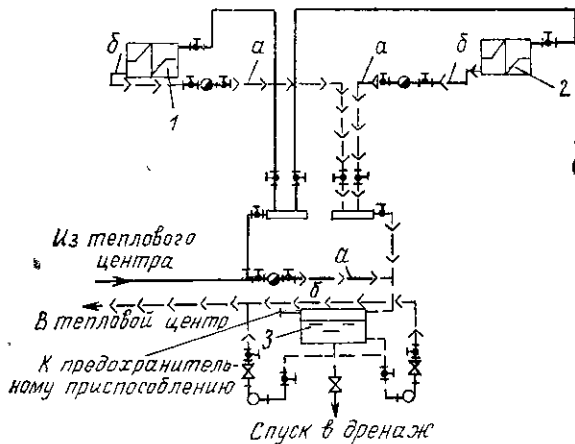


Рис. 14.2. Система отопления высокого давления. Схема закрытая (с возвратом конденсата в тепловой центр насосом)

а — двухфазный конденсатопровод; б — напорный конденсатопровод; 1 — первая система высокого давления; 2 — вторая система высокого давления; 3 — конденсатный бак

Примечание. Перелив из закрытого конденсатного бака производится через переливную трубу с рычажным клапаном и поплавковым регулятором

г) напорные (двухфазные), по которым совместно с конденсатом перемещается пролетный пар и пар вторичного вскипания.

## 14.2. Указания по выбору схем систем парового отопления

1. Радиаторы и конденсаторы систем парового отопления должны быть соединены с приборами, конвекторами и другими нагревательными приборами, а также с системами для производства пара, должны быть самостоятельными, не связанными с трубопроводами агрегатов воздушного отопления, вентиляционных камер и горячего водоснабжения.

2. Вертикальные двухтрубные схемы систем отопления должны быть:

а) с верхней разводкой паровых и конденсаторных трубопроводов с воздушными-отопительными рециркуляционными агрегатами в одноэтажных промышленных зданиях;

б) с верхней разводкой паропровода при наличии чердака или при возможности прокладки его под потолком верхнего этажа здания;

в) со средней разводкой паропровода при прокладке его под потолком какого-либо из нижележащих этажей;

г) с нижней разводкой паропровода при невозможности прокладки его под потолком какого-либо из этажей при отсутствии чердака.

3. При наличии чердака паропроводы следует прокладывать по чердаку, а конденсаторные трубопроводы — по этажам.

Примечание. В системах со средней или нижней разводкой паропроводов стояки, по которым образующийся конденсат движется против движения пара, должны иметь высоту не менее 8 м. Горизонтальные однотрубные проточные системы следует применять в одно- и двухэтажных зданиях объемом до 100 м<sup>3</sup> не требующих регулировки температуры помещений.

## 14.3. Указания по выбору способов возврата конденсата

1. Возврат конденсата от систем парового отопления должен осуществляться в тепловой пункт следует во избежание повышенной коррозии труб производить по закрытой схеме (рис. 14.2). Открытые схемы допускаются применять лишь в особых случаях.

2. В отличие от схемы на рис. 14.1 при закрытых схемах конденсатные баки не должны иметь атмосферных выходов. В баках предусматривается избыточное давление не более 0,05—0,15 кгс/см<sup>2</sup>. Это давление ограничивается предохранительным приспособлением, допускающим повышение давления выше указанного не более чем на 0,1 кгс/см<sup>2</sup>.

3. В открытых схемах систем отопления низкого давления конденсаторные трубопроводы должны быть замкнутыми. В замкнутых схемах систем парового отопления предусматривают мокрый конденсаторный трубопровод.

4. Возврат конденсата от паровых систем отопления должен осуществляться непосредственно в котел по замкнутой схеме допускается лишь в тех случаях, когда для возврата конденсата не требуется заглубления котельной более чем на 0,5 м от уровня ее потолка.

5. В других случаях применяется разомкнутая схема возврата конденсата от котла и насоса.

6. Возврат конденсата непосредственно в тепловой пункт без специальных сепарирующих устройств (база-сепаратор или конденсатный бак) допускается лишь в тех случаях, когда невозможно или нецелесообразно устанавливать пар вторичного вскипания и пролетать через него.

7. Возврат конденсата от систем парового отопления должен осуществляться в тепловой пункт по закрытой схеме (рис. 14.2). Открытые схемы допускаются применять лишь в особых случаях.

8. В отличие от схемы на рис. 14.1 при закрытых схемах конденсатные баки не должны иметь атмосферных выходов. В баках предусматривается избыточное давление не более 0,05—0,15 кгс/см<sup>2</sup>. Это давление ограничивается предохранительным приспособлением, допускающим повышение давления выше указанного не более чем на 0,1 кгс/см<sup>2</sup>.

9. В открытых схемах систем отопления низкого давления конденсаторные трубопроводы должны быть замкнутыми. В замкнутых схемах систем парового отопления предусматривают мокрый конденсаторный трубопровод.

10. Возврат конденсата от паровых систем отопления должен осуществляться непосредственно в котел по замкнутой схеме допускается лишь в тех случаях, когда для возврата конденсата не требуется заглубления котельной более чем на 0,5 м от уровня ее потолка.

11. В других случаях применяется разомкнутая схема возврата конденсата от котла и насоса.

Примечание. Пар вторичного вскипания образуется вследствие вскипания части конденсата при падении давления в конденсаторных трубопроводах или при подъеме конденсата в вертикальных участках конденсаторного трубопровода.

Возврат конденсата насосом осуществляют в том случае, если суммарная величина остаточного и гидростатического давлений не обеспечивает следующих минимальных скоростей движения конденсата:

$v$ , м/с	0,3	0,65	0,8	1	1,5
$d$ , мм	15	20	25	32	40 и более

## 14.4. Конструктивные указания

1. Принципы трассировки сети трубопроводов по зданию те же, что и при водяном отоплении. Магистральные паропроводы в зданиях выше двух этажей во избежание больших теплопотерь рекомендуется прокладывать под потолком одного из этажей (средняя разводка).

2. Прокладку трубопроводов, как правило, применяют открытую. Подпольная прокладка допускается при невозможности осуществления открытой прокладки или при использовании каналов для промышленных разводов.

3. Обводные паровые и конденсаторные трубопроводы устраивают по схемам, приведенным на рис. 14.3.

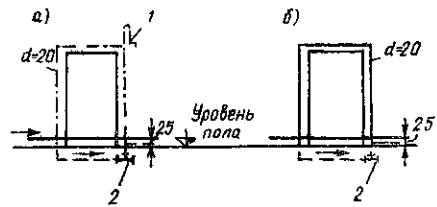


Рис. 14.3. Схема устройства обводных трубопроводов у дверных проемов

а — при влажных конденсаторных трубопроводах; б — при паропроводах и сухих конденсаторных трубопроводах; 1 — воздушный кран; 2 — тройник с пробкой

4. Воздух из паровых систем отводят через воздушные сборники с автоматическими вантузами, а также через воздушные трубки ( $d=15$  мм) с кранами, установленными на конденсаторном трубопроводе перед конденсатороотводчиками и в конечных точках.

5. Осушку паровых магистралей осуществляют в местах подъемов, при нижней разводке — в конце паропровода, применяя для этого конденсатороотводчики или гидравлические затворы.

6. О схемах присоединения местных систем к внешним тепловым сетям см. раздел V.

7. Уклоны магистральных трубопроводов принимают:

для паропроводов: по направлению движения пара — не менее 0,002; против движения — не менее 0,005;

для конденсаторных трубопроводов (по направлению движения конденсата): сухих и мокрых — не менее 0,005; прочих — не менее 0,002.

Уклон ответвлений к нагревательным приборам должен составлять 10 мм на всю длину подводки.

8. О компенсации тепловых удлинений см. главу 13.

9. О противопожарных требованиях см. главу 13.

### 14.5. Применение арматуры

В системах парового отопления предусматривают следующую запорно-регулирующую (паровую) арматуру.

У местных нагревательных приборов (теплообменников) устанавливают:

а) в системах отопления высокого давления — вентиль на паровой подводке и термодинамический или термостатический конденсатоотводчик на конденсатной подводке;

б) в системах отопления низкого давления — вентиль на паровой подводке и тройник с пробкой на конденсатной подводке.

У calorиферов устанавливают:

а) на паровых подводках к каждому ряду calorиферов — воздушный кран и вентиль (кроме первого ряда по ходу холодного воздуха в вентиляционных системах), а также один общий вентиль для выключения установки в целом;

б) на общем конденсатопроводе — воздушный и спускной краны, а также конденсатоотводчик с комплектом вентиля.

На вводах трубопроводов в здание и отдельных ветвях системы отопления устанавливают паровые вентили для полного или частичного ее выключения.

В горизонтальных однотрубных проточных системах отопления устанавливают вентили в начале и конце этажных веток.

Как в закрытых системах отопления, так и в открытых (в зданиях выше четырех-пяти этажей) предусматривают вентили и тройники с пробками на случай спуска конденсата из стояков системы.

На стояках, расположенных на лестничных клетках, вентили рекомендуется устанавливать независимо от количества этажей (в закрытых и открытых системах отопления).

Диаметры вентиля, устанавливаемых у конденсатоотводчиков и на обводной линии, следует принимать по диаметру входного отверстия конденсатоотводчика.

За конденсатоотводчиками, работающими со сбросом конденсата в общий конденсатопровод, при подъеме конденсата на высоту следует устанавливать обратные клапаны, если они не предусмотрены в конструкции конденсатоотводчика.

## 14.6. Расчет паропроводов

### А. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ПАРА

Давление пара, кгс/см<sup>2</sup>, перед расчетным нагревательным прибором до вентиля в системах отопления низкого давления без конденсатоотводчиков следует принимать:

а) при самотечном конденсатопроводе по формуле

$$p_2 = 0,02;$$

б) при напорном конденсатопроводе по формуле

$$p_2 = \frac{p_3}{0,95}, \quad (14.1)$$

где  $p_3$  — давление в конденсатопроводе после нагревательного прибора, кгс/см<sup>2</sup>.

Давление пара, кгс/см<sup>2</sup>, перед расчетным прибором до вентиля в системах отопления низкого давления при наличии конденсатоотводчиков определяют по формуле (однако оно должно быть не менее 0,35 кгс/см<sup>2</sup>):

$$p_2 = \frac{p_4}{0,4}, \quad (14.2)$$

где  $p_4$  — давление в конденсатопроводе после конденсатоотводчика, кгс/см<sup>2</sup>.

Давление пара, кгс/см<sup>2</sup>, перед расчетным теплообменником до вентиля в системах отопления высокого давления определяют по формуле

$$p_2 = \frac{p_4}{0,7}. \quad (14.3)$$

Максимальное давление пара в радиаторах, конвекторах, calorиферах не должно превышать 6 кгс/см<sup>2</sup>; для водоподогревателей его принимают по заводским паспортам.

Давление пара в начале паровой магистрали или у котла принимают:

а) в системах отопления низкого давления в зависимости от длины  $l$  паропровода от ввода или котла до наиболее удаленного нагревательного прибора:

$l$ , м	100	100—200	200—300
$p_1$ , кгс/см <sup>2</sup>	0,05—0,1	0,1—0,2	0,2—0,3

При использовании calorиферов применяют более высокое давление (до 0,6 кгс/см<sup>2</sup>);

б) в системах отопления высокого давления — в соответствии с давлением на вводе в здание.

Предельные скорости пара в системах отопления приведены в табл. 14.1.

ТАБЛИЦА 14.1

ПРЕДЕЛЬНЫЕ СКОРОСТИ ПАРА  
В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ

Диаметры трубопроводов (условные), мм	Предельные скорости пара, м/с, при давлении на вводе, кгс/см <sup>2</sup>		
	до 0,7 при движении пара и конденсата		более 0,7 при попутном движении пара и конденсата
	попутном	встречном	
15	14	10	25
20	18	12	40
25	22	14	50
32	23	15	55
40	25	17	60
50	30	20	70
Более 50	30	20	80

Примечание. Предельные скорости движения пара в системах с давлением пара на вводе более 0,7 кгс/см<sup>2</sup> при встречном движении пара и конденсата следует принимать с коэффициентом 0,7 от значений, приведенных в таблице для попутного движения.

Максимальная температура пара, допускаемая в системах отопления, в зависимости от назначения и характера отапливаемых помещений приведена в главе 10 и табл. 1.3.

Если в каких-либо помещениях требуется более низкая температура, чем в остальных, давление пара снижают дросселированием до величины, обеспечивающей пужную температуру.

Когда на вводе в здание имеется перегретый пар, температура которого превышает допустимые пределы,

необходимо охладить в поверхностных охладителях конденсаторах смешения<sup>1</sup>

После понижения температуры пар должен быть перегретым, применяют поверхностные охладители. Если же после понижения температуры пар не будет как перегретым, так и насыщенным, то используют охладители смешения.

При перегретом паре или перегреве пара в результате дросселирования снижать этот перегрев в системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения с эконо-мическим соображениям не следует.

Температуру перегретого пара после дросселирования определяют по начальной сухости влажности насыщенного пара до дросселирования (95—98%).

Параметры насыщенного пара приведены в табл. 1.3.

## Б. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПАРОПРОВОДОВ

Потери давления, кгс/м<sup>2</sup>, в паропроводах определяют по формуле

$$H = \Sigma (Rl + Z), \quad (14.4)$$

- где  $R$  — удельные потери давления на трение (на 1 пог. м длины участка паропровода), кгс/м<sup>2</sup>;  
 $l$  — длина участка расчетной ветви паропровода, м;  
 $Z$  — потери давления на местные сопротивления, кгс/м<sup>2</sup>.

В системах отопления высокого давления потери давления на местные сопротивления могут быть замещены потерей давления на трение в трубе эквивалентной длины  $l_{\text{экв}}$ , м (табл. 46.7 раздела IX)

Тогда

$$H = \Sigma [R(l + l_{\text{экв}})] = \Sigma (Rl_{\text{общ}}). \quad (14.5)$$

За длину расчетной ветви считают длину паропровода от ввода или котла до наиболее удаленного нагревательного прибора (теплообменника).

Значения коэффициентов местных сопротивлений берут по табл. 46.12—46.20 раздела IX.

Потери давления на местные сопротивления ориентировочно берут в следующих размерах от общих потерь давления в расчетной ветви паропровода: 35% — в системах отопления низкого давления, 20% — в системах отопления высокого давления.

Удельные потери давления на трение рекомендуют принимать для труб начальных участков — выше, для труб конечных стояков — ниже  $R_{\text{ср}}$ .

Значения  $R_{\text{ср}}$  для систем парового отопления низкого и высокого давления определяют соответственно по формулам (14.6) и (14.8).

Согласно СНиП в системах парового отопления потери давления во взаимосвязанных частях систем не должны отличаться более чем на 25%

Для преодоления сопротивлений, не учтенных расчетом, необходимо оставлять запас давления до 10% расчетного.

### Расчет паропроводов двухтрубных систем отопления низкого давления

Ориентировочную среднюю удельную потерю давления на трение, кгс/(м<sup>2</sup>·пог. м) определяют по формуле

$$R_{\text{ср}} = \frac{0.9p_1 - p_2}{\Sigma l} \cdot \frac{100 - \eta}{100}, \quad (14.6)$$

где  $p_1$  и  $p_2$  — давление пара в начале и конце паропровода, кгс/м<sup>2</sup>;

$\Sigma l$  — длина паропровода, м;

$\eta$  — доля потерь на местные сопротивления, %;

0,9 — коэффициент, учитывающий ориентировочный запас в принятом располагаемом давлении.

Потери давления на местные сопротивления принимают по табл. 46.5 раздела IX, а на трение — по табл. 46.4 раздела IX.

**Примечание.** Паропроводы с начальным давлением в системе  $p_1 > 0,2$  кгс/см<sup>2</sup> рассчитывают по методу и таблицам высокого давления.

Для уравнивания потерь давления в паропроводах устанавливают дросселирующие шайбы:

а) на стояках — по одной для всех приборов данного стояка;

б) на ответвлениях к приборам, если разница в потере давления приборами данного стояка превышает 50 кгс/м<sup>2</sup>. Диаметр дросселирующих шайб принимают не менее 4 мм, излишнее давление дросселируют вентиляем.

Схемы установки дросселирующих шайб приведены на рис. 14.4.



Рис. 14.4. Схема установки дросселирующих шайб в системах парового отопления низкого давления

а — шайба в муфте; б — шайба в вентиле; в — эскиз шайбы;  $\delta$  — толщина шайбы, равная 1,5—2 мм

**Пример 14.1.** Произвести гидравлический расчет ветвей системы парового отопления с увязкой потерь давления с помощью дросселирующих шайб. Расчетная схема этой системы изображена на рис. 14.5. Конденсат в котлы возвращается самотеком. Длина участков рассчитываемого паропровода  $\Sigma l = 68,7$  м

**Решение.** Ориентировочная средняя удельная потеря давления на трение определяется по формуле (14.6)

$$R_{\text{ср}} = \frac{0.9 \cdot 1000 - 200}{68.7} \cdot \frac{100 - 35}{100} = 6,63 \text{ кгс}/(\text{м}^2 \text{ пог. м})$$

Ориентируясь на это значение  $R_{\text{ср}}$  по тепловым нагрузкам на отдельных участках паропровода  $Q$ , ккал/ч, и табл. 46.4 раздела IX находим диаметр паропровода, скорость пара и потерю на трение на 1 пог. м каждого участка паропровода. Потерю давления на местные сопротивления определяем по табл. 46.5 раздела IX.

Расчет паропровода сведен в табл. 14.2.

Пример подбора шайб показан на номограмме (рис. 14.6) при  $Q = 1180$  ккал/ч и  $\Delta p = 150$  кгс/м<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Значения по расчетам систем пароснабжения с переходом от насыщенного пара к конденсату приведены в серии 4-107 Гипротиса, 1959.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПАРОПРОВОДОВ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ  
(РАСЧЕТНЫЙ БЛАНК)

№ участка	Намечено									Изменено					Разность в потерях давления против начально намеченных, кгс/м <sup>2</sup>	
	Тепловая нагрузка Q, ккал/ч	Длина участка l, м	Условный диаметр d, мм	Скорость пара v, м/с	Удельная потеря давления на трение R, кгс/(м <sup>2</sup> ·пог. м)	Потеря давления на трение R <sub>t</sub> , кгс/м <sup>2</sup>	Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σξ	Потеря давления в местных сопротивлениях Z, кгс/м <sup>2</sup>	Условный диаметр d, мм	Скорость пара v, м/с	Удельная потеря давления на трение R, кгс/(м <sup>2</sup> ·пог. м)	Потеря давления на трение R <sub>t</sub> , кгс/м <sup>2</sup>	Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σξ	Потеря давления в местных сопротивлениях Z, кгс/м <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Ветвь 1-я через стояк 1

1	7 000	3,2	50	22,8	9	28,8	4,8	80								
2	122 000	13,8	76×3	25,75		110,8	1	21,4								
3	57 600	5,5	50	21,2		39	6,3	91,5								
4	35 600	5,5	50	13,3		9,6	14,5	81,5								
5	29 800	7,5	40	18,3		62,5	1	10,8								
6	24 000	6	40	14,8		33	1	7,1								
7	19 100	7,5	40	11,8		26,2	1	4,5								
8	13 300	7,5	32	10,8		28,5	1	3,8								
9	7 500	10,4	25	10,7		57,2	2	7,4								
10	3 400	4	20	7,7		14,4	4	7,7								
11	1 600	0,8	15	6,9		3,6	9,3	14,3								
		68,7				412,8		330								

$\Delta p = 412,8 + 330 + 200 = 942,8$  кгс/м<sup>2</sup> (запас ~ 6%)

Ветвь 2-я через стояк 24

12	64 400	6	50	24,4	10	60	6,3	121								
13	33 100	3	50	12,6		8,4	14,3	73								
14	27 500	7,5	40	16,8		2,8		9,1	50	10,4	2	15	1	3,5	-37,5	-5,6
15	21 900	7,5	40	13,5		7		5,9								
16	16 300	6	32	13,2		4,5		5,6								
17	11 600	7,5	32	9,5		5,5		2,9								
18	6 000	9,4	25	8,7		3,8		26,8								
19	4 000	3,2	20	9		5		18,3								
						261,9		262,6								

$p_{12-19} = 261,9 + 262,6 = 524,5$  кгс/м<sup>2</sup> (невязка давлений);

$p_{3-11} = 274 + 228,6 = 502,6$  кгс/м<sup>2</sup>

Вносим изменения в расчетные данные участка 14, тогда

$p_{12-18} = 524,5 - 43,1 = 481,4$  кгс/м<sup>2</sup> < 502,6 кгс/м<sup>2</sup>

Стояк 4  $\Delta p_{2-11} = 167,6$  кгс/м<sup>2</sup>

26	4900	3,2	20	11	7,5	24	1,5	5,85								
27	2200	4	15	9,7	8,4	33,6	5	15,2								
28	1800	1	15	8,1	7,5	7,5	7,8	16,5								
						65,1		37,55								

$\Delta p = 167,6 - (65,1 + 37,55) = 65$  кгс/м<sup>2</sup> (избыток давления)

Диаметр отверстия дроссельной шайбы  $d = 12,5$  мм (см. рис. 14.6).

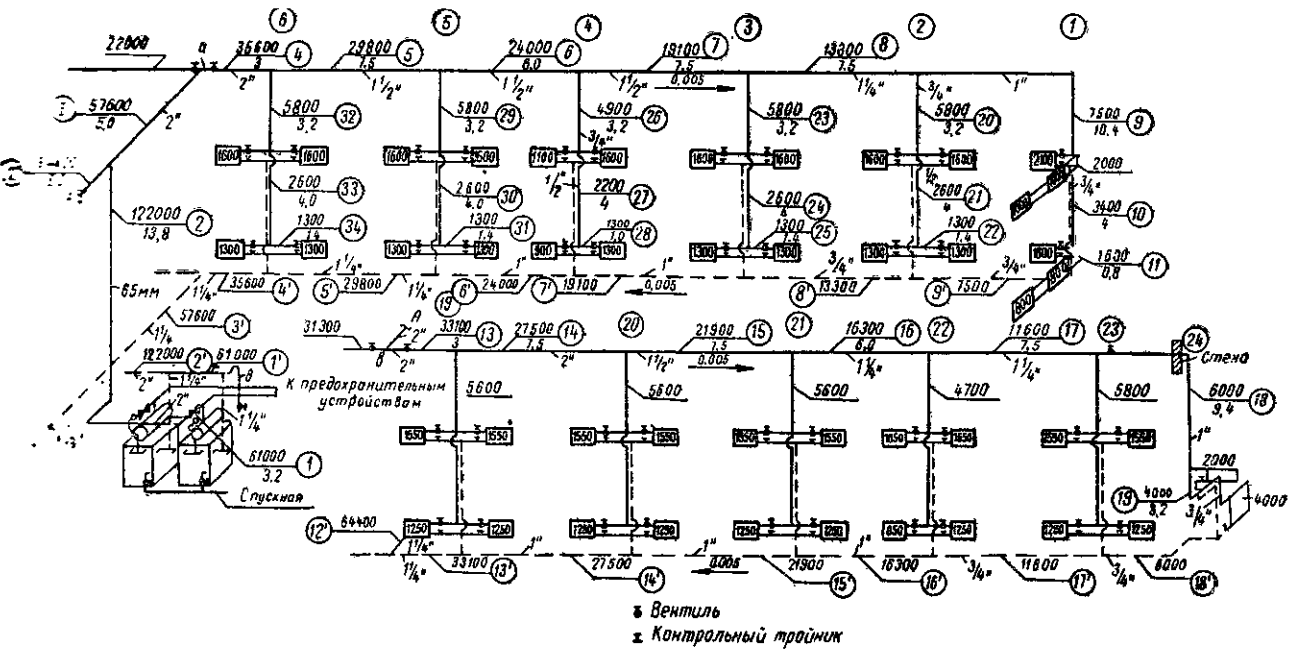
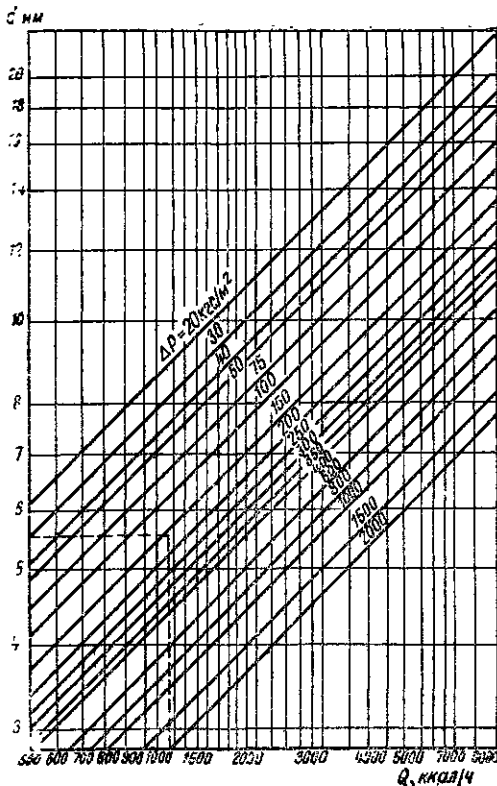


Рис. 14.5. Система парового отопления низкого давления



**Расчет паропроводов  
двухтрубных систем отопления  
высокого давления**

При расчете паропроводов первоначально рассчитывают конденсатопровод и находят давление в начале конденсатопровода, а затем по формуле (14.3) — давление перед теплообменником, необходимое как минимальное. Теплообменник и конденсатоотводчик экономически выгодно выбирать по давлению сверх минимального, однако это вызывает увеличение диаметров паровых конденсатопроводов. Если давление пара перед теплообменником задано, в первую очередь рассчитывают паропровод.

При расчете паропроводов потери тепла (ккал/ч) неизолированным паропроводом вычисляют по формуле<sup>1</sup>

$$Q_{пот} = 5d_n l, \quad (14.7)$$

где  $d_n$  — наружный диаметр паропровода, мм;  
 $l$  — длина паропровода, м.

Средняя удельная потеря давления на трение, кгс/(м<sup>2</sup>·пог. м) (для расчета по табл. 46.6 раздела IX с  $\gamma = 1$  кгс/м<sup>3</sup> при  $\rho = 0,8$  кгс/см<sup>2</sup>)

$$R_{ср} = \frac{(0,9\rho_1 - \rho_2) \gamma_{ср}}{\Sigma l} \cdot \frac{100 - \eta}{100}, \quad (14.8)$$

<sup>1</sup> Может быть также использована табл. 46.22 раздела IX.

Рис. 14.6. Номограмма для определения диаметров отверстий шайб  $d$  в зависимости от количества тепла  $Q$ , проходящего по паропроводу



где  $p_1$  и  $p_2$  — давление пара в начале и конце паропровода, кгс/см<sup>2</sup>;

$\gamma_{\text{ср}}$  — плотность пара, кг/м<sup>3</sup>, отвечающая среднему давлению пара ( $p_1 + p_2/2$ , кгс/м<sup>2</sup>);

$\eta$  — доля потерь на местные сопротивления;

$\Sigma l$  — длина паропровода, м.

Потери давления на трение принимают по табл. 46.6 раздела IX.

Длина трубопровода, эквивалентная потерям давления на местные сопротивления, определяется по табл. 46.7 раздела IX.

**Пример. 14.2.** Рассчитать паропровод для схемы на рис. 14.7. Давление пара в начале паропровода  $p_1=5,25$  кгс/см<sup>2</sup>, перед теплообменником — не менее  $p_2=2$  кгс/см<sup>2</sup>.

Длина паропровода в расчетной ветви  $\Sigma l=230$  пог. м (паропровод не изолирован).

Решение. Среднее давление пара

$$p_{\text{ср}} = \frac{5,25+2}{2} = 3,63 \text{ кгс/см}^2 \text{ (при } \gamma_{\text{ср}} = 2,43 \text{ кг/м}^3 \text{ и}$$

$$r_{\text{ср}} = 507 \text{ ккал/кг}).$$

Среднее условное удельное падение давления на трение на 1 пог. м

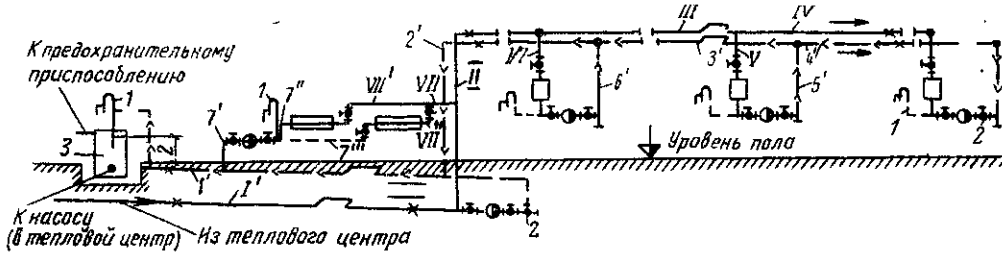


Рис. 14.7. Система отопления высоко-го давления. Схема закрытая двух-трубная вертикальная с верхней разводкой паро- и конденсатопровода (с возвратом конденсата в бак за счет предусматриваемого остаточного давления)

1 — воздушная линия с  $d=15$  мм; 2 — тройник для спуска воды; 3 — конденсатный бак

**ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПАРОПРОВОДОВ (РАСЧЕТНЫМ)**

№ участка	Количество тепла в конце участка (с учетом потерь тепла на последующих участках) $Q_{\text{кон}}$ , ккал/ч	Расход пара в конце участка $G_{\text{кон}}=Q_{\text{кон}}/\gamma_{\text{ср}}$ , кг/ч	Длина участка $l$ , м	Давление кгс/см <sup>2</sup>			Плотность пара $\gamma_{\text{ср}}$ , кг/м <sup>3</sup>	Теплота испарения $r_{\text{ср}}$ , ккал/кг	Потери на трение на 1 пог. м при $p_{\text{ср}}=0,8$ кгс/см <sup>2</sup> $R'$ , кгс/м <sup>2</sup>
				в конце участка $p_2$	в начале участка $p_1$	среднее $p_{\text{ср}}$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IV пр	450 000	890	45	—	—	3,63	2,43	507	80
IV ок	450 000	870	45	2	2,22	2,11	1,67	517	76
IV ок	450 000	870	45	2	2,29	2,15	1,69	517	76
III пр	920 800	1820	45	—	—	3,63	2,43	507	333
III пр	920 800	1800	45	2,29	3,07	2,68	1,96	513	328
III ок	920 800	1800	45	2,29	3,24	2,76	2,06	512	328
II пр	1 390 800	2740	30	—	—	3,63	2,43	507	317
II пр	1 390 800	2740	30	3,24	3,73	3,48	2,36	507	317
II пр	1 390 800	2740	30	3,24	3,75	3,5	2,37	507	317
I пр	1 558 600	3070	110	—	—	3,63	2,43	507	140
I пр	1 558 600	3070	110	3,75	4,62	4,19	2,72	504	142
I ок	1 558 600	3070	110	3,75	4,53	4,14	2,68	504	142
$\Sigma l=230$									
									Запас
V пр	450 000	870	10	2	2,29	2,14	1,69	517	76
V ок	450 000	870	10	2,16	2,29	2,23	1,74	516	77
VI пр	450 000	880	10	2	3,24	2,62	1,92	513	326
VI ок	450 000	885	10	2,83	3,24	3,03	2,14	510	330
VII ок	153 800	300	5	3,65	3,75	3,7	2,47	506	302
VII пр	75 000	147	19	2	3,65	2,82	2,02	511	296
VII ок	75 000	148	19	3,25	3,65	3,45	2,34	508	302
VII пр	75 000	147	5	2	3,65	2,82	2,02	511	296
VII ок	75 000	148	5	3,48	3,65	3,56	2,37	507	302



$$\frac{(p - 20\ 000)}{0} \cdot \frac{2\ 43(100 - 20)}{100} = 230 \text{ кгс/м}^2$$

я на местные сопротивления приняты в раз  
 среднее условное удельное падение дав  
 расход пара  $G$  кг/ч на отдельных участках  
 один по табл. 466 раздела IX диаметр паро  
 пара и потери давления на трение (при  $p$   
 этого участка паропровода  
 истинные значения скорости пара и по  
 участках, для их найденные условные зна  
 участков  
 сюда сведен в табл. 143

Участок IV

Участок IV пр (предварительный расчет)  
 в первого приближения в графе 7 принята величина  
 определенная для всего паропровода так как  
 участке IV первоначально неизвестна  
 графа 3) определяется по величине  $r_{cp} = 0,07$  ккал/кг  
 а) и  $R'$  (графа 10) определяются с учетом  $R_{cp} =$   
 б) в графе 12) определяется по  $l$  и  $d_n$  отвечающему  $d_n$   
 $Q_{пот} = 5\ 76\ 45 = 17000$  ккал/ч  
 в)  $Q_{пот}$  определяется по  $d_y$  (графа 11) и  $\Sigma \xi$  (гра  
 г)  $R$  определяется по  $R$  (графа 10) и  $\gamma_{cp}$  (гра  
 графа 11) пр (предварительный расчет)  
 дано минимально необходимое давление в кон

Участок V

В графе 5 строки 1 указывается минимальное необходимое  
 давление — 2 кгс/см<sup>2</sup>. Далее, аналогично указанному выше, на  
 ходится истинная общая потеря давления на участке 1350 кгс/м<sup>2</sup>.  
 Затем учитывая давление в начале участка 229 кгс/см<sup>2</sup> полу  
 чаем фактическое давление в конце данного участка 2,16 кгс/см<sup>2</sup>,  
 которое принимаем как исходное для расчета теплообменника.  
 Аналогично рассчитываются участки VI, VII, VIII и VII.  
 Если давление, полученное в конце какого либо участка  
 окажется при расчете теплообменника чрезмерно большим то  
 его снижают дросселирующей шайбой.  
 Примечание. Для расчетов не требующих особен  
 точности, можно пренебречь потерей тепла трубопроводами  
 в этом случае не требуется заполнять графы 12, 13 и 14 и изме  
 нять величины  $Q_{кон}$  в графе 2 и  $G_{кон}$  в графе 3.  
 Если эти потери составляют более 5% теплотерей поме  
 щения, в котором проходят трубопроводы, то учет их в тепло  
 вом балансе помещений обязателен (согласно СНиП).

ТАБЛИЦА 143

РАСЧЕТ ОТОПЛЕНИЯ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Участок	Температуры паропрово да $Q_{пот} = G d_n l$ ккал/ч	Расчетное количество тепла на участке $Q_p =$ $-Q_{кон} + 0,8 Q_{пот}$ ккал/ч	Расчетное количество пара на участке $G_p =$ $= Q_p / r_{cp}$ кг/ч	Сумма местных сопро тивлений $\Sigma \xi$	Длина трубопровода, эквивалентная местным сопротивлениям $l_{экв}$ м	$r_{общ} = l + l_{экв}$ м	Истинная потеря давления на трение кгс/м <sup>2</sup>		Скорость пара: м/с	
							на 1 пог. м $R = R' / \gamma_{cp}$	общая на весь участок $R_{общ}$	$v'$ при $\rho =$ $= 0,8$ кгс/см <sup>3</sup>	истинная $v =$ $= v' / \gamma_{cp}$
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	17 000	458 500	905	0	20	65	33	2150	—	—
2	17 000	458 500	890	6	20	65	45	2930	—	—
3	17 000	458 500	890	6	20	65	45	2930	63,5	38
4	17 000	929 300	1845	3,1	12	57	137	7800	—	—
5	17 000	929 300	1815	3,1	12	57	167	9530	—	—
6	17 000	929 300	1815	3,1	12	57	164	9340	13,1	66
7	18 000	1 397 300	2760	1,8	8	38	130	4950	—	—
8	18 000	1 397 300	2750	1,8	8	38	134	5100	—	—
9	18 000	1 397 300	2750	1,8	8	38	134	5100	144	61
10	59 400	1 588 300	3130	10	40	150	58	8700	—	—
11	59 400	1 588 300	3150	10	40	150	52	7800	—	—
12	59 400	1 588 300	3150	10	40	150	53	7950	110	41
$\frac{13}{25} \cdot 100 = 13\%$										
13	3800	451 900	875	6	20	30	45	1350	—	—
14	3800	451 900	875	6	20	30	44	1340	64	37
15	3000	451 500	880	6	14	24	170	4070	—	—
16	3000	451 500	880	6	14	24	154	3700	112	52
17	1000	154 300	305	2	3	8	123	980	82,5	33
18	3000	76 500	130	8	8	27	147	3960	—	—
19	3000	76 500	130	8	8	27	129	3480	68,5	29
20	800	75 400	148	7	7	12	147	1750	—	—
21	800	75 400	149	7	7	12	127	1530	68,5	29

## 14.7. Расчет конденсатопроводов

## А. СУХИЕ И МОКРЫЕ КОНДЕНСАТОПРОВОДЫ

Диаметры сухих и мокрых конденсатопроводов открытых систем парового отопления низкого давления определяют по табл. 14.4.

Диаметры горизонтальных участков сухого конденсатопровода системы парового отопления низкого давления применительно к примеру 14.1 приведены в табл. 14.5.

Диаметры двухфазных конденсатопроводов закрытых систем парового отопления низкого давления следует определять по графам 4—6 табл. 14.4. При этом за длину принимается не общая длина рассчитываемого конденсатопровода, а расчетная длина участка:

$$l_{расч} = Kl,$$

где  $l$  — длина участка, м;

$K$  — коэффициент, учитывающий местные сопротивления и принимаемый равным: для участков магистралей 1,1; для прочих участков 1,5.

ТАБЛИЦА 14.4

ДИАМЕТРЫ СУХИХ И МОКРЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Условный диаметр трубы $D_u$ , мм	Количество тепла, ккал/ч, выделенного при конденсации пара на участках конденсатопровода				
	сухого		мокрого горизонтального или вертикального при общей длине участков, м		
	горизонтального	вертикального	до 50	50—100	более 100
1	2	3	4	5	6
15	4 000	6 000	28 000	18 000	8 000
20	15 000	22 000	70 000	45 000	25 000
25	28 000	42 000	125 000	80 000	40 000
32	68 000	100 000	270 000	175 000	85 000
40	104 000	155 000	375 000	250 000	115 000
50	215 000	320 000	650 000	400 000	215 000
76×3	500 000	750 000	1 500 000	1 050 000	500 000
89×3,5	750 000	1 120 000	2 250 000	1 500 000	750 000
108×4	1 250 000	1 850 000	3 500 000	2 300 000	1 250 000

ТАБЛИЦА 14.5

## ДИАМЕТРЫ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ СУХОГО КОНДЕНСАТОПРОВОДА

№ участка	9'	8'	7'	6'	5'	4'	3'	2'	1'	18'	17'	16'	15'	14'	13'	12'
Тепловые нагрузки	7500	13 300	19 100	24 000	29 800	35 600	57 600	122 000	61 000	6000	11 600	16 300	21 900	27 500	33 100	64 400
Диаметры конденсатопроводов	20	20	25	25	32	32	32	40	32	20	20	25	25	25	32	32

Б. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ НАПОРНЫХ И ДВУХФАЗНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ

При возврате конденсата через конденсатопровод, общий для систем парового отопления различного давления, необходимо соблюдать следующие условия.

1. В месте слияния конденсата обеспечивать одинаковое давление, передаваемое из различных систем отопления.

2. В местах слияния конденсата на конденсатопроводах устанавливать клапаны, регулирующие давление «после себя».

3. Для замера давлений после клапанов устанавливать штуцера для присоединения подводящих трубок от манометров.

4. При расчете напорных и двухфазных конденсатопроводов ориентировочные потери давления на местные сопротивления принимать равными 20% общих потерь в конденсатопроводе.

Потери давления на местные сопротивления рекомендуется определять, заменяя их эквивалентными (по потере давления) длинами трубопровода по табл. 46.10 и 46.11 раздела IX. При расчете конденсатопроводов следует предусматривать запас давления в расчетной ветви наиболее удаленного теплообменника до 10%.

## В. НАПОРНЫЕ КОНДЕНСАТОПРОВОДЫ

Расчетный объем конденсата, л/ч, для каждого участка конденсатопроводов определяют по формуле

$$V_k = \frac{1,25Q_{нач}}{r_{cp} \gamma_k}, \quad (14,9)$$

где  $Q_{нач}$  — количество тепла в начале соответствующего участка паропровода, ккал/ч;

$r_{cp}$  — теплота испарения при среднем давлении на соответствующем участке паропровода, ккал/кг (см. табл. 1.3);

$\gamma_k$  — плотность конденсата, принимаемая равной 1 кг/л;

1,25 — коэффициент увеличения количества конденсата в период прогрева системы.

Количество тепла, ккал/ч, в начале участка паропровода находят по формуле

$$Q_{нач} = Q_{кон} + Q_{пот}. \quad (14,10)$$

где  $Q_{кон}$  — количество тепла, подаваемого в конец участка паропровода, ккал/ч;

$Q_{пот}$  — потеря тепла на участке неизолированного паропровода, ккал/ч.

При расчете конденсатопроводов, выполняемом до расчета паропроводов, принимают:

а) следующие потери тепла на участках неизолированного паропровода:

$$d, \text{ мм} \quad \dots \quad 15-20 \quad 25-50 \quad >50$$

$$Q_{пот}, \text{ ккал/ч} \quad \dots \quad 0,1 Q_{кон} \quad 0,03 Q_{кон} \quad 0,02 Q_{кон}$$

б) теплоту испарения:

$$\begin{array}{ll} \text{при паре низкого давления} & r_{cp} = 540 \text{ ккал/кг} \\ \text{» » высокого} & r_{cp} = 510 \text{ »} \end{array}$$

Давление, кгс/см<sup>2</sup>, в бачке-сепараторе (рис. 14.8) определяют по формуле

$$p_6 = p_6 + 0,1 \Delta h + \Delta p, \quad (14,11)$$

ТАБЛИЦА 14.6

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАПОРНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ  
(РАСЧЕТНЫЙ БЛАНК)

1	$V_k = 1,25 \frac{Q_{нач}}{r_{ср} \gamma_k}$	$D_y$ , мм	$v$ , м/с	$R$ , мм вод. ст., кгс/м <sup>2</sup> · пог. м	$\Sigma \zeta$	$l_{эв}$	$l$	$l_{общ}$	$\Delta p = R l_{общ}$ , кгс/м <sup>2</sup>	$\Delta h = h_k - h_n$		$p_k (p_{кон})$	$p_n (p_{нач})$	Запас давления
										мм вод. ст.	кгс/м <sup>2</sup>			
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Расчет магистрального конденсатопровода														
4320	40	0,91	40	1,5	2	5	7	280	850	850	1000	2130	Показан на пьезометрах: 9440—8490=950 мм; 950/9440 100=10%	
2870	32	0,8	40	1,5	2	75	77	3080	0	0	2130	5210		
1320	25	0,64	40	8	7	75	82	3280	-3490	-3490	5210	5000		
									6640		-2640	1000	5000	

Расчет ответвлений

1450	25	0,7	46	4	3	2	5	230	+140	+140	2130	2500	3310—2360=950 мм;
1550	25	0,75	50	4,5	4	3	7	350	-560	-560	5210	5000	6510—5560=950 мм

Примечания: 1. Расчеты конденсатопроводов до бачков — сепараторов пара, а также систем, использующих пар второго вскипания и пролетный пар из бачков-сепараторов, в данном примере не рассматриваются.  
2. Длины  $l_{эв}$ , эквивалентные потерям на местные сопротивления, принимают по табл. 46.10 и 46.11 раздела IX.

$p_k$  — давление в конце конденсатопровода, кгс/см<sup>2</sup> (при возврате конденсата в открытый конденсатный бак  $p_k=0$ );  
 $\Delta h$  — разность отметок конца и начала конденсатопровода, м (со знаками плюс или минус в зависимости от соотношения величин отметок);  
 $\Delta p$  — потеря давления на трение и местные сопротивления в конденсатопроводе (от бачка-сепаратора до конденсатного бака), кгс/см<sup>2</sup>.

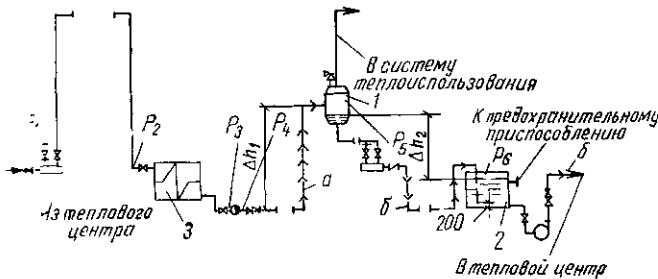


Рис. 14.8. Обозначения расчетных давлений в паро- и конденсатопроводе

а — двухфазный конденсатопровод; б — напорный конденсатопровод; 1 — бачок-сепаратор; 2 — конденсатный бак; 3 — система отопления высокого давления

Давление в бачке-сепараторе принимают не более 5 кгс/см<sup>2</sup>.

Давление в начале каждого рассчитываемого участка конденсатопровода определяют по формуле (14.11), считая, что входящие в нее величины относятся не ко всему конденсатопроводу, а к данному участку.

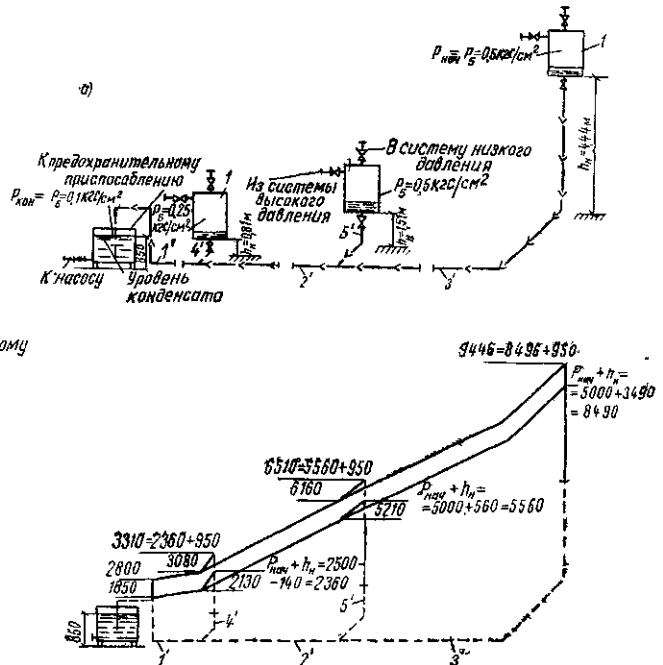


Рис. 14.9. Схема напорного конденсатопровода (а) от параллельно работающих бачков — сепараторов пара — и пьезометрический график (б)

1 — бачки-сепараторы

Диаметры напорных конденсаторов следует определять:

а) при открытых схемах систем парового отопления — по табл. 46.9 раздела IX, составленной с учетом величины абсолютной шероховатости  $k=1$  мм;

б) при закрытых схемах — по табл. 46.8 раздела IX, составленной с учетом величины абсолютной шероховатости  $k=0,5$  мм.

Скорости движения конденсата в напорных конденсаторах принимают максимально возможными по располагаемому напору.

**Пример 14.3.** Рассчитать напорный конденсатор для схемы, показанной на рис. 14.9.

Численные значения для участка  $l'$  взяты из граф 2, 8 и 13 табл. 14.6. Давление в конденсатном баке  $p_6=p_{\text{кон}}=1000$  кгс/м<sup>2</sup>. Давления в баках-сепараторах приняты: на участках 3' и 5' (в целях возможно более низкой их установки) — предельно допустимые  $p_3=p_{\text{нач}}=0,5$  кгс/см<sup>2</sup>; на участке 4' (при заданной по конструктивным соображениям высоте расположения бака  $h_{\text{н}}=0,81$  м) —  $p_4=p_{\text{нач}}=0,25$  кгс/см<sup>2</sup>; на участке  $l'$  — 850 мм.

Конденсаторовод располагают непосредственно над полом. Решение. Конденсаторовод рассчитывают на бланке табл. 14.6

Высоты расположения баков-сепараторов должны быть: на участке 3':  $h_{\text{н}}=3280+5210-5000=3490$  мм; для запаса устанавливают бак на высоте 4440 мм (запас 950 мм); на участке 5':  $h_{\text{н}}=350+5210-5000=560$  мм; для запаса устанавливают бак на высоте 1510 мм (запас 950 мм); на участке 4':  $h_{\text{н}}=230+2130-2500=140$  мм; для запаса устанавливают бак на высоте 810 мм (запас 810—(140)=670 мм).

Высоту установки баков условно вычислили от уровня пола до их дна, учитывая, что баки могут быть заполнены конденсатом на 20% объема. Это компенсирует превышение оси конденсаторовода над полом.

## Г. ДВУХФАЗНЫЕ КОНДЕНСАТОПРОВОДЫ

Расчетный объем конденсата, л/ч, для каждого участка конденсаторовода определяют по формуле

$$V_{\text{к}} = \frac{Q_{\text{нач}}}{\rho_{\text{см}} \gamma_{\text{к}}} \quad (14.12)$$

Значения величин те же, что и в формуле (14.9). Начальное давление, кгс/см<sup>2</sup>, после конденсатороводчика или подпорной шайбы, устанавливаемых за теплообменником, определяют по формуле

$$p_4 = p_5 + 0,1 \Delta h + \Delta p, \quad (14.13)$$

где  $p_5$  — давление в конце конденсаторовода или в баке-сепараторе (или в цеховом конденсатном баке, обозначаемое в этом случае  $p_6$ ), кгс/см<sup>2</sup>. Значения  $\Delta h$  и  $\Delta p$  те же, что и в формуле (14.11).

Давление в начале каждого рассчитываемого участка конденсаторовода определяют по формуле (14.13), считая, что входящие в нее величины относятся не ко всему конденсатороводу, а к данному участку. При этом указывают вместо  $p_4$   $p_{\text{нач}}$  и вместо  $p_5$  (или  $p_6$ )  $p_{\text{нов}}$ .

Диаметры двухфазных конденсатороводов определяют так же, как и диаметры напорных конденсатороводов, с пересчетом по формуле

$$d_{\text{см}} = \mu d_{\text{к}}, \quad (14.14)$$

где  $d_{\text{к}}$  — диаметр конденсаторовода, принимаемый по табл. 46.8 или 46.9 раздела IX.

$\mu$  — поправочный коэффициент, принимаемый по табл. 14.7.

Табл. 14.7 составлена по формуле

$$\mu = 0,9 \sqrt[5,25]{\frac{1000}{\rho_{\text{см}}}} \quad (14.15)$$

где  $\rho_{\text{см}}$  — плотность пароконденсатной смеси, кг/м<sup>3</sup> (табл. 14.8).

При использовании формулы (14.14) потери давления, подсчитанные для случая перемещения конденсата, остаются неизменными и при перемещении двухфазной смеси.

При ориентировочных расчетах, когда не требуется увязка давлений в местах слияния двухфазной смеси, диаметры конденсатороводов систем парового отопления высокого давления принимают по графам 4, 5 и 6 табл. 14.4.

Максимальную высоту подъема конденсата после конденсатороводчиков принимают не более 8 м.

**Пример 14.4.** Рассчитать двухфазный конденсаторовод для закрытой схемы системы отопления (см. рис. 14.7).

Тепловая нагрузка ( $Q_{\text{нач}}=Q_{\text{кон}}+Q_{\text{пот}}$  — ккал/ч), теплота испарения по участкам конденсаторовода и давление перед теплообменниками  $p_2$  принимаются по табл. 14.3; длины конденсатороводов — по рис. 14.7; давление в конденсатном баке  $p_{\text{кон}}=0,25$  кгс/см<sup>2</sup>.

ПОПРАВочный КОЭФФИЦИЕНТ  $\mu$

ТАБЛИЦА 14.7

Давление пара перед теплообменником $p_2$ , кгс/см <sup>2</sup>	Значения поправочного коэффициента $\mu$ при давлении в конце расчетного участка конденсаторовода $p_{\text{н}}$ , кгс/см <sup>2</sup>													
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,5	2	
0,1	1,4													
0,2	1,6													
0,3	1,7	1,4												
0,4	1,8	1,6	1,3											
		1,7	1,5	1,3										
0,5	1,9	1,8	1,6	1,5	1,3									
0,6	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4									
0,7	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,3								
0,8	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	1,2							
		2	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2							
0,9	2,1	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4						
1	2,1	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4						
1,5	2,25	2,2	2,1	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,2					
2	2,3	2,25	2,2	2,1	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6				
		2,25	2,2	2,1	2,1	2	1,9	1,8	1,8	1,8	1,6			
2,5	2,4	2,3	2,25	2,25	2,2	2,1	2	1,9	1,9	1,9	1,8	1,5		
3	2,5	2,4	2,3	2,25	2,25	2,2	2,1	2	2	2	1,9	1,6	1,4	
		2,4	2,3	2,25	2,25	2,2	2,1	2	2,1	2	1,9	1,6	1,6	
3,5	2,5	2,5	2,4	2,3	2,25	2,25	2,2	2,1	2,1	2,1	2	1,8	1,7	
4	2,6	2,5	2,5	2,4	2,3	2,25	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	1,8	
		2,6	2,5	2,4	2,3	2,25	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	1,8	
5	2,6	2,6	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,25	2,25	2	1,9	

ТАБЛИЦА 14 8

ПЛОТНОСТЬ ПАРОКОНДЕНСАТНОЙ СМЕСИ  $\gamma_{см}$ 

z	Плотность пароконденсатной смеси, кг/м <sup>3</sup> , при различных $p_2$												
	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,5	3
91													
50		111											
33		55	125										
25		38	62	125									
21		29	42	67	142								
18		24	33	50	83	167							
16		21	28	37	53	83	200						
14		18	24	31	42	62	91	200					
13		16	20	27	34	48	66	100	200				
12		15	19	23	29	38	50	66	111	200			
9		10	12	15	17	21	25	29	36	43	56		
7		8	10	11	13	15	17	19	23	26	30	71	
6		7	8	9	10	12	13	15	17	19	22	42	83
5		6	7	8	9	10	11	12	14	15	17	29	45
5		5	6	7	8	9	9	10	12	13	14	23	31
4		5	5	6	7	8	8	9	10	11	12	19	24
4		4	5	5	6	6	7	7	8	9	9	14	20

Примечания: 1.  $\gamma_{см} = \frac{1000}{1 + G \sigma}$

z — количество пара вторичного вскипания и пролетного пара, кг/т;

$\sigma$  — удельный объем 1 кг пара при давлении  $p_2$ , м<sup>3</sup>/кг;

$p$  — начальное давление,  $p_2$  — конечное давление, ата

ТАБЛИЦА 14 9

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДВУХФАЗНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ  
(РАСЧЕТНЫЙ БЛАНК)

№ участка	$Q_{нач} = Q_{кон} + Q_{пот}$ , ккал/ч	$r_{ср}$ , ккал/кг	$G_{к} = Q_{нач} / r_{ср} \gamma_{к}$ , кг/ч	$d_k$ , мм	$v$ , м/с	$R$ , кгс/(м <sup>2</sup> пог м)	$\Sigma \zeta$	$l_{экв}$	$l$	$l_{общ} = l_{экв} + l$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1*	1 618 000	504	3210	32	0,9	52	3	4	47	51
2*	1 403 800	507	2770	32	0,76	36,5	5	6	70	76
3*	937 800	512	1830	32	0,51	16,5	4	5	45	50
4*	467 000	517	903	20	0,7	60	15	8	40	48
5*	453 800	516	880	20	0,68	57	10	6	12	18
6*	453 000	510	888	20	0,68	57	10	6	12	18
7*	154 800	506	305	15	0,45	38	9	4	10	14
7*	78 000	508	154	15	0,22	9,6	9	4	3	7
7*	75 800	507	149	15	0,21	9,1	9	4	17	21

Продолжение табл. 14 9

№ участка	$\Delta p = R l_{общ}$		$v_{кон}$ , кгс/см <sup>3</sup>	$\Delta h = h_k - h_n$ , м	$0,1 \Delta h$ , кгс/см <sup>3</sup>	$p_{нач}$ , кгс/см <sup>2</sup>	Давление $p_2$ перед теплообменником требуемое/располагаемое, кгс/см <sup>2</sup>	$\mu$	$d_{см}$ , мм
	кгс/м <sup>2</sup>	кгс/см <sup>3</sup>							
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1*	2650	0,265	0,25	2	0,2	0,715	1,52/2	2,15	89×3,5
2*	2700	0,277	0,715	—b	—0,6	0,392	1,52/2	1,9	76×3
3*	825	0,082	0,392	—	—	0,471	1,52/2	2,1	76×3
4*	2880	0,288	0,474	3	0,3	1,062	1,52/2	2,05	50
5*		0,912	0,25		—0,1	1,062			
6*	1026	0,103	0,474	3	0,3	0,877	1,25/2,16	2,06	50
7*	1028	0,103	0,392	3	0,3	0,795	1,13/2,83	2,23	50
7*	532	0,053	0,715	—1	—0,1	0,668	0,95/3,65	2,22	32
7*	67	0,007	0,668	—1	—0,1	0,575	0,82/3,25	2,17	20
7*	191	0,019	0,668	—1	—0,1	0,587	0,84/3,48	2,22	20

Решение. Конденсатопровод рассчитывается по табл. 14.9, начиная с участка, имеющего наибольшую тепловую нагрузку. Величина  $p_{нач}$  определяется как сумма величин, указанных в графах 13, 14 и 16:

$$p_{нач} = \Sigma R l_{общ} + p_{кон} + \Sigma (p_k - p_n) \cdot 0,1 = 0,912 + 0,25 - 0,1 = 1,062 \text{ кгс/см}^2,$$

и представляет собой давление, которое должно быть предусмотрено после конденсатоотводчика в начале участка 4'.

При  $p_{нач} = 1,062 \text{ кгс/см}^2$  давление перед теплообменником  $p_2 = 1,062 \cdot 0,7 = 1,52 \text{ кгс/см}^2$  (минимально необходимое).

Согласно расчету паропровода, фактически располагаемое в конце участка IV давление  $p_2 = 2 \text{ кгс/см}^2$ .

В графе 18 приведены: в числителе — минимально требуемые давления, в знаменателе — располагаемые давления (по расчету паропроводов).

Коэффициенты  $\mu$  (графа 19) для участков I'—4' определены при  $p_2 = 2 \text{ кгс/см}^2$  и  $p_{кон}$  на участках. По коэффициентам  $\mu$  определены  $d_{см}$  (графа 20).

Аналогично изложенному определены диаметры труб на участках 5'—7'.

Ввиду того что на участках 7', 7'' и 7''' при  $d_k = 15 \text{ мм}$  получены малые величины скоростей, соответствующие диаметры  $d_{см}$  приняты с некоторым уменьшением.

### 14.8. Указания по выбору и расчету оборудования

Указания по выбору, размещению и расчету нагревательных приборов даны в главе 12.

#### А. КОНДЕНСАТООТВОДЧИКИ

Для удаления конденсата от потребителей пара в системах отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и пароснабжения рекомендуется применять преимущественно термодинамические конденсатоотводчики (приложение XI), которые устойчиво работают при начальном давлении свыше  $1 \text{ кгс/см}^2$  и противодавлении до 50% (при постоянном и переменном режимах расхождения пара теплопотребляющими аппаратами).

При установке термодинамических конденсатоотводчиков следует предусматривать надежное удаление из системы отопления воздуха, так как при попадании его под тарелку конденсатоотводчика надежность его работы снижается.

При начальном давлении менее  $1 \text{ кгс/см}^2$  рекомендуется устанавливать конденсатоотводчики с опрокинутым поплавком, которые надежно работают при перепаде давлений более  $0,5 \text{ кгс/см}^2$  (при постоянном и переменном режимах расхождения пара).

При перепаде давлений  $0,1 \text{ кгс/см}^2$  и выше могут применяться термостатические конденсатоотводчики типа 45кчббр, работающие при начальном давлении до  $6 \text{ кгс/см}^2$  и противодавлении до 50%. Эти конденсатоотводчики предназначены для установки непосредственно у потребителей пара.

При давлении пара до  $0,5 \text{ кгс/см}^2$  для отвода конденсата могут применяться гидравлические затворы (нетли).

При выборе термодинамических конденсатоотводчиков и конденсатоотводчиков с опрокинутым поплавком, подбираемых по коэффициенту пропускной способности  $K_v$ , расчетное количество конденсата принимается равным

$$G = G_{\text{макс.расч}}$$

где  $G_{\text{макс.расч}}$  — максимальный расчетный расход пара, кг/ч.

Для конденсационных горшков типа 5С-1ВКЗ, подбираемых по формуле инж. Строганова, расчетное количество конденсата, кг/ч, соответствует

$$G = 3,5 \div 4 G_{\text{макс.расч}}$$

Давление пара перед конденсатоотводчиком  $p_3$ , кгс/см<sup>2</sup>, следует принимать равным 95% давления пара перед теплопотребляющим аппаратом  $p_2$ , за которым устанавливается отводчик, т. е.

$$p_3 = 0,95 p_2.$$

При определении величины давления пара для конденсатоотводчиков, установленных далеко от теплопотребляющих аппаратов, следует учитывать потери давления в трубопроводе на участке между аппаратом и конденсатоотводчиком.

Давление пара  $p_4$ , кгс/см<sup>2</sup>, после конденсатоотводчика следует принимать:

а) при выдавливании конденсата — не более 50% давления пара  $p_2$  после теплопотребляющего аппарата, за которым устанавливается конденсатоотводчик;

$$p_4 = 0,5 p_2;$$

б) при свободном сливе конденсата — равным атмосферному ( $p_4 = 0$ ).

Схема установки конденсатоотводчиков приведена на рис. 14.10.

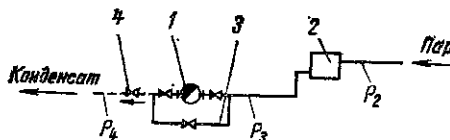


Рис. 14.10. Схема установки конденсатоотводчика  
1 — конденсатоотводчик; 2 — прибор; 3 — обводная линия; 4 — обратный клапан, устанавливаемый только при подъеме конденсата

Конденсатоотводчик подбирается в зависимости от его типа и производительности, а также от перепада давлений до и после него.

1. Термодинамические и термостатические конденсатоотводчики, а также конденсатоотводчики с опрокинутым поплавком подбираются по коэффициенту пропускной способности.

Коэффициент пропускной способности, т/ч, по заданному расходу определяется:

а) при  $t_n/t_N = 0,85 \dots 1$  по формуле

$$K_v = \frac{G}{0,50 \sqrt{\Delta p \gamma_t}} \quad (14.16)$$

где  $G$  — расчетное количество конденсата, т/ч;  
 $K_v$  — коэффициент пропускной способности конденсатоотводчика по холодной воде, т/ч;  
 $\gamma_t$  — плотность среды, проходящей через конденсатоотводчики при данной температуре, г/см<sup>3</sup>.

Примечание. Под средой понимается конденсат при параметрах, соответствующих давлению пара перед конденсатоотводчиком:

$\Delta p$  — перепад давлений на конденсатоотводчике, кгс/см<sup>2</sup>;

$t_k$  — температура конденсата, °С;

$t_n$  — температура насыщения пара, °С;

б) при значительном переохлаждении конденсата в теплоиспользующем аппарате, когда  $t_n/t_N < 0,85$ , по формуле

$$K_v = \frac{G}{\sqrt{\Delta p \gamma_t}} \quad (14.17)$$

коэффициент пропускной способности  $K_{v \text{ макс}}$  определяется конструкцией проточной части конденсатоотводчика и численно равен расходу жидкости, т/ч, с плотностью  $\gamma$ /см<sup>3</sup>, протекающей через конденсатоотводчик при максимальном его открытии и перепаде давления  $1 \text{ кгс/см}^2$ .

Значения  $K_{v \text{ макс}}$  для конденсатоотводчиков приводятся в технических данных.

Производительность конденсатоотводчиков с отплавком типа 5С-1БКЗ по холодному конденсату определяется по формуле инж. Строганова или по формуле (рис. 14.11)

$$G = 32d^2 \sqrt{p_3 - p_4} \quad (14.18)$$

$G$  — производительность конденсатоотводчика, кг/ч;

$d$  — диаметр клапанного отверстия, мм;

$p_4$  — давление соответственно перед и после конденсатоотводчика, кгс/см<sup>2</sup>.

В формуле (14.18) коэффициент  $K_{v \text{ макс}}$  определен в отношении фактической пропускной способности конденсатоотводчиков по горячему конденсату к вводимой понижающей коэффициент при перепаде:

$$\frac{2 \text{ кгс/см}^2}{\epsilon^2} \rightarrow \dots \dots \dots \frac{1/3,5 = 0,286}{1/4 = 0,25}$$

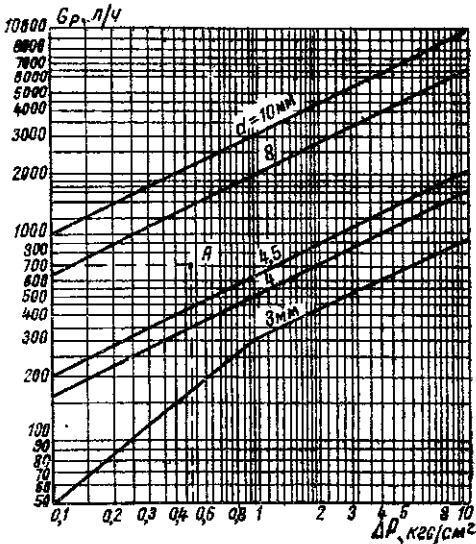


Рис. 14.11. Номограмма для подбора конденсатоотводчика с открытым поплавком

**Пример 14.5.** Подобрать конденсатоотводчик для системы парового отопления при следующих условиях: максимальное расчетное количество пара  $G_{\text{ макс. расч.}} = 650 \text{ кг/ч} = 0,65 \text{ т/ч}$ ; давление пара перед нагревательными приборами  $p_2 = 4 \text{ кгс/см}^2$ , конденсат после конденсатоотводчика поступает в трубопровод с противодавлением  $p_4 = 1,6 \text{ кгс/см}^2$  и  $t_{\text{к/тн}} = 1$ .

**Решение.** Определяем давление пара перед конденсатоотводчиком:

$$p_3 = 0,95 p_2 = 0,95 \cdot 4 = 3,8 \text{ кгс/см}^2.$$

Находим перепад давлений до и после конденсатоотводчика:

$$p = p_3 - p_4 = 3,8 - 1,6 = 2,2 \text{ кгс/см}^2.$$

Подбор конденсатоотводчика ведем по коэффициенту пропускной способности.

8\*

$$K_v = \frac{G}{0,5 \sqrt{\Delta p \gamma_t}}$$

где  $\gamma_t$  — плотность среды, проходящей через конденсатоотводчик, равная  $0,925 \text{ г/см}^3$ .

$$K_v = \frac{0,65}{0,5 \sqrt{2,2 \cdot 0,925}} = 0,92 \text{ т/ч.}$$

Принимаем к установке термодинамический конденсатоотводчик типа 45х12ж с условным проходом  $d_y = 20 \text{ мм}$ , имеющим  $K_{v \text{ макс}} = 1$ .

### Б. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЗАТВОРЫ

Для отвода конденсата из паропроводов систем парового отопления низкого давления в конечных точках системы устанавливают гидрозатворы (петли V-образной формы), соединяющие паропроводы со сборным конденсатоотводом.

Гидравлические затворы изготовляют из труб (рис. 14.12).

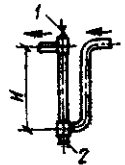


Рис. 14.12. Гидравлический затвор

1 — край для продувки с  $d = 1/2 \text{ дю}$ ; 2 — пробка для спуска грязи

Высота гидравлического затвора, м, определяется по формуле

$$H = 10(p_3 - p_4) + 0,15 \quad (14.19)$$

где  $p_3$  — давление пара в точке присоединения гидравлического затвора, кгс/см<sup>2</sup> (абс.);

$p_4$  — давление пара в конденсатопроводе, кгс/см<sup>2</sup> (абс.).

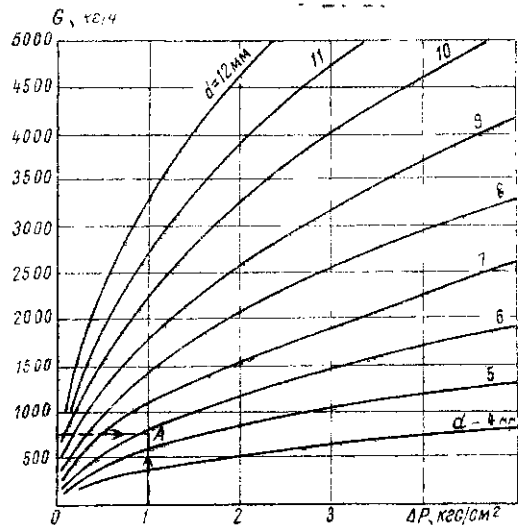


Рис. 14.13. Номограмма для определения диаметра отверстия  $d$  подпорной шайбы

При свободном сливе конденсата  $p_4=1$  кгс/см<sup>2</sup>. Диаметр трубы гидравлического затвора  $d$  определяют исходя из условия пропускания максимального количества конденсата со скоростью 0,2—0,3 м/с.

Подпорные шайбы применяют в конденсатопроводах теплообменных аппаратов при давлении перед шайбой до 6 кгс/см<sup>2</sup>, когда колебания расхода пара не превышают 30%.

Подпорные шайбы неприменимы:

- а) для дренажа конденсата в паропроводах;
- б) если при уменьшении тепловой нагрузки уменьшается теплоотдающая поверхность теплообменного аппарата.

Диаметр отверстия, мм, подпорной шайбы для конденсата с  $\gamma=1000$  кг/м<sup>3</sup> определяют по номограмме (рис. 14 13) или по формуле

$$d = 0,21 \sqrt[4]{\frac{G^2}{\Delta p}}, \quad (14.20)$$

где  $G$  — расход конденсата, кг/ч;

$\Delta p$  — разность давлений, кгс/см<sup>2</sup>, до и после шайбы,

$$p = p_3 - p_4$$

Схема установки подпорных шайб приведена на рис. 14 14

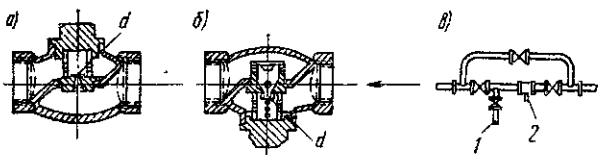


Рис. 14 14 Схема установки подпорных шайб

а — без обратного клапана; б — с обратным клапаном, в — общий вид установки, 1 — контрольный штуцер с  $d=15$  мм, 2 — подпорная шайба

### В. РЕДУКЦИОННЫЕ КЛАПАНЫ

Подбор редукционных клапанов типа 18ч2бр (приложение XI) производится по номограмме (рис. 14 15) в зависимости от перепада давлений и расхода пара. Необходимо учитывать, что одним редукционным клапаном давление можно снизить не более чем в 5 раз, т. е.  $p_1/p_2 \leq 5$ . При большем перепаде следует устанавливать два клапана последовательно.

Рабочая среда подается под золотник. На паропроводе до редукционного клапана и за ним должны быть установлены запорные вентили с обводным устройством. За клапаном должны быть установлены предохранительный клапан и манометр для контроля за величиной давления в паропроводе.

Клапан устанавливается на горизонтальном трубопроводе в вертикальном положении маховиком вниз.

**Пример 14.6.** Определить диаметр редукционного клапана при  $p_1=4,5$  кгс/см<sup>2</sup>,  $p_2=2,5$  кгс/см<sup>2</sup> и  $G=450$  кг/ч. Пар насыщенный.

**Решение.** По номограмме из точки А (соответствующей  $p_1=4,5$  кгс/см<sup>2</sup>) проводим кривую до пересечения с прямой, проведенной из точки В (соответствующей  $p_2=2,5$  кгс/см<sup>2</sup>). Полученную точку С сносим влево и находим расход пара  $g=168$  кг/(ч см<sup>2</sup>). Сечение клапана должно быть

$$f = \frac{G}{g} = \frac{450}{168} = 2,7 \text{ см}^2.$$

По табл. IX 1 приложения IX принимаем  $D_y$  редукционного клапана равным 30 мм ( $f=5,3$  см<sup>2</sup>).

**Пример 14.7.** Определить диаметр редукционного клапана

при  $p_1=9$  кгс/см<sup>2</sup>,  $p_2=5,5$  кгс/см<sup>2</sup> и  $G=2000$  кг/ч. Температура перегретого пара 320 °С.

**Решение.** По номограмме из точки Г (соответствующей  $p_1=9$  кгс/см<sup>2</sup>) проводим кривую ГДЕ до пересечения с прямой, проведенной из точки И (соответствующей  $p_2=5,5$  кгс/см<sup>2</sup>). Полученную точку Ж сносим влево и находим  $g=230$  кг/(ч см<sup>2</sup>). Сечение клапана должно быть не менее

$$f = \frac{2000}{230} = 8,7 \text{ см}^2$$

По табл. IX 1 приложения IX принимаем  $D_y$  редукционного клапана равным 80 мм ( $f=13,2$  см<sup>2</sup>).

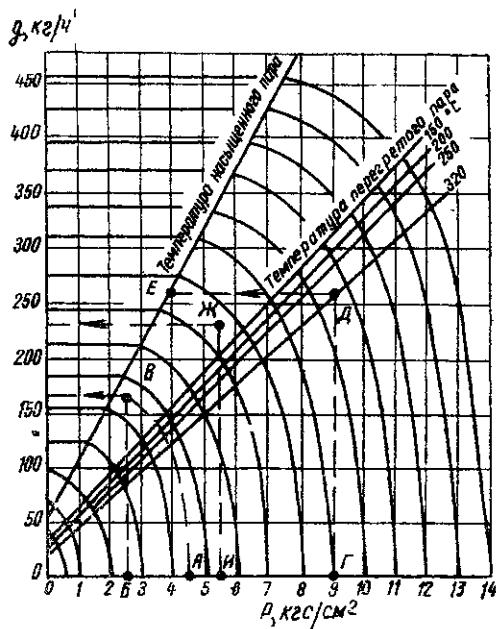


Рис. 14 15 Номограмма для подбора редукционных клапанов

### Г. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ

Взамен гидравлических предохранительных выкидных приспособлений на паровых котлах любых типов, конструкций и паропроизводительностей, рабочее избыточное давление в которых не превышает 0,7 кгс/см<sup>2</sup>, применяют клапаны КСШ-0,7-810 (приложение IX).

Для предотвращения повышения давления сверх 0,7 кгс/см<sup>2</sup> на стационарных котлах, резервуарах и трубопроводах для воды и пара при температуре до 225 °С применяют клапаны предохранительные рычажно-грузовые малоподъемные фланцевые чугунные на  $P_y=16$  кгс/см<sup>2</sup> (приложение IX).

Диаметр прохода, см, клапана на вводе паропровода в здание определяют по формуле

$$d = \frac{0,006G}{h(p+1)}, \quad (14.21)$$

где  $G$  — наибольший расход пара, кг/ч;

$h$  — высота подъема клапана, см (принимается равной 0,05d);

$p$  — давление пара на вводе, кгс/см<sup>2</sup>.

**Примечание.** Диаметры дроссельных шайб, устанавливаемых на паропроводах для уязки давлений, допускается подбирать по номограмме (см. рис. 14 15), толщина шайб должна быть  $\delta_{ш} > 1,30 d_{вн}$  трубы, но не менее 2 мм.



Диаметр предохранительного клапана должен быть не менее диаметра выкидной трубы — не менее диаметра самого клапана. Установка запорной арматуры на выкидной трубе не допускается.

### Д. БАЧКИ-СЕПАРАТОРЫ

Уровень конденсата в бачках-сепараторах, считая от уровня пола помещения, не должен превышать 5 м. Для того же объем конденсата в них должен занимать не более 20% общего объема бачка.

Давление пара в бачках-сепараторах принимают в пределах 0,5 кгс/см<sup>2</sup>.

Емкость бачка-сепаратора, м<sup>3</sup>, определяют по формуле

$$V = 0,0005vGx, \quad (14.22)$$

где  $v$  — удельный объем пара при соответствующем давлении в бачке, м<sup>3</sup>/кг;  
 $G$  — расход конденсата во всех подключенных конденсатопроводах, кг/ч;  
 $x$  — содержание пара по массе в долях единицы. Значение  $x$  определяют по формуле

$$x = 0,001(G_{в.в} + G_{пр.п}), \quad (14.23)$$

где  $G_{в.в}$  и  $G_{пр.п}$  — количество пара вторичного вскипания и пролетного пара, кг/т.

Количество пара вторичного вскипания и пролетного пара, прошедшего через теплообменники, определяют по табл. 14.10.

ТАБЛИЦА 14.10

КОЛИЧЕСТВО ПАРА ВТОРИЧНОГО ВСКИПАНИЯ И ПРОЛЕТНОГО ПАРА, ПРОШЕДШЕГО ЧЕРЕЗ ТЕПЛОБМЕННИК ( $G_{в.в} + G_{пр.п}$ )

Давление пара перед теплообменником $p_0$ , кгс/см <sup>2</sup>	Количество пара, кг/т, при давлении $p_0$ , кгс/см <sup>2</sup> , в точке отбора													
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,5	2	
0,1	6													
0,2	11													
0,3	17	11	5											
0,4	22	16	10	5										
0,5	27	21	16	10	5									
0,6	31	25	20	14	9	4								
0,7	35	30	24	19	14	9	4							
0,8	40	34	28	23	18	13	9	4						
0,9	44	38	33	27	22	17	13	9	4					
1	48	42	36	31	26	21	17	13	8	4				
1,5	65	60	55	49	45	40	35	31	27	23	19			
2	83	76	71	66	61	56	52	48	43	39	35	17		
2,5	97	91	86	81	76	71	67	62	58	54	50	32	15	
3	111	105	100	94	90	85	81	76	72	68	64	45	29	
3,5	124	118	113	107	103	98	94	90	85	82	78	59	43	
4	136	130	125	120	115	110	105	102	98	94	90	71	55	
5	159	153	148	143	138	133	129	125	121	117	114	95	80	

### Е. КОНДЕНСАТНЫЕ БАКИ

Емкость конденсатных баков для систем парового отопления низкого давления принимают равной: 1-часовому расходу — при наличии центробежного насоса и 2-часовому — при перекачке конденсата в котел ручным насосом.

Емкость конденсатных баков для сбора конденсата в местных системах отопления и перекачки его на тепловой пункт принимают равной: 15-минутному расходу — при автоматическом управлении насосами и 30-минутному — при ручном управлении.

Давление паровой подушки в местных конденсатных баках принимают равным 0,05—0,15 кгс/см<sup>2</sup>.

Водяная часть в баке должна составлять не более 80% объема бака.

### Ж. НАСОСЫ ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ КОНДЕНСАТА

Для перекачки конденсата из отдельных конденсатных баков на тепловой пункт на общем конденсатопроводе устанавливают параллельно работающие насосы (по два на каждый конденсатный бак).

Производительность каждого насоса принимают равной часовому расходу конденсата.

Для перекачки конденсата из конденсатного бака в паровой котел систем отопления низкого давления устанавливают один насос производительностью, равной 2-часовому расходу конденсата.

Давление, кгс/см<sup>2</sup>, создаваемое насосом при перекачке конденсата в котел систем низкого давления, определяется по формуле

$$p = p_k + 0,1\Delta h + \Delta p + 1, \quad (14.24)$$

где  $p_k$  — давление в котле, кгс/см<sup>2</sup>;  
 $\Delta h$  — разность отметок нижнего уровня воды в конденсатном баке и уровня воды в котле или высшей точке питательного трубопровода, м;  
 $\Delta p$  — потери давления в питательном трубопроводе, кгс/см<sup>2</sup>.

Разность высот, м, между нижним уровнем конденсата в баке и осью насоса для предупреждения кавитации должна соответствовать

$$H \geq \frac{p_n + \Delta p + (p_t - p_n) - p_{к.б}}{\gamma_k}, \quad (14.25)$$

где  $p_n$  — давление насыщенного пара, соответствующее температуре перекачиваемого конденсата, кгс/м<sup>2</sup> (см. табл. 1.3);

$\Delta p$  — потери давления во всасывающем трубопроводе, кгс/м<sup>2</sup>;

$p_t$  — давление насыщенного пара, соответствующее температуре конденсата, увеличенной на 5°, кгс/м<sup>2</sup>;

$p_{к.б}$  — давление над поверхностью конденсата в конденсатном баке, кгс/м<sup>2</sup>;

$\gamma_k$  — плотность конденсата, кг/м<sup>3</sup>.

Если при этом величина  $H$  получится отрицательной, значит для нормальной работы насоса подпор не требуется и возможна работа насоса на всасывание. Глубину всасывания в этом случае можно принимать меньшей или равной  $H$ , но не превышающей вакуумметрическую высоту всасывания, указанную в каталоге насосов.

## Глава 15. ВОЗДУШНОЕ ОТОПЛЕНИЕ<sup>1</sup>

### 15.1. Общие сведения

Воздушное отопление рекомендуется применять для помещений производственного, общественного и вспомогательного назначения.

В децентрализованных системах воздушного отопления нагрев и циркуляция воздуха в помещении осуществляется воздушно-отопительными агрегатами (см. приложение XIII). В отапливаемом помещении рекомендуется устанавливать не менее двух агрегатов. Воздух из агрегатов выпускается, как правило, выше рабочей зоны. Отопление агрегатами осуществляется в тех случаях, когда отсутствует приточная вентиляция или объем приточного воздуха незначителен.

В централизованных системах воздушного отопления используются вентиляционные камеры, при этом воздух по воздуховодам поступает в приточные воздухо-распределительные устройства, через которые выпускается в отапливаемое помещение. Воздух в помещение раздается одной или несколькими горизонтальными компактными струями. Конструкция воздухо-распределителя должна обеспечивать изменение угла подачи струи воздуха в вертикальной плоскости. Для установки минимального числа воздухо-распределительных устройств следует применять воздухо-распределители с большими значениями скоростных коэффициентов  $m$  (табл. 15.1), устанавливая их выше рабочей зоны помещения.

Воздухораспределение следует проектировать так, чтобы обеспечивать движение обратного потока воздуха через рабочую зону.

Места выпуска воздуха следует назначать так, чтобы воздушные струи не встречали на своем пути массивных строительных конструкций или оборудования. Расстояние от мест выпуска воздуха до возможных препятствий должно быть не менее удвоенной высоты помещения.

Выпуск воздуха рекомендуется осуществлять: при высоте помещения менее 8 м — настилающимися струями, более 8 м — ненастилающимися струями. Струя настигается на потолок при выпуске воздуха от пола на расстоянии  $h > 0,85 H$ , где  $H$  — высота помещения, м. Ненастигающаяся струя образуется при  $h = (0,35 \dots 0,65) H$ .

Минимальное расстояние по вертикали от верхнего уровня рабочей зоны до места выпуска воздуха должно быть не менее  $0,3 \sqrt{F_{\text{п}}}$ , где  $F_{\text{п}}$  — площадь поперечного сечения помещения, прилегающая на одну струю, м<sup>2</sup>.

Воздух на рециркуляцию или вытяжку рекомендуется забирать из рабочей зоны со стороны мест выпуска. В исключительных случаях допускается забирать воздух из верхней зоны, что приводит к повышению расхода тепла на отопление. В отапливаемых помещениях желательно обеспечивать подпор в объеме 0,5 л/ч.

Расстояние в плане между агрегатами или воздухо-распределительными устройствами при установке их в ряд принимается не более трех высот помещения. При многорядной установке рекомендуется встречная раздача воздуха. Длина участка, обслуживаемого одной струей, принимается не более  $m \sqrt{F_{\text{п}}}$  (рис. 15.1).

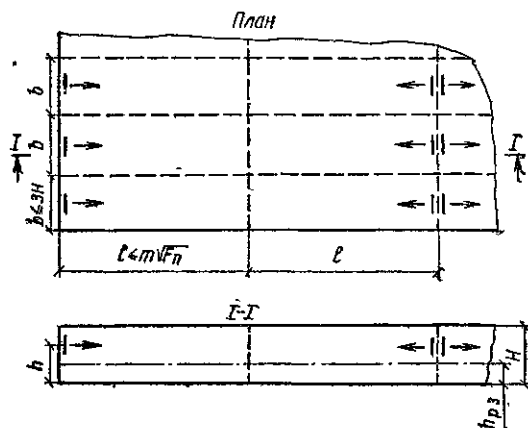


Рис. 15.1. Схема расположения мест выпуска воздуха в помещении

Следует учитывать, что при любых способах раздачи температура воздуха в рабочей зоне будет ниже расчетной, если количество тепла, поступающего с воздухом, принимается равным теплопотерям помещения.

### 15.2. Расчет систем воздушного отопления

#### А. ПОДБОР ВОЗДУШНО-ОТОПИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Предварительно определяется количество агрегатов, устанавливаемых в помещении:

$$N = K \frac{Q}{Q_{\text{агр}}}, \quad (15.1)$$

где  $K = 1,1$  и  $1,3$  — при заборе воздуха соответственно из рабочей зоны и верхней зоны помещения;

$Q$  — расчетная тепловая мощность системы отопления помещения, ккал/ч;

$Q_{\text{агр}}$  — теплопроизводительность агрегата (см. приложение XIII).

Для принятого количества агрегатов вычисляется расчетная теплопроизводительность агрегата:

$$Q_{\text{агр}}^{\text{расч}} = K \frac{Q}{N}. \quad (15.2)$$

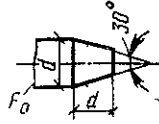


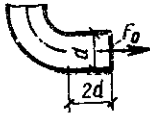

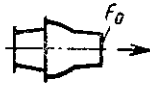

Температура воздуха, подаваемого в помещение, определяется по формуле

$$t_{\text{агр}} = t_{\text{рз}} + \frac{Q_{\text{агр}}^{\text{расч}}}{0,29 L_{\text{агр}}}. \quad (15.3)$$

<sup>1</sup> По данным институтов Охраны труда ВЦСПС и ЦНИИПромздания.

ТАБЛИЦА 15.1

СКОРОСТНЫЕ И ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ

Воздухораспределитель	Схема	Значения коэффициентов при			
		ненастилающейся струе		настилающейся струе	
		<i>m</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	<i>n</i>
Вихревая труба		7,7	5,8	10,9	8,2
Линейная труба		6,8	4,8	9,6	6,8
Труба с сеткой		6	4,5	8,5	6,4
Труба с отводом		5,4	4,1	7,6	5,8
Отвод с лопатками на повороте и спрямляющей решеткой на выходе		5,4	4,1	7,6	5,8
Трубопровод поворотный типа ПП		6,6	4,5	9,3	6,4
Решетки и сетки при коэффициенте живого сечения 0,5*	—	6	4,2	8,5	5,9
Конфузор за осевым вентилятором (площадь выхода — начальная)		6	4,2	8,5	5,9

Воздухораспределитель	Схема	Значения коэффициентов при			
		ненастилающейся струе		настилающейся струе	
		<i>m</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	<i>n</i>
Спрямяющая решетка непосредственно за осевым вентилятором		4,5	3,8	6,4	5,4
Патрубок за осевым вентилятором		3,9	2,9	5,4	4,1
Редкая сетка за осевым вентилятором в коротком патрубке		2,8	1,7	3,2	2,4

\* За расчетную площадь  $F_0$  принимается площадь живого сечения решетки.

Максимально допустимая температура подаваемого агрегатом воздуха рассчитывается по формуле

$$t_0 = t_{p,з} + 1300 \frac{v_0^2 \sqrt{F_0}}{m n F_n}, \quad (15.4)$$

где  $v_0$  — начальная скорость воздуха, м/с, отнесенная к расчетной площади воздухораспределительного устройства  $F_0$  (см. приложение XIII);

$m$  и  $n$  — скоростной и температурный коэффициенты воздухораспределительного устройства (см. табл. 15.1).

Если полученная расчетом величина  $t_0$  будет больше  $t_{гр}$ , то расчет закончен. При  $t_0 < t_{гр}$  следует увеличить число агрегатов в помещении.

### Б РАСЧЕТ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ

В отличие от расчета воздушно-отопительных агрегатов (когда обеспечивается поддержание нормируемой температуры воздуха в рабочей зоне) при расчете централизованных систем воздушного отопления обеспечивается нормируемая скорость воздуха в рабочей зоне помещения при максимально допустимой температуре подаваемого воздуха.

Находится требуемая площадь поперечного сечения помещения, приходящаяся на один воздухораспределитель:

$$F_n^{гр} = \left[ \frac{1350000V}{K l m n Q} \left( \frac{v_{норм}}{u} \right)^{3/2} \right]^2, \quad (15.5)$$

где  $V$  — внутренний объем отапливаемого помещения, м<sup>3</sup>;

$l$  — длина зоны, обслуживаемой одной струей, м, которая принимается в пределах  $0,5 m \sqrt{F_n} < l < m \sqrt{F_n}$ ;

$v_{норм}$  — нормируемая скорость воздуха в рабочей зоне, м/с;

$u$  — относительная максимальная скорость воздуха в обратном потоке (табл. 15.2).

ТАБЛИЦА 15.2  
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ СКОРОСТЬ  $\bar{u}$

Относительная скорость $\bar{u}$	1,3	1,15	1,05	1	0,95	0,9	0,8	0,7	0,65
Число воздухораспределителей в ряду, $N$	1	2	4	6	8	10	12	14	16

Величина  $F_n$  принимается не более полученной при соблюдении условия  $b \leq 3H$  (см. рис. 15.1).

Определяется требуемая площадь воздухораспределителя:

$$F_0^{гр} = F_n \left( \frac{v_{норм}}{u_0} \right)^2, \quad (15.6)$$

Принимают исходя из акустических требований к помещению, но не более 15 м/с.  
 На установке следует принимать воздухораспределитель ближайшего большего типоразмера.  
 Величинами  $F_0$  и  $v_0$  рассчитывается количество подаваемого одним воздухораспределителем:

$$L_0 = 3600 F_0 v_0 \quad (15.7)$$

Изменяется температура подаваемого воздуха

$$t_0 = t_{p,z} + \frac{KQ}{0,29 L_0 N} \quad (15.8)$$

### 15.3. Примеры расчета воздушного отопления

**Пример 15.1.** Рассчитать систему отопления с примененным воздухоотопительных агрегатов СТД-300М в производственном цехе длиной 120 м, шириной 72 м и высотой  $H=9$  м (рис. 15.2). Объемный расход воздуха в рабочей зоне  $V=120 \cdot 72 \cdot 9 = 78\,000$  м<sup>3</sup>. Нормируемая температура воздуха в рабочей зоне  $t_{p,z} = 16^\circ\text{C}$ . Расчетная теплопотери  $Q=1\,400\,000$  ккал/ч. Агрегаты устанавливаются полевой отметке.

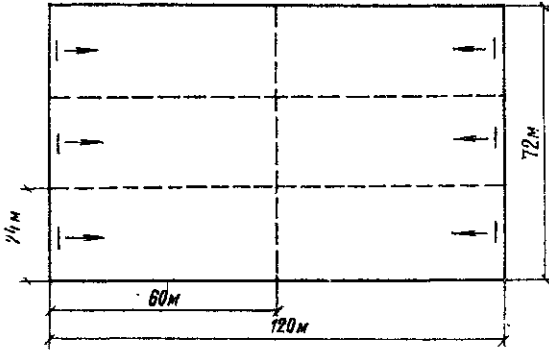


Рис. 15.2. План производственного цеха. Схема подачи воздуха агрегатами СТД-300М

**Решение.** Предварительно определяем количество агрегатов в цехе

$$N = 1,1 \frac{1\,400\,000}{278\,000} = 5,6.$$

Принимаем  $K=1,1$ ,  $Q_{\text{агр}} = 278\,000$  ккал/ч (см приложение XIII табл XIII 5). Принимаем к установке шесть агрегатов. Тогда получим:

$$Q_{\text{агр}}^{\text{расч}} = 1,1 \frac{1\,400\,000}{6} = 256\,000 \text{ ккал/ч.}$$

$$t_{\text{агр}} = 16 + \frac{256\,000}{0,29 \cdot 28\,800} = 47^\circ\text{C.}$$

где  $L_{\text{агр}} = 28\,800$  м<sup>3</sup>/ч (см приложение XIII табл XIII 5). Вычисляем по формуле (15.4) максимально допустимую температуру подаваемого воздуха.

$$t_0 = 16 + 1300 \frac{11,8^2 \sqrt{0,675}}{5,4 \cdot 4,1 \cdot 216} = 47^\circ\text{C.}$$

где  $v_0 = 11,8$  м/с,  $F_0 = 0,675$  м<sup>2</sup>;  $m = 5,4$ ,  $n = 4,1$  (см табл 15.1).  $F_{\text{п}} = 24 \cdot 9 = 216$  м<sup>2</sup> (см рис 15.2)

Таким образом, требуемая температура подаваемого воздуха не превышает допустимой величины.

**Пример 15.2.** Рассчитать для условий примера 15.1 централизованную систему воздушного отопления. Воздух на рецирку-

ляцию забирается из верхней зоны цеха. Нормируемая величина скорости воздуха в рабочей зоне  $v_{\text{норм}} = 0,5$  м/с;  $v_0 = 15$  м/с.

**Решение.** Принимаем, что воздух подает встречными параллельными струями. Воздухораспределители типа ПП устанавливаются вдоль продольных стен цеха ( $l = 36$  м).

Требуемая площадь поперечного сечения помещения, приходящаяся на один воздухораспределитель:

$$F_{\text{п}}^{\text{ТР}} = \left[ \frac{1\,350\,000 \cdot 78\,000}{1,3 \cdot 36 \cdot 6,6 \cdot 4,5 \cdot 1\,400\,000} \left( \frac{0,5}{0,85} \right)^3 \right]^2 = 120 \text{ м}^2,$$

где  $K=1,3$  при заборе воздуха на рециркуляцию из верхней зоны;  $m=6,6$ ;  $n=4,5$  (см табл 15.1) и  $u=0,85$  (см табл. 15.2) при предварительно принятых 11 воздухораспределителях в ряду.

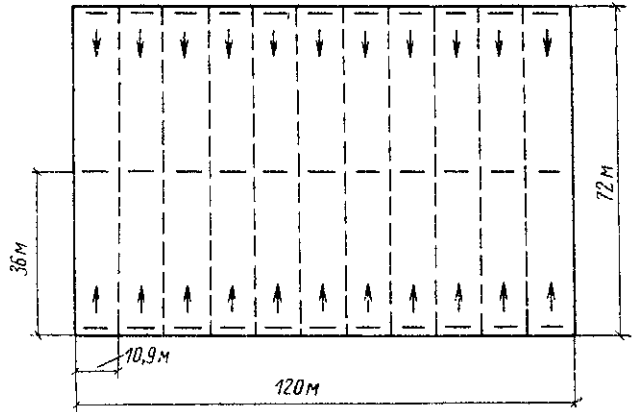


Рис. 15.3. Схема подачи воздуха воздухораспределителями типа ПП

Рассчитываем шаг установки воздухораспределителей:

$$b = \frac{F_{\text{п}}}{H} = \frac{120}{9} = 13,3 \text{ м.}$$

Окончательно принимаем к установке 11 воздухораспределителей в ряду (рис. 15.3), тогда  $b = 120/11 = 10,9$  м. Требуемая площадь воздухораспределителя

$$F_{\text{о}}^{\text{ТР}} = 10,9 \left( \frac{0,5}{15 \cdot 0,85} \right)^2 = 0,15 \text{ м}^2.$$

Принимаем к установке поворотные патрубки ПП5 ( $F_{\text{о}} = 0,16$  м<sup>2</sup>) по типовым чертежам серии 1.494-9.

Количество воздуха, подаваемого одним воздухораспределителем

$$L_0 = 3600 \cdot 0,16 \cdot 15 = 8650 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Температура подаваемого воздуха

$$t_0 = 16 + \frac{1,3 \cdot 1\,400\,000}{0,29 \cdot 8650 \cdot 22} = 49^\circ\text{C}$$

## Глава 16. ПАНЕЛЬНО-ЛУЧИСТОЕ ОТОПЛЕНИЕ

### 16.1. Общие сведения

Панельно-лучистое отопление осуществляется с помощью плоских плит (бетонных панелей) или поверхностей бетонных ограждающих конструкций, в массив которых заделаны нагревательные элементы.

Совмещение нагревательных элементов с ограждающими конструкциями повышает степень индустриальной готовности систем панельно-лучистого отопления, снижает металлоемкость, стоимость и трудовые затраты

на их монтаж. Широкие возможности размещения нагревательных элементов этих систем отопления позволяют удовлетворить самые разнообразные технические и санитарно-гигиенические требования. На выбор способа обогрева помещений и схемы систем панельно-лучистого отопления решающее влияние оказывают конструктивно-планировочные решения зданий и технология изготовления укрупненных строительных элементов.

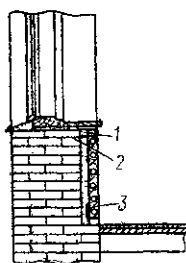


Рис. 16.1. Установка подоконной отопительной панели

1 — термоизоляция; 2 — верхние петли, закладываемые в кладку; 3 — нижние петли

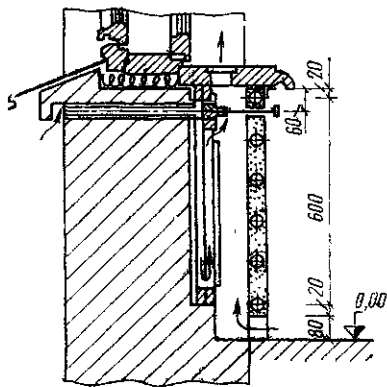


Рис. 16.2. Установка подоконной отопительной панели с каналом для подачи и подогрева наружного воздуха

К недостаткам систем панельного отопления с нагревательными элементами, заделанными в ограждающие конструкции, следует отнести большую теплоемкость, затрудняющую индивидуальное регулирование теплоотдачи, а также сложность ремонта и замены отдельных элементов систем отопления. Системы панельного отопления могут присоединяться к источникам теплоснабжения только с умягченной и деаэрированной водой, что необходимо для уменьшения внутренней коррозии труб и обеспечения длительного срока работы.

В зависимости от конструктивных особенностей и способа установки различают бетонные отопительные панели следующих типов:

а) подоконные (рис. 16.1 и 16.2) со змеевиками или регистрами из стальных или полиэтиленовых труб;

б) перегородочные, устанавливаемые во внутренних перегородках в местах примыкания их к наружным стенам (рис. 16.3) или в сплошных бетонных перегородках с рассредоточенным расположением нагревательных элементов (рис. 16.4);

в) бетонные лестничные площадки с регистрами или змеевиками из труб (рис. 16.5);

г) бетонные плиты перекрытия (рис. 16.6) с нагревательными элементами из труб (рис. 16.7);

д) плинтусные, устанавливаемые у пола по периметру отапливаемых помещений (см. рис. 16.6);

е) ригельные, устанавливаемые у потолка во внутренних перегородках (см. рис. 16.6);

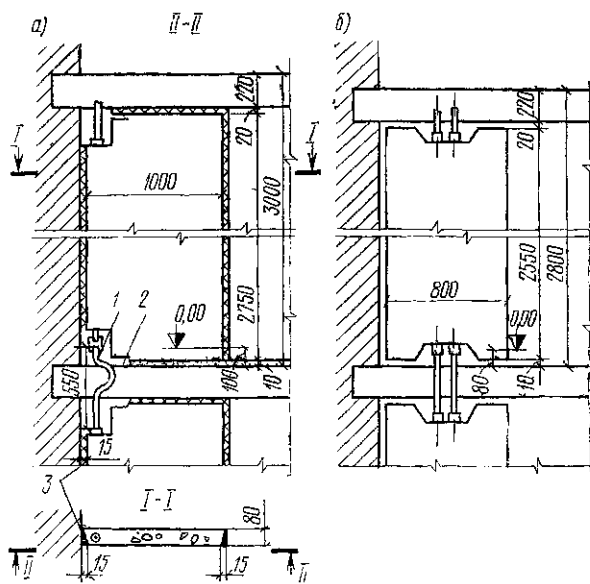


Рис. 16.3. Установка и сопряжение перегородочных отопительных панелей

а — тип БТ-10 для однотрубных систем; б — тип БТ для двухтрубных систем; 1 — междуэтажная вставка из цельнотянутых труб; 2 — подливка цементным раствором; 3 — разделка прядью и асбестоцементным раствором

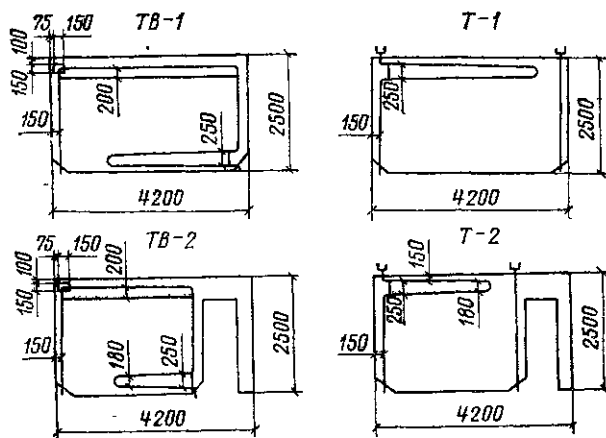


Рис. 16.4. Варианты рассредоточенного размещения нагревательных элементов в бетонных стенах и перегородках

ж) колонные с замоноличенными в них регистрами (см. рис. 16.6).

Технологическая характеристика и конструктивные размеры бетонных отопительных панелей промышленного изготовления приведены в приложении XIV.

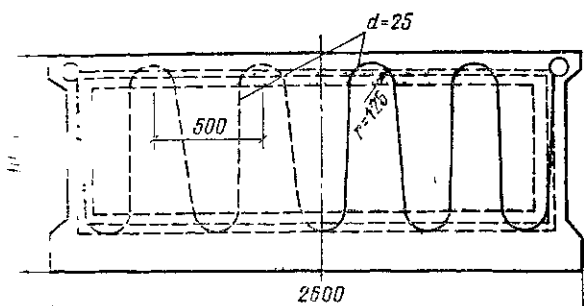


Рис. 165. Размещение нагревательного элемента в бетонной лестничной площадке

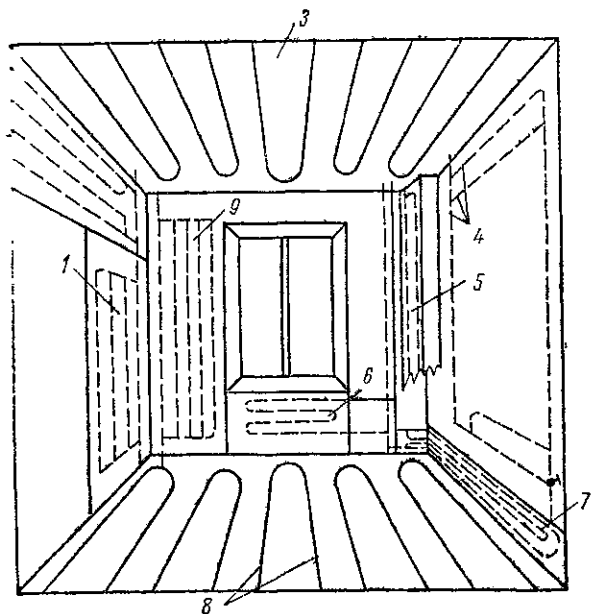


Рис. 166. Размещение нагревательных элементов в различных ограждениях помещения

1 — перегородочное; 2 — ригельное; 3 — потолочное; 4 — контурное; 5 — колонное; 6 — подоконное; 7 — плинтусное; 8 — напольное; 9 — стеновое

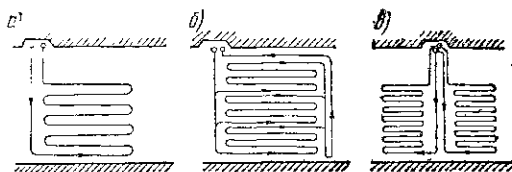


Рис. 167. Размещение змеевиков из труб в междуэтажных перекрытиях

а — змеевик; б — змеевиковый регистр; в — спаренный змеевик

Нагревательные элементы в бетонных отопительных панелях могут быть выполнены в виде змеевика или регистра. Змеевики обладают высоким гидравлическим сопротивлением и применяются в тех случаях, когда имеется достаточное располагаемое давление. Для уменьшения сопротивления применяют змеевики с параллельными участками. В этом случае гидравлическая характеристика параллельных участков не должна отличаться более чем на 40% при движении воды сверху вниз и на 15% при движении воды снизу вверх и в горизонтальных системах. При горизонтальной укладке змеевика (в перекрытии) скорость теплоносителя должна быть не менее 0,25 м/с, чтобы исключить возможность скопления воздуха в трубах.

Трубы, заделываемые в бетон, не должны иметь признаков коррозии. Нагревательные элементы рекомендуется испытывать на гидравлическую плотность давлением 15 кгс/см<sup>2</sup> в течение 10 мин, при этом максимальное гидростатическое давление в системе панельного отопления не должно превышать 10 кгс/м<sup>2</sup>.

При укладке нагревательных элементов из стальных труб не допускается применять прокладки из органических материалов.

ЦНИИЭП жилища совместно с ЦНИИЭП инженерного оборудования разработал конструкцию комплексной панели перекрытия с нагревательными элементами системы поточно-напольного отопления-охлаждения (рис. 16.8).

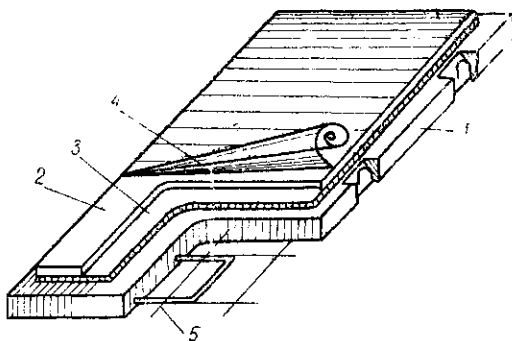


Рис. 168. Комплексная панель перекрытия с разделением полом

1 — несущая панель; 2 — панель разделенного пола; 3 — звукоизоляционный материал; 4 — линолеум; 5 — преднапряженные трубы нагревательного элемента поточно-напольного отопления

Применение преднапряженных нагревательных элементов (рис. 16.9) в комплексных панелях перекрытий дает следующие преимущества:

- а) улучшаются условия теплового комфорта в ограниваемых помещениях;
- б) сокращаются на 50% трудовые затраты на монтаж системы отопления;
- в) снижается более чем в 3 раза металлоемкость системы отопления

Технико-экономическая эффективность применения системы панельного отопления этой модификации составляет 1,18 руб. на 1 м<sup>2</sup> жилой площади.

В системах поточно-напольного отопления рекомендуется применять двухтрубные схемы с нижней разводкой и последовательным присоединением змеевиков снизу вверх (по движению теплоносителя), что обеспе-

чивает свободное удаление воздуха. У каждого нагревательного прибора (змеевика) необходимо устанавливать регулировочные краны для обеспечения монтажной регулировки и возможности отключения не менее 30% поверхности нагрева.

Гидравлический расчет систем панельно-лучистого отопления рекомендуется проводить по методу переменных перепадов температуры теплоносителя по стоякам.

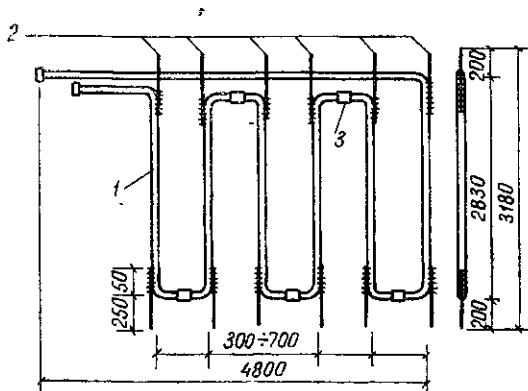


Рис. 16.9. Трубчатый нагревательный элемент

1 — змеевик из стальных труб  $\varnothing 21,3$  мм; 2 — анкерующие стержни из арматуры с  $\varnothing 3$  мм; 3 — допустимые места стыковки отдельных труб

Допускаемая средняя температура  $t_{ср}$ , °С, на поверхности отопительных панелей составляет:

подоконных и плинтусных стеновых в зоне выше 1 м над уровнем пола (это ограничение не распространяется на заделанные стояки и одиночные трубы)	до 95
потолочных при высоте помещения до 3 м	45
напольных:	28—30
а) в жилых зданиях	25
б) в детских учреждениях	24
в) в бассейнах	34

Перепад температуры теплоносителя в системах панельного отопления принимается обычно  $95^\circ - 70^\circ = 25^\circ$ . Однако если при таком перепаде температур не удается достигнуть допустимой температуры на поверхности панели, то следует снижать начальную температуру воды и уменьшать перепад температуры теплоносителя, а при горизонтальной укладке змеевиков дополнительно учитывать минимально допустимую скорость воды в трубах.

## 16.2. Подбор отопительных панелей

После определения теплопотерь каждого помещения  $Q$ , ккал/ч (см. главу 11), намечают размещение теплоотдающих поверхностей и схемы нагревательных элементов (регистры или змеевики и их протяженность), а также определяют теплоотдачу нагревательных элементов, совмещенных с бетонными ограждающими конструкциями, по изложенной ниже методике.

Теплоотдачу бетонных отопительных панелей, теплотехнические характеристики которых известны, определяют по расчетной разности температур:  $\Delta t = t_{ср} - t_{в}$ .

## 16.3. Тепловой расчет

### А. РАСЧЕТ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПАНЕЛЕЙ С ДВУСТОРОННЕЙ ТЕПЛООТДАЧЕЙ

Теплоотдачу, ккал/ч, 1 м трубы, замоноличенной в массив бетона, определяют по формуле

$$q = \frac{t_{ср} - t_{в}}{R} \quad (16.1)$$

где  $R$  — термическое сопротивление конструкции, отнесенное к 1 м трубы,  $м \cdot ч \cdot ^\circ C / ккал$ ;  
 $t_{ср}$  — средняя температура теплоносителя, °С;  
 $t_{в}$  — температура воздуха в помещении, °С.

Термическое сопротивление,  $м \cdot ч \cdot ^\circ C / ккал$ , находят по формуле

$$R = R_{в} + R_{ст} + R_{м} + R_{н} \quad (16.2)$$

где  $R_{в}$  — термическое сопротивление тепловосприятию от воды к стенке трубы,  $м \cdot ч \cdot ^\circ C / ккал$ ;  
 $R_{ст}$  — термическое сопротивление стенок трубы,  $м \cdot ч \cdot ^\circ C / ккал$ ;  
 $R_{м}$  — термическое сопротивление массива бетона,  $м \cdot ч \cdot ^\circ C / ккал$ ;  
 $R_{н}$  — термическое сопротивление теплоотдаче поверхности бетона окружающей среде,  $м \cdot ч \cdot ^\circ C / ккал$ .

Термическое сопротивление,  $м \cdot ч \cdot ^\circ C / ккал$ , тепловосприятию от воды к стенке трубы определяют по формуле

$$R_{в} = \frac{1}{\alpha_{в} F_{в}} \quad (16.3)$$

где  $\alpha_{в}$  — коэффициент тепловосприятия от воды к стенке трубы,  $ккал / (м^2 \cdot ч \cdot ^\circ C)$ , определяемый по графику (рис. 16.10);  
 $F_{в}$  — внутренняя поверхность 1 м трубы,  $м^2 / м$ .

Термическое сопротивление,  $м \cdot ч \cdot ^\circ C / ккал$ , стенок трубы определяют только для неметаллических труб по формуле

$$R_{ст} \approx \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст} \pi (d_{н} + d_{в})} \quad (16.4)$$

где  $\delta_{ст}$  — толщина стенки трубы, м;  
 $\lambda_{ст}$  — коэффициент теплопроводности стенки трубы,  $ккал / (м \cdot ч \cdot ^\circ C)$ ;  
 $d_{н}$ ,  $d_{в}$  — наружный и внутренний диаметры трубы, м.

Термическое сопротивление массива бетона  $R_{м}$  для средних труб в отопительной панели с двусторонней теплоотдачей определяют по графикам (рис. 16.11) при  $\lambda_{м} = 1$   $ккал / (м \cdot ч \cdot ^\circ C)$ .

При пользовании графиками необходимо учитывать следующее:

а) сопротивление  $R_{м}$  дано для массива с коэффициентом теплопроводности, равным  $\lambda_{м} = 1$   $ккал / (м \cdot ч \cdot ^\circ C)$ . При других значениях  $\lambda_{м}$  действительные значения  $R_{ч}$  находят по формуле

$$R_{м} (\text{действ}) = \frac{R_{м} (\text{по графику})}{\lambda_{м} (\text{факт.})} \quad (16.5)$$



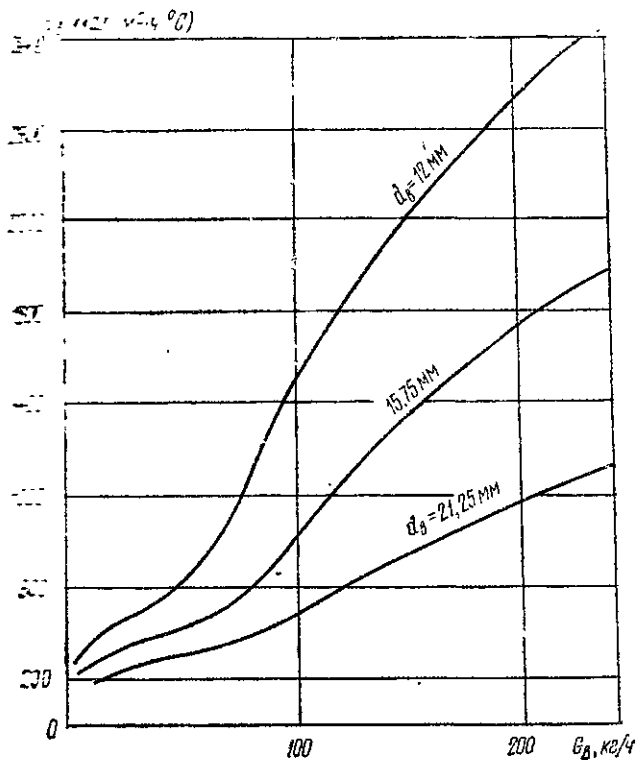


Рис. 16.10 Зависимость коэффициента теплопроводности  $\alpha_w$  от воды к стенке трубы от количества протекающей воды  $G_w$

б) величина  $R_M$  является функцией безразмерных параметров

$$\frac{h_M}{d_H} \text{ и } \frac{S}{d_H}$$

где  $h_M$  — расстояние от вертикальной плоскости оси труб до теплоотдающей поверхности, м;  
 $S$  — расстояние между осями труб нагревательного элемента, м;  
 $d_H$  — наружный диаметр, м.

Сопротивление теплоотдаче,  $\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{°C} / \text{ккал}$ , поверхности бетона окружающей среде

$$R_H = \frac{1}{\alpha_H F_H} \tag{16.6}$$

где  $\alpha_H$  — коэффициент теплоотдачи поверхности бетонных панелей воздуху помещения,  $\text{ккал} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C})$ ;

$F_H$  — поверхность теплоотдачи, приходящаяся на 1 м трубы,  $\text{м}^2 / \text{м}$ , принимаемая при двусторонней теплоотдаче, равной  $2S$ .

Для уточнения предварительного значения величины  $R_H$  находят разность температур поверхности панели  $t_{cp}$  и воздуха в помещении  $t_B$  по формуле

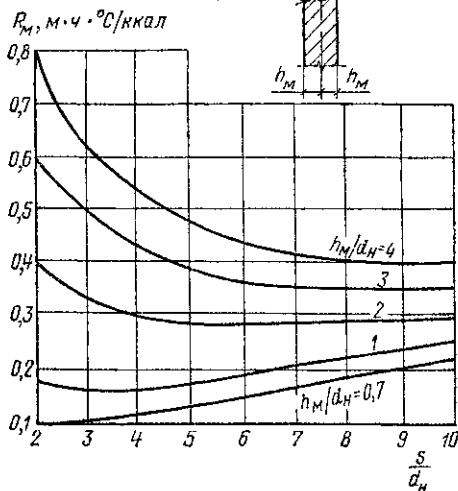
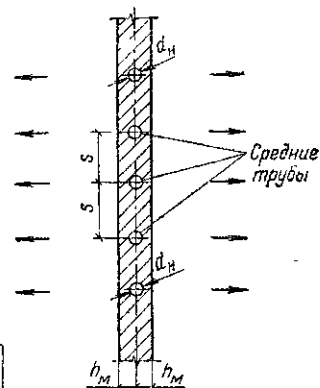


Рис. 16.11. Зависимость термического сопротивления массива  $R_M$  для средних труб в отопительной панели с двусторонней теплоотдачей от  $h_M/d_H$  и  $S/d_H$

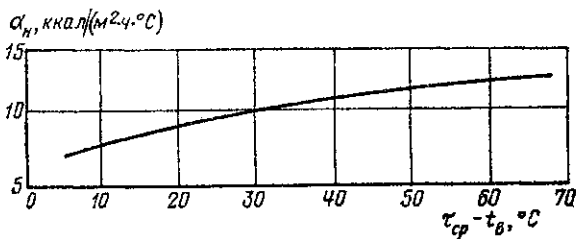


Рис. 16.12. Зависимость коэффициента теплоотдачи  $\alpha_H$  от разности температур поверхности бетонных панелей и воздуха помещения

$$t_{cp} - t_B = \frac{R'_H (t_{cp} - t_B)}{R_B + R_M + R_{ct} + R_H} \tag{16.7}$$

и значения  $\alpha_H$  [по графику (рис. 16.12)] и  $R_H$  [по формуле (16.6)].

Для крайних и одиночных труб выделить величину  $R_B$  из комплекса  $(R_M + R_H)$  не представляется возможным. Поэтому теплоотдачу таких труб определяют по суммарным значениям  $(R_M + R_H)$ , приведенным на графиках (рис. 16.13 и 16.14) при  $\lambda_M = 1 \text{ ккал} / (\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{°C})$ .

При пользовании графиками необходимо учитывать следующее:

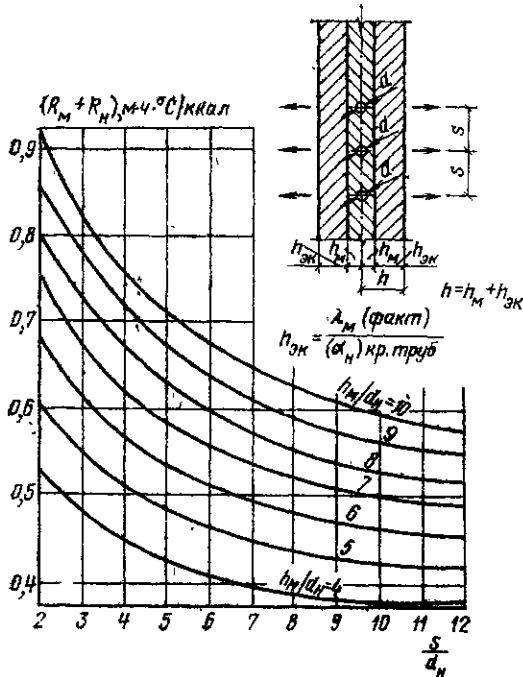


Рис. 16.13. Зависимость термического сопротивления  $(R_m + R_n)$  для крайней трубы в отопительной панели с двусторонней теплоотдачей (для каждой стороны) от  $h_m/d_n$  и  $S/d_n$

$(R_m + R_n)$ , м·°C/ккал при  $\lambda_m = 1$  ккал/м·°C

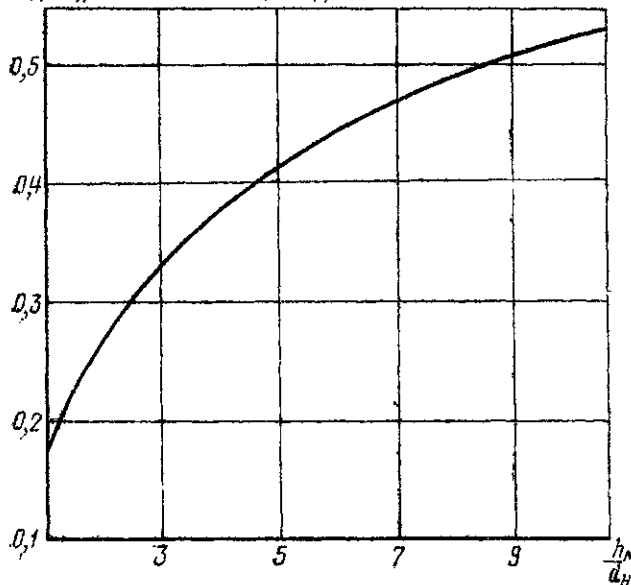


Рис. 16.14. Зависимость термического сопротивления  $(R_m + R_n)$  для одиночной трубы в отопительной панели с двусторонней теплоотдачей от  $h_m/d_n$

а) при значениях  $\lambda_m \neq 1$  действительное значение  $(R_m + R_n)$  находят по формуле

$$(R_m + R_n)_{\text{действ}} = \frac{(R_m + R_n)_{\text{по графику}}}{\lambda_m (\text{фактич})}; \quad (16.8)$$

б) толщину условного дополнительного слоя  $h_{\text{эк}}$  для крайних и одиночных труб определяют по формуле

$$h_{\text{эк}} = \frac{\lambda_m (\text{фактич})}{\alpha_n}, \quad (16.9)$$

где  $\lambda_m (\text{фактич})$  — фактическое значение коэффициента теплопроводности массива в абсолютно сухом состоянии, ккал/(м·°C) (для бетона  $\lambda \leq 1$ );  
 $\alpha_n$  — коэффициент теплоотдачи, ккал/(м<sup>2</sup>·°C).

### Б. РАСЧЕТ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПАНЕЛЕЙ С ОДНОСТОРОННЕЙ ТЕПЛОТДАЧЕЙ

Вертикальные бетонные отопительные панели с односторонней теплоотдачей<sup>1</sup> в помещении в большинстве случаев представляют собой панели наружных стен, во внутренний слой тяжелого бетона которых замоноличены нагревательные элементы. Последними являются участки стояков и развитой части змеевиков, размещаемых в подоконной части наружной стены (рис. 16.15).

Теплоотдача в помещении (лицевая теплоотдача)  $q_{\text{лиц}}$ , ккал/(м·ч), вычисляется по формуле

$$q_{\text{лиц}} = [0,96(t_{\text{ср}} - t_{\text{в}}) - 4,8] \times \left(1,13 - 0,13 \frac{h}{d_n}\right) e^{\frac{a(S-0,1)}{S^{0,954}}} K_G K_{\delta} K_{\lambda}. \quad (16.10)$$

где  $t_{\text{ср}}$  — средняя температура теплоносителя, °C;  
 $t_{\text{в}}$  — температура воздуха в помещении, °C;  
 $h$  — расстояние от оси замоноличенной трубы до внутренней поверхности стены, м;  
 $d_n$  — наружный диаметр замоноличенной трубы, м;  
 $e$  — основание натурального логарифма;  
 $a$  — коэффициент, зависящий от диаметра труб нагревательного элемента и равный 0,78; 0,9 и 0,95 соответственно для труб диаметром 10, 15 и 20 мм;  
 $S$  — расчетная ширина поверхности теплоотдачи (шага) участка трубы нагревательного элемента, м, зависящая от  $C$  [здесь  $C$  — расстояние от оси рассчитываемого участка трубы нагревательного элемента до границы поверхности теплоотдачи (см. рис. 16.16)];  
 $K_G$ ,  $K_{\delta}$  и  $K_{\lambda}$  — поправочные коэффициенты, учитывающие соответственно расход теплоносителя через трубы нагревательного элемента  $G$ , кг/ч, толщину слоя тяжелого бетона, в который замоноличены трубы  $\delta$ , м, и коэффициент теплопроводности бетона  $\lambda$ , ккал/(м·°C).

Для определения границ поверхности теплоотдачи различают следующие случаи расположения нагревательных элементов.

1. Рассматриваемая труба находится между двумя другими трубами (рис. 16.16, а). В этом случае значе-

<sup>1</sup> По СН 398-69.

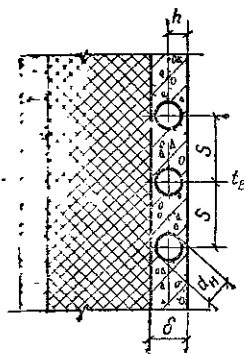


Рис 16.15 Эскиз размещения нагревательного элемента в наружной стеновой панели

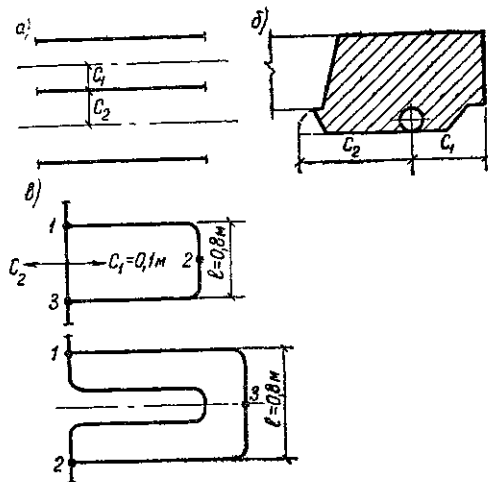


Рис 16.16 Расчетные схемы нагревательного элемента для определения границ поверхности теплоотдачи  
1-2, 2-3 и 1-3 — расчетные участки

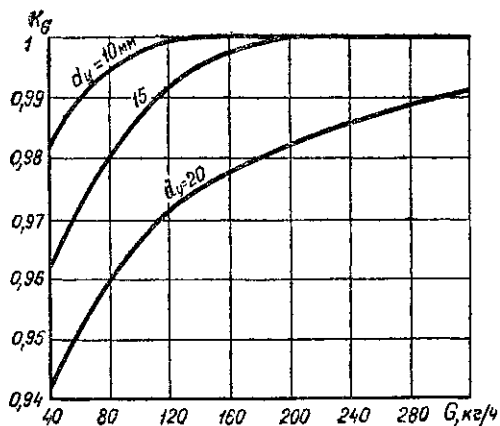


Рис 16.17 Зависимость поправочных коэффициентов  $K_G$  от расхода воды  $G$  при различных диаметрах труб нагревательных элементов

ние  $S$  принимается равным половине среднего (с учетом уклонов) расстояния между осями двух смежных труб.  
2. С одной или с обеих сторон рассматриваемой трубы отсутствуют другие трубы (рис. 16.16, б). Значение  $S$  в этом случае равно расстоянию от оси трубы до соответствующего торца наружной стеновой панели с учетом четвертей и ширины оконных (балконных) откосов от поверхности стены до оконных (балконных) коробок  $O$ :онные откосы, изолированные деревянными подоконными досками, при определении  $S$  не учитываются.

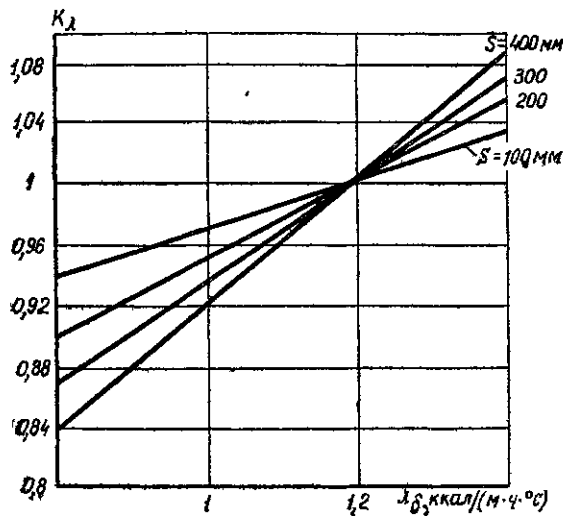


Рис. 16.18 Зависимость поправочных коэффициентов  $K_\lambda$  от  $\lambda_b$  бетона при различных  $S$

3. Рассматриваемая труба находится в замыкающих участках П-образных контуров (рис 16.16, в). В этом случае значение  $S$  внутрь контура принимается равным 0,1 м.

Калачи змеевиков, отводы или отогнутые под прямым углом трубы нагревательных элементов (при условии, что длина этих труб не превышает 0,4 м) рассчитывают совместно с ближайшими участками нагревательного элемента (с одинаковым значением  $S$ , определенным для участка большей длины).

Максимальное значение  $S$  принимается равным 0,2 м, расстояние свыше 0,2 м не учитывается. При  $C_1 = C_2$ ,  $S = C_1 + C_2$ , при  $C_1$  и  $C_2 \geq 0,2$  м (даже если  $C_1 \neq C_2$ ) значение  $S$  принимается равным 0,4 м.

Если труба расположена несимметрично относительно грани поверхности теплоотдачи ( $C_1 \neq C_2$ ) и  $C_1$  или  $C_2 < 0,2$  м, значение  $q_{\text{лиц}}$ , ккал/(м·ч), определяется из выражения

$$q_{\text{лиц}} = 0,5 (q_{S_1} + q_{S_2}), \quad (16.11)$$

где  $q_{S_1}$  и  $q_{S_2}$  — теплоотдача условных симметрично расположенных нагревательных элементов при  $S_1 = 2C_1$  и  $S_2 = 2C_2$ , ккал/(м·ч).

Величина  $K_G \approx 1$  при расходах воды 120, 200 и 400 кг/ч для труб диаметром 10, 15 и 20 мм соответственно

При меньших расходах значения  $K_G$  определяются по формулам

ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВочНОГО КОЭФФИЦИЕНТА  $K_{\delta}$  НА ТОЛЩИНУ СЛОЯ БЕТОНА

$\delta$ мм	$\frac{h}{d_n}$	$d_y=15$ мм при $\delta$ , мм				$d_y=20$ мм при $\delta$ , мм		
		90—70	60	50	40	90—70	60	50
100	1	1	0,99	0,98	0,97	1	0,99	0,98
	1,5	1	0,99	0,98	—	1	—	—
	2	1	—	—	—	1	—	—
200	1	1	0,98	0,97	0,96	1	0,97	0,95
	1,5	1	0,91	0,90	—	1	—	—
	2	1	—	—	—	1	—	—
300	1	0,99	0,97	0,95	0,95	0,98	0,96	0,94
	1,5	0,99	0,91	0,89	—	0,98	—	—
	2	0,98	—	—	—	0,97	—	—
400	1	0,97	0,95	0,92	0,91	0,97	0,94	0,91
	1,5	0,97	0,87	0,86	—	0,96	—	—
	2	0,96	—	—	—	0,96	—	—

для труб диаметром 10 мм

$$K_G = 0,935G^{0,014}, \quad (16.12)$$

для труб диаметром 15 мм

$$K_G = 0,875G^{0,026}, \quad (16.13)$$

для труб диаметром 20 мм

$$K_G = 0,864G^{0,024} \quad (16.14)$$

или могут быть приняты по графикам (рис. 16.17).

Коэффициент  $K_{\lambda}$  может быть принят по графику (рис. 16.18) или подсчитан по формуле

$$K_{\lambda} = 1 + (0,1 + 0,75S) \left( \frac{\lambda_{бет}}{1,2} - 1 \right), \quad (16.15)$$

где  $\lambda_{бет}$  — коэффициент теплопроводности слоя тяжелого бетона, в который замоноличены трубы, ккал/(м·ч·°С).

Формула (16.15) справедлива в пределах  $0,6 \leq \lambda_{бет} \leq 1,8$ .

Значения коэффициента  $K_{\delta}$  приведены в табл. 16.1. При  $\delta \geq 100$  мм ( $\delta$  — толщина слоя тяжелого бетона, в который замоноличены трубы)  $K_{\delta} = 1$  при практических заглублениях труб  $h/d_n = 1 \dots 2$ .

Общая полезная теплоотдача  $q_{пол}$ , ккал/(м·ч), замоноличенного в наружную стену нагревательного элемента подсчитывается по формуле

$$q_{пол} = q_{лиц} + K_{ст} S (t_b - t_n), \quad (16.16)$$

где  $K_{ст}$  — коэффициент теплопередачи участка наружной стены, в который замоноличены трубы, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°С);

$t_n$  — температура наиболее холодной пятидневки, °С.

Суммарный расход тепла  $q_{общ}$ , ккал/(м·ч), с учетом бесполезных потерь тепла в сторону наружного воздуха составляет:

$$q_{общ} = (1 + \bar{q}) [q_{лиц} + K_{ст} S (t_b - t_n)], \quad (16.17)$$

где  $\bar{q} = q_{тыл} - q_{т.п.}/q_{лиц} + q_{т.п.}$  — относительная величина дополнительных потерь тепла;

$q_{тыл}$  — теплоотдача 1 м нагревательного элемента в сторону наружного воздуха, ккал/(м·ч);

$q_{т.п.} = K_{ст} S (t_b - t_n)$  — расчетные теплопотери части наружной стены, прогреваемой 1 м нагревательного элемента, ккал/(м·ч).

При применении трехслойных наружных стеновых панелей (рис. 16.19) относительная величина дополнительных потерь тепла составит:

$$\bar{q} = 0,148 K_{ст} - 0,013. \quad (16.18)$$

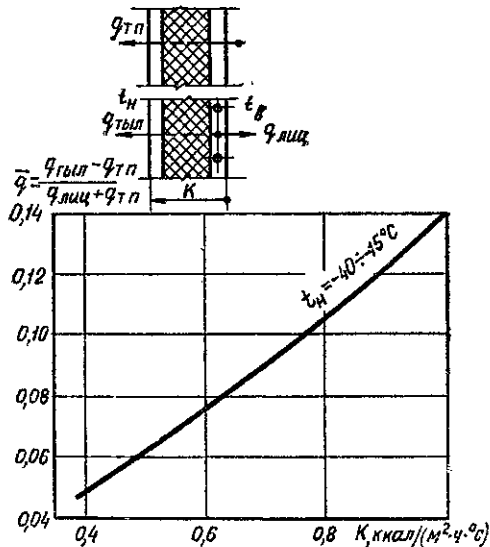


Рис. 16.19. График для определения относительной величины  $\bar{q}$  в трехслойной наружной стеновой панели

При применении однослойных наружных стеновых панелей с дополнительной изоляцией за трубами (рис. 16.20) относительная величина дополнительных потерь тепла находится по формуле

$$\bar{q} = 0,117 (1,94 K_{доп} - K_{ст}) - 1 \cdot 10^{-3}, \quad (16.19)$$

$\alpha_{дсп}$  — коэффициент теплопередачи, ккал/(м<sup>2</sup> ч × °С), дополнительного слоя изоляции за нагревательным элементом, определяемый с учетом замены слоя бетона дополнительной изоляцией по формуле

$$K_{доп} = \frac{1}{\dots}$$

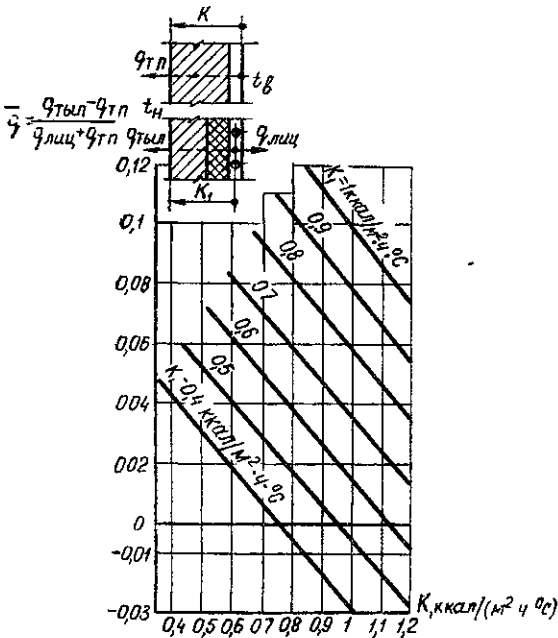
$$\frac{1}{\alpha_{бет}} + \frac{\delta_{лб}}{\lambda_{лб}} + \frac{\delta_{фс}}{\lambda_{фс}} + \frac{\delta_{из}(\lambda_{лб} - \lambda_{из})}{\lambda_{из}\lambda_{лб}} + 0.05 \quad (16.20)$$

$\delta_{лб}$ ,  $\delta_{фс}$  и  $\delta_{из}$  — толщина соответственно слоя легкого бетона в панели (без закладки изоляции), наружного фактурного слоя и слоя дополнительной изоляции, м,

$\lambda_{фс}$  и  $\lambda_{из}$  — коэффициенты теплопроводности ккал/(м ч °С), перечисленных материалов соответственно

При укладке дополнительной изоляции только в части наружной стены с нагревательными элементами (в оконных наружных стеновых панелях) суммарные тепловые потери подсчитываются как средневзвешенная величина потеря по длинам участков труб, которыми уложена и не уложена изоляция

При расчете нагревательных элементов с двумя параллельными участками коэффициент  $K_G$  в предварительном расчете следует принимать исходя из половинного расхода воды ( $G_{ст} 2$ ) в каждом участке.



16 20 График для определения относительной величины дополнительных потерь тепла  $\bar{q}$  в однослойной панели с дополнительной изоляцией за трубами нагревательного элемента

$\alpha_{дсп}$  — коэффициент теплопередачи наружной стеновой панели (с учетом дополнительной теплоизоляции)  $K_0$  — коэффициент теплопередачи части наружной стеновой панели от плоскости размещения нагревательного элемента к наружному воздуху (с учетом дополнительной изоляции)

Теплоотдача, ккал/(м·ч), при прокладке труб в штробе наружной стеновой панели (рис 16 21) определяется по формуле

$$q_{штр} = q_{лиц} K_{штр} \quad (16 20')$$

где  $K_{штр}$  — поправочный коэффициент, принимаемый по рис 16 22

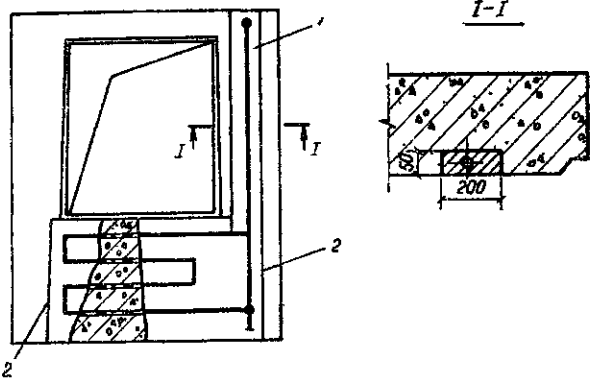


Рис 16 21 Пример размещения труб нагревательного элемента в штробе наружной стеновой панели

1 — штроба 2 — граница тяжелого бетона

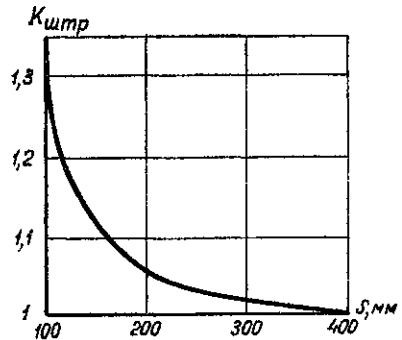


Рис 16 22 График для определения поправочных коэффициентов  $K_{штр}$  на теплоотдачу при размещении труб в штробах

В этом случае  $q_{лиц}$  определяется при шаге  $S$ , равном ширине штробы

Лицевую теплоотдачу, ккал/(м·ч), вычисленную по формуле (16 10), можно представить в виде

$$q_{лиц} = q_0 K_G K_\delta K_\lambda \quad (16.21)$$

Значения  $q_0$  принимают по табл 16 2, составленной для слоя тяжелого бетона при  $\delta=100$  мм, в который замонтированы трубы

В зданиях высотой до 9 этажей часто принимают схему системы панельного отопления с П-образными стояками В приборах, присоединяемых к восходящему стояку, вода движется снизу вверх Во избежание прекращения циркуляции воды в отключаемых ветвях нагревательных элементов расход теплоносителя в стояке

ЗНАЧЕНИЯ ТЕПЛОТДАЧИ  $q_{\delta}$  1 ПОГ. М ТРУБЫ НАГРЕВАТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА

S, мм	$\frac{h}{d_{\text{в}}}$	Теплоотдача ккал/(м ч), при различных $t_1 - t_2$ , °C								Примечание
		40	50	60	70	80	90	100	110	
100	1	33,6	43,2	52,8	62,4	72	81,6	91,2	100,8	Для труб с $d_{\text{в}}=15$ и 20 мм
	1,5	31,4	40,4	49,2	58,3	67,4	76,4	85,5	94,2	
	2	29,2	37,7	46	54,3	62,6	71	79,2	87,7	
200	1	51,1	66	80,5	95	109,4	124,5	138,3	153,3	В числителе—для труб с $d_{\text{в}}=15$ мм и знаменателе— для труб с $d_{\text{в}}=20$ мм
		52,1	66,9	81,7	96,5	111,4	126,3	141,2	156,4	
	1,5	47,9	61,6	75,2	88,8	102,2	115,8	129,4	143,3	
		48,7	62,6	76,4	90,3	104,3	118,2	132,2	146,3	
	2	44,7	57,2	70	82,5	95	107,6	120,5	133,3	
		45,3	58,3	71,2	84,2	97,2	110,2	123,2	136	
300	1	59,4	76,5	93,4	110,3	127,1	144	161	178,1	В числителе—для труб с $d_{\text{в}}=15$ мм и знаменателе— для труб с $d_{\text{в}}=20$ мм
		61,1	77,6	95	112,6	130,2	148	165,8	183,5	
	1,5	55,5	71,5	87,3	103,1	118,9	134,7	150,5	166,6	
		57,1	72,8	89	105,4	121,8	138,4	155,1	171,7	
	2	51,7	66,5	81,3	96	110,7	125,4	140	155	
		53,1	68	83	98,2	113,5	128,8	144,4	159,8	
400	1	64,2	83,1	101,6	119,9	138,4	157	175,5	193,8	В числителе—для труб с $d_{\text{в}}=15$ мм и знаменателе— для труб с $d_{\text{в}}=20$ мм
		66,2	85,6	104,1	123	142	160,8	179,6	198,8	
	1,5	60	77,5	94,8	112	129,3	146,7	164	181,2	
		61,9	79,8	97,4	115	132,7	150,4	168	185,8	
	2	55,8	72	88	104,2	120,2	136,4	152,5	168,7	
		57,6	74,1	90,7	107	123,4	140	156,4	172,9	

должен быть не менее  $G_{\text{мин}}$ , кг/ч, определяемого по формуле

$$G_{\text{мин}} = 0,0125d_{\text{ст}}^2 \sqrt{\frac{h(\gamma_{\text{х}} - \gamma_{\text{г}})\gamma_{\text{г}}}{\zeta'}}, \quad (16.22)$$

где  $d_{\text{ст}}$  — внутренний диаметр стояка, мм;  
 $h$  — общая высота отключаемой ветви, м;  
 $\gamma_{\text{х}}$ ,  $\gamma_{\text{г}}$  — плотность холодной воды в приборе и горячей в стояке, кг/м<sup>3</sup>,  
 $\zeta'$  — приведенный коэффициент сопротивления замыкающего участка при отключенном приборе

Значения  $G_{\text{мин}}$  для нагревательных элементов с затянутым замыкающим участком при различии длин параллельных участков не более 15% определяются по рис. 16.23.

### В. РАСЧЕТ ПОТОЛОЧНО-НАПОЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Потолочно-чопольное отопление осуществляется с помощью нагревательных элементов замоноличенных в массив плиты перекрытия или уложенных в слой тяжелого бетона над или под пустотным настилом перекрытия

<sup>1</sup> По методике разработанной в ЦНИИЭП инженерного оборудования канд техн наук Б. А. Локиным

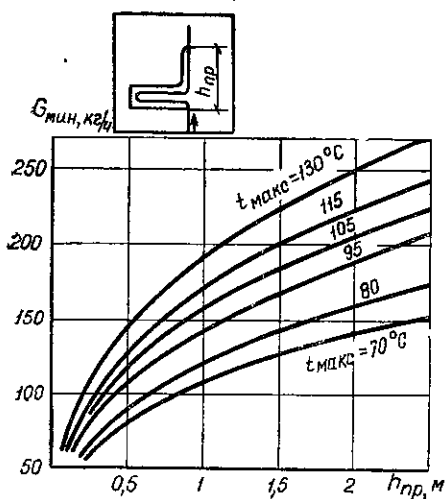


Рис 16.23 График для определения минимального расхода воды в стояках  $G_{\text{мин}}$  при движении теплоносителя снизу вверх

Теплоотдача 1 м трубы нагревательного элемента, установленного в массив бетонной плиты перекрытия, зависит от температурного напора, геометрических и теплотехнических параметров обогреваемой конструкции (рис 16 24)

Обозначения величин на рис 16 24 следующие

- $\delta$  — толщина слоя тяжелого бетона, в который замоноличены трубы нагревательного элемента, м;
- $h_0$  — расстояния от оси замоноличенных труб до поверхности железобетонной плиты, м;
- $C_2$  — расстояния от оси трубы до границ теплоперевода, перпендикулярных плоскости плиты, м;
- $d_n$  — наружный диаметр трубы, м;
- $\lambda_{бет}$  — коэффициент теплопроводности тяжелого бетона, ккал/(м·ч·°С),
- $\lambda_{из}$  — коэффициент теплопроводности материала (слоев материалов), из которого состоит конструкция пола, ккал/(м·ч·°С);
- $R_{из}$  — термическое сопротивление конструкции пола (от отметки чистого пола до поверхности плиты, в которую замоноличены трубы), м<sup>2</sup>·ч·°С/ккал;
- $S = C_1 + C_2$  — шаг трубы, м.

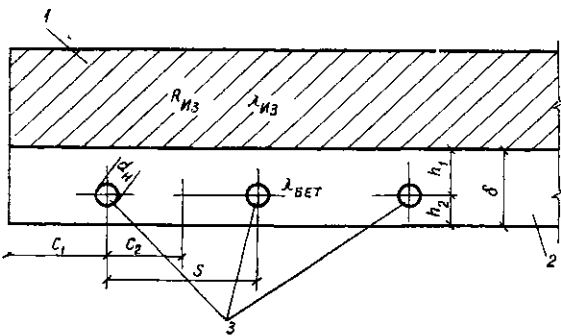


Рис 16 24 Расчетная схема сплошной железобетонной плиты перекрытия  
— конструкция пола, 2 — тяжелый бетон, 3 — нагревательные элементы

Различают следующие случаи определения границ поверхности теплоотдачи

1 Рассматриваемая труба находится между двумя другими трубами. Величины  $C_1$  и  $C_2$  в этом случае принимаются равными половине среднего расстояния между осями двух смежных труб (рис 16 25, а)

2 С одной или обеих сторон рассматриваемой трубы отсутствуют трубы (рис 16 25, б и в). Величины  $C_1$  и  $C_2$  в этом случае равны расстояниям от оси трубы до соответствующих торцов плиты перекрытия

Максимальное значение  $S$  принимается для плит междуэтажных перекрытий равным 0,4 м, для плит чердачных и бесчердачных покрытий — 0,3 м

Расстояния свыше 0,4 или 0,3 м (для соответствующих конструкций) не учитываются. При  $C_1 = C_2$   $S = C_1 + C_2$ ; при  $C_1$  и  $C_2 \geq S_{макс}$  (даже если  $C_1 \neq C_2$ )  $S = 2 S_{макс}$

При определении длины труб П-образных контуров нагревательных элементов из длины каждого участка этого контура вычитается 0,125 ( $C_1 + C_2$ ) предыдущего участка теплоносителя участка.

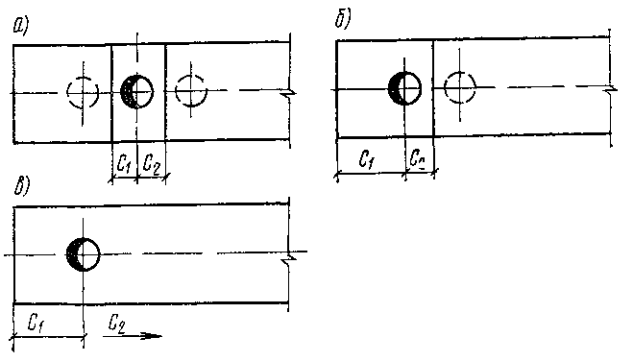


Рис 16 25 Расчетные схемы нагревательного элемента в перекрытии для определения границ поверхности теплоотдачи

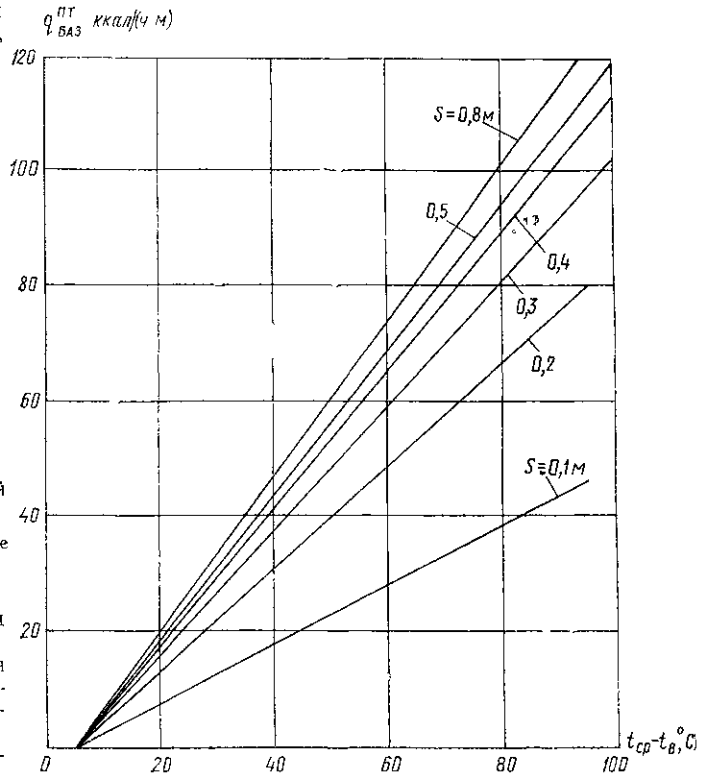


Рис 16 26 Теплоотдача базисной конструкции плиты перекрытия

Если принять некоторую конструкцию плиты перекрытий за базисную, то теплоотдача с поверхности потолка 1 м трубы  $q^{пт}$ , ккал/(м·ч), может быть определена из выражения

$$q^{пт} = q_{баз}^{пт} f(\Pi)^{пт}, \quad (16.23)$$

где  $q_{баз}^{пт}$  — теплоотдача 1 м трубы с поверхности по-

толка для базисной конструкции, ккал/(м ч);  
 $f(П)^{пт}$  — система поправок, учитывающих теплофизические и геометрические особенности рассчитываемой конструкции

Величина  $q_{баз}^{пт}$  может быть определена по графикам (рис 16 26) в зависимости от температурного напора  $t_{ср} - t_{в}$  ( $t_{ср}$  — средняя температура воды, °С;  $t_{в}$  — температура воздуха в отапливаемом помещении) и шага  $S$ , м

В качестве базисной принята конструкция со следующими параметрами  $\delta = 100$  мм;  $\lambda_{бет} = 1,2$  ккал/(м × Ч × °С);  $R_{из} = 1$  м<sup>2</sup> · ч °С/ккал,  $d_{н} = 21,3$  мм,  $h_1 = h_2$ ;  $C_1 = C_2$

Значение  $q_{баз}^{пт}$ , ккал/(м ч), может быть найдено по формуле

$$q_{баз}^{пт} = [0,52(t_{ср} - t_{в}) - 2,6] e^{\frac{1,12(S-0,1)}{S}} \quad (16\ 24)$$

Система поправок  $f(П)^{пт}$  представляет собой произведение ряда коэффициентов:

$$f(П)^{пт} = K_{\delta}^{пт} K_{\lambda}^{пт} K_{смещ}^{пт} K_R K_d K_G K_{ч} \quad (16\ 25)$$

где  $K_{\delta}^{пт}$  и  $K_{\lambda}^{пт}$  — поправочные коэффициенты, учитывающие толщину слоя тяжелого бетона  $\delta$  и коэффициент его теплопроводности  $\lambda_{бет}$ ,

$K_{смещ}^{пт}$  — поправочный коэффициент, учитывающий смещение трубы относительно нейтральной оси слоя тяжелого бетона ( $h_1 \neq h_2$ );

$K_R$  — поправочный коэффициент, учитывающий термическое сопротивление конструкции пола;

$K_d$  — поправочный коэффициент, учитывающий величину наружного диаметра труб,

$K_G$  — поправочный коэффициент, учитывающий термическое сопротивление тепло восприятию от воды к стенкам трубы и принимаемый в зависимости от расхода воды  $G$  через трубу,

$K_{ч}$  — поправочный коэффициент, учитывающий увеличенный температурный напор между теплоносителем и наружным воздухом применительно к чердачным (бесчердачным) плитам перекрытий (для междуэтажных перекрытий  $K_{ч} = 1$ )

Теплоотдача с поверхности пола  $q^{пл}$ , ккал/(м · ч), подсчитывается по формуле

$$q^{пл} = q^{пт} \left( \frac{q_{общ}}{q^{пт}} - 1 \right) K_{\delta}^{пл} K_{\lambda}^{пл} K_{смещ}^{пл} \quad (16\ 26)$$

где  $q^{пт}$  — теплоотдача с поверхности потолка, найденная по формуле (16 23), но без учета коэффициентов  $K_{\delta}^{пт}$ ,  $K_{\lambda}^{пт}$  и  $K_{смещ}^{пт}$ , которые заменяются соответствующими коэффициентами из формулы (16 26), ккал/(м ч);

$q_{общ}$  — суммарная теплоотдача с поверхности потолка и пола, ккал/(м · ч), определяемая по формуле

$$q_{общ} = \frac{q^{пт}}{0,837 R_{из}^{0,195}} \quad (16\ 27)$$

Значения  $K_{\delta}^{пт}$  и  $K_{\lambda}^{пт}$  приведены в табл 16 3 и 16 4

ТАБЛИЦА 16 3

ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА  $K_{\delta}^{пт}$  НА ТОЛЩИНУ СЛОЯ БЕТОНА  $\delta$ , мм

S, м	$K_{\delta}^{пт}$					
	$\delta = 50$ мм при $d_y$ , мм		$\delta = 100$ мм при $d_y$ , мм	$\delta = 160$ мм при $d_y$ , мм		
	15	20	15 20 и 25	15	20	25
0 2	0,98	0,98	1	0 93	0,93	0,93
0 4	0,92	0,96	1	1	1	0,99
0 5	0,89	0,92	1	1,02	1	0,99
0 6	0,88	0 9	1	1,03	1	0 99
0 7	0 87	0 89	1	1 04	1	1
0 8	0 86	0 89	1	1 04	1 02	1 01

ТАБЛИЦА 16 4

ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА  $K_{\delta}^{пл}$  НА ТОЛЩИНУ СЛОЯ БЕТОНА  $\delta$ , мм

$R_{из}$ м <sup>2</sup> · ч °С/ккал	$K_{\delta}^{пл}$								
	$\delta = 50$ мм при шаге S, мм				$\delta = 100$ мм при шаге S, м	$\delta = 160$ мм при шаге S, м			
	0,2	0,4	0,6	0,8	0 2—0 8	0 2	0 4	0,6	0,8
0 25	1	0 95	0 91	0 9	1	1	1,04	1 05	1 05
0 65	1	0,95	0,88	0 8	1	1,01	1,06	1 08	1,08
1	0 96	0,88	0,79	0,79	1	1 01	1,1	1 14	1,14

При несимметричном расположении греющих труб ( $C_1 \neq C_2$ ) теплоотдача, ккал/(м · ч) может определяться по формулам

$$q_{н}^{пт} = 0,9 q^{пт} \quad (16\ 28)$$

$$q_{н}^{пл} = 1,04 q^{пл} \quad (16\ 29)$$

где  $q_{н}^{пт}$  и  $q_{н}^{пл}$  — теплоотдача 1 м греющей трубы с поверхности потолка и пола при  $C_1 \neq C_2$ , ккал/(м · ч),

$q^{пт}$  и  $q^{пл}$  — то же, по формулам (16 23) и (16 26) при той же величине S, ккал/(м · ч).

Если вместо плит перекрытий применяют пустотелые настилы перекрытия толщиной 22 см, то нагревательные элементы замоноличиваются в специальный слой тяжелого бетона, размещаемого поверх пустотелого настила (рис 16 27, а) или под ним (рис 16 27, б)

Теплоотдача плит перекрытий этих конструктивных модификаций определяется по тем же формулам, что и для сплошных плит перекрытий, но умноженным на коэффициент  $K_{плст}$  (табл 16 5)



ТАБЛИЦА 165

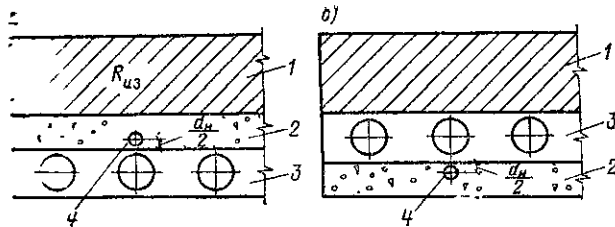
ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВочНОГО КОЭФФИЦИЕНТА  $K_{пуст}$

Конструкция	Значения $K_{пуст}$ для	
	потолка	пола
тяжелого бетона, слой замоноличены размещаемый поверх пустого настила	0,63	1,05
поз. пустотелый настил	1,08	0,83

Аналитические выражения для остальных поправочных коэффициентов приведены в табл. 16.6, в которых приняты следующие обозначения:

$t_n$  — температура наружного воздуха, °С;  
 $G$  — расход теплоносителя через нагревательный элемент, кг/ч;

$R_{чр}$  — термическое сопротивление конструкции чердачного (бесчердачного) покрытия с учетом коэффициентов теплообмена на внутренней и наружной поверхностях, м<sup>2</sup>·ч·°С/ккал.



- 16.27 Варианты размещения нагревательных элементов в конструкции перекрытия с пустотным настилом
- 1 — конструкция пола; 2 — дополнительный слой тяжелого бетона; 3 — пустотный настил перекрытия; 4 — нагревательный элемент

При размещении нагревательных элементов в плитах бесчердачных или чердачных покрытий наблюдаются дополнительные потери тепла в сторону наружного воздуха, относительная величина которых  $q$  подсчитывается по формуле

$$\bar{q} = 0,27 R_{констр}^{-1,15} \quad (16.30)$$

$R_{констр}$  — термическое сопротивление конструкции покрытия без учета сопротивлений теплообмену на поверхностях, которые учтены при выводе формулы, м<sup>2</sup>·ч·°С/ккал  
 Расход теплоносителя, подаваемого в нагревательные элементы чердачного (бесчердачного) покрытия,  $G_n$ , определяется по формуле

$$G_n = \frac{Q_{тп} (1 + \bar{q})}{\Delta t_n} \quad (16.31)$$

$\Delta t_n$  — перепад температуры теплоносителя, принятой для нагревательных элементов покрытия, °С;  
 $Q_{тп}$  — теплотерии, возмещаемые нагревательными элементами, размещенными в плитах покрытия здания, ккал/ч.

ТАБЛИЦА 166

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОПРАВочНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

Аналитическая формула для определения поправочного коэффициента	Пределы применения формул
$K_{\lambda}^{пт} = 0,41 \lambda_{бет} + 0,51$	$0,6 \leq \lambda_{бет} \leq 1,6$
$K_{\lambda}^{пл} = 0,183 \lambda_{бет} + 0,78$	$0,6 \leq \lambda_{бет} \leq 1,6$
$K_R = 0,14 R_{из} + 0,86$	$0,2 \leq R_{из} \leq 1$
$K_d = 0,64 d_n^{0,147}$	$17 \leq d_n \leq 33,5$
$K_G = 4,57 \cdot 10^{-4} G + 0,92$	$20 \leq G \leq 140$
$K_G = 2,44 \cdot 10^{-5} G + 0,98$	$140 \leq G \leq 820$
$K_G = 1$	$G > 820$
$K_r = 1 - 3 \cdot 10^{-3} \frac{t_n - t_n}{R_{констр}}$	$0 \leq \frac{t_n - t_n}{R_{констр}} \leq 30$
$K_{смещ}^{пт} = 0,852 + 0,214 S + \left( \frac{h_1}{h_2} - 0,25 \right) (0,51 - 0,635 S)$	$0,25 \leq \frac{h_1}{h_2} \leq 0,5$
$K_{смещ}^{пт} = 1,11 - 0,11 \frac{h_2}{h_1}$	$0,25 \leq \frac{h_2}{h_1} \leq 1$
$K_{смещ}^{пл} = 0,17 S + 0,93$	$\frac{h_1}{h_2} = 0,25$
$K_{смещ}^{пл} = 1$	$h_1 \geq h_2$

Изложенная методика позволяет определить теплоотдачу замоноличенной в перекрытие трубы вниз (с поверхности потолка  $q_{пн}^{пт}$ ) и вверх (с поверхности пола  $q_{пн}^{пл}$ ). Вместе с тем всегда необходимо определять среднюю температуру теплоотдающей поверхности потолка  $t_{ср}^{пт}$  и пола  $t_{ср}^{пл}$ , которая не должна превосходить регламентированных нормами допустимых температур.

Если теплоотдача 1 м трубы  $q$ , ккал/(м·ч), известна, а трубы змеевика (регистра) уложены с шагом  $S$ , м, то теплоотдача, ккал/(м<sup>2</sup>·ч), обогреваемой поверхности составит:

потолка

$$q_{пн}^{пт} = \frac{q_{пт}}{S}; \quad (16.32)$$

пола

$$q_{пн}^{пл} = \frac{q_{пл}}{S}. \quad (16.33)$$

В общем виде величина теплоотдачи, ккал/(м<sup>2</sup>·ч), может быть выражена уравнением  $q = \alpha(\tau_{cp} - t_b)$ , откуда можно найти среднюю температуру теплоотдающей поверхности:

$$\tau_{cp} = t_b + \frac{q}{\alpha} \quad (16.34)$$

Средняя температура теплоотдающих поверхностей потолка

$$\tau_{cp}^{пт} = t_b + \frac{q_{пт}}{\alpha_{пт}}; \quad (16.35)$$

пола

$$\tau_{cp}^{пл} = t_b + \frac{q_{пл}}{\alpha_{пл}},$$

где  $t_b$  — температура воздуха в помещении, °С;  
 $q_{пт}$  — теплоотдача 1 м<sup>2</sup> потолка по формуле (16.32), ккал/(м<sup>2</sup>·ч);  
 $q_{пл}$  — теплоотдача 1 м<sup>2</sup> пола по формуле (16.33), ккал/(м<sup>2</sup>·ч);  
 $\alpha_{пт}$  — коэффициент теплоотдачи, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°С), поверхности потолка;  
 $\alpha_{пл}$  — коэффициент теплоотдачи, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°С), поверхности пола.

Коэффициент  $\alpha_{пт}$  может быть подсчитан по формуле

$$\alpha_{пт} = C_{пр} b + (\tau_{cp}^{пт} - t_b)^{0,33} \quad (16.36)$$

Коэффициент  $\alpha_{пл}$  может быть подсчитан по формуле

$$\alpha_{пл} = C_{пр} b + 1.86 (\tau_{cp}^{пл} - t_b)^{0,33} \quad (16.37)$$

где  $C_{пр} = \frac{C_1 C_2}{C_0} \approx 4.3$  — приведенный коэффициент излучения теплообменивающихся поверхностей, ккал/м<sup>2</sup>·ч (°К/100)<sup>4</sup>.

Коэффициенты излучения теплообменивающихся поверхностей  $C_1$  и  $C_2$  для строительных материалов в среднем могут быть приняты равными  $4.6 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \times (\text{°К/100})^4$ , а коэффициент излучения абсолютно черного тела  $C_0$  равен  $4.96 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot (\text{°К/100})^4$ .

Температурный фактор  $b$  находится по формуле

$$b = \frac{\left(\frac{\tau_{cp} + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{\tau_{cp}^{в.п} + 273}{100}\right)^4}{\tau_{cp} - \tau_{cp}^{в.п}} \approx 0.81 + 0.005 (\tau_{cp} + \tau_{cp}^{в.п}) \quad (16.38)$$

где  $\tau_{cp}$  — средняя температура теплоотдающей поверхности, для формулы (16.36) —  $\tau_{cp}^{пт}$ , для формулы (16.37) —  $\tau_{cp}^{пл}$ ;

$\tau_{cp}^{в.п}$  — средняя температура внутренних поверхностей ограждающих помещение конструкций.

Для средней температуры значения коэффициентов теплоотдачи поверхностей потолка  $\alpha_{пт}$ , пола  $\alpha_{пл}$  и стен  $\alpha_{ст}$ , а также теплоотдачи этих поверхностей ( $q_{пт}$ ,  $q_{пл}$  и  $q_{ст}$ ) могут быть приняты по табл. 167.

Зная теплоотдачу поверхности потолка  $q_{пт}$  или пола  $q_{пл}$ , ккал/(м<sup>2</sup>·ч), в графе 3 или 5 табл. 167 находят соответствующую теплоотдачу. В графе 1 находят соответствующую этой теплоотдаче разность температур

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛОТДАЧИ  $\alpha$ , ККАЛ/(М<sup>2</sup> Ч °С) И ТЕПЛОТДАЧИ, ККАЛ/(М<sup>2</sup> Ч), ПОВЕРХНОСТИ ПОТОЛКА  $q_{пт}$ , ПОЛА  $q_{пл}$  И СТЕНЫ  $q_{ст}$

$\Delta t = \tau_{п} - t_b$	$\alpha_{пт}$	$q_{пт}$	$\alpha_{пл}$	$q_{пл}$	$\alpha_{ст}$	$q_{ст}$
1	2	3	4	5	6	7
1	5,22	5,2	6,98	6,1	5,65	5,7
2	5,7	11	6,58	13,2	6,04	12,1
3	5,7	17,1	6,94	21,8	6,32	19
4	5,87	23,5	7,24	29	6,56	26,2
5	6,01	30	7,48	37	6,76	34
6	6,15	37	7,72	46	6,93	42
7	6,27	44	7,99	55	7,09	50
8	6,33	51	8,1	64	7,24	58
9	6,48	58	8,27	74	7,38	66
10	6,58	66	8,43	84	7,51	75
11	6,68	74	8,57	94	7,63	84
12	6,75	81	8,71	104	7,74	93
13	6,83	89	8,84	115	7,84	102
14	6,91	97	8,98	126	7,94	111
15	6,99	105	9,12	137	8,04	121
16	7,06	113	9,23	148	8,14	131
17	7,13	121	9,34	159	8,24	140
18	7,2	129	9,45	170	8,33	150
19	7,23	137	9,57	182	8,42	160
20	7,3	147	9,69	194	8,51	170
21	7,42	156	9,8	206	8,6	180
22	7,48	165	9,9	218	8,69	191
23	7,54	173	9,99	231	8,78	202
24	7,6	182	10,08	242	8,87	213
25	7,65	191	10,17	254	8,96	224
26	7,76	202	10,32	268	9,05	235
27	7,86	212	10,44	282	9,14	246
28	7,92	222	10,53	296	9,23	258
29	7,98	231	10,63	308	9,31	270
30	8,04	241	10,73	322	9,38	281

$\Delta t = \tau_{п} - t_b$  между температурой теплоотдающей поверхности  $\tau_{п}$  и воздуха в помещении  $t_b$ . Искомая средняя температура теплоотдающей поверхности будет:

$$\tau_{cp} = \tau_{п} = t_b + \Delta t.$$

Учитывая достаточно низкие температуры теплоотдающих поверхностей, которые регламентируются действующими санитарными требованиями, в ряде случаев приходится решать «обратную» задачу — по заданному конструктивному решению заделки нагревательного элемента в бетонную конструкцию здания находить среднюю температуру теплоносителя  $t_{cp}$ , при которой температура теплоотдающей поверхности  $\tau_{cp}$  не превосходит допустимую.

В этом случае по формуле (16.23) находят  $q_{бд}^{пт}$ , а из формулы (16.24) —  $t_{cp}$ . Для определения средней температуры теплоносителя  $t_{cp}$ , °С, формулу (16.24) удобнее привести к виду

$$t_{cp} = \frac{q_{бд}^{пт}}{0,52 e \frac{1,12 (S - 0,1)}{S}} + t_b + 5. \quad (16.39)$$

По средней температуре теплоносителя  $t_{cp}$ , расходу  $G$ , кг/ч, и скорости воды в горизонтальных участках нагревательного элемента не менее 0,25 м/с (для труб диаметром 15 и 20 мм соответственно 170 и 320 кг/ч) можно определить:

перепад температуры теплоносителя

$$\Delta t = t_r - t_o = \frac{q_{птл}}{G};$$

— температуру воды

$$t_r = t_{cp} + \frac{q_{пл}}{2G};$$

— температуру воды

$$t_o = t_r - \frac{q_{пл}}{G},$$

- протяженность труб нагревательного элемента, м;
- теплоотдача 1 м трубы нагревательного элемента с поверхности потолка, ккал/(м·ч).

## Глава 17. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОТОПЛЕНИЕ

### 17.1. Классификация систем

Системы электрического отопления подразделяют на следующие:

- 1) воздушные, с нагревом воздуха в электрокалориферах или в электрическом тепловом насосе;
- 2) лучистые, с применением потолочных электроизлучателей;
- 3) лучисто-конвективные, с применением подоконных радиаторов, стеновых электропанелей и электровыводов, а также с закладкой греющего электрокабеля в бетонный пол и т. п.

### 17.2. Область применения

Дефицит и высокая стоимость электроэнергии ограничивают ее использование на отопительные нужды.

Устройство электроотопления возможно, если оно технико-экономически обосновано и разрешено соответствующим энергообъединением. Его следует применять прежде всего в тех районах страны, где электроэнергия вырабатывается в основном ГЭС, плотность населения мала, местные тепловые ресурсы отсутствуют, а доставка топлива стоит очень дорого.

Наиболее экономно электроэнергию потребляют:

- 1) при нагреве воздуха электрическим тепловым насосом;
- 2) при замене общего отопления локальным отоплением рабочих мест в больших цехах;
- 3) при эпизодическом отоплении помещений кратковременного использования.

Воздушные системы с нагревом воздуха тепловым насосом дороги по капитальным затратам.

Эффективность их действия тем выше, чем меньше перепад температур между низкотемпературным источником тепла (например, наружным воздухом) и воздухом внутри помещения.

Локальное и эпизодическое отопление осуществляют либо инфракрасными (ИК) электроизлучателями направленного действия, либо электровоздушными агрегатами. При ИК-отоплении в помещении требуется более низкая температура воздуха, чем при конвективном отоплении, что при больших воздухообменах дает значительную экономию энергии за счет меньшего подогрева приточного воздуха. Поэтому ИК-отопление наиболее перспективно для больших промышленных цехов с малым числом рабочих мест и значительным воздухообменом.

Электрическое ИК-отопление целесообразно устраивать в производственных и общественных зданиях, рас-

положенных в районах с избытком дешевой электроэнергии и коротким отопительным сезоном. В районах с дорогой электроэнергией ИК-отопление можно рекомендовать главным образом во временных сооружениях, на открытых площадках и в частично открытых помещениях.

Инфракрасное отопление не может применяться в помещениях, отнесенных по пожарной опасности к категориям А, Б и В; в складских помещениях с находящимися в них горючими веществами; в помещениях с материалами, которые под действием ИК-излучения могут изменить свои свойства и разлагаться с образованием токсичных или взрывоопасных веществ.

## 17.3. Инфракрасное электроотопление

### А. ИЗЛУЧАТЕЛИ

Электрические ИК-излучатели направленного действия подразделяют на две группы:

- 1) «светлые», которые, имея температуру излучающей поверхности около 2000 °С, испускают свет и ИК-лучи и могут быть использованы для одновременного освещения и отопления помещений;
  - 2) «темные», которые почти не испускают свет и обычно имеют температуру поверхности 300—1100 °С.
- «Светлые» излучатели выпускаются электроламповыми заводами в виде специальных ламп-термоизлучателей ЗС (табл. 17.1).

ТАБЛИЦА 17.1

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ЛАМП-ТЕРМОИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ЗС

Тип лампы	Номинальные электрические параметры		Основные размеры, мм		Диаметр резьбового цоколя, мм	Срок службы, ч
	напряжение, В	мощность, Вт	диаметр	длина		
ЗС-1	127	500	180	267	40	2000
ЗС-2	127	250	180	267	40	2000
ЗС-3	220	500	180	267	40	2000

У ламп ЗС тыльная поверхность колбы покрыта слоем алюминия, который концентрирует излучение в направлении главной оси. Наибольшее действие на облучаемый объект лампы ЗС оказывают в том случае, когда он попадает в конус лучей, исходящих из лампы с углом раскрытия 25—30°.

«Светлые» излучатели не реагируют на обдувание воздухом, безынерционны в работе и создают у человека ощущение тепла сразу же после включения. Им свойствен слепящий блеск, который не должен попадать в поле зрения человека. Поэтому лампы следует устанавливать в арматуре, обеспечивающей защитный угол. Однако арматура не должна препятствовать охлаждению цоколя, иначе колба может отстать от цоколя.

«Светлые» ИК-излучатели применяют:

- 1) для подсветки и обогрева обнаженных натурщиков в художественных студиях, рисовальных залах и в других аналогичных случаях;
- 2) для обеспечения кратковременных работ в холодильниках, хранилищах, на складах, в аппаратных и помещениях, где не требуется общая система отопления или нежелательно повышение температуры воздуха;

3) когда иные системы отопления или источники излучения тепла неэкономичны из-за больших конвективных теплопотерь (локальный обогрев площадок на улице, открытых веранд, больших, высоких и частично открытых цехов и помещений, холодных спален для облучения человека в моменты раздевания и одевания);

4) для одновременного обогрева и освещения помещений, которые используются в вечернее время (торговых палаток и прочих сооружений на праздниках зимы, судейских кабин на зимних соревнованиях и помещений, где выгодно совмещение отопительных и осветительных функций в одном источнике);

5) для облучения с целью сохранения молодняка в птицеводстве и животноводстве, особенно там, где солнечное излучение зимой практически отсутствует.

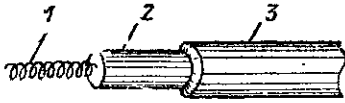


Рис. 17.1. Излучающий стержень «темного» излучателя

1 — спираль; 2 — электроизоляция; 3 — металлическая трубка

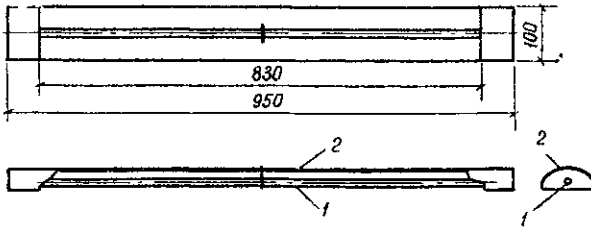


Рис 17.2. «Темный» излучатель

1 — излучающий стержень, 2 — рефлектор

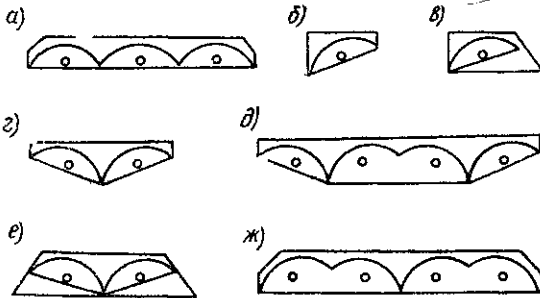


Рис. 17.3. Варианты блоков «темного» излучателя

а — для высоких помещений; б, в — для установки на стенах (карнизные излучатели); г-ж — для установки на малой высоте

«Темный» ИК-излучатель — это излучающий стержень, установленный под рефлектором из специально обработанного алюминия (рис. 17.1). Изнутри стержень нагревается спиралью. Оболочку стержня выполняют либо из керамики, либо из кварца или металла. В последнем случае спираль запрессовывают в электроизоляционную массу. Рефлектор чаще всего имеет параболический профиль.

Основные характеристики таких излучателей (рис. 17.2) с металлической оболочкой даны в табл. 17.2.

ТАБЛИЦА 17.2  
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ «ТЕМНЫХ»  
ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ, ВЫПУСКАЕМЫХ ГОРЬКОВСКИМ  
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИМ ЗАВОДОМ

№ излучателя	Номинальные электрические параметры		Основные размеры, мм		Диаметр излучающего стержня, мм
	напряжение, В	мощность, Вт	длина	ширина	
1	200	700	950	100	10
2	70	400	435	100	10
3	127	600	950	100	10
4	220	700	950	100	10

Из стержней, снабженных рефлекторами, можно изготовлять карнизные излучатели и секционные излучающие блоки (рис. 17.3), при этом наклон секций к горизонту обычно составляет 20°. Объединение излучателей в более мощные блоки сокращает число мест их включений и упрощает монтаж. Наклон секций усиливает облучение вертикальных поверхностей, ослабляя облучение горизонтальных. Козырек у карнизного излучателя снижает конвективные потери, создавая слой неподвижного теплого воздуха под излучающим элементом.

«Темные» излучатели целесообразны в следующих случаях:

1) когда испускание света недопустимо (в фотолабораториях, в кинотеатрах);

2) когда конвективные потоки, восходящие над излучателем, могут обогревать человека или помещение;

3) когда условия эксплуатации требуют от излучателей высокой прочности;

4) когда для локального облучения рабочих мест в больших и высоких цехах (например, у прокатных станков) «светлые» излучатели непригодны из-за своего слепящего действия.

ИК-излучатели следует располагать как можно ближе к облучаемой зоне, не превышая минимальной высоты установки, равной 2,5 м, и добиваясь, чтобы излучение на человека падало наклонно со всех сторон и чтобы сильнее облучались его вертикальные поверхности (ноги, спина, бока, грудь). Работа ИК-излучателей при этом становится эффективнее. Наклонные лучи, облучая человека, не должны облучать окружающие стены. Мебель и оборудование не должны экранировать излучение, направленное на человека.

Места локального отопления желательно ограждать легкими ширмами, поверхности которых должны хорошо отражать ИК-лучи.

Для быстрого нагрева верхний слой пола должен иметь малую теплопроводность и хорошо поглощать ИК-лучи.

В помещениях с эпизодическим ИК-отоплением тепловую изоляцию в ограждениях лучше располагать с внутренней стороны.

## В РАСЧЕТ ИК-СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Выявляют рабочие места и зоны, допускающие локальное отопление. Вычисляют требуемую облученность, Вт/м<sup>2</sup>, человека или отдельных его поверхностей:

$$E = a(t_k - t_n), \quad (17.1)$$

$t_n$  — температура помещения,  
 $t_k$  — комфортная температура, т.е. температура помещения, при которой тепловое состояние человека оценивается как комфортное,  
 $a$  — коэффициент, равный  $11 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ .

$$t_n = \frac{t_a + t_p}{2}, \quad (17.2)$$

где  $t_a$  — температура воздуха в помещении,  
 $t_p$  — радиационная температура помещения для человека или для отдельной его поверхности  
 Требуемую облученность, вычисленную по формуле

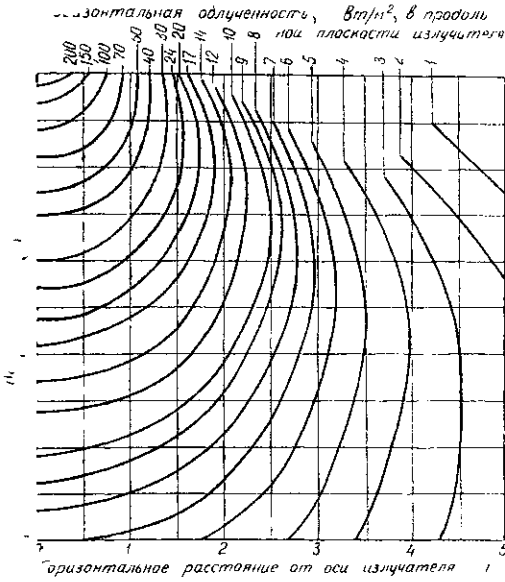


Рис 174 Пространственные изорады для типовой секции «темного» излучателя

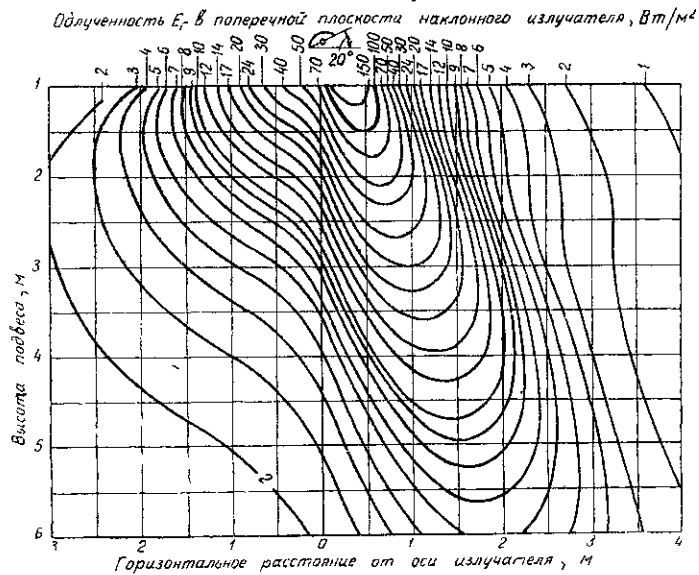


Рис 175 Изорады горизонтальной облученности для наклонной секции

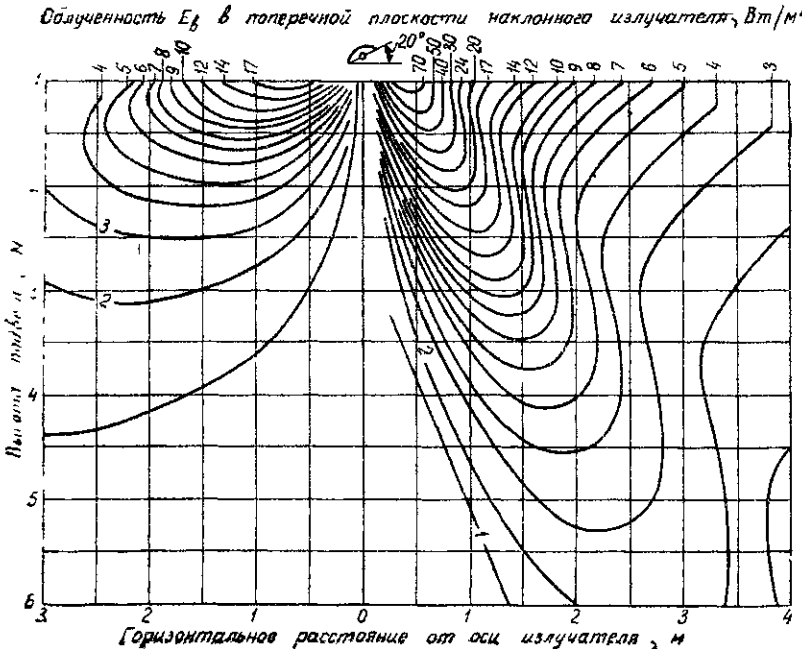


Рис 176 Изорады вертикальной облученности для наклонной секции

(17.1), обеспечивают подбором излучателей, их мощности, а также расстановкой излучателей по высоте и в плане помещения. Фактическую облученность вычисляют с помощью пространственных изорад (рис. 17.4 — 17.6), учитывая при этом вертикальные и горизонтальные излучающие поверхности тела человека (табл. 17.3).

ТАБЛИЦА 17.3  
ИЗЛУЧАЮЩИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЧЕЛОВЕКА РОСТОМ 1,8 м

Часть тела	Излучающая поверхность	Площадь излучающей поверхности, м <sup>2</sup>		Высота расчетной поверхности над полом, м
		горизонтальной	вертикальной	
Голова	Верх . . . . .	0,022	—	1,8
	Лицо и затылок	—	0,025	1,7
	Левая и правая щеки . . . . .	—	0,034	1,7
	Вся голова . . . . .	0,14		1,7
Туловище	Плечи . . . . .	0,058	—	1,5
	Грудь и спина . . . . .	—	0,311	1,4
	Левый и правый бок . . . . .	—	0,1	1,4
	Все туловище . . . . .	0,88		1,4
Ноги	Передняя и задняя часть . . . . .	—	0,2	0,4
	Правая и левая стороны . . . . .	—	0,09	0,4
	Обе ноги . . . . .	0,58		0,4
	Все тело . . . . .	1,6		

Расчет локальных систем отопления по пространственным изорадам дает точное значение фактической облученности человека прямыми лучами. Однако он не учитывает побочные факторы, снижающие охлаждение человека в закрытых помещениях, а именно: экраниро-

вание излучателями холодных потолков и стен, вторичное излучение пола, облучаемого излучателями, конвективные потоки, восходящие над полом, и др.

Все эти факторы следует учитывать, вводя поправочный коэффициент, снижающий мощность ИК-излучателей. При расчете общего ИК-отопления необходимо учитывать коэффициент лучистой активности. Поскольку для локальных ИК-систем отопления сведения о поправочном коэффициенте отсутствуют, то они рассчитываются, как правило, приближенным способом.

В этих случаях, используя табл. 17.4, мощность, кВт, секционного (блочного) излучателя для локального отопления вычисляют по формуле

$$P_6 = \frac{E_{гд} h^2 \rho}{1000 J},$$

где  $E_{гд}$  — допускаемая в данных условиях облученность на уровне головы, определяемая по табл. 17.4, Вт/м<sup>2</sup>,

$h$  — высота подвеса излучателей над головой человека;

$J$  — средняя сила излучения от одной секции излучателя (лампы) в направлении отвесной оси, Вт/стер;

$\rho$  — мощность одной секции (лампы), Вт

Сила излучения лампы ЗС-3 составляет 180 Вт/стер, а «темного» излучателя № 4 (см табл. 17.2) — 115 Вт/стер.

Если площадь  $F$  обогреваемого участка больше  $h^2$ , то следует устанавливать блоки в количестве

$$n = \frac{F}{h^2},$$

тогда общая мощность, кВт, локальной установки

$$P = n P_6.$$

**Пример 17.1.** Человек в теплой одежде работает в закрытом помещении, имеющем среднюю температуру воздуха 0 °С. Высота подвеса излучателей над полом 3,7 м, а рост человека 1,7 м. Локальным отоплением необходимо обеспечить участок площадью  $F$ , равной 40 м<sup>2</sup>.

**Решение 1.** Допускаемая облученность на уровне головы по табл. 17.4 составляет  $E_{гд} = 150$  Вт/м<sup>2</sup>.

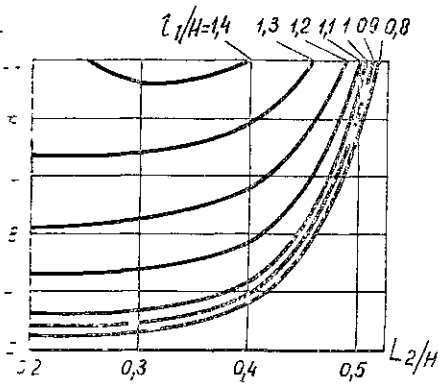
**2.** К установке принимаем лампы ЗС-3, имеющие  $\rho = 500$  Вт и  $J = 180$  Вт/стер.

ТАБЛИЦА 17.4

ДОПУСКАЕМАЯ ОБЛУЧЕННОСТЬ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ НА УРОВНЕ ГОЛОВЫ ЧЕЛОВЕКА

Место облучения	Одежда	Температура воздуха, °С	Значения облученности, Вт/м <sup>2</sup>			
			при состоянии покоя		при легком физическом труде	
			А*	Б	А	Б
Закрытое помещение	В теплой одежде	0	200	250	100	150
		+5	150	200	80	100
То же	Без теплой одежды	0	250	280	—	—
		+5	180	220	—	—
		+10	80	100	—	—
		+15	30	45	—	—
		+18	16	32	—	—
Закрытые и полуоткрытые помещения и улица	—	От 0 до +5	—	300	—	—
		+ 0 » —5	—	400—500	—	—
		+ 0 » —10	—	600—700	—	—

\* А и Б — для систем общего и локального отопления соответственно



177 Кривые неравномерности облучения  $s$

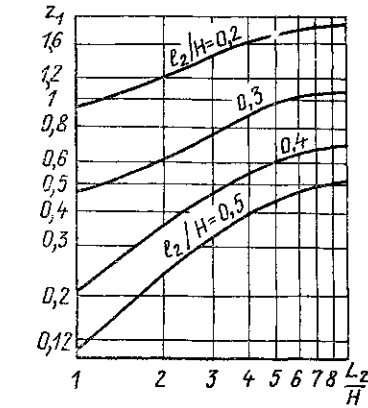


Рис 178 Кривые для определения краевой добавки  $z_1$  для продольного ряда

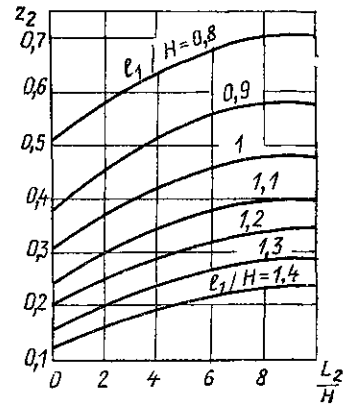


Рис 179 Кривые для определения краевой добавки  $z_2$  для поперечного ряда

Допускаемая мощность блока ламп

$$P_6 = \frac{E_{\Gamma} d h p}{10 \cdot 10^7} = \frac{1 \cdot 0 \cdot 2 \cdot 000}{1000 \cdot 10^6} = 1,7 \text{ кВт}$$

в блоке можно установить три лампы

4 Число блоков

$$n = \frac{P}{P_6} = \frac{0}{2'} = 10$$

5 Общая мощность установки  $P - P_6 F/h = 16,7 \text{ кВт}$

6 Общее количество ламп  $n_L = P/P_6 = 33$

Мощность общего ИК отопления ориентировочно находят по тепловым потерям помещения. Выбрав тип излучателя и зная его мощность, определяют примерное число излучателей. При необходимости излучатели комбуют в секционные блоки.

«Темные» излучатели или блоки из них размещают таким так, чтобы их продольные оси были параллельны продольной оси помещения. Намечают высоту подвеса  $H$  излучателей над облучаемой горизонтальной плоскостью. По рис 177 выбирают шаг излучателей  $l_1$  (в направлении продольной оси) и шаг  $l_2$  (в направлении поперечной оси) так чтобы неравномерность облученности горизонтальной плоскости

$$s = \frac{E_{\Gamma \text{ макс}} - E_{\Gamma \text{ мин}}}{E_{\Gamma \text{ ср}}} 100 < 20\%$$

Узнав поперечное расстояние  $L_2$  между крайними рядами излучателей, по графику (рис 178) определяют добавку  $z_1$ , выравнивающую облученность плоскости на краю либо уменьшением шага излучателей в продольном ряду  $l'_1 = l_1 / (1 + z_1)$ , либо увеличением мощности краевого излучателя  $P_1 = P(1 + z_1)$  по сравнению с мощностью  $P$  излучателя, не стоящего на краю плоскости.

Аналогично определяют добавки для излучателей, расположенных в поперечных краевых рядах ( $z_2$  по рис 179) и в углах ( $z_3$  по рис 1710).

Используя пространственные изорады, подсчитывают среднюю фактическую облученность  $E_{\Phi}$  человека сравнительными излучателями.

Коэффициент лучистой активности намеченной системы ИК отопления вычисляют по формуле

$$k = 1 + \frac{E_{\Phi}}{a(t_B - t_H)} \quad (17.3)$$

где  $t_H$  — расчетная температура наружного воздуха;  $t_B$  — то же, внутреннего.

Коэффициент лучистой активности учитывает тот факт, что человек должен отдать окружающей среде не только свое физиологическое тепло, но и тепло, полученное непосредственно от излучателей. Для этого требуется пониженная температура помещения что достигается снижением мощности отопления, Вт, до номинальной величины.

$$P_H = \frac{P}{k} \quad (17.4)$$

где  $P$  — тепловые потери помещения, Вт.

В этом случае плотность облученности, Вт/м<sup>2</sup>, человека

$$E_H = \frac{E_{\Phi}}{k} \quad (17.5)$$

Этой плотности будет соответствовать температура помещения

$$t_H = \frac{t_B - t_H}{k} + t_H \quad (17.6)$$

Тепловое состояние тела человека в таком случае будет эквивалентно тепловому состоянию при комфортной температуре

$$t_K = t_H + \frac{E_H}{a} \quad (17.7)$$

Средняя фактическая облученность головы человека  $E_{\Gamma}^{\Phi}$  Вт/м<sup>2</sup> при длительном воздействии ИК радиации не должна превышать допустимого значения

$$E_{\Gamma} = a_{\Gamma} (t_{K\Gamma} - t_H), \quad (17.8)$$

где  $a_{\Gamma} = 10,2 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ ,

$t_{K\Gamma}$  — комфортная температура для головы, °C. В служебных и жилых помещениях ее рекомендуется принимать

$$t_{K\Gamma} < t_K + 2. \quad (17.9)$$

Если  $E_{\Gamma}^{\Phi} < E_{\Gamma}$ , то следует выбрать излучатель иного типа или изменить схему расстановки. В крайнем случае мощность ИК-отопления  $P_{\text{н}}$ , Вт, следует уменьшить на величину

$$P_{\text{к}} = P_{\text{н}} \left( 1 - \frac{E_{\Gamma}}{E_{\Gamma}^{\Phi}} \right) \quad (17.10)$$

и установить на эту мощность конвективные или электровоздушные нагреватели.

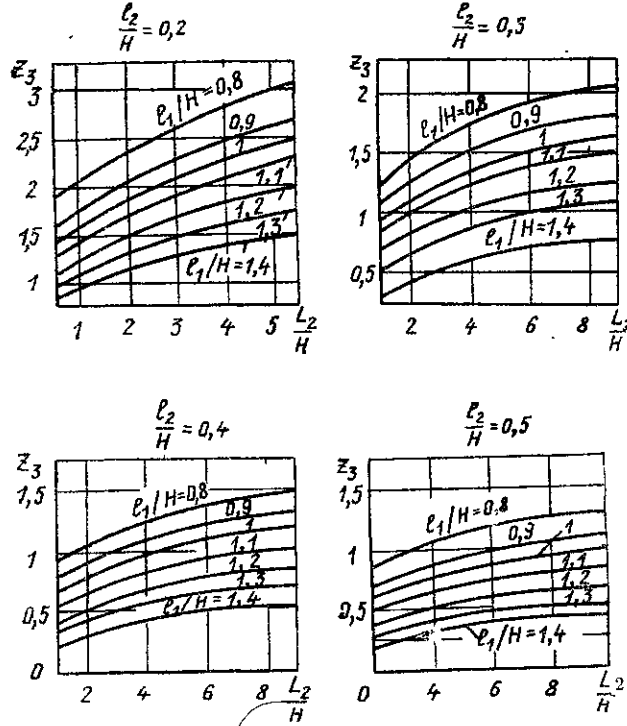


Рис. 17.10. Кривые для определения угловой добавки  $z_3$

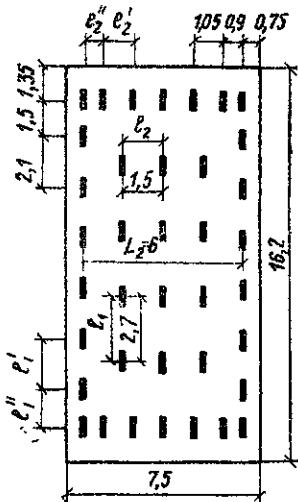


Рис. 17.11. План расстановки излучателей в помещении

**Пример 17.2.** Необходимо обогреть павильон, в котором люди будут отдыхать, лежа на кроватях. Спальное помещение имеет высоту 4 м и размеры в плане, указанные на рис. 17.11. При расчетной температуре наружного воздуха  $t_{\text{н}} = -22^{\circ}\text{C}$  и внутреннего  $t_{\text{в}} = 18^{\circ}\text{C}$  теплопотери помещения  $P$  составляют 29,2 кВт.

Решение. Для отопления принимаем излучатель № 4 по табл. 17.2. Излучатели подвешиваем к потолку на высоте 3,5 м от пола. Высота подвеса над плоскостью кроватей  $H$  составляет 3 м.

По рис. 17.7 принимаем  $l_1/H = 0.9$  и  $l_2/H = 0.5$ , для которых  $s = 17\%$ . В итоге имеем  $l_1 = 0.9 \cdot 3 = 2.7$  м;  $l_2 = 0.5 \cdot 3 = 1.5$  м и  $L_2 = 6$  м, т. е.  $L_2/H = 2$ .

Используя полученные данные, по рис. 17.8—17.10 находим  $z_1 = 0.25$ ;  $z_2 = 0.45$ ;  $z_3 = 0.7$ .

Шаг излучателей на краю в продольном и поперечном рядах должен соответственно составлять

$$l'_1 = \frac{l_1}{1 + z_1} = \frac{2.7}{1.25} \approx 2.1 \text{ м;}$$

$$l'_2 = \frac{l_2}{1 + z_2} = \frac{1.5}{1.45} \approx 1.05 \text{ м,}$$

а в углах:

$$l''_1 = \frac{l_1}{1 + z_0} = \frac{2.7}{1.7} = 1.6 \text{ м; } l''_2 = \frac{1.5}{1.7} = 0.9 \text{ м.}$$

Ориентируясь на найденные значения  $l$ , размещаем излучатели в плане так, как это изображено на рис. 17.11, из которого следует, что общее число излучателей составляет 38. Ориентировочная мощность одного излучателя  $p = 29.2 : 38 = 0.77$  кВт, что выше мощности выпускаемой секции в 1,1 раза.

По пространственным изорадам (см. рис. 17.4) находим, что при высоте подвеса  $H$ , равной 3 м, облученность горизонтальной площадки под излучателем составляет  $E_{\Gamma} = 30$  Вт/м<sup>2</sup>, если мощность излучателя равна 0,7 кВт. В нашем случае  $p = 0.77$  кВт, поэтому и  $E_p = 33$  Вт/м<sup>2</sup>.

При работе всех излучателей, размещенных намеченной схеме, облученность той же горизонтальной площадки будет в несколько раз больше. По рис. 17.12 максимальная относительная облученность  $\kappa = 3$ . Поэтому

$$E_{\Gamma \text{ макс}} = \Sigma E_{\Gamma} = \kappa E_{\Gamma} l = 3 \cdot 33 \cdot 1 = 99 \text{ Вт/м}^2,$$

где  $l$  — число секций в излучателе (в нашем случае  $l = 1$ ),

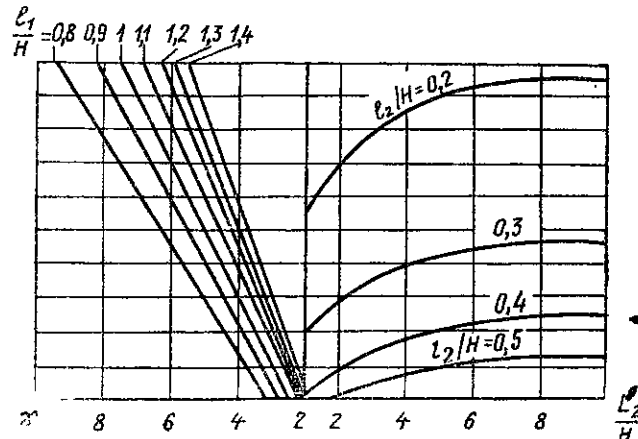


Рис. 17.12. Номограмма для определения максимальной относительной облученности  $\kappa$

Средняя облученность горизонтальной поверхности

$$E_{\Gamma \text{ ср}} = E_{\Gamma \text{ макс}} \left( 1 - \frac{s}{2 \cdot 100} \right) = 99 \left( 1 - \frac{0.17}{2} \right) = 90.6 \text{ Вт/м}^2.$$

Средняя плотность облученности человека

$$E_{\Phi} = \frac{E_{\Gamma \text{ ср}} P_{\Gamma}}{F_p} = \frac{90.6 \cdot 0.761}{1.6} = 43.1 \text{ Вт/м}^2.$$



$S = 1,761 \text{ м}^2$  — площадь горизонтальной поверхности человека, которая подвергается облучению,  
 $r = 1,6 \text{ м}^2$  — радиационная поверхность человека,  
 $\epsilon = 0,034$  — коэффициент лучистой активности системы

$$\epsilon = 1 + \frac{E\Phi}{a(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})} = 1 + \frac{43,1}{11(18 + 22)} = 1,098.$$

Общая мощность системы ИК-отопления

$$P_{\text{н}} = \frac{P}{k} = \frac{29,2}{1,098} = 26,6 \text{ кВт.}$$

Мощность одного излучателя  $p = 26,6/38 = 0,7 \text{ кВт}$  и совпадает с мощностью излучателя № 4 по табл. 17.2.  
 При работе излучателей в помещении средняя плотность облучения человека

$$E_{\text{н}} = \frac{E\Phi}{k} = \frac{43,1}{1,098} = 39,3 \text{ Вт/м}^2$$

в помещении установится температура

$$t_{\text{п}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{k} + t_{\text{н}} = \frac{18 + 22}{1,098} = 22 = 14,5^\circ \text{С}$$

Тепловое состояние человека будет оцениваться комфортной температурой

$$t_{\text{к}} = t_{\text{п}} + \frac{F_{\text{н}}}{a} = 14,5 + \frac{39,3}{11} \approx 18^\circ \text{С}$$

В этих условиях облученность головы не должна превышать

$$E_{\text{г}} = a_{\text{г}}(t_{\text{к,г}} - t_{\text{п}}) = 10,2(18 + 2 - 14,5) = 56,1 \text{ Вт/м}^2.$$

Действительная плотность облученности головы

$$E_{\text{в}} = \frac{E_{\text{г, макс}} F_{\text{г, г}}}{k F_{\text{р, г}}} = \frac{99 \cdot 0,034}{1,098 \cdot 0,14} \approx 22 \text{ Вт/м}^2.$$

что меньше  $56,1 \text{ Вт/м}^2$ . Здесь  $F_{\text{г, г}} = 0,034 \text{ м}^2$  — горизонтальная поверхность лежащей головы,  $F_{\text{р, г}} = 0,14 \text{ м}^2$  — радиационная поверхность головы

В рассмотренном помещении возможно эвклидовское отопление на время отдыха по выходным дням, а также локальное отопление части помещения.

Излучатели следует включать или выключать последовательными группами, чтобы не создавать слишком больших токов.

Мощность излучения «светлых» ИК-излучателей регулируют ступенчато отключением части излучателей. Мощность излучения «темных» ИК-излучателей можно регулировать, автоматически чередуя периоды включения и выключения источников излучения и изменяя продолжительность этих периодов.

Для быстрого нагрева закрытых помещений ИК-отопление включается на полную мощность, которая по мере нагревания помещения должна понижаться до рабочей мощности.

#### 17.4. Лучисто-конвективное электроотопление

Лучисто-конвективное отопление осуществляется с помощью электроконвекторов, электрорадиаторов и электропечей типа ПТ.

Расчеты теплотерьер зданий и размещение нагревателей не отличаются от изложенных в главах 11 и 12.

При выборе электрических нагревателей следует пользоваться заводскими паспортами и техническими данными, приведенными в приложении XVII.

#### 17.5. Электровоздушное отопление

Электровоздушное отопление является частным случаем воздушного отопления и все изложенное в главе 15 в равной степени относится и к нему.

Особое внимание при проектировании, монтаже и эксплуатации электровоздушного отопления должно быть обращено на вопросы техники безопасности, изложенные в заводских инструкциях и паспортах.

Особенностью проектирования электровоздушного отопления является подбор электрокалориферов и электрокалориферных установок.

##### Подбор электрокалориферов типа СФО-25/1-Т-МО1—СФО-250/1-Т-МО1

По заданной производительности  $L$  и температурам воздуха  $t_{\text{вых}}$  и  $t_{\text{вх}}$  определяется расход тепла, ккал/ч, на нагрев воздуха

$$Q = L \gamma c (t_{\text{вых}} - t_{\text{вх}}).$$

Определяется потребляемая мощность, кВт, калорифера

$$N = \frac{Q}{864}$$

и предварительно выбирается ближайший по мощности электрокалорифер (табл. 17.5).

ТАБЛИЦА 17.5

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРОВ

Характеристики	Марка электрокалориферов					
	СФО-25/1-Т-МО1	СФО-40/1-Т-МО1	СФО-60/1-Т-МО1	СФО-100/1-Т-МО1	СФО-160/1-Т-МО1	СФО-250/1-Т-МО1
Мощность, кВт	22,5	45	67,5	90	157,5	247,5
Максимальная температура воздуха, °С	100	100	100	100	100	100
Максимально допустимая температура на поверхности нагревателя, °С	180	180	180	180	180	180
Производительность, м³/ч	1600—2800	2400—4300	3300—5700	4500—9000	6600—12000	9800—18000
Площадь живого сечения калорифера	0,0556	0,0845	0,1140	0,1432	0,23	0,346
Перепад температуры воздуха, °С*	40—20	50—30	56—32	51—30	65—38	63—30

\* Меньшей производительности по воздуху соответствует больший перепад температур.

Характеристики	Марка электрокалориферов					
	СФО 25/1 Т МО1	СФО 40/1 Т МО1	СФО 60/1 Т МО1	СФО 100/1 Т МО1	СФО 160/1 Т МО1	СФО 250/1 Т МО1
Сопротивление калорифера по воздуху* мм вод ст	15	15	25	25	30	35
Напряжение сети В	380	380	380	380	380	380
Общее количество нагревателей шт	9	18	27	36	63	99
Масса калорифера кг	24,5	38	53,5	76	108,3	163
Размеры рабочего пространства мм						
высота	524	524	524	524	524	524
ширина	190	325	460	595	1000	1540
глубина	240	240	240	240	240	240

\* Данные указаны при температуре входящего воздуха +20° С

ТАБЛИЦА 176

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРНЫХ УСТАНОВОК

Характеристики	Марки электрокалориферных установок				
	СФОА 16/0 5ТЦ М2/1	СФОА 25/0 5ТЦ М2/1	СФОА 10/0 5ТЦ М2/1	СФОА 60/0 5ТЦ М2/1	СФОА 100/0 5ТЦ М2/1
Номинальная мощность кВт	15,75	23,25	46,5	69	94
То же электрокалорифера кВт	15	22,5	45	67,5	90
Напряжение В	380	380	380	380	380
Частота Гц	50	50	50	50	50
Число фаз	3	3	3	3	3
Число нагревательных секций	2	3	3	3	3
Схема соединения нагревателей	V-образная				
Производительность м³/ч при перепаде температуры нагреваемого воздуха °С					
40	1300	1600	3100	4200	6500
50	950	1480	2480	3580	5940
Максимально допустимая температура воздуха на выходе из установок °С	50	50	50	50	50
Максимальная температура на поверхности нагревателей электрокалорифера °С	Не более 180°				
Гидравлическое сопротивление мм вод ст	15	15	25	Не более 25	Не более 30
Свободный напор мм вод ст	35	35	65	85	70—80

Определяется скорость воздуха в живом сечении калорифера

$$v = \frac{L}{3600 F_{ж}}$$

Гидравлическое сопротивление, мм вод ст, определяют по формуле

$$P = \sum \xi \frac{v^2}{2g} \gamma,$$

где  $\sum \xi$  — сумма коэффициентов местных сопротивлений, отнесенная к скорости  $v$  и принимаемая равной 1,4—2

Далее проверяется возможность работы на выбранной скорости с учетом минимальных значений скорости воздуха в зависимости от температуры входящего воздуха  $t_{вх}$  и максимально допустимой температуры нагрева воздуха для целей отопления (до 70° С)

Для нагрева воздуха в системах вентиляции и отопления сельскохозяйственных помещений, среда которых может быть повышенной влажности и содержать агрессивные примеси в следующих концентрациях аммиак — 0,03, сероводород — 0,03 и углекислый газ — 14,7 г/м³, рекомендуются электрокалориферные установки серии СФОА (табл. 176)

Установки СФОА могут также использоваться для нагрева воздуха в системах вентиляции и отопления

штетных и любых других зданий а также для  
точно рециркуляционных целей в помещениях, не  
содержащих агрессивных компонентов

## Глава 18 ОСОБЕННОСТИ ОТОПЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

### 18.1. Животноводческие помещения

При проектировании систем отопления животновод-  
чих помещений расчетную наружную температуру  
воздуха следует принимать по параметрам «Б» главы  
П П А 6 71

Температура внутреннего воздуха в помещениях для  
разногочленных животных приведена в табл 18 1

ТАБЛИЦА 18 1  
ТЕМПЕРАТУРА ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА  
В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Животноводческие помещения	Температура внутреннего воздуха С
Для крупного рогатого скота подильное отделение	18
коровники для привязного и беспривяз- ного содержания	10
профилактории	20
телятники	
для выращивания и доращивания	16
для откорма	12
Для свиней	
холостых легкоупоросных маток и хряков производителей	14
глубокоупоросных маток	18
подсосных маток с поросятами	
в первую неделю жизни	30
во вторую — четвертую неделю жизни	14
свиноматок	18
поросят отъемышей	22
для откорма	18
Для овец	
ягнят	10
овцематок	10

Уравнение теплового баланса животноводческого  
помещения в алгебраической форме может быть запи-  
сано

$$Q_{ж} + Q_{огр} + Q_{исп} + Q_{инф} + Q_{вент} + Q_{от} = 0 \quad (18 1)$$

где  $Q_{ж}$  — теплоступления от животных, ккал/ч,

$Q_{огр}$  — теплопотери через ограждающие конструк-  
ции ккал/ч,

$Q_{исп}$  — тепло необходимое на испарение жидко-  
сти со смоченных поверхностей ккал/ч,

$Q_{инф}$  — тепло необходимое на нагрев инфильтрую-  
щегося в помещение наружного воздуха,  
ккал/ч,

$Q_{вент}$  — тепло необходимое на нагрев вентиляци-  
онного воздуха подаваемого в помещение  
для поддержания в нем предельно допу-  
стных концентраций вредных веществ ккал/ч,

$Q_{от}$  — тепло подаваемое системой отопления для  
обеспечения заданной внутренней темпе-  
ратуры в помещении для поддержания  
теплового баланса ккал/ч

Количество тепла, поступающего в помещение от  
животных определяется по формуле

$$Q_{ж\text{ жив}} = n q K_1 K_2 K_3 \quad (18.2)$$

где  $n$  — расчетное количество животных в помеще-  
нии

$q$  — количество тепла выделяемого одним жи-  
вотным ккал/ч (табл 18 2),

$K_1$  — коэффициент изменения тепловыделений жи-  
вотного в зависимости от температуры воз-  
духа в помещении (рис 18 1),

$K_2$  — коэффициент учитывающий фактическое ко-  
личество животных в помещении по сравне-  
нию с расчетным (для крупного рогатого  
скота  $K_2=0.9$  для свиней  $K_2=0.8$ ),

$K_3$  — коэффициент учитывающий тепловыделения  
животных в состоянии покоя (в ночное вре-  
мя) для крупного рогатого скота и свиней  
 $K_3=0.8$

При составлении теплового баланса животноводче-  
ского помещения расчетным периодом следует считать  
ночное время

При расчете теплообмена животного с окружающей  
средой следует иметь в виду что температура поверх-  
ности тела животного зависит от температуры окружа-  
ющего воздуха (рис 18 2)

При расчете чистого теплообмена животного с  
внутренними поверхностями окружающих конструкций  
следует учитывать, что в теплообмене участвует не вся  
поверхность тела а лишь часть ее Расчетная поверх-  
ность тела животного  $F_{п}$ , м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$F_{п} = K F_{ж}$$

где  $K$  — часть общей поверхности тела животного,  
участвующая в теплообмене (для коров и  
свиней в положении стоя  $K=0.8$ ),

$F_{ж}$  — общая поверхность тела животного

Для коров

$$F_{ж} = 10.5 P^{2.3},$$

для свиней:

$$F_{ж} = 9.2 P^{2.3},$$

где  $P$  — живая масса животного, т

ТАБЛИЦА 182

## КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛА, ВЫДЕЛЯЕМОГО ЖИВОТНЫМИ

Вид животного	Живая масса, кг	Тепловыделения, ккал/ч	
		общие	явные
Крупный рогатый скот. коровы стельные, нетели за два месяца до отела	300	600	440
	400	790	550
	600	920	670
	800	1090	780
Коровы с уровнем лактации, л: 5	300	600	430
	400	710	520
	500	800	580
	600	920	660
10	300	640	470
	400	760	550
	500	860	620
	600	960	690
15	300	740	540
	400	870	630
	500	960	700
	600	1040	760
волы откормочные	400	930	670
	600	1130	820
	800	1350	980
	1000	1600	1160
Телята в возрасте: до месяца	30	100	70
	40	140	100
	50	170	120
	80	260	180
от одного до трех месяцев	40	150	110
	60	210	150
	100	280	200
	130	390	280
от трех до четырех месяцев	90	240	180
	120	360	260
	150	380	280
	200	500	370
молдняк в возрасте от четырех месяцев и старше	130	320	230
	180	480	350
	250	500	360
	350	650	480
Свиньи: хряки-производители	100	300	210
	200	380	280
	300	520	370
матки холостые и супоросные первых трех месяцев	100	240	180
	150	280	200
	200	320	250
матки супоросные свыше трех месяцев	100	290	200
	150	340	260
	200	380	280
матки подсосные с поросятами	100	580	420
	150	660	480
	200	770	560

Продолжение табл 182

Вид животного	Живая масса, кг	Тепловыделения, ккал/ч	
		общие	явные
поросята в возрасте до трех месяцев	15	110	80
ремонтный и откормочный молодняк	50	180	130
	60	220	160
	80	260	190
	90	270	200
	100	290	210
взрослые свиньи на откорме	100	320	230
	200	420	310
	300	550	400
Овцы: бараны	50	170	120
	80	220	160
	100	240	170
матки холостые	40	150	110
	50	170	120
	60	180	130
матки суягные	40	150	110
	50	170	120
	60	180	130
матки подсосные с приплодом двух ягнят	40	290	210
	50	320	230
	60	350	250
молдняк	20	100	70
	30	110	80
	40	140	100

Примечание. В таблице приведены значения тепловыделений животных при температуре внутреннего воздуха в помещении  $t_{в} = 10^{\circ}\text{C}$ .

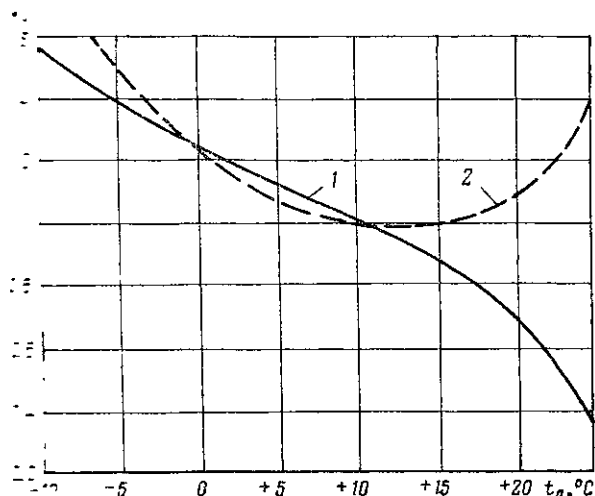


Рис. 18.1. Зависимость коэффициента  $K_1$  от температуры воздуха в помещении  
1 — для коров, 2 — для свиней

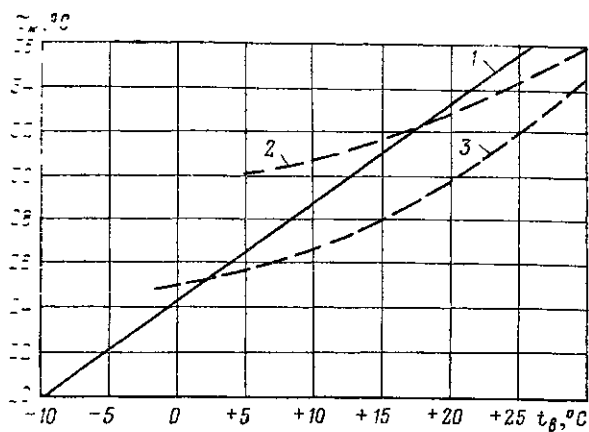


Рис. 18.2. Зависимость температуры тела животного от температуры окружающего воздуха  
1 — для коров, 2 — для свиней живой массой более 50 кг, 3 — для свиней живой массой менее 50 кг

При расчете теплотерь через ограждающие конструкции температуру внутреннего воздуха в помещении следует принимать:

- для стен и полов — расчетную в зоне размещения животных;
- для перекрытий и покрытий

$$t_{в(п)} = t_{в} + (0,8 - 1,0) h,$$

— высота помещения, м.

— 224

Термические сопротивления ограждений (стен, покрытий, перекрытий и ворот) должны обеспечить такую температуру на внутренней поверхности ограждений, а следовательно, и среднюю радиационную температуру в помещении, при которой лучистый теплообмен животного и отдельных частей поверхности его тела с ограждающими конструкциями не превышал бы конвективной теплоотдачи, т. е. чтобы животное не ощущало местного переохлаждения отдельных частей тела. Разность температуры воздуха в помещении и поверхности стены не должна превышать  $3^{\circ}\text{C}$ , а температуры воздуха и поверхности покрытия —  $2,5^{\circ}\text{C}$ .

Температура поверхности пола помещения для содержания животных и уровень его теплоусвоения должны обеспечивать теплоотдачу животного в лежачем положении не более 5% общей. Максимальный период охлаждения животного должен быть не более 10 мин. Пристенную зону пола необходимо дополнительно утеплять так, чтобы разность температуры зоны пребывания животных и поверхности пола была не более  $1,5^{\circ}\text{C}$ .

Количество тепла, которое должна подать система отопления в помещение, определяется как разность расхода и поступления тепла при расчетной наружной отопительной температуре  $t_n$  и температуре в зоне пребывания животных, соответствующей их максимальной продуктивности  $t_b$ . При этом концентрации вредных веществ не должны превышать максимально допустимых.

Наибольшее распространение в животноводческих помещениях имеют системы воздушного отопления, совмещенные с подачей свежего приточного воздуха. Параметры воздуха и схема подачи его в помещении определяются количеством тепла  $Q_{от}$ , конструктивными особенностями помещения, технологией содержания животных и другими факторами, зависящими от конкретных условий.

Системы центрального водяного отопления с различными нагревательными приборами (радиаторы, регистры, бетонные панели) устраивают в помещениях для молодняка или в помещениях, где предельная степень нагрева воздуха не обеспечивает необходимого количества тепла. Максимальная температура воздуха, подаваемого системой воздушного отопления, не должна превышать  $70^{\circ}\text{C}$ , а максимальная температура поверхности нагревательных приборов  $95^{\circ}\text{C}$ . Приборы следует устанавливать так, чтобы животные не могли соприкасаться с ними.

В животноводческих помещениях могут применяться локальные системы отопления. Так, в помещениях для молодняка возможно устройство электрообогреваемых полов или инфракрасных излучателей различного типа в виде электрических ламп накаливания. Эти системы обычно применяются в сочетании с другими системами отопления и являются дополнительным средством местного обогрева животных.

В помещениях для содержания животных все большее применение находит газовое отопление с помощью горелок инфракрасного излучения (ГИИ), работающих как на природном, так и на сжиженном (пропан-бутан) газе.

Горелки должны быть оборудованы специальными отсосами вытяжной вентиляционной системы.

Основным показателем работы системы отопления с горелками инфракрасного излучения является плотность облученности животных.

Количество горелок, необходимых для отопления помещения, определяется по формуле

$$n_g = \frac{Q_{от}}{Q_{гор}}$$

где  $Q_{гор}$  — номинальная тепловая нагрузка горелки.

Расчитанное количество горелок должно быть размещено в помещении таким образом, чтобы облученность животных не превышала норм, приведенных в табл. 18.3.

ТАБЛИЦА 18.3  
НОРМЫ ОБЛУЧЕННОСТИ ЖИВОТНЫХ

Вид животного	Норма облученности, ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)
Телята . . . . .	100—150
Поросята в возрасте от 1 месяца . . . . .	150—180
То же, выше одного месяца . . . . .	100—150
Свиноматка . . . . .	80—100

ТАБЛИЦА 18.4

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Животноводческие помещения	Система отопления	
	основная	дополнительная
Коровники	Воздушного, совмещенного с приточной вентиляцией	—
Родильные отделения	То же	Водяного Электрообогреваемые полы Газовые излучатели — ГИИ
Телятники	»	Инфракрасные излучатели — электрические лампы накаливания, газовые излучатели — ГИИ
Свинарники-маточники	»	Электрообогреваемые полы Инфракрасные излучатели — электрические лампы накаливания, газовые излучатели — ГИИ
Свинарники-откормочники Овчарни	Без отопления	

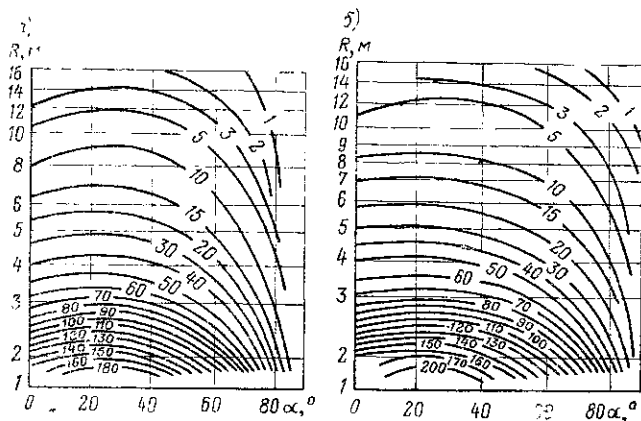


Рис. 18.3. Номограмма для определения плотности облученности, ккал/(м<sup>2</sup>·ч), создаваемой ГИИ с керамической (а) и металлокерамической (б) насадками площадью 500 см<sup>2</sup>

Облученность, создаваемая одной горелкой инфракрасного излучения, определяется по номограммам (рис. 18.3). На номограмме цифры на кривых — облученность, ккал/(м<sup>2</sup>·ч);  $R$  — расстояние от поверхности насадок ГИИ до точки, в которой определяется облученность;  $\alpha$  — пространственный угол между нормалью к плоскости излучающей насадке и направлением на точку, в которой определяется плотность облученности.

В табл. 18.4 приведены рекомендации по применению систем отопления в животноводческих помещениях различного назначения.

18.2. Птицеводческие помещения

Системы отопления птицеводческих помещений должны обеспечивать заданные температурные режимы в условиях стационарного теплового баланса при расчетной наружной температуре.

Расчетные параметры наружного воздуха следует принимать по параметрам Б главы СНиП II-A.6-71.

В холодный период года температура внутреннего воздуха в помещениях для содержания птиц зависит от вида птиц и их возраста (табл. 18.5).

Приведенную в таблице температуру система отопления должна обеспечивать в зоне размещения птиц в холодный период года. Зонай размещения птиц при полном содержании является припольная зона высотой 0,4 м от пола, при клеточном содержании — пространство на всю высоту клеточных батарей.

В помещениях для содержания молодняка следует предусматривать зоны обогрева локальными системами отопления с температурой, °С:

кур в возрасте от 1 до 20 дней . . . . .	35—22
индеек в возрасте от 1 до 20 дней . . . . .	35—22
уток в возрасте от 1 до 10 дней . . . . .	26
» » » » 11 » 30 » . . . . .	26—22

Одной из особенностей температурно-влажностного режима птичников является поддержание относительной влажности воздуха в помещении на уровне 60—70%.

При составлении теплового баланса птицеводческого помещения следует принимать в расчет теплопотупления от птиц, находящихся в этом помещении.

Количество тепла, выделяемое птицами, определяется по формуле

$$Q_{пт} = nPq K_1 K_2 K_3, \quad (18.4)$$

где  $n$  — расчетное число голов птиц;  
 $P$  — масса одной головы птицы, кг;  
 $q$  — тепловыделения птиц, ккал/(ч·кг) (табл. 18.6);

ТАБЛИЦА 185  
Температуры внутреннего воздуха в помещениях для птиц

Виды птиц	Температура воздуха °С в помещении при содержании птиц	
	напольном	клеточном
Куры	12—16	16
Утки	12—16	—
Гуси	7—14	—
Индюки	7	—
Птицы в возрасте до 30 дней	22	24
» 30 »	18	20
» 70 »	16—18	18
» 90 дней	14—16	16
Птицы в возрасте до 20 дней	22	24
» 120 »	20—18	—
» 121 дня	16	—
Птицы в возрасте до 10 дней	22	26
» 30 »	20	—
» 55 »	14	—
» 56 »	7—14	—

$K_1$  — поправочный коэффициент на тепловыделение в ночное время; его следует принимать равным 0,6;

$K_2$  — поправочный коэффициент на изменение внутренней температуры птичника по отношению к оптимальной (табл. 187);

$K_3$  — коэффициент заполнения птичника, т. е. отношение фактического количества голов птиц, находящихся в птичнике, по отношению к расчетному, он может быть принят равным 0,85—0,9.

При составлении теплового баланса следует учесть количество тепла, которое идет на испарение влаги из помета, а также из глубокой подстилки, если она используется.

Тепло, необходимое на испарение влаги из помета, определяется по формуле

$$Q_{\text{исп}} = 585 \frac{n p_{\text{п}}}{24} z, \quad (185)$$

$n$  — число голов птицы,

$p_{\text{п}}$  — выход помета от одной птицы, кг/сутки (табл. 188),

$z$  — степень усушки помета, принимается равной 0,7.

В птицеводческих помещениях следует предусматривать, как правило, воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляционной системой. Количество теплоты, подаваемой такой системой, определяется тепловым балансом помещения. В помещениях для молодняка, а также в других помещениях при соответствующем обосновании возможно применение систем центрального водяного отопления с чугунными секционными нагревательными приборами или приборами в виде регистров из гладких труб. Температура поверхности нагрева приборов не должна превышать 95 °С. Нагревательные приборы и трубопроводы систем отопления должны быть укрыты. К нагревательным приборам должен быть доступ для очистки их от загрязнения.

Теплоснабжение птицеводческих помещений осуществляется от тепловых сетей ТЭЦ, районных или групповых котельных, а также от индивидуальных котельных или объектных генераторов тепла типа ТГ-1, ТГ 2,5.

Для обогрева молодняка птиц младшего возраста применяют системы локального отопления. Такими системами могут быть электрические брудеры или газовые инфракрасные излучатели.

Для выращивания молодняка птиц (цыплят, индюшат, утят, гусят и цесарят) применяются электробрудеры с лампами ЭС-3, ИКЗ и другими ИК-источниками.

ТАБЛИЦА 186

## ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЕ ПТИЦ

Виды и возрастные группы птиц	Живая масса $P$ , кг	Тепловыделения на 1 кг живой массы, ккал/(кг ч)	
		$q_{\text{общ}}$	$q_{\text{явн}}$
Взрослые птицы			
куры при клеточном содержании	1,5—1,7	9,8	6,8
при напольном содержании:			
куры яичных пород	2	11,3	7,9
» мясных »	1,8	10,3	7,2
индейки	1,7	9,6	6,7
утки	1,2	6,2	4,8
Молодняк птицы			
куры яичных пород в возрасте:			
от 1 до 10 дней	0,06	15,6	13,5
» 11 » 30 »	0,25	12,7	8,8
» 31 » 60 »	0,6	10,5	7,4
» 61 » 150 »	1,3	9,7	6,8
» 151 дня и выше	1,6	9,2	6,4
куры мясных пород в возрасте:			
от 1 до 10 дней	0,08	15,6	12,9
» 11 » 30 »	0,35	11,8	8,1
» 31 » 60 »	1,2—1,4	10,4	7,2
» 61 » 150 »	1,8	9,6	6,7
» 150 дней и выше	2,5	8,8	6
индейки в возрасте:			
от 1 до 10 дней	0,1	13,5	10,5
от 11 до 30 дней	0,6	12,2	8,4
» 31 » 120 »	4	9,2	6,4
» 121 дня и выше	6	8,6	6
утки в возрасте:			
от 1 до 10 дней	0,3	20,1	11
» 11 » 30 »	1	14,5	10,1
» 31 » 55 »	2,2	6,9	4,8
» 56 дней и выше	3	5,7	4

Примечание. Приведенные в таблице значения тепловыделений относятся к конечному возрасту птицы.

ТАБЛИЦА 187

КОЭФФИЦИЕНТ  $K_2$ 

Температура воздуха в помещении, °С	Значение $K_2$	
	для взрослых птиц	для молодняка
4	1,15	—
8	1,1	—
12	1,05	—
16	1	—
20	0,95	1,05
24	0,92	1
28	0,9	0,95
32	0,85	0,92
36	0,8	0,8

ТАБЛИЦА 188  
ВЫХОД ПОМЕГА ОТ ПТИЦ

Виды птиц	Выход помета от одной птицы, кг/сутки
Куры яичных пород . . . . .	0,24
» мясных » . . . . .	0,29
Индейки . . . . .	0,43
Утки . . . . .	0,55
Молодняк кур в возрасте:	
от 1 до 30 дней . . . . .	0,3
» 31 » 70 » . . . . .	0,8
» 71 » 180 » . . . . .	0,12
» 181 дня и выше . . . . .	0,21

ИК-брудер с лампами ИК-3 (рис. 18.4) состоит из конусообразного корпуса 1, пяти инфракрасных ламп 2 мощностью 250 Вт, терморегулятора 3, электромагнитного реле 4 типа ЭП-41, клеммной колодки 5, пакетного выключателя 6 и устройства для подвески брудера 7. Он рассчитан на выращивание 500 цыплят до месячного возраста. В процессе эксплуатации брудер подвешивается к потолку птичника на стальном тросе диаметром 5 мм и заземляется.

Регулирование температурного режима в зоне обогрева цыплят осуществляется по схеме, показанной на рис. 18.5. Контролером служит датчик температуры ДТ, который состоит из мембраны, заполненной эфиром, и малогабаритного микропереключателя типа МИЗ.

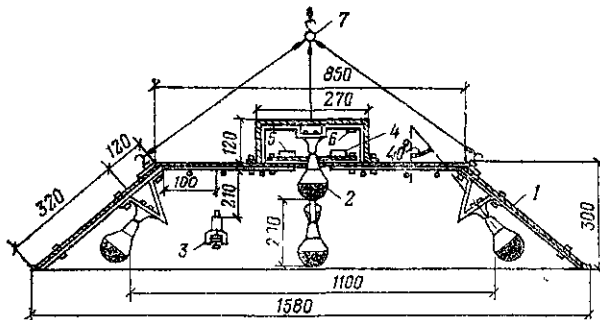


Рис. 18.4. Схема электробрудера

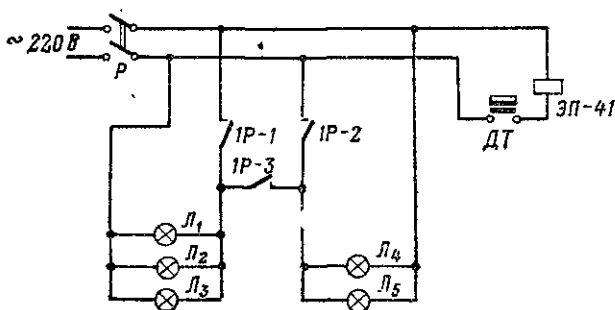


Рис. 18.5. Принципиальная электрическая схема электробрудера

Если температура в зоне облучения увеличивается по отношению к заданной, датчики температуры ДТ

включают электромагнитное реле ЭП-41, которое с помощью контактов 1Р-1, 1Р-2 и 1Р-3 переключают лампы последовательно.

Инфракрасные лампы при этом работают на пониженном накале, в результате чего и снижается интенсивность излучения. При уменьшении температуры в зоне обогрева происходит обратное включение ламп на полный накал.

Для обогрева молодняка птиц могут применяться и отдельные ИК-лампы, оборудованные защитной арматурой. Над зоной обогрева может быть установлено несколько облучателей. Интенсивность облучения определяется высотой подвеса ламп.

Расчет системы отопления ИК-лампами сводится к определению количества горелок, исходя из общей тепловой нагрузки, и выбору способа расположения их в помещении.

Горелки в помещении должны располагаться таким образом, чтобы облученность птиц не превышала норм, приведенных в табл. 18.9.

Рекомендуемые системы отопления птичников приведены в табл. 18.10.

ТАБЛИЦА 18.9  
НОРМЫ ОБЛУЧЕНИЯ ПТИЦ

Цыплята	Норма облучения, ккал/(м <sup>2</sup> · ч)
В возрасте до 10 дней . . . . .	250—300
То же, от 10 до 30 дней . . . . .	150—250
То же, старше 30 » . . . . .	100—150

ТАБЛИЦА 18.10  
СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ПТИЧНИКОВ

Помещение	Система отопления	
	основная	дополнительная
Напольное содержание		
Цехи промышленного стада кур-несушек Цехи маточного стада	Воздушного, совмещенного с приточной вентиляцией	—
Бройлерники и цехи ремонтного молодняка	Водяного	Воздушного
Клеточное содержание		
Цехи кур-несушек	Воздушного, совмещенного с приточной вентиляцией	—
Цехи выращивания цыплят	Водяного	Обогрев брудером Газовые излучатели — ГИИ

### 18.3. Культивационные сооружения для круглогодичного выращивания овощей

Культивационные сооружения бывают двух типов — парники и теплицы.



ТАБЛИЦА 18.11

## РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ В СООРУЖЕНИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Овощи	Температура воздуха, °С							Относительная влажность, %
	во время появления всходов	во время выращивания			в период плодоношения		в период закладки растения	
		пасмурно	солнечно	ночью	днем	ночью		
Огурцы, арбузы	17—18	22—25	27—30	17—18	25—30	13—20	13—15	Для огурцов 85—95, остальных 65—75
Баклажаны, кабачки	10—12	20—22	25—27	10—13	22—28	15—17	8—10	Для кабачков 65—75, остальных 50—60
Сельдерей, лук на зелень	8—9	17—18	20—26	8—12	—	—	7—5	70—80
Укроп, петрушка на зелень	8—9	15—16	20—21	8—9	—	—	1	70—80
Капуста	6—7	12—13	16—18	7—8	—	—	1—3	65—75

Парники эксплуатируются в весенне-осенний период, в зависимости от конструкции — в весенне-летний период или круглогодично.

Для овощей, выращиваемых в культивационных сооружениях, требуются различные температурные условия (табл. 18.11).

Для обеспечения заданных температурных условий в парниках могут быть использованы биотопливо, электрический обогрев или системы центрального обогрева. Наиболее эффективны системы водяного обогрева с температурой теплоносителя 95—70 °С.

На рис. 18.6 показано расположение нагревательных трубопроводов в воздушном пространстве и в грунте парника. На рис. 18.7 приведена принципиальная схема обогрева парникового квартала, состоящего из четырех парников I, II, III, IV, позволяющая отдельно регулировать теплоотдачу нагревательных трубопроводов, расположенных в воздушном пространстве и в грунте.

Количество тепла, которое должна подать система отопления в грунт и в воздушное пространство парника, определяется из уравнения теплового баланса

$$Q_{гр-гр} + Q_{возд-гр} + Q_{с-р} + Q_{рам} + Q_{дор} = 0. \quad (18.6)$$

$Q_{гр-гр}$  — количество тепла, подаваемого нагревательными трубопроводами, расположенными в грунте, ккал/ч;

$Q_{возд-гр}$  — количество тепла, подаваемого нагревательными трубопроводами, расположенными в воздушном пространстве парника, ккал/ч;

$Q_{с-р}$  — теплопоступления от солнечной радиации, ккал/ч;

$Q_{рам}$  — теплопотери через рамы, ккал/ч;

$Q_{дор}$  — теплопотери через межпарниковые дорожки, ккал/ч.

Координаты заложения нагревательных трубопроводов в грунт должны быть выбраны с таким расчетом, чтобы температура корнеобитаемого слоя была равна температуре воздушного пространства, а температура поверхности грунта в точках над трубопроводами и между ними не отличалась больше чем на 1,5 °С.

Значение коэффициента теплопередачи рам следует принимать по табл. 18.12.

ТАБЛИЦА 18.12

## ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ К СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ УКРЫТИИ ПАРНИКОВ

Конструкция укрытия	Значение К, ккал/(м <sup>2</sup> ·ч·°С)
Одинарное остекление	5,1
Одинарное пленочное покрытие	5,0
Двойное пленочное покрытие	3,65

За расчетную наружную температуру для парников принимают среднюю температуру самого холодного месяца периода эксплуатации.

Температурный режим теплицы, заданный культурооборотом, зависит от теплопоступлений и теплопотерь сооружения (рис. 18.8). На рисунке приняты следующие условные обозначения:

$Q_{с-р}$  — тепло солнечной радиации;

$Q_{с-р}^T$  — тепло солнечной радиации, поступившее в теплицу;

$Q_{отр}^H$  — тепло солнечной радиации, отраженное от покрытия;

$Q_{полг}$  — тепло солнечной радиации, поглощенное покрытием;

$Q_{отр}^T$  — тепло солнечной радиации, отраженное грунтом;

$Q_{гр}^-$  — тепло, поглощенное грунтом;

$Q_{гр}^+$  — тепло, отдаваемое грунтом;

$Q_{к-гр}, Q_{л-гр}$  — конвективное и лучистое тепло с поверхности грунта;

$Q_{исп-гр}$  — тепло испарения с поверхности грунта;

$Q_{к}^n, Q_{л}^n, Q_{конд}^n$  — конвективное, лучистое тепло и тепло конденсации на внутренней поверхности отражения;

Рис 186 Схема парника на водяном обогреве

1 — трубы надпочвенного обогрева, 2 — грунт, 3 — песок, 4 — трубы подпочвенного обогрева

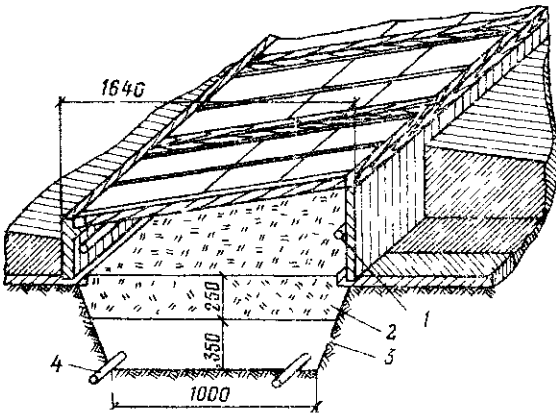
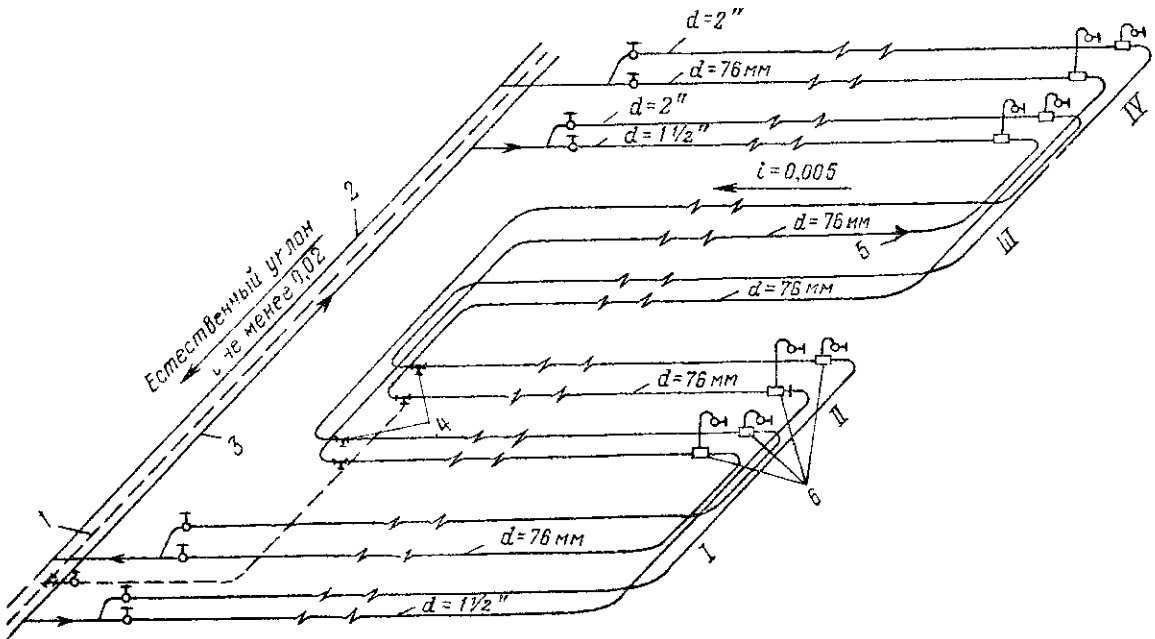


Рис 187 Принципиальная схема системы обогрева парникового квартала

1 — дренажная линия, 2 — обратная магистраль, 3 — горячая магистраль, 4 — тройник с пробкой, 5 — переход, 6 — проточные воздухооборники



- $Q_{\text{к}}, Q_{\text{л}}$  — конвективное и лучистое тепло на наружной поверхности,  
 $Q_{\text{тп}}$  — теплопотери через грунт,  
 $Q_{\text{к}}, Q_{\text{л}}$  — конвективное и лучистое тепло нагревательных приборов системы обогрева воздушного пространства,  
 $Q_{\text{огр}}$  — тепло системы обогрева грунта,  
 $Q_{\text{стр.}}^{\text{е}}, Q_{\text{стр.}}^{\text{и}}$  — тепло естественных и искусственных воздушных струй,  
 $Q_{\text{стр.}}^{\text{н}}$  — тепло наружной струи,  
 $t_{\text{н}}, t_{\text{в}}, t_{\text{гр}}$  — температуры наружного, внутреннего воздуха и грунта,  
 $\tau_{\text{н}}, \tau_{\text{в}}, \tau_{\text{гр}}$  — температуры наружной, внутренней поверхности ограждения и поверхности грунта

За расчетные параметры наружного воздуха в холодный период года принимаются параметры В по

главе СНиП II А 6 71 для сооружений круглогодичного использования, а для сооружений, эксплуатируемых весной, летом и осенью, принимается средняя температура наиболее холодного месяца периода эксплуатации, сниженная на половину максимальной суточной амплитуды температуры воздуха в районе постройки.

В теплицах круглогодичного назначения целесообразно проектировать системы водяного отопления с нагревательными приборами в виде регистров или змеевиков из гладких труб с температурой теплоносителя 95—70 °С.

В зависимости от назначения и конструкции теплицы могут быть запроектированы следующие системы обогрева

1. Система обогрева грунта. В зависимости от района постройки нагревательные приборы могут быть расположены по всей площади растительного грунта или только по периметру теплицы

2. Система надпочвенного обогрева. Нагревательные приборы располагаются в приземной и пригрунтовой зонах

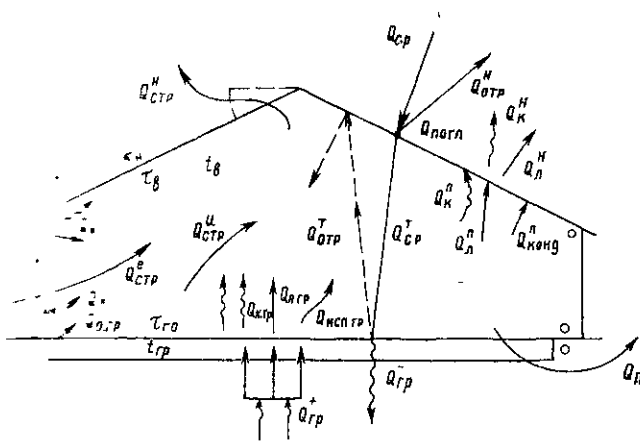


Рис 188 Схема теплового баланса теплицы

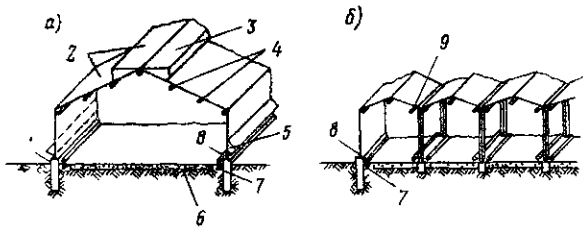


Рис 189. Принципиальные схемы систем водяного обогрева теплиц

а — ангарной, б — блочной

— фундамент, 2 — светопрозрачные ограждения, 3 — верхняя фрамуга, 4 — система воздухообмена воздушного пространства, 5 — нижняя фрамуга; 6 — грунт, 7 — система грунтового обогрева, 8 — система пристенного обогрева, 9 — система подлотового обогрева

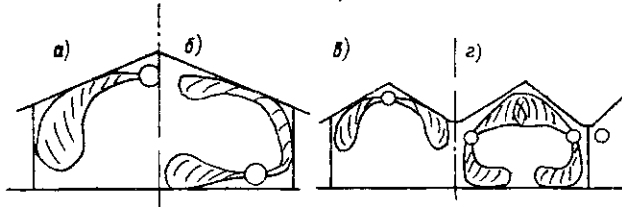


Рис 1810. Схемы расположения пленочных воздуховодов равномерной раздачи нагретого воздуха в теплицах

3. Система обогрева воздушного пространства. Нагревательные приборы должны быть расположены под наклонными светопрозрачными ограждениями.

4. Система подлотового обогрева. Нагревательные приборы располагаются под лотками для подогрева ютков и таяния в них снега (рис. 189).

Для поддержания заданных температурных режимов в теплицах особенно весенних, целесообразно установить воздушный обогрев с раздачей подогретого воздуха через полимерные пленочные перфорированные воздуховоды, расположенные в верхней (рис 1810, а, в), нижней (рис 1810, б) или средней (рис 1810, г) зонах теплицы

Нагревательные устройства должны быть размещены в сооружении так, чтобы необходимая температура рабочего объема обеспечивалась при наименьших затратах тепла

Температурный режим помещения, созданный комплексом систем обогрева, характеризуется критерием:

$$T = \frac{t_{р о} - t_n}{t_{в}^{огр} - t_n} \quad (18.7)$$

Этот критерий показывает взаимосвязь температуры рабочего объема  $t_{р о}$ , средневзвешенной температуры у внутренних поверхностей светопрозрачных ограждений  $t_{в}^{огр}$  и наружной температуры  $t_n$ . Этот оценочный критерий может быть выявлен во время эксплуатации систем обогрева и им при моделировании процесса в период проектирования

Наиболее рациональной системой обогрева будет такая, которая при максимальном рабочем объеме теплицы будет иметь критерий, равный единице

## Глава 19. ПЕЧНОЕ ОТОПЛЕНИЕ

### 19.1. Классификация печей<sup>1</sup>

Печи различают по следующим признакам:

По назначению.

- а) отопительные;
- б) отопительно-варочные (комбинированные), включая кухонные плиты квартирного типа и щитки при них По основным материалам.

- а) кирпичные;
  - б) блочные из жароупорного бетона с арматурой,
  - в) металлические с футеровкой и без нее
- По теплоемкости:

- а) теплоемкие с активным объемом 0,2 м<sup>3</sup> и более, с внешними стенками толщиной в области топливника не менее 6 см, в прочих местах — не менее 4 см;

- б) нетеплоемкие с активным объемом менее 0,2 м<sup>3</sup> (в том числе переносные металлические, снабжаемые в некоторых случаях футеровкой толщиной до 6 см).

Активным объемом считается объем нагревающегося массива печи без вычета пустот. При этом высоту активного объема принимают от уровня колосниковой решетки или от дна нижнего газохода до верхней плоскости перекрыши при толщине последней не более 14 см или до ее нижней плоскости при толщине более 14 см.

По температуре нагрева стенок

- а) умеренного прогрева — с максимальной температурой в отдельных точках поверхности до 80—90 °С; к ним относятся так называемые «толстостенные» печи с толщиной стенок не менее 12 см (1/2 кирпича);

- б) повышенного прогрева — с максимальной температурой в отдельных точках поверхности до 120 °С (при средней температуре всей поверхности до 90 °С); это «тонкостенные» печи со стенками толщиной 6,5—7 см (1/4 кирпича);

- в) высокого прогрева — с температурой поверхности более 120 °С («нетеплоемкие» печи)

По длительности горения топлива

- а) кратковременного периодического продолжительностью от 1 до 3 ч (с загрузкой топлива 1—2 раза в сутки);

<sup>1</sup> Область применения печного отопления указана в табл 101

- б) длительного (с загрузкой топлива 1—2 раза в сутки),
  - в) затяжного (за счет уменьшения подачи воздуха при топке антрацитом, коксом, тощим углем и опилками)
- По этажности
    - а) одноэтажные,
    - б) двухъярусные (с самостоятельными топливниками на каждом этаже)
  - По виду сжигаемого топлива
    - а) для дров
    - б) для твердого топлива других видов

## 19.2. Краткие сведения о рекомендуемых печах

### А ТЕПЛОЕМКИЕ ПЕЧИ

В топливниках большинства теплоемких печей (табл. 191—198) используют для сжигания твердое топливо всех видов. Исключением являются лишь вароч-

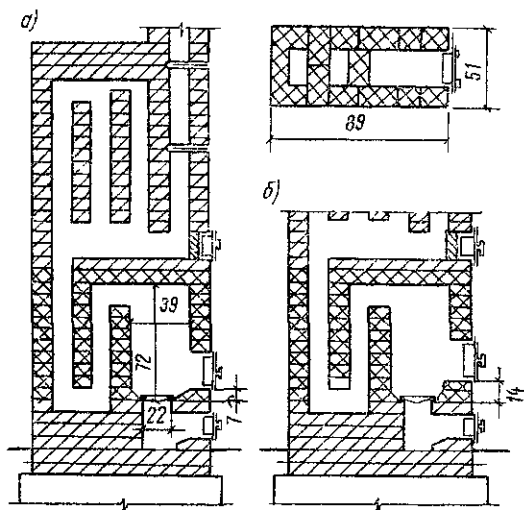


Рис 191 Печь отопительная одноэтажная толстостенная

а — топливник для дров, б — то же, для угля

ные камеры русских печей, не допускающие сжигания угля, и печи длительного горения, работающие только на антраците, брикетах или коксе

Для устройства кирпичных печей применяют обыкновенный глиняный кирпич (сплошной), а для футеровки топливников — тугоплавкий или огнеупорный. Для облицовки внешней поверхности печей применяют изразцы, кровельную сталь, плоские асбестоцементные плиты в стальном каркасе, а также штукатурку

Толстостенные печи умеренного прогрева выполняют из кирпича на месте строительства. Эти печи требуют массивных фундаментов или специальных оснований

Большинство толстостенных отопительных печей имеет насадные дымовые трубы, опирающиеся на конструкцию самой печи. В толстостенных печах без насадных труб возможен отвод дыма через коренную трубу или каналы, устраиваемые в стене

Высоту толстостенных отопительных печей от уровня пола до верха перекрыши определяют по числу рядов кирпичной кладки. Толщина одного ряда в соответствии с правилами производства работ (глава СНиП III-B 4-72) принимается равной 7 см (кирпич 65 см + шов 0,5 см)

Высоту толстостенной печи, предусматриваемую типовым чертежом, можно изменять в зависимости от высоты помещения, удаляя или добавляя несколько (0

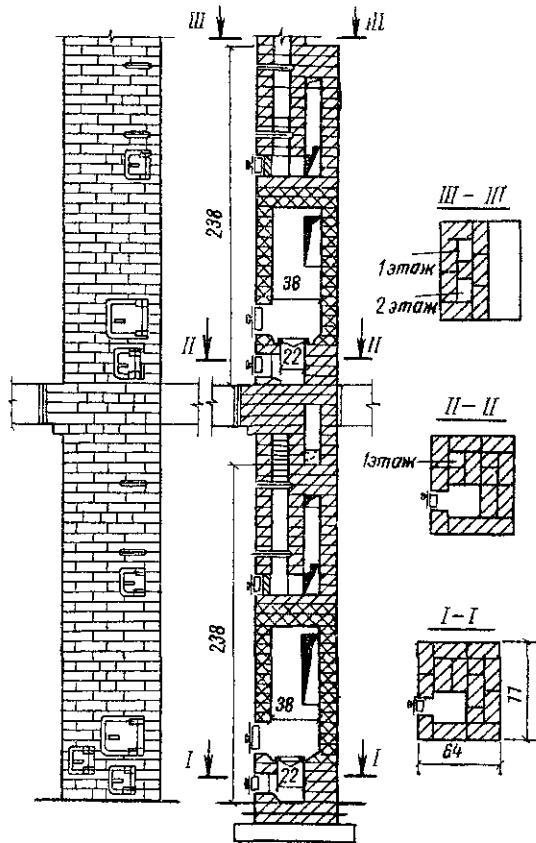


Рис 192 Печь отопительная двухъярусная толстостенная



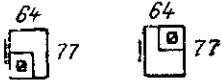
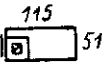

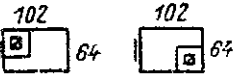
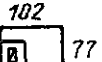
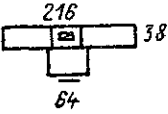
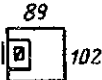
двух до четырех) рядов кладки. При этом схема движения газов и перевязка швов кладки не нарушаются, но уменьшается или увеличивается расчетная теплоотдача

При высоте жилых комнат 2,7 м в свету следует высоту кирпичных толстостенных печей принимать не более 2,38 м, т. е. 34 ряда кладки при толщине шва 5 мм. Схемы отопительных толстостенных печей приведены на рис. 191 и 192

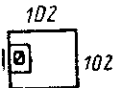
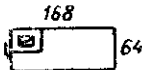
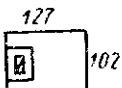
Комбинированные печи предназначены одновременно для отопления помещений и приготовления пищи. В них, как правило, предусматривают духовой шкаф и иногда водогрейную коробку. В печи рекомендуемой конструкции (рис. 193) имеются «летний ход» для удаления дымовых газов кратчайшим путем (в целях исключения прогрева массива печи в летнее время) и вентиляция варочной камеры (для удаления паров и газов, выделяющихся при приготовлении пищи).

ТАБЛИЦА 191

## ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ТОЛСТОСТЕННЫЕ КИРПИЧНЫЕ ОШТУКАТУРЕННЫЕ

Размеры в плане, см	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$ , ккал/ч	Коэффициент неравномерности $M$	Количество кирпича, шт	
			обыкновенного	тугоплавкого
	при двух топках в сутки			
	2000	0,4	236	76
	2200	0,3	257	106
	2400	0,25	233	162
	2640	0,3	312	158
	2700	0,25	316	143
	3000	0,18	452	94
	3360	0,22	401	220
	3500	0,25*	540*	80*
	3780	0,18	500	223

Продолжение табл 191

Размеры в плане, см	Средняя теплоотдача $Q_{\text{ср}}$ , ккал/ч	Коэффициент неравномерности $M$	Количество кирпича, шт.	
			обыкновенного	тугоплавкого
при двух топках в сутки				
	4200	0,14	488	305
	4150	0,18	493	342
	5000	0,13	675	375

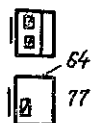
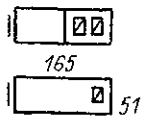
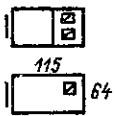
Примечания: 1 Показатели приведены при высоте печей 238 см (34 ряда кирпичной кладки), кроме печи, отмеченной звездочкой.

2 В некоторых изданных альбомов высота толстостенных печей несколько отличается от указанной в таблице (в зависимости от числа рядов кладки). Этим объясняются отличия в показателях для печей одних и тех же конструкций.

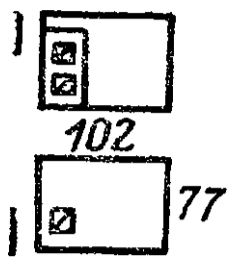
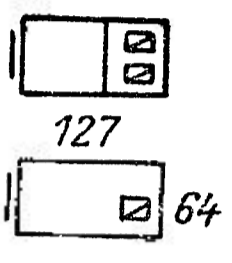
3 Количество кирпича указано только на кладку печей, без учета фундаментов и дымовых труб, а также потерь от возможного боя кирпича.

ТАБЛИЦА 192

## ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ДВУХЪЯРУСНЫЕ ТОЛСТОСТЕННЫЕ КИРПИЧНЫЕ ОШТУКАТУРЕННЫЕ

Ярус (этаж)	Размеры в плане, см	Средняя теплоотдача $Q_{\text{ср}}$ , ккал/ч	Коэффициент неравномерности $M$	Количество кирпича, шт	
				обыкновенного	тугоплавкого
при двух топках в сутки					
II		2250	0,25	224	165
I		2400	0,25	238	162
II		2600	0,23	439	224
I		3160	0,2	384	272
II		2600	0,2	529	80
I		3200	0,2	499	110

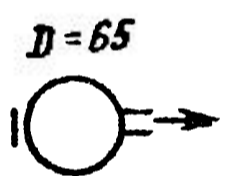
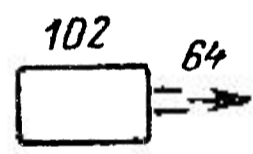
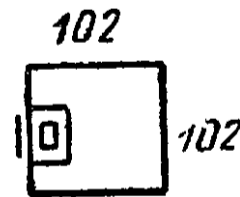
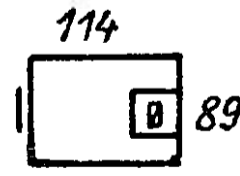
Продолжение табл 19 2

Ярус (этаж)	Размеры в плане, см	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$ , ккал/ч при двух топках в сутки	Коэффициент неравномерности $M$	Количество кирпича, шт.	
				обыкновенного	тугоплавкого
II		3000	0,21	111	230
I		3200	0,19	107	220
II		2850	0,18	578	93
I		3480	0,18	541	100

Примечания 1 Показатели печей приведены при высоте в каждом ярусе 238 см (с 1-го по 34-й ряд)  
2 Печи нижнего яруса двухъярусных печей могут выполняться как одноэтажные

ТАБЛИЦА 19 3

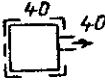
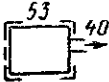
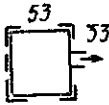
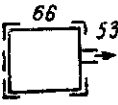
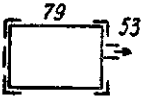
## ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ТОЛСТОСТЕННЫЕ КИРПИЧНЫЕ, ОБЛИЦОВАННЫЕ ИЗРАЗЦАМИ ИЛИ КРОВЕЛЬНОЙ СТАЛЬЮ

Размеры, см	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$ , ккал/ч при двух топках в сутки	Коэффициент неравномерности $M$	Количество кирпича, шт		Количество изразцов, шт	Примечание
			обыкновенного	тугоплавкого		
	1500	0,29	200	65	—	Облицовка кровельной сталью. Отвод дыма в канал в стене. Высота печи 215 см.
	2900	0,18	236	125	286	Облицовка изразцами. Отвод дыма в канал в стене. Высота печи 252 см.
	4150	0,15	425	155	214	Облицовка изразцами. Насадная труба. Высота печи 215 см.
	3920	0,14	400	253	—	Облицовка кровельной сталью. Насадная труба. Высота печи 215 см.

BOOKS.PROEKTANT.ORG

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОННЫХ  
КОПИЙ КНИГдля проектировщиков  
и технических специалистов

ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПОВЫШЕННОГО ПРОГРЕВА КОНСТРУКЦИИ Л. А. СЕМЕНОВА

Марка печи	Размеры в плане см	Высота	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$ , ккал/ч	Коэффициент неравномерности $M$	Количество кирпича, шт		Масса, кг
			при двух топках в сугки		обыкновенного	тугоглавого	
МВМС-61		146	1000	0,95	48	20	320
		171	1200	0,9	61	20	380
МВМС-62		146	1300	0,85	61	24	400
		171	1450	0,8	77	24	470
МВМС-63		163	1500	0,6	88	48	610
		188	1750	0,55	110	48	700
МВМС-64		163	2000	0,5	105	57	730
		188	2300	0,45	132	57	850
МВМС-65		163	2500	0,44	112	69	800
		200	3000	0,4	130	69	1020

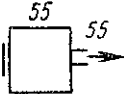
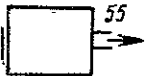

Примечания. 1 Приведенные в таблице печи в каркасе имеют толщину стенок  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  кирпича и облицованы плоскими асбестоцементными плитами. Печи могут быть выполнены также в футлярах из кровельной стали без каркасов.

2 В печах предусмотрен отвод дыма в канал в стене или коренной трубе (с задней или боковых сторон)



ТАБЛИЦА 193

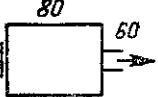
ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ СБОРНЫЕ ИЗ ИЗРАЗЦОВЫХ БЛОКОВ С КИРПИЧНОЙ ФУТЕРОВКОЙ И ПЕЧИ ИЗ ИЗРАЗЦА «МОНОЛИТ» КОНСТРУКЦИИ Л. А. СЕМЕНОВА

Марка печи	Размеры в плане	Высота	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$ , ккал/ч	Коэффициент неравномерности $M$	Масса, кг	Конструкция	
			при двух топках в сутки				
см							
ЭП-43		173	1500	0,45	610	Изразцово-блочная	
ЭП-403		174					0,5
ВМС-306		195	3000	0,32	1050	Изразцово-блочная	
ВМС-406		204					0,4
ЭМС-307		205	4000	0,28	1450	Изразцово-блочная	
ВМС-407		213					0,38

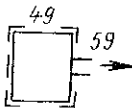
Примечание. В печах предусмотрен отвод дыма в канал в стене или коренной трубе (с задней или боковых сторон).

ТАБЛИЦА 196

ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ СБОРНО-БЛОЧНЫЕ ББУ ИЗ ЖАРОУПОРНОГО БЕТОНА КОНСТРУКЦИИ Л. С. БОРДЗЕНКО

Марка печи	Размеры в плане	Высота	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$ , ккал/ч	Коэффициент неравномерности $M$	Количество блоков, шт.	Масса, кг	
			при двух топках в сутки				
см							
ББУ-2		160	2000	0,4	21	872	
ББУ-3		205	3000				0,35

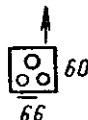
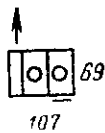
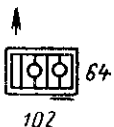
## ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ГОРЕНИЯ

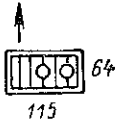
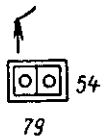

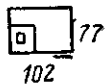

Марка печи	Размеры в плане	Высо-та	Средняя теп-лотодача $Q_{ср}$ , ккал/ч	Коэффициент неравномерности $M$	Основные материалы для кладки печи	Масса кг
	см		при двух топках в сутки			
АКХ 9		105	1500 — 1000	0,1 — 0,2	Кирпич и плиты шамотные, изразцы, металличе-ские каркас	320

Примечание. Топливом для этой печи служит антрацит высококалорийный каменный уголь брикетный.

ТАБЛИЦА 198

## КУХОННЫЕ ПЛИТЫ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ЩИТКИ, КОМБИНИРОВАННЫЕ ОТОПИТЕЛЬНО-ВАРОЧНЫЕ И РУССКИЕ ПЕЧИ

Наименование и назначение	Размеры в плане	Высота	Средняя теплотодача $Q_{ср}$ , ккал/ч	Коэффициент неравномерности $M$	Основные материалы	Дополнительные устройства	Способ изготовления	Количество кирпича, шт.	Масса кг
	см		при двух топках в сутки						
Кухонная плита* (конструкция НИИСТ) Калужского завода		85	850	—	Сталь, керамика, чугунные печные приборы	Духовой шкаф	Заводское изготовление	—	259
Кухонная плита № 2* завода «Нарлит»		74	800	—	Сталь, кирпич, чугунные печные приборы	То же	То же	70	160
Кухонная плита толстостенная кирпичная оштукатуренная		77	900	—	То же	»	Выполняется на месте	150	650

Наименование и назначение	Размеры в плане	Высота	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$ , ккал/ч	Коэффициент полезного действия $\eta$	Основание	Дополнительные устройства	Способ изготовления		
	см		при двух топках в сутки						
Кухонная плита толстостенная кирпичная оштукатуренная		77	1000	—	Сталь, кирпич, чугунные приборы	Духовой шкаф, водогрейная коробка	Выполняется на месте	1/5	750
Кухонная плита в каркасе		78	—	—	Сталь, кирпич, чугунные приборы, асбестоцементные плиты	Духовой шкаф	Полуза заводское изготовление	60	300
Отопительный щиток обыкновенный		231	200—300	—	Кирпич	Вентиляционный канал	Выполняется на месте	310	—
Отопительно-варочная толстостенная печь конструкции Л. А. Коробанова и Н. И. Самарина		224	3200	0,23	Кирпич, сталь, чугунные приборы	Духовой шкаф	То же	524	—
То же, конструкции И. Ф. Волкова		224	3400	0,22	То же	Духовой шкаф, водогрейная коробка	»	620	—

Наименование и назначение	Размеры в плане см	Высота	Средняя теплота	Коэффициент неравномерности $M$	Основные материалы	Дополнительные устройства	Способ изготовления	Количество кирпичей шт.	Масса кг
			поверхности $Q_{\text{ср}}$ при двух топках в сутки						
Отопительно-варочная толсто-стенная двухъярусная печь конструкции Н. А. Меринова		224	2800	0,25	Кирпич	Духовой шкаф	Выполняется на месте	476	—
		224	2800	0,25	»	То же	То же	476	—
Русская печь обыкновенная		154—238	3000	0,1	Кирпич, чугунные печные приборы	—	»	1290	—
Русская печь с плитой в шестке, со дщитком		154—238	3600	0,1	То же	Водогрейная коробка	»	—	—
Русская печь «Теплушка 2» конструкции И. С. Подгородникова		154—224	4000	—	»	Водогрейная коробка, дополнительный топливник с колосниковой решеткой	»	1240	—
Русская печь конструкции И. И. Ковалевского		182—212	4500	—	»	Плита с топливником и подтопком	»	1000	—

Примечания 1 Печь нижнего яруса двухъярусной печи может выполняться как одноэтажная.  
2 Кухонные плиты, аналогичные отмеченным звездочкой с несколько измененными размерами изготавливают разные заводы местной промышленности. При этом иногда в конструкции плит включаются небольшие котелки для квартирного водяного отопления, сваренные из стали или труб.

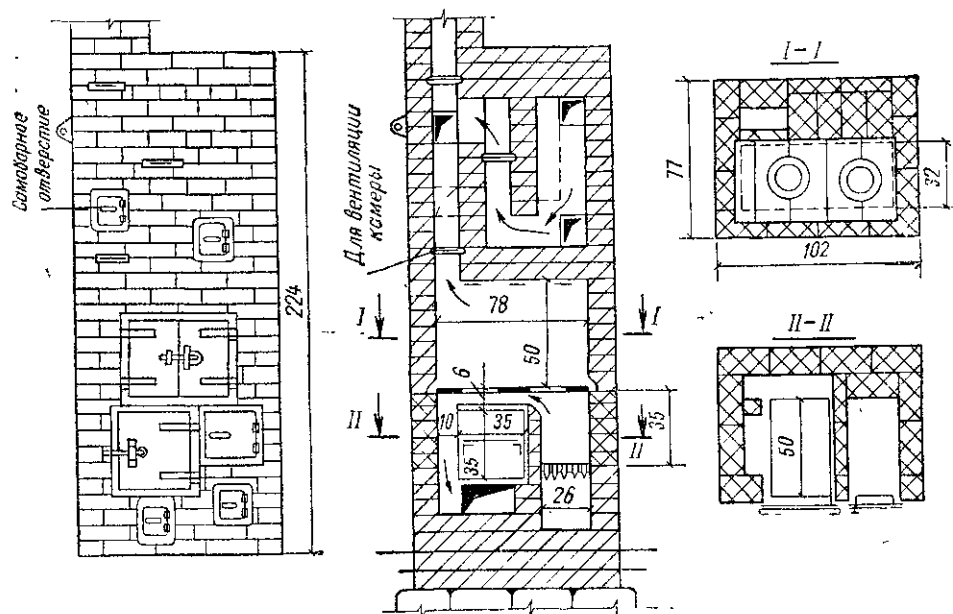


Рис. 19.3. Печь отопительно-варочная толстостенная конструкции Л. А. Коробанова и Н. И. Самарина

Более проста, но менее совершенна комбинация кухонной плиты с отопительным щитком (рис. 19.4).  
 В варочных камерах русских печей (рис. 19.5) помимо дров и торфа можно сжигать низкосортное местное

топливо — солому, хворост. Для возможности сжигания угля в некоторых конструкциях русских печей устраивают дополнительный топливник (подтопок).

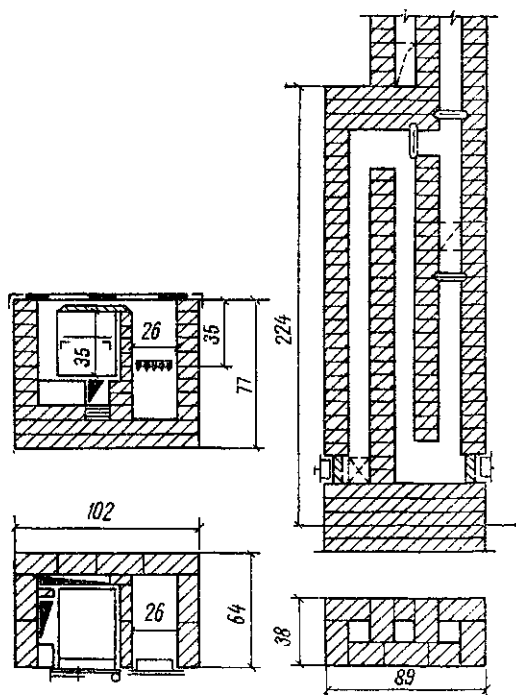


Рис. 19.4. Кухонная толстостенная плита и отопительный щиток

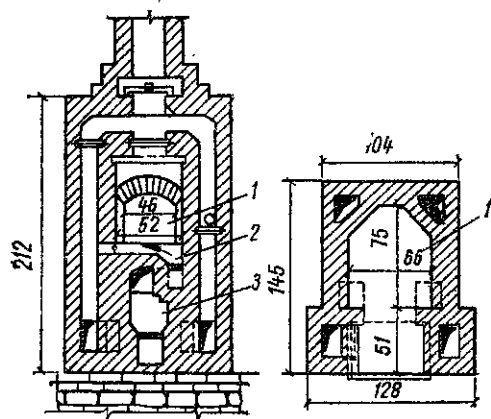


Рис. 19.5. Русская печь конструкции И. И. Ковалевского

1 — варочная камера; 2 — топливник для плиты; 3 — подтопок

Тонкостенные печи повышенного прогрева по высоте обычно не превышают 2 м и, как правило, не имеют насадных труб. Дымовые газы от них отводят с помощью горизонтальных патрубков и рукавов через коренные трубы или каналы в стенах.

К числу тонкостенных печей повышенного прогрева относятся печи из кирпича в каркасе из прокатной стали или в фугляре из кровельной стали (рис. 19.6), изразцово-блочные (рис. 19.7), печи из изразцов «монолит»

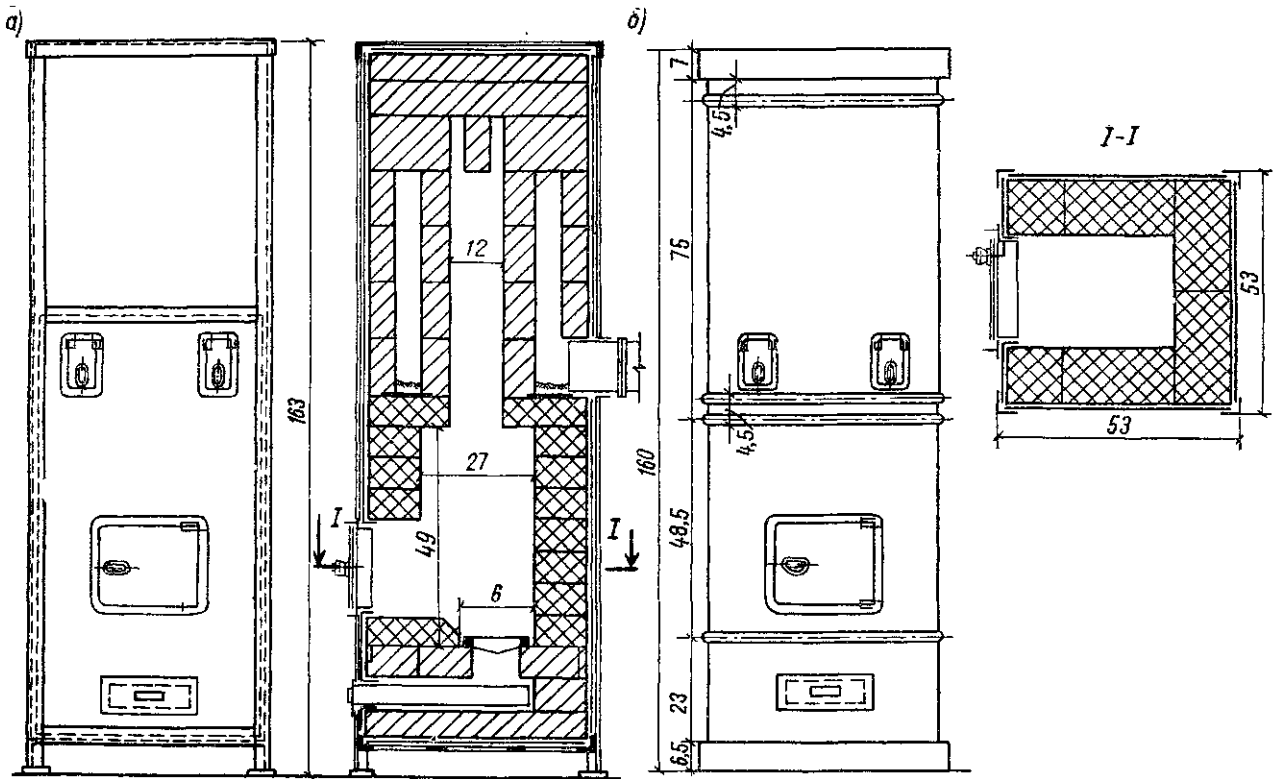


Рис. 19.6. Печь отопительная повышенного прогрева МВМС-63

а — в каркасе; б — в футляре из кровельной стали

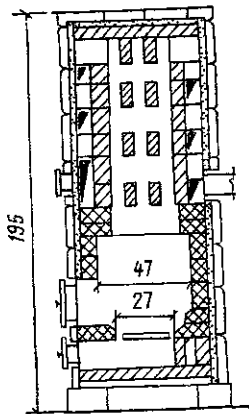


Рис. 19.7. Печь отопительная из изразцовых блоков МВМС-306

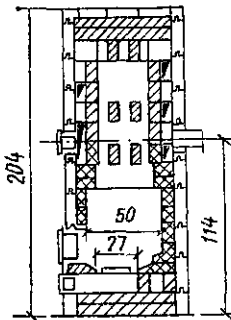


Рис. 19.8. Печь отопительная из изразцов «монолит» МВМС-406

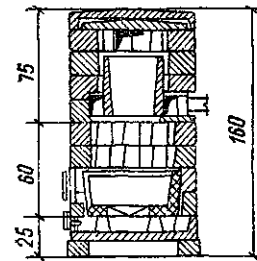
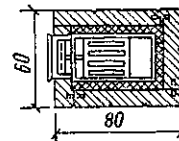
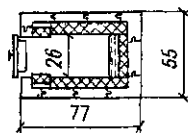
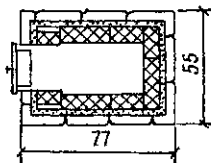


Рис. 19.9. Печь отопительная из бетонных блоков ББУ-2



сборные из бетонных блоков (рис 19.9) — такие печи могут изготавливаться заводским способом, имеют сравнительно небольшие размеры, могут транспортироваться в целом виде или частями. Однако помещения, в которых устанавливаются, должны быть достаточно теплоустойчивы. Применение этих печей не должно быть предусмотрено санитарным требованиям.

Более индустриальными являются блочные печи для сборных бетонных печей изготавливают из железобетонных блоков. В состав последних входят в определенных соотношениях щебень, песок, цемент, полублок обожженного глиняного кирпича, портландцемент, жидкое стекло. Блоки для печей, как правило, изготавливают в заводских условиях с соблюдением технологии бетона, в разборных формах, с армированием проволокой.

Печи длительного горения (рис 19.10) имеют малые размеры и массу; их можно транспортировать в целом виде или частями в виде блоков.

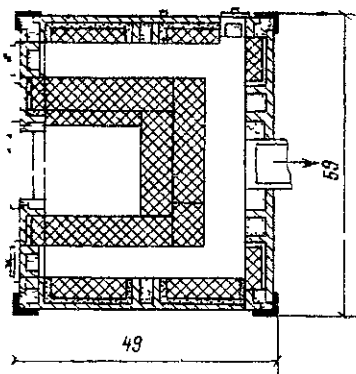
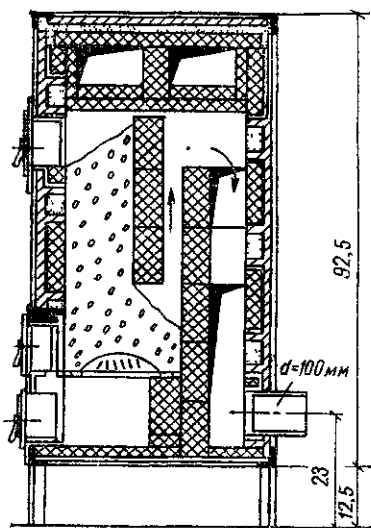


Рис. 19.10 Печь отопительная длительного горения АКХ-9

В отличие от печей с кратковременной периодичностью топкой эти печи могут работать длительно и до-

пускают регулирование интенсивности горения и теплоотдачи в соответствии с потребностью отапливаемого помещения в тепле.

## Б. НЕТЕПЛОЕМКИЕ ПЕЧИ

Нетеплоемкие отопительные печи высокого прогресса используются в помещениях с периодическим пребыванием людей и во временных сооружениях. Топливом для таких печей обычно служат каменный уголь, антрацит, кокс, брикеты, дрова. Нетеплоемкие печи некоторых конструкций позволяют сжигать древесные отходы (опилки и мелкие стружки).

Производительность нетеплоемких печей зависит от количества сжигаемого топлива и длины присоединяемых к ним дымовых труб, прокладываемых под потолком помещения.

Изготавливают нетеплоемкие печи как заводским способом на предприятиях местной промышленности, так и кустарным. Материалом для них служат листовая сталь и чугун, а для футеровки — керамические плитки и кирпич.

## В. ПЕЧНЫЕ ПРИБОРЫ

Для печей и кухонных плит всех видов, как правило, применяют чугунные печные приборы: дверки простые и герметичные, задвижки, колосниковые решетки, плиты с конфорками и т. п.

Герметичные дверки целесообразно применять только для отопительных печей со стенками, облицованными изразцами, кровельной сталью, асбестоцементными плитами.

Духовые шкафы и водогрейные коробки для кухонных плит и комбинированных отопительно-варочных печей изготавливают из кровельной и прокатной стали.

## 19.3. Проектирование и расчет

### А. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Проектирование печного отопления, как правило, ведется одновременно с составлением проекта строительной части здания.

На основе эскиза планировки помещений предварительно подсчитывают теплопотери через наружные ограждения и подбирают печи наиболее подходящих типов и размеров.

Затем после поверочного подсчета теплопотерь и проверки теплоустойчивости помещений окончательно размещают печи и дымовые трубы или каналы в каменных стенах.

Следует обращать особое внимание на характер конструкций наружных ограждений и, если нужно, предъявлять повышенные требования к их теплозащитным свойствам в зависимости от степени массивности печи.

При составлении проектов печного отопления следует применять печи типовых, достаточно проверенных конструкций, чертежи которых приведены в альбомах типовых чертежей, разработанных проектными организациями (см. табл. 19.1—19.8). Применение печей нетиповых конструкций допускается лишь в виде опыта и должно быть обосновано.

Любая печь будет надежна в работе и долговечна, если ее выполняют точно по чертежу, со строгим соблюдением последовательности рядов, правильной раскладки кирпичей и их перевязки согласно порядовым планам. Поэтому в строительные проекты зданий с печным отоплением обязательно должны включаться детальные чертежи запроектированных печных устройств.

## Б. ВЫБОР ПЕЧЕЙ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

В зависимости от назначения отапливаемых помещений и температуры наружной поверхности печей применяют печи следующих видов:

а) в детских и лечебных учреждениях — печи умеренного прогрева с температурой в отдельных точках наружной поверхности не выше 90 °С. К таким печам относятся кирпичные со стенками толщиной 12 см (включая толщину изразцов);

б) в жилых и школьных помещениях — печи умеренного и повышенного прогрева с температурой в отдельных точках наружной поверхности не выше 120 °С. К таким печам относятся печи толстостенные кирпичные, кирпичные в каркасе или футляре, керамические или бетонные с толщиной стенок 7 см;

в) для временного отопления и в помещениях с временным пребыванием людей (мастерских, служебных, конторских, торговых, складских и др.) помимо печей, указанных выше в пп. а и б, — печи нетеплоемкие любого типа. Печи с температурой на наружной поверхности свыше 120 °С допускаются при устройстве наружного экранирующего ограждения в виде кожуха.

Во всех перечисленных случаях более высокие температуры на поверхности топочных дверок, духовых шкафов и камер, на жарочной поверхности плит в расчет не принимаются.

Рекомендации по выбору типа печей в зависимости от этажности здания и способа отвода дымовых газов даны в табл. 19.9.

ТАБЛИЦА 19.9

**ВЫБОР ТИПА ПЕЧЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ ЭТАЖНОСТИ ЗДАНИЯ И СПОСОБА ОТВОДА  
ДЫМОВЫХ ГАЗОВ**

Условия для устройства дымовых каналов	Тип печи при числе этажей в здании	
	один	два
Дымовые каналы не могут быть устроены в стенах или коренных трубах	Толстостенная печь с насадной трубой	Толстостенная двухъярусная печь с насадной трубой
Дымовые каналы могут быть устроены в стенах или коренных трубах	Толстостенная печь без насадной трубы с отводом газов в канал	Толстостенная двухъярусная печь без насадной трубы с отводом газов в каждом этаже в отдельный канал
Тонкостенные печи любого типа		

Выбор печей по их отделке и степени массивности определяется следующими условиями:

а) толстостенные изразцовые печи — при особых санитарных требованиях и при повышенных требованиях к отделке помещений;

б) толстостенные печи оштукатуренные или с затиркой поверхности — в жилых помещениях при любых конструкциях наружных ограждений;

в) толстостенные печи в футлярах из кровельной стали — в детских учреждениях, в конторских помещениях, мастерских, клубах, а также во всех случаях устройства печного отопления в сейсмических районах;

г) тонкостенные сборно-блочные печи, кирпичные

печи в футляре из кровельной стали или в каркасе с облицовкой асбестоцементными плитами — в помещениях с достаточной теплоустойчивостью, если применение таких печей не запрещено нормами и техническими условиями.

При выборе печей для жилых помещений необходимо иметь в виду следующее. Каждая комната, предназначенная для отдельной семьи, должна иметь самостоятельную печь, не обращенную в соседнюю комнату (за исключением коридора). В квартирах из нескольких комнат, не предназначенных для одной семьи, рекомендуется устанавливать одну печь на две жилые комнаты.

При проектировании печного отопления квартиры следует предусматривать установку кухонной плиты с отопительным щитком, который может служить в качестве прибора отопления как для самой кухни, так и для соседних подсобных помещений. Если щиток имеет «подтопок», т. е. представляет собой по существу печь простейшего вида, он может быть использован самостоятельно для отопления комнаты. Отапливать жилые комнаты только за счет щитка при плите не рекомендуется, так как он не является полноценным отопительным прибором из-за малой теплоотдачи. Исключение может быть для местности с теплым климатом. Размеры кухонной плиты зависят от площади квартиры и числа жителей в ней. Если квартиры малометражные (однокомнатные) или представляют собой отдельные жилые комнаты в общежитии коридорного типа (для семейных), то рекомендуется применять комбинированные отопительно-варочные печи, которые могут обеспечить отопление помещений и приготовление пищи.

Устанавливать кухонные плиты с открытой жарочной поверхностью в жилых комнатах не допускается.

Для отопления санузла, коридора и передней отдельные печи устанавливать не рекомендуется. Эти помещения следует отапливать, как указано выше, за счет щитка при кухонной плите или отдельных стенок печи, отапливающей жилые комнаты.

При этом теплоотдачу водогрейной колонки в расчет не принимают.

В служебных или производственных помещениях допускается устанавливать одну печь на две комнаты.

Для жилых комнат предельными размерами печей в плане следует считать 102×102 и 64×165 см.

В индивидуальных домах в сельских местностях применяются «русские» печи, совмещающие функции отопления и приготовления пищи (включая выпечку хлеба), а также простейшей сушильной камеры.

Предназначенную для отопления смежных помещений печь следует устанавливать так, чтобы теплоотдача выходящей в каждое помещение части нагревательной поверхности соответствовала их теплопотерям.

Тонкостенные печи устанавливают, не встраивая их в перегородки и оставляя открытыми отступки. Устанавливать печи в углу помещения с отступками с двух сторон не рекомендуется. Топочные дверки печей и дымовые задвижки следует располагать так, чтобы подход к ним был удобным, не мешал свободному размещению мебели и не затруднял открывание дверей. Перед фронтом печи должно быть достаточное место для ее обслуживания. Не допускается размещать топочные дверки в групповых комнатах и палатах детских и лечебных учреждений, а также в огнеопасных помещениях. Во всех случаях на газоходах печей и дымоходах прочистные отверстия следует располагать в доступных местах.

Примеры размещения печей и плит в квартирах и отдельных жилых комнатах приведены на рис. 19.11 и 19.12.



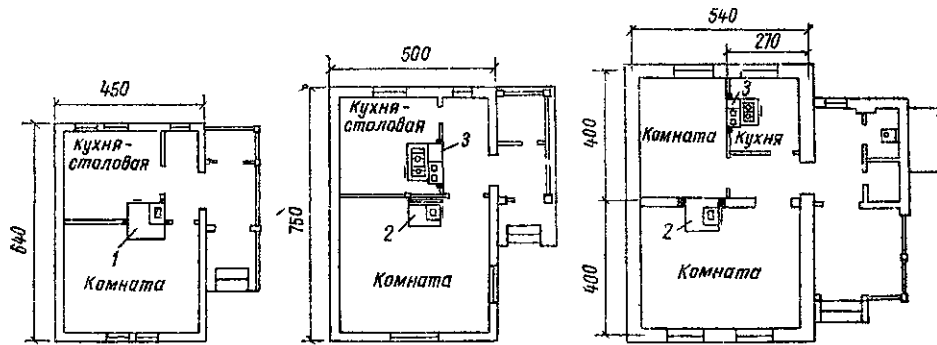
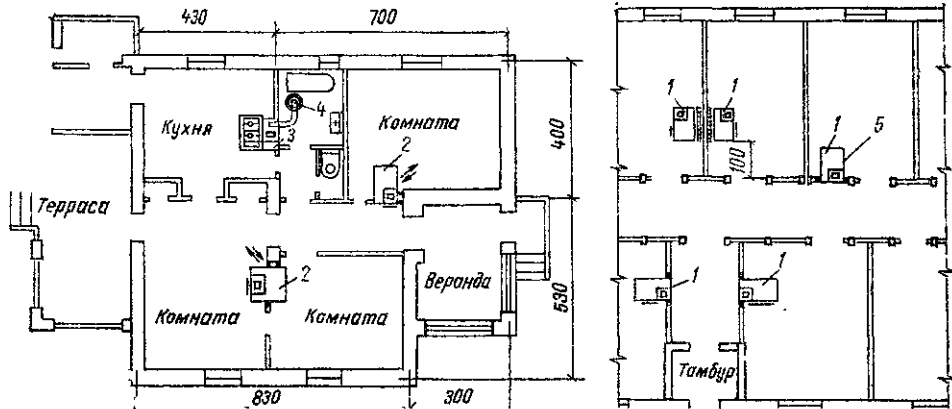


Рис. 19.11. Примеры размещения печей и плит в жилых домах

1 — комбинированная отопительно-варочная печь; 2 — отопительная печь; 3 — кухонная плита со щитком; 4 — водогрейная колонка; 5 — топливник и дверка печи



При проектировании печного отопления одновременно должны решаться следующие вопросы: вентиляция кухни и санузла, для чего устраиваются самостоятельные вытяжные каналы, примыкающие к дымоходу штырем для печи; вентиляция люфт-клозета с помощью специального канала из выгребной ямы, размещенного в цоколе; пожарная профилактика сгораемых строительных конструкций, примыкающих к печам и дымоходам.

При проектировании печного отопления следует учитывать требования главы СНиП III-V.4-72 «Каменные конструкции», касающиеся производства и приемки печных работ.

## В. РАСЧЕТ

В основу расчета печного отопления кладут теплопотери помещений, определяемые при той же расчетной температуре  $t_{в}$ , что и для центрального отопления; теплоотдачу теплоемких печей принимают равной среднечасовой при двух топках в сутки, а печей длительного горения — равной расчетной потере тепла помещениями с коэффициентом, учитывающим перерыв на время чистки топливника и загрузки топлива.

По требуемой теплоотдаче выбирают размеры и типы печей, проверяя отапливаемые помещения на теплоотдачу.

В свою очередь, теплотехнические качества (термическое сопротивление и теплоустойчивость) наружных ограждений помещений, отапливаемых печами, должны удовлетворять нормам строительной теплотехники.

Теплопотери помещений рассчитывают тем же методом, что и для центрального отопления (см. главу 11).

При определении необходимой теплопроизводительности печей следует пользоваться табл. 19.1—19.8 и характеристиками, приведенными в альбомах типовых чертежей печей, а при отсутствии этих сведений — табл. 19.10, в которой приведены обобщенные данные.

ТАБЛИЦА 19.10  
ТЕМПЕРАТУРА И СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА ТЕПЛООТДАЧИ ОТКРЫТЫХ ТЕПЛООТДАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (ПО ГОСТ 2127—47)

Типы печей	Температура поверхности, °С		Средняя величина теплоотдачи $Q_{ср}$ , ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)
	средняя	в отдельных точках в момент максимального нагрева	
Толстостенные: оштукатуренные или в металлическом футляре с изразцовыми . . .	55—65	85	400—550 500—600
	65—70	90	
Тонкостенные массой, кг: 1000 и более . . . до 1000 . . .	65—70	120	500—600 450—550
	60—65	120	

Примечание. Величины  $Q_{ср}$  указаны при двух топках в сутки, при этом первые цифры соответствуют печам меньших размеров, вторые — печам больших размеров.

Теплоотдающей поверхностью печи считается поверхность стенок печи, которая находится в пределах высоты активного объема (см. п. 19.1), омывается с одной стороны воздухом помещения, а с другой прогревается дымовыми газами или соприкасается с топливом. Поверхности перекрыши учитываются при высоте печи не более 2,1 м. Внутренние поверхности стенок воздухонагревательных камер включаются в теплоотдающую поверхность печи.

В зависимости от размещения печи относительно стен и перегородок и размеров отступок к величине теплоотдачи печи вводят поправочные коэффициенты (табл. 19.11).

ТАБЛИЦА 19.11  
ПОПРАВочНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТ  
К ВЕЛИЧИНАМ ТЕПЛОТДАЧИ ПЕЧЕЙ (ПО ГОСТ 2127—47)

Теплоотдающая поверхность и размер отступки	Поправочный коэффициент
Отступка или воздушная камера:	
открытая с обеих сторон или закрытая с боков, но открытая снизу и сверху, шириной 13 см и более	1
открытая с обеих сторон, шириной от 7 до 13 см	0,75
закрытая, с нижней и верхней решетками с живым сечением не менее 150 см <sup>2</sup> каждая	0,5
Перекрыша (при высоте печи 2,1 м и менее) толщиной, см:	
14 и менее	0,75
14—21	0,5

Примечание. Устройство отступок менее 7 см не разрешается.

Теплоустойчивость помещения характеризуется величиной амплитуды колебания температуры воздуха  $A_t$  относительно среднего уровня, установленного нормами для помещений данного вида за промежуток времени между топками, который, как правило, принимается равным 12 ч (две топки в сутки).

В жилых домах, лечебных и детских учреждениях амплитуда колебаний  $A_t$  в течение суток не должна превышать  $\pm 3^\circ$ .

При проверке печного отопления помещений на теплоустойчивость необходимо знать коэффициент неравномерности теплоотдачи печи  $M$  [см. формулу (3.56)].

$$M = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{2Q_{\text{ср}}}$$

где  $Q_{\max}$ ,  $Q_{\min}$  и  $Q_{\text{ср}}$  — соответственно максимальная, минимальная и средняя теплоотдача, ккал/ч (за время между топками  $z=12$  ч).

Величины  $Q_{\text{ср}}$  и  $M$  для печей испытанных и рекомендуемых конструкций (при топке дровами) приведены в табл. 19.1—19.8, а также в альбомах типовых чертежей печей.

При топке антрацитом  $M$  уменьшается на 25%.

Амплитуду колебаний  $A_t$  определяют по формуле Л. А. Семенова, приведенной в ГОСТ 4057—48:

$$A_t = 0,7 \frac{MQ}{\sum \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{Y}} F_o} = 0,7 \frac{M}{\sum BF_o} \quad (19.1)$$

где  $Q$  — расчетные теплопотери помещения, ккал/ч;  
 $Y$  — коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности каждого ограждения при двух топках в сутки, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C); определяется по методу, приведенному в ГОСТ 4057—48;  
 $\alpha_B$  — коэффициент теплообмена внутренней поверхности ограждения (см. табл. 3.1);  
 $F_o$  — площади наружных и внутренних ограждений помещения (по внутренним размерам), м<sup>2</sup>;  
 $B$  — коэффициент теплопоглощения поверхности ограждения, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C) [см. формулу (3.37)]

$$B = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{Y}}$$

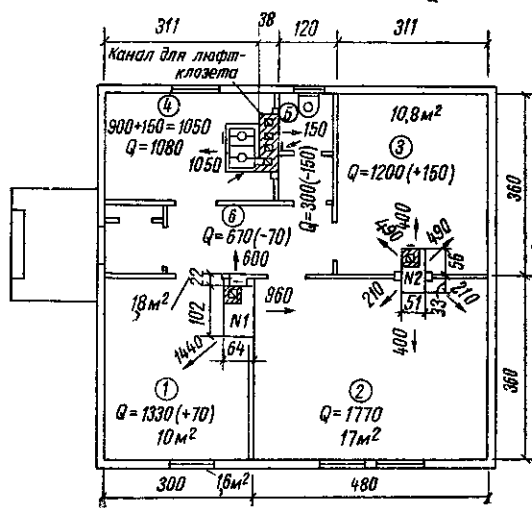


Рис. 19.12. План одноквартирного жилого дома

Значения коэффициента  $B$  при двух топках в сутки для некоторых ограждающих конструкций приведены в табл. 19.12.

Снижения величины  $A_t$  можно достичь, выбирая печь с меньшим значением коэффициента  $M$ , изменяя конструкции ограждений, соответственно повышая коэффициент  $B$  и уменьшая теплопотери помещения  $Q$ .

При установке печей с коэффициентом неравномерности  $M$  от 0,4 до 0,2 (при двух топках в сутки) на теплоустойчивость достаточно проверять только угловые помещения. При  $M < 0,2$  проверки помещений на теплоустойчивость не требуется (см. табл. 19.1 и 19.7).

ТАБЛИЦА 19.12

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПОГЛОЩЕНИЯ В  
ОГРАЖДЕНИЯХ НЕКОТОРЫХ ОТОПЛЕНИЙ  
ПРИ ДВУХ ТОПКАХ В СУТКИ  
(ПО Л. А. СЕМЕНОВУ)

Конструкция ограждения	Коэффициент $B$ , ккал/(м <sup>2</sup> ·ч·°С)
<b>Наружные стены</b>	
Кирпичная стена со штукатуркой и раствором	4,47
Кирпичная стена (рубленая, толщиной 25 см)	4,41
Кирпичная стена со штукатуркой и известковой штукатуркой	3,12
Кирпичная стена, состоящая из органической штукатурки толщиной 20 мм, досок толщиной 25 мм, утеплителя или воздушной прослойки	3,45
Кирпичная стена из досок толщиной 25 мм, воздушными прослойками, разделенными бумажными перегородками или заполненными каменной ватой	3,12
<b>Внутренние стены и перегородки</b>	
Кирпичная на холодном воздухе со штукатуркой	4,3
Кирпичная стена (рубленая, толщиной 50 мм)	2,9
Кирпичная стена со штукатуркой и известковой штукатуркой	3,62
Кирпичная стена, состоящая из органической штукатурки толщиной 20 мм и досок толщиной 30 мм	3,4
Кирпичная стена, досок толщиной 16 мм и галта	2,68
Кирпичная стена из теплобетонных камней $\gamma=1200 \text{ кг/м}^3$	3,94
<b>Чердачные перекрытия</b>	
Деревянный потолок толщиной менее 25 мм без штукатурки и штукатуркой	3,12
Деревянный потолок, состоящий из досок толщиной 5 мм, воздушной прослойки и горбылей толщиной не менее 20 мм	2,35
<b>Полы</b>	
Полы на лагах над холодным подпольем и полы, утепленные досками толщиной 25 мм	2,57
Деревянный настил пола толщиной не менее 25 мм в деревянном перекрытии	2,43
<b>Окна и двери</b>	
Окна и застекленные двери в деревянных переплетах	2,3
Деревянные внутренние двери	2,5

Примечание. Значения  $B$  для любой другой конструкции ограждения могут быть вычислены по методу, изложенному в ГОСТ 4657—48 и в работах Л. А. Семенова, а также по материалу главы 3.

Пример 19.1. Требуется рассчитать печное отопление для одноквартирного дома (рис. 19.12).

Стены щитовые с легким утеплителем, полы деревянные на лагах, чердачное перекрытие с легким утеплителем, высота помещений в чистоте 2,7 м; топливо — дрова. Расчетная наружная температура  $t_{\text{н}} = -30^\circ\text{C}$ . Внутренняя температура: жилых комнат  $t_{\text{в}} = 18^\circ\text{C}$ , кухни  $15^\circ\text{C}$ , уборной  $16^\circ\text{C}$ .

Решение. К установке намечены толстенные печи. Теплопроизводительность печей принимается по табл. 19.1 при двух топках в сутки.

Теплопотери  $Q$  помещениями показаны на рис. 19.12. Общие теплопотери помещениями квартиры составляют 6350 ккал/ч. Этому количеству теплопотерь должна соответствовать суммарная производительность печей, включая плиту в щиток.

Печи подбирают и размещают так, чтобы их теплоотдача в каждое помещение соответствовала его теплопотерям.

При размещении печей допускается отклонение их расчетной теплоотдачи от теплопотерь для жилых комнат  $\pm 15\%$ , для кухни — занижение до 25% (предполагается усиленная топка плиты в сильные морозы). В передней и уборной допускается частичная компенсация теплопотерь за счет повышенной теплоотдачи печей в смежных жилых комнатах.

Исходя из этих соображений, намечают следующие отопительные устройства.

В кухне 4 устанавливают плиту размером  $102 \times 64$  см с духовым шкафом (табл. 19.8) и отопительный щиток размером  $89 \times 38$  см (табл. 19.8) с увеличением размера до  $115 \times 38$  см для размещения дополнительного вентиляционного канала и выгребной ямы. Плита и щиток вместе могут дать тепла в помещении кухни  $900 + 150 = 1050$  ккал/ч. Такая теплоотдача практически отвечает потребности в 1080 ккал/ч.

Вторая сторона щитка может отдать 150 ккал/ч в уборную, но в уборной требуется 300 ккал/ч. Недостающие 150 ккал/ч компенсируются за счет смежных помещений. Относим эту величину к комнате 3.

Для отопления комнаты 1, частично комнаты 2 и передней принимают печь размером в плане  $64 \times 102$  см теплопроизводительностью 3000 ккал/ч (табл. 19.1). Печь располагается так, чтобы в комнату 1 поступало тепла 1440 ккал/ч (потребуется 1330 ккал/ч), а в переднюю 6—600 ккал/ч (потребуется 670 ккал/ч). Недостающая теплоотдача в переднюю, равный 70 ккал/ч, будет компенсироваться за счет избыточного тепла, поступающего в комнату 1. Кроме того, в комнату 2 поступит с одной стороны печи № 1 960 ккал/ч.

Для комнат 2 и 3 и частично уборной 5 требуется печь № 2, обеспечивающая теплоотдачу  $(1770 - 960) + (1200 + 150) = 2160$  ккал/ч.

Принимают печь размером в плане  $51 \times 89$  см с теплоотдачей 2200 ккал/ч (по табл. 19.1).

Для обеспечения необходимой теплоотдачи печь № 2 относительно перегородки располагают так, чтобы она входила в комнату 3 на 56 см, а в комнату 2 на 33 см. При этом печь будет отдавать в комнату 2— $400 + 2 \cdot 210 = 820$  ккал/ч (требуется 810 ккал/ч); в комнату 3— $400 + 2 \cdot 490 = 1380$  ккал/ч (требуется 1350 ккал/ч).

Примечание. Распределение теплоотдачи по отдельным стенкам печи обычно дается в типовых чертежах печей или принимается пропорционально размерам стенок в плане.

Суммарная теплоотдача всех принятых печей

$$\Sigma Q = 900 + 300 + 3000 + 2200 = 6400 \text{ ккал/ч,}$$

т. е. вполне соответствует расчетным теплопотерям, равным 6350 ккал/ч.

Результаты расчета сведены в табл. 19.13.

Проверка жилых комнат на теплоустойчивость. Для расчета необходимо знать состав конструкций ограждений и величины коэффициентов  $B$  (см. табл. 19.12).

Проверочный расчет для комнаты 1 сведен в табл. 19.14.

$$\Sigma BF_0 = 150,4 \text{ ккал/(ч} \cdot ^\circ\text{C)}$$

Намеченная к установке печь № 1 имеет коэффициент неравномерности  $M = 0,18$ .

Амплитуда колебаний температуры находится по формуле (19.1).

$$A_t = \frac{0,7MQ}{\Sigma BF_0} = \frac{0,7 \cdot 0,18 \cdot 1330}{150,4} = 1,1^\circ < 3^\circ,$$

т. е. амплитуда колебаний температуры воздуха в комнате 1 в течение суток при двух топках в сутки при низкой расчетной температуре  $t_{\text{н}} = -30^\circ\text{C}$  не будет выходить за допустимые пределы. Следовательно, намеченная к установке печь обеспечит в комнате нормальные температурные условия.

Если бы для данного случая (топливо — дрова) была предварительно выбрана каркасная печь повышенного прогрева типа МВМС-63 (см. табл. 19.4) теплопроизводительностью 1500 ккал/ч с соответствующим коэффициентом  $M = 0,6$ , то амплитуда колебаний температуры была бы

$$A_t = \frac{0,7 \cdot 0,6 \cdot 1330}{150,4} = 3,7^\circ > 3^\circ,$$

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛООТДАЧИ ПЕЧЕЙ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ПОМЕЩЕНИЯМ (К ПРИМЕРУ РАСЧЕТА)

№ помеще- ния	Назначение помещения	Теплопотери $Q$ , ккал/ч	Теплоотдачи печей		Излишек или недостаток тепла, ккал/ч	Примечание
			№ печи	$Q$ , ккал/ч		
1	Жилая комната	1330	№ 1	1440	+110	Излишек тепла отнесен к передней и кухне
2	То же	1770	№ 1 № 2	960 820	+10	
			Итого	1780		
3	Кухня	1200	№ 2	1380	+180	Излишек тепла отнесен к уборной
4		1030	Плита Щиток	900 150	-30	
			Итого	1050		
5	Уборная	300	Щиток	150	-150	Недостача тепла компенсир- уется печью комнаты 3
6	Передняя	670	№ 1	600	-70	То же, печью комнаты 1
Итого		6350	Итого	6400	+50	

ТАБЛИЦА 19.13

ПРОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ КОМНАТЫ 1  
НА ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТЬ

Вид ограждения	Площадь с внутренней стороны $F_0$ , м <sup>2</sup>	Коэффициент теплопогло- щения поверх- ности ограж- дения $B$ , ккал/(м <sup>2</sup> ·ч·°C)	Теплопогло- щение поверх- ности ограж- дения $B F_0$ , ккал/(ч·°C)
Наружные сте- ны	$(3+3,6) \cdot 2,7 -$ $-1,6 = 16,2$	3,45	$3,45 \cdot 16,2 = 56$
Перегородки	$(2,4+2,3) \cdot 2,7 -$ $-1,8 = 10,9$	3,4	$3,4 \cdot 10,9 = 37$
Пол . . . . .	10	2,57	$2,57 \cdot 10 = 25,7$
Потолок . . . . .	10	2,35	$2,35 \cdot 10 = 23,5$
Окно . . . . .	1,6	2,3	$2,3 \cdot 1,6 = 3,7$
Дверь . . . . .	1,8	2,5	$2,5 \cdot 1,8 = 4,5$

$$\Sigma B F_0 = 150,4$$

т. е. в помещении колебания температуры выходили за допустимые пределы ( $\pm 3^\circ$ ). Следовательно, в домах с облегченными конструкциями стен и потолков необходимо осторожно применять печи со стенками в  $\frac{1}{4}$  кирпича. Кроме того, всегда следует учитывать, какое топливо будет сжигать в печи.

Если бы в данном случае топливом служил каменный уголь, то  $M$  следовало бы принять на 25% ниже величины, указанной в табл. 19.4, и печь МВМС-63 можно было бы применять, так как

$$A_t = \frac{0,7(0,75 \cdot 0,6)1330}{150,4} = 2,9 < 3^\circ.$$

Аналогично делаются проверочные расчеты для комнат 2 и 3.

## Комната 2

$Q = 1770$  ккал/ч,  $\Sigma B F_0 = 207$  ккал/(ч·°C).

Обогревающие эту комнату печи № 1 и 2 имеют величины  $M$ , равные соответственно 0,18 и 0,3. Приведенное значение коэффициента  $M$  с учетом доли теплоотдачи будет равно 0,236.

$$A_t = \frac{0,7 \cdot 0,236 \cdot 1770}{207} = 1,41 < 3^\circ,$$

т. е. удовлетворяет норме.

## Комната 3

$Q = 1200$  ккал/ч,  $\Sigma B F_0 = 167$  ккал/(ч·°C). Печь имеет  $M = 0,3$

$$A_t = \frac{0,7 \cdot 0,3 \cdot 1200}{167} = 1,6 < 3^\circ.$$

19.4. Основания под печи  
и дымовые каналы

## А. ОСНОВАНИЯ ПОД ПЕЧИ

Печи массой более 750 кг и коренные трубы следует устанавливать на фундаменты из бетонных блоков или буттового камня.

Печи можно опирать также на междуэтажное перекрытие, если оно специально рассчитано на статическую нагрузку от них и соблюдены противопожарные требования для защиты сгораемых конструкций пола.

Печь 2-го этажа допускается опирать на печь 1-го этажа при толщине стенок последней не менее  $\frac{1}{2}$  кирпича. Для равномерного распределения нагрузки по верху нижней печи (если один из ее размеров в плане превышает 64 см) следует укладывать железобетонную плиту с отверстием для дымохода.

## Б. ДЫМОВЫЕ КАНАЛЫ

Число дымовых каналов должно соответствовать числу присоединяемых к ним печей и кухонных плит. Все каналы выводятся над кровлей отдельно.

Запрещается присоединять к одному дымовому каналу две и более печи, кухонные плиты или другие очаги, расположенные на разных этажах.

Присоединение к одному дымоходу двух очагов разрешается, если они находятся на одном этаже и в одной квартире. При этом в канале должна быть устроена рассечка толщиной 12 см ( $\frac{1}{2}$  кирпича) на высоту не менее 75 см (рис. 19.13). Присоединение к одному каналу допускается и без устройства рассечки, но при условии, что расстояние по высоте между вводами патрубков составит не менее 75 см.

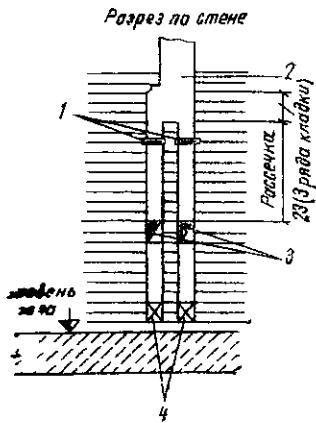


Рис 19 13 Схема присоединения к одному дымоходу двух печей или кухонных плит

1 — дымовая задвижка  
2 — общий канал размером 4×27 см 3 — отверстия для присоединения двух печей или кухонных плит 4 — прочистные отверстия

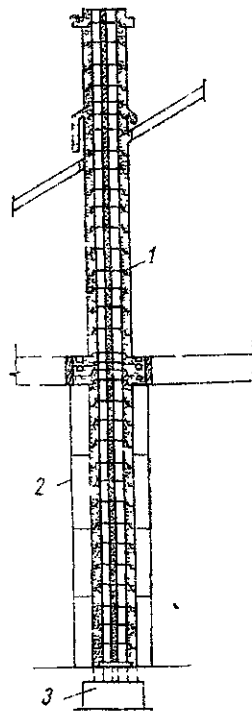


Рис 19 14 Коренная труба на два канала из бетонных блоков

1 — блоки трубы 2 — блоки разделки 3 — фундамент, 4 — печь

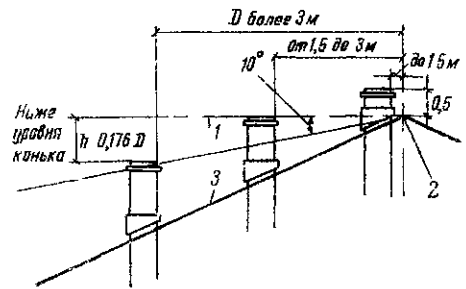
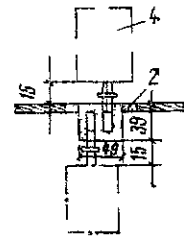


Рис 19 15 Схема расположения дымовых каналов над кровлей относительно конька крыши

1 — уровень конька 2 — конек крыши, 3 — кровля

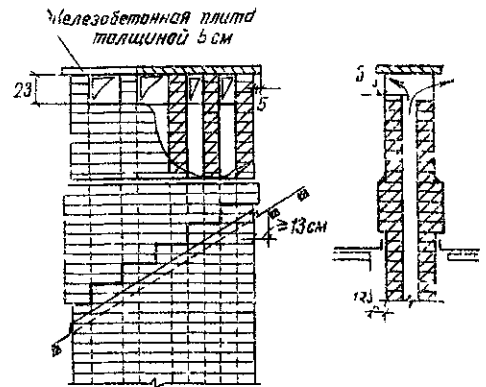


Рис 19 16 Схема дымовых каналов, перекрытых железобетонной плитой

ТАБЛИЦА 19 15

СЕЧЕНИЕ ДЫМОВЫХ КАНАЛОВ (ПО ГОСТ 2127—47)

Теплоотдача печи при двух топках в сутки ккал/ч	Размеры сечения канала	
	см	кирпичи
3000	14×14	1/3×1/2
3000—4500	14×20	1/3×3/4
4500—6000	14×27	1/2×1
Свыше 6000	20×27	3/4×1

Сечение общего канала в обоих случаях следует соответственно увеличивать. На каждом присоединении устанавливается дымовая задвижка.

Места приемных отверстий на дымовых каналах в стенах или коренных трубах должны соответствовать положению выводных дымовых патрубков у печей и кухонных плит.

Сечение дымовых каналов принимается по табл. 19.15 в зависимости от производительности печи.

Наружные стенки каналов и перегородки между ними должны иметь толщину не менее 1/2 кирпича.

Наружные стенки проходящих через лежащие выше этажи здания дымовых каналов от очагов с продолжительной и интенсивной топкой, например от кухонных плит столовых, детских и подобных учреждений, должны иметь толщину не менее 25—38 см.

Если стены здания выполняются из шлакобетонных камней, щелевого и силикатного кирпича, то кладку участков стен с дымовыми каналами следует предусматривать из обыкновенного глиняного кирпича. Для устройства дымовых каналов в таких случаях можно применять специальные жароупорные бетонные блоки, керамические или асбестоцементные трубы, эквивалентные по размерам сечений указанным в табл. 19.15.

Коренная дымовая труба из бетонных блоков изображена на рис. 19.14.

При отсутствии в печах или на отводящих дымовых патрубках задвижек последние следует устанавливать

на дымовых каналах в стенах или коренных трубах. Число задвижек должно быть: при топке печей дровами — две установленные последовательно, при топке топливом прочих видов — одна с просверленным отверстием  $d=10-15$  мм.

К дымовым каналам в стене или коренной трубе печи присоединяют с помощью коротких патрубков или рукавов длиной не более 2 м. Дымовые трубы следует выводить выше кровли на высоту, которая зависит от расстояния дымовой трубы до конька кровли (рис. 19.15).

Во всех случаях устье трубы должно возвышаться над кровлей не менее чем на 0,5 м. В особых случаях (для обеспечения надежной тяги и предупреждения обратной тяги) трубу выводят на большую высоту. Например, в том случае, когда дымовую трубу выводят вблизи высокой стены соседнего здания, где может образовываться ветровой подпор или отапливаемое помещение расположено в пристроенной низкой части более высокого здания и сообщается с последним.

Общая высота дымовой трубы от колосниковой решетки до устья должна быть не менее 5 м.

Устанавливать металлические зонты или дефлекторы на дымовых трубах не рекомендуется. Для защиты кладки оголовков от разрушения атмосферными осадками их торцы облицовывают кровельной сталью или оштукатуривают цементным раствором, а для защиты каналов от попадания дождевой воды их можно перекрывать железобетонной плитой (рис. 19.16).

В основании каждого дымового канала устраивают прочистное отверстие.

В чердачных помещениях устройство горизонтальных боровов и прочистных отверстий не допускается.

Размещение в стенах здания дымовых и примыкающих к ним вентиляционных каналов рекомендуется показывать на строительных чертежах проекта в виде разверток с указанием приемных и прочистных отверстий, наклонных уводов, задвижек и других деталей со всеми размерами, необходимыми для производства строительных работ.

В сейсмических районах печи, дымовые трубы и связанные с ними строительные конструкции необходимо усилить каркасами, армированием проволокой и кожухами из кровельной стали.

### 19.5. Противопожарные мероприятия

При проектировании печного отопления должны быть строго соблюдены все правила противопожарной защиты строительных конструкций.

Чертежи изоляции сгораемых строительных конструкций, примыкающих к печам, кухонным плитам и дымовым трубам, даны в альбомах типовых чертежей печей и плит.

Основные противопожарные требования заключаются в соблюдении определенных расстояний (отступок) между печами, кухонными плитами и каналами, с одной стороны, и сгораемыми конструкциями здания, с другой, а также в применении разделок (утолщений кладки стенок каналов) и изоляции сгораемых конструкций (табл. 19.16 и 19.17).

Воздушные промежутки (отступки) у печей со стенками толщиной 7 см и менее следует оставлять открытыми со всех сторон. Отступки у печей со стенками толщиной 12 см можно с боков и сверху заделывать стенками из кирпича или из других несгораемых материалов, оставляя сверху и внизу отверстия, закрывае-

РАЗМЕРЫ ОТСТУПОК И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ СГОРАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Печные устройства	Вид отступки	Размер отступки, см	Способы защиты сгораемых конструкций в отступках
Печи и кухонные плиты квартирного типа со стенками толщиной 120 мм (1/2 кирпича). Продолжительность топки до 3 ч	Открытая или закрытая с одной стороны	13	Штукатурка толщиной 25 мм. Асбестовермикулитовые плиты толщиной 25 мм
То же	Закрытая с двух сторон	13	Кирпичная облицовка толщиной 65 мм (кирпич на ребро) на глиняном растворе. Асбестовермикулитовые плиты толщиной 40 мм
То же, со стенками толщиной 65 мм (кирпич на ребро)	Открытая с двух сторон	32	Штукатурка толщиной 25 мм. Асбестовермикулитовые плиты толщиной 40 мм
Бетонные печи с толщиной стенок 40—60 мм	То же	32	То же
Отопительные печи длительного горения (типа АКХ-9)	Открытая	26	
Печи и плиты со стенками толщиной 120 мм (1/2 кирпича). Продолжительность топки свыше 3 ч		26	То же, или кирпичная облицовка толщиной 65 мм (кирпич на ребро) на глиняном растворе
То же	Закрытая	26	Кирпичная облицовка толщиной 120 мм (1/2 кирпича) на глиняном растворе
Металлические печи без футеровки	Открытая	100	Штукатурка толщиной 25 мм
Металлические печи с футеровкой		70	То же

Примечание. Во всех случаях в качестве изоляции можно применять только «мокрую» штукатурку.

мые решетками с площадью живого сечения не менее 150 см<sup>2</sup> каждая.

О расположении топочных дверок см. п. 19.3 Б. Расстояние от топочной дверки до противоположной стены или перегородки должно быть не менее 1,25 м.

Примыкающую под углом к фронту печи сгораемую стену следует защищать от возгорания. При наличии сгораемого пола прибавают у топочной дверки металлический лист размером 70×50 см, закрывающий по длине 70 см участок пола и плинтуса под топочной дверкой.

Сгораемый пол под каркасными печами и кухонными плитами с металлическими ножками, а также под

ТАБЛИЦА 19 17  
РАЗМЕРЫ РАЗДЕЛОК У КАНАЛОВ,  
В ПЕРЕКРЫТИЯХ И СЕНАХ

Тип устройства	Наименьшие допускаемые расстояния, см, от внутренней поверхности канала до сгораемой конструкции	
	незащищенной от возгорания	защищенной от возгорания
Периодические печи периодического действия с пропускной способностью топки, ч		
Топки З . . . . .	38	25
Топки 3 . . . . .	51	38
Периодические печи длительного горения (типа . . . . .)	38	25
Металлические плиты квартирных печей работающие на жидком топливе . . . . .	38	25
Металлические плиты водонагревателей . . . . .	25	25
Металлические плиты в помещениях общественного питания . . . . .	51	38
Металлические плиты со встроенными котлами . . . . .	38	25

Замечание Защита конструкции от возгорания в пределах разделок и закрытых отступок производится слоем асбестового картона толщиной не менее 10 мм или двумя слоями строительного войлока, пропитанного в глиняном растворе

ТАБЛИЦА 19 18

РАССТОЯНИЯ ОТ ВЕРХА ПЕРЕКРЫШИ ДО ПОТОЛКА, СМ

Печи	Потолок защищен от возгорания	
	защищенная	не защищенная
Теплоемкие . . . . .	35	25
Нетеплоемкие . . . . .	100	70

Примечания: 1. Указанные в таблице расстояния 35 и 25 см относятся к толстостенным печам, у которых, перекрыша выполняется из трех рядов кирпичной кладки (см. рис. 19.1 и 19.3)

2. Потолок над печью может быть защищен от возгорания асбестовым картоном толщиной 8 мм или штукатуркой толщиной 25 мм.

металлическими печами изолируют слоем асбестового картона толщиной 12 мм с обивкой сверху кровельной сталью. Металлические нетеплоемкие печи должны иметь ножки высотой не менее 200 мм.

От верхней плоскости перекрыши печи до сгораемого потолка следует соблюдать расстояние не менее указанного в табл. 19.18. Промежуток между верхом толстостенной печи и потолком можно закрывать с боков кирпичными стенками при увеличении толщины перекрыши до четырех рядов кладки и изоляции потолка.

Не допускается размещать деревянные балки перекрытия в междуэтажном пространстве двухъярусных печей (см. рис. 19.2).

Глава 20. ВНУТРЕННИЕ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

20.1. Классификация систем

По способу раздачи горячей воды и источнику тепла внутренние системы горячего водоснабжения делятся на три основные группы:

1) централизованные (единые) системы с внешним источником тепла, т. е. с получением тепла от тепловых сетей теплофикационных систем или систем районного теплоснабжения;

2) централизованные (единые) системы с внутренним источником тепла, т. е. с получением тепла от собственной местной котельной;

3) децентрализованные системы, в том числе поквартирные установки, с приготовлением горячей воды в нескольких внутренних генераторах тепла.

Схему присоединения централизованных систем с внешним источником тепла к тепловым сетям<sup>1</sup> выбирают в зависимости от конкретных условий:

а) вида теплоносителя в сетях (вода, пар);

б) типа системы теплоснабжения (открытая, закрытая) и ее конструктивных особенностей (двухтрубная, трехтрубная, четырехтрубная);

в) возможности установки у абонентов баков-аккумуляторов горячей воды (верхних или нижних);

г) соотношения расчетных расходов тепла на нужды горячего водоснабжения и отопления (значения  $\rho = Q_{г.в}^{макс} / Q_o$ ) — при отсутствии у абонентов специальных баков-аккумуляторов горячей воды.

Приготовление горячей воды в централизованных системах с внутренним источником тепла осуществляется или непосредственно в водогрейных котлах, или в пароводяных поверхностных либо смешительных подогревателях с получением пара от паровых котлов. Возможно использование промежуточных водоводяных подогревателей и при водогрейных котлах.

В децентрализованных системах применяют различные источники тепла:

в жилых зданиях при централизованном газоснабжении — газовые водонагреватели (в зданиях любой этажности), при отсутствии газоснабжения — дровяные колонки (в зданиях с числом этажей до пяти) или генераторы тепла, располагаемые в топливниках кухонных плит, в сочетании с баком-аккумулятором либо емкостным подогревателем;

в бытовых помещениях промышленных предприятий при числе душев до пяти или при расчетном расходе тепла на нужды горячего водоснабжения до 50 тыс. ккал/ч — индивидуальные пароводяные или водоводяные подогреватели;

в кухнях столовых и ресторанов — генераторы тепла, располагаемые в топливниках плит.

При расчете производительности генератора тепла, располагаемого в топливнике обычной плиты, площадь его поверхности нагрева принимают равной 0,3—0,5 м<sup>2</sup>, в топливнике плиты ресторанного типа — до 1,3 м<sup>2</sup>. Тепловое напряжение генератора тепла  $Q/H$  от 10 до 12 тыс. ккал/(ч·м<sup>2</sup>). Продолжительность топки плиты в жилых зданиях 2,5 ч в сутки, в кухнях столовых и ресторанов 8—12 ч в сутки.

При расположении генераторов тепла в топливниках плит вода в аккумуляторах может нагреваться или

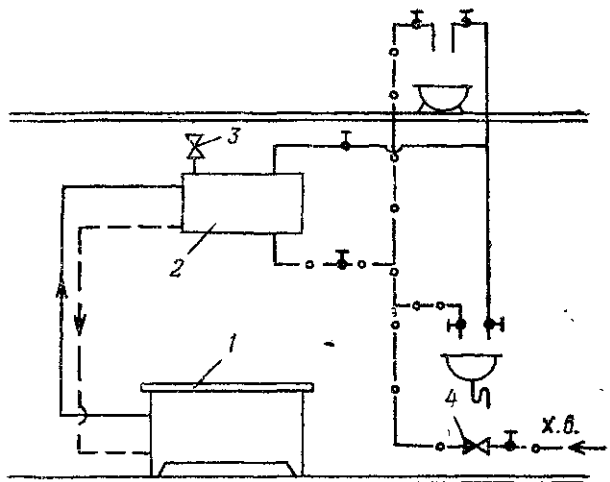


Рис. 20.1. Схема непосредственного соединения генератора тепла с аккумулятором

1 — плита (генератор тепла); 2 — бак-аккумулятор; 3 — предохранительный клапан  $d=20$  или 25 мм; 4 — обратный клапан

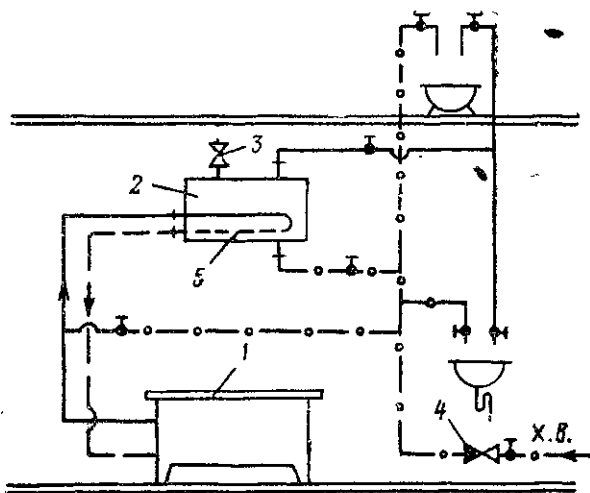


Рис. 20.2. Схема с емкостным подогревателем

1 — плита (генератор тепла); 2 — водонагреватель; 3 — предохранительный клапан  $d=20$  или 25 мм; 4 — обратный клапан; 5 — эмвизик

<sup>1</sup> См. раздел V «Тепловые вводы».



ТАБЛИЦА 20.1

НОРМЫ РАСХОДА ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ  
(ПО СНиП II-Г.8-62)

Потребитель	Единица измерения	Норма водопотребления, л. при $t_r=65^\circ\text{C}$
Жилые здания квартирного типа:		
оборудованные умывальниками, мойками и душами . . . . .	1 человек в сутки	80—100
то же и сидячими ваннами . . . . .	то же	100—110
то же и ванными длиной от 1500 до 1700 мм . . . . .	»	110—130
Жилые здания для одиноких и малосемейных . . . . .	»	80—120
Общесжития:		
с общими душевыми . . . . .	»	40—50
то же, со столовыми и прачечными . . . . .	»	50—60
Гостиницы и пансионаты:		
с общими ваннами и душевыми . . . . .	»	50—60
с ваннами при 25% номеров . . . . .	»	80—100
с ваннами при 75% номеров . . . . .	»	120—160
с ваннами при всех номерах . . . . .	»	160—200
Больницы, санатории общего типа и дома отдыха с общими ваннами и душевыми . . . . .	1 койка в сутки	150—180
Санатории и дома отдыха с ваннами при всех жилых комнатах . . . . .	то же	180—200
Больницы и санатории с грязеводолечением . . . . .	»	200—250
Поликлиники и амбулатории . . . . .	1 посетитель	5
Клубы, Дома культуры и театры:		
с общими душевыми . . . . .	1 душевая сетка в 1 ч	160—180
с индивидуальными душевыми кабинами . . . . .	то же	90—110
Бытовые помещения промышленных предприятий и спортивные сооружения с душевыми . . . . .	»	270
Бани русского типа (без плавательных бассейнов) . . . . .	1 посетитель	90—110
Бани комбинированного типа (без плавательных бассейнов) . . . . .	то же	140—170
Ванно-душевые блоки:		
душевые кабины . . . . .	»	240
ванн . . . . .	»	300

циркуляции по системе бак-аккумулятор — тепло (рис 20.1) или от змеевика, расположенного в жестком закрытом подогревателе, являющемся одновременно аккумулятором горячей воды (рис 20.2) Устройства без змеевика в аккумуляторе долговечны вследствие быстрого зарастания нагревателя и циркуляционных труб.

Замечания: 1. Не допускается применять индивидуальные газовые водонагреватели в ванных комнатах при наличии газовых котла, при жилых комнатах домов отдыха и санаториев; в зданиях (за исключением буфетов); в душевых при спортивных залах и котельных.

2. Газовые водонагреватели изготовляют двух типов: одноступенчатые (полуавтоматические), применяемые при одной и двух точках водоразбора, находящихся в непосредственной близости от нагревателя, и многоточечные (автоматические), применяемые в нескольких (до пяти) точках водоразбора, находящихся на значительном расстоянии от нагревателя.

3. Применение электрических водонагревателей должно быть обосновано технико-экономическими расчетами

### 20.2. Требования, предъявляемые к воде

Вода в системах бытового и производственно-бытового горячего водоснабжения должна удовлетворять требованиям ГОСТ 2874—73 «Вода питьевая». В системах с непосредственным разбором горячей воды из тепловых сетей допускается отклонение качества воды от требований этого ГОСТа в соответствии с указаниями главы СНиП II-Г.10-62 «Тепловые сети. Нормы проектирования».

В централизованных системах горячего водоснабжения в зависимости от качества подпиточной воды (ее жесткости, наличия агрессивной углекислоты, значения pH и т. д.) следует предусматривать мероприятия для предотвращения накипеобразования и внутренней коррозии трубопроводов и оборудования.

Необходимость умягчения горячей воды в банях и прачечных определяется указаниями глав СНиП II-Л.13-62 и СНиП II-Л.14-62.

### 20.3. Температуры и нормы расхода горячей воды

Согласно указаниям главы СНиП II-Г.8-62, температура горячей воды в точках водоразбора должна быть не ниже  $60^\circ\text{C}$ , а после подогревателя не должна превышать  $75^\circ\text{C}$ .

Нормы расхода горячей воды с  $t_r=65^\circ\text{C}$  приведены в табл. 20.1. Если температура подаваемой к водоразборным кранам воды отличается от  $t_r=65^\circ\text{C}$ , то норму расхода воды  $a_t$  находят по формуле

$$a_t = a_{65} \frac{t_r - t_x}{65 - t_x} \quad (20.1)$$

где  $a_{65}$  — норма расхода горячей воды на 1 потребителя при  $t_r=65^\circ\text{C}$ , л/сутки;

$t_r$  — температура горячей воды, поступающей к смесителю,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_x$  — температура холодной воды,  $^\circ\text{C}$  (обычно принимается равной  $5^\circ\text{C}$ ).

Нормы расхода смешанной (потребляемой) воды, а также температура смешанной воды приведены в табл. 20.2. Норму расхода горячей воды  $b_t$  определя-

Продолжение табл. 20.1

ТАБЛИЦА 20.2

Потребитель	Единица измерения	Норма водопотребления, л, при $t_p = 65^\circ \text{C}$
Прачечные:		
механизированные	1 кг сухого белья	20—25
немеханизированные	то же	15
Школы-интернаты	1 место в сутки	80—100
Учебные заведения и общеобразовательные школы с душевыми при гимнастических залах	1 учащийся в смену	7
Детские ясли-сады:		
с дневным пребыванием детей	1 ребенок в сутки	25
с круглосуточным пребыванием детей	то же	30
Предприятия общественного питания:		
приготовление пищи, потребляемой в предприятии	1 блюдо	4
то же, продаваемой на дом	то же	3
Водоразборная точка у технологического оборудования или мойка в столовых, кафе, чайных, кондитерских и магазинах	1 водоразборная точка в 1 ч	250—300
Краны умывальников общего пользования в предприятиях общественного питания	то же	55—65
Парикмахерские	1 место в сутки	40—60
Гаражи при ручной мойке машин:		
легковых	1 машина	150—200
грузовых	то же	200—300
автобусов	»	250—350

Примечания. 1 В таблице указаны среднесуточные расходы за период наибольшего потребления горячей воды.

2 Нормы расхода горячей воды на 1 койку в больницах, санаториях и домах отдыха приняты с учетом расхода воды столовой и прачечной.

3 Расходы воды на мойку автомашин надлежит принимать в зависимости от их типа и условий эксплуатации.

4 Более подробные нормы расхода воды для бань и прачечных приведены в главах СНиП II-Л 13-62 «Бани. Нормы проектирования» и СНиП II-Л 14-62 «Прачечные. Нормы проектирования».

5 Указанные в таблице нормы расхода горячей воды учтены в общих расходах холодной воды, приведенных в главе СНиП II-Г 1-70 «Внутренний водопровод зданий. Нормы проектирования».

6 Продолжительность действия душей на производственных предприятиях надлежит принимать равной 45 мин после смены

ют в зависимости от ее температуры и температуры смешанной воды по формуле

$$b_{см} = b_{см} \frac{t_{см} - t_x}{t_p - t_x} \quad (20.2)$$

где  $b_{см}$  — норма расхода смешанной (потребляемой) воды на 1 процедуру или 1 прибор при температуре смешанной воды  $t_{см}$ , л;

$t_p$  — температура горячей воды, поступающей к смесителю,  $^\circ\text{C}$ .

НОРМЫ РАСХОДА СМЕШАННОЙ ВОДЫ  
(ПО СНиП II-Г.1-70 И ОПЫТНЫМ ДАННЫМ)

Прибор или процедура	Единица измерения	Норма водопотребления, л	Температура потребляемой воды, $^\circ\text{C}$
Жилые здания			
Ванна			
сидячая длиной 1200 мм с душем	1 процедура	250	37
длинной 1500—1550 мм с душем	то же	275	37
длинной 1650—1700 мм с душем	»	300	37
без душа	»	200	37
Душ с душевым поддоном:			
глубоким	»	230	37
мелким	»	100—120	37
Умывальник	»	3—5	25
Мойка кухонная	»	8—10	65
Общественные здания			
Ванные кабины	1 посетитель	500	40
Душевые	то же	400	40
Водоразборная колонка в мыльне	1 ч	1000—1500	40
Ванны без душа в мыльне (или душевой)	то же	600	40
Душ:			
нижний восходящий	»	1000	40
ребристый	»	1200—1500	40
Ножная ванна	»	200	40
Умывальник:			
в парикмахерской	»	10	35
» развлекательной или уборной	»	100	25
Мойка:			
в буфете	»	250	65
» лаборатории	»	60	65
Бытовые помещения промышленных предприятий			
Душ на производствах:			
требующих особого санитарного режима для обеспечения надлежащего качества продукции	1 процедура	40	37
связанных с выделением большого количества пыли или влаги, а также связанных с обработкой ядовитых веществ или зараженных материалов	то же	60	37
Полудуш	»	25	37
Душевая сетка в групповых душевых	1 ч	500	37

Продолжение табл. 20.2

Процедура или вид деятельности	Единица измерения	Норма водопотребления, л	Температура потребляемой воды, °С
Умывальники групповые и индивидуальные			
Умывальники групповых производственных цехов	1 процедура	5	35
Умывальники индивидуальных производственных цехов	то же	3	25
Умывальник в раздевалке или уборной	1 ч	180—200	35
Заваренные чаи			
Производство мытья посуды	100 л пива то же	175—200 50—100	90 30—50
Буфеткарни			
Жареный хлеб	100 кг муки	70	30—40
Пекарный хлеб	то же	600	30—40
Гаражи			
С ручной мойкой			
Автомобилей			
Легковых	1 процедура	500—700	20
Грузовых	то же	70—1000	20
Автобусов	»	700—1200	20
С механической мойкой машин:			
Легковых	»	100—1500	20
Грузовых	»	70—2000	20
Автобусов	»	1500—2000	20

## 20.4. Определение расчетных расходов горячей воды и тепла

В системах горячего водоснабжения расход горячей воды и соответственно расход тепла, необходимого для приготовления этой воды, колеблются как в отдель-

ные недели, так и по дням недели и по часам суток. В связи с этим в практике применяют следующие понятия:

средний расход воды за сутки в неделю наибольшего водопотребления  $A_{Г.В}^{ср.н}$ ;

расход воды за сутки наибольшего водопотребления  $A_{Г.В}^{ср} = k_{сут} A_{Г.В}^{ср.н}$ , где  $k_{сут} = A_{Г.В}^{ср} / A_{Г.В}^{ср.н}$  — коэффициент суточной неравномерности;

среднечасовой расход воды в неделю наибольшего водопотребления  $G_{Г.В}^{ср.н} = A_{Г.В}^{ср.н} / 24$ ;

среднечасовой расход воды за сутки наибольшего водопотребления  $G_{Г.В}^{ср} = A_{Г.В}^{ср} / 24$ ;

максимально-часовой расход воды  $G_{Г.В}^{макс} = k_{ч} G_{Г.В}^{ср}$ , где  $k_{ч} = G_{Г.В}^{макс} / G_{Г.В}^{ср}$  — коэффициент часовой неравномерности;

мгновенный часовой расход воды (продолжительность 1—3 мин)  $G_{Г.В}^{мг}$  (рис. 20.3).

Среднечасовой расход горячей воды используют для определения производительности генераторов тепла и подогревателей при наличии у абонентов специальных баков-аккумуляторов горячей воды и при присоединении абонентов к тепловым сетям по схемам, предусматривающим использование теплоаккумулирующей способности здания для уменьшения пикового потребления тепла из тепловых сетей

Максимально-часовой расход горячей воды используют для определения производительности генераторов тепла и подогревателей при отсутствии у абонентов специальных баков-аккумуляторов горячей воды и при присоединении абонентов к тепловым сетям по схемам, предусматривающим использование теплоаккумулирующей способности зданий.

Мгновенный часовой расход горячей воды используют для определения диаметров подающих труб в местных системах горячего водоснабжения.

Максимально-часовой (расчетный) расход тепла на нужды горячего водоснабжения, ккал/ч, определяют по различным формулам в соответствии с видом потребителя горячей воды:

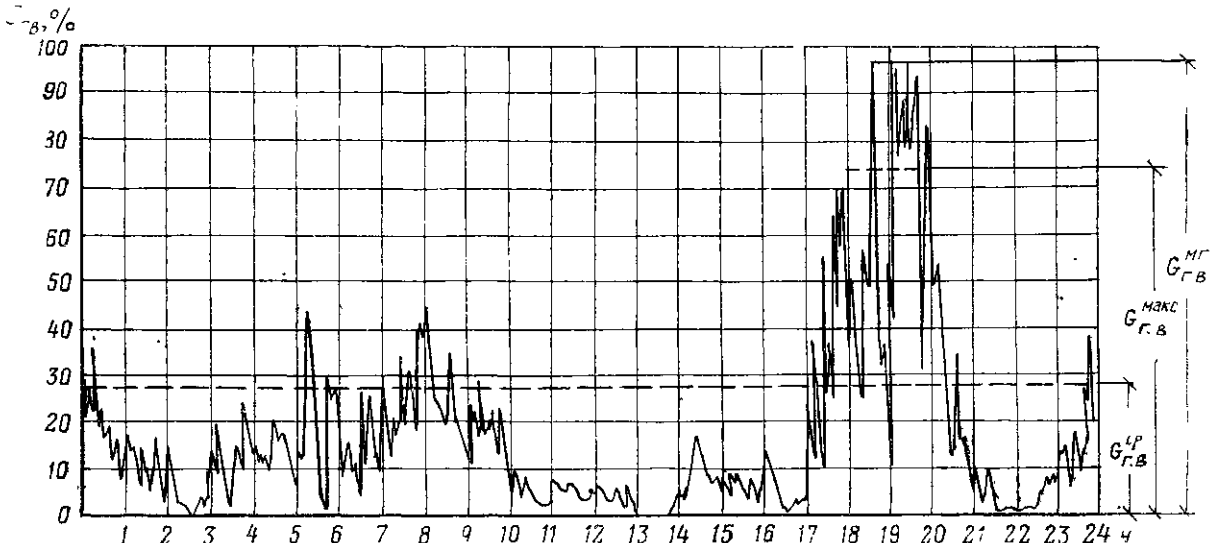


Рис. 20.3 Суточный график расхода горячей воды  $G_{Г.В}$  в жилом здании

1) для жилых зданий, гостиниц и больниц общего типа по числу потребителей (СНиП II-Г.8-62)

$$Q_{г.в}^{\max} = k_{\text{ч}} \frac{n_1 a (65 - t_x)^*}{24}, \quad (20.3)$$

где  $k_{\text{ч}}$  — коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды, принимаемой по табл. 20.3—20.5;

$n_1$  — расчетное число потребителей;

$a$  — норма расхода горячей воды на 1 потребителя, принимаемая по табл. 20.1;

$65$  — температура горячей воды, °C;

$t_x$  — температура холодной воды, °C (при отсутствии данных принимается равной 5° C);

ТАБЛИЦА 20.3

**КОЭФФИЦИЕНТ ЧАСОВОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ**

Число жителей	50	100	150	200	250	300	500	1000	3000	6000 и более
$k_{\text{ч}}$	4,5	3,5	3	2,9	2,8	2,7	2,5	2,3	2,1	2

ТАБЛИЦА 20.4

**КОЭФФИЦИЕНТ ЧАСОВОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ В ГОСТИНИЦАХ**

Число людей, проживающих в гостинице	60	150	300	400	600	900
$k_{\text{ч}}$	4,6	3,8	3,3	3,1	3	2,9

ТАБЛИЦА 20.5

**КОЭФФИЦИЕНТ ЧАСОВОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ В БОЛЬНИЦАХ ОБЩЕГО ТИПА**

Число коек	35	50	75	100	200	300	500	1000
$k_{\text{ч}}$	3,2	2,9	2,6	2,4	2	1,9	1,7	1,6

2) для жилых зданий, оборудованных ваннами, с посемейным заселением квартир допускается применение упрощенной формулы, составленной исходя из числа квартир:

$$Q_{г.в}^{\max} = 10000 n_2 k_1, \quad (20.4)$$

где  $n_2$  — число квартир в здании или группе зданий;

$k_1$  — коэффициент одновременности потребления горячей воды, принимаемой по табл. 20.6;

3) для предприятий общественного питания

$$Q_{г.в}^{\max} = n_3 a (65 - t_x), \quad (20.5)$$

где  $n_3$  — число реализованных блюд в 1 ч;

$a$  — норма потребления горячей воды на приготовление 1 блюда, принимаемая по табл. 20.1.

\* Из формулы (20.3), приведенной в главе СНиП II-Г.8-62 следует, что расход тепла на нужды горячего водоснабжения соответствует среднему максимально-часовому расходу тепла за неделю (период) наибольшего водопотребления.

ТАБЛИЦА 20.6

**КОЭФФИЦИЕНТ ОДНОВРЕМЕННОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ**

Число квартир	6	10	25	50	100	150	200	300	400	1000 и более
$k_1$	0,6	0,49	0,39	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24

Значение  $n_3$  определяется по формуле

$$n_3 = 2,2 m_1 m_2, \quad (20.6)$$

где  $m_1$  — число посадочных мест;

$m_2$  — число посадок в 1 ч, которое принимают для столовых открытого типа равным 2, для столовых промышленных предприятий и учебных заведений — 3, для ресторанов — 1,5.

4) для бань

$$Q_{г.в}^{\max} = n_4 a (65 - t_x), \quad (20.7)$$

где  $n_4$  — число посетителей в 1 ч;

$a$  — норма потребления горячей воды на 1 посетителя, принимаемая по табл. 20.1.

Примечание. Пропускную способность бань в 1 ч определяют по их вместимости (число мест в раздевальне) с коэффициентом 1,4—1,6;

5) для механизированных прачечных

$$Q_{г.в}^{\max} = \frac{n_5 a (65 - t_x)}{T}, \quad (20.8)$$

где  $n_5$  — производительность прачечной, т. е. количество сухого белья, обрабатываемого в смену, кг;

$a$  — норма расхода горячей воды на 1 кг сухого белья, принимаемая по табл. 20.1;

$T$  — число часов работы в смену;

6) для душевых в школах, при спортивных сооружениях и на промышленных предприятиях расчетный часовой расход тепла определяют из условия одновременной работы всех душевых установок.

## 20.5. Расчет аккумуляторов и подогревателей горячей воды<sup>1</sup>

Емкость аккумуляторов горячей воды зависит от неравномерности потребления воды (или тепла) по часам суток и от принятого режима подачи тепла в аккумулятор. Для определения необходимой емкости аккумуляторов строят так называемые интегральные графики соотнесенного и израсходованного тепла. Исходными данными для построения интегральных графиков служат графики расхода тепла (или воды) по часам суток. В случае, если для данного объекта неизвестны конкретные графики расхода тепла (или воды) по часам суток, используют безразмерные графики, составленные для различных категорий потребителей. На рис 20.4—20.9 приведены наиболее характерные безразмерные графики расхода горячей воды (или тепла) по часам суток для зданий различного назначения.

Переход от безразмерных графиков к конкретным осуществляется по найденному для данного объекта

<sup>1</sup> Расчет скоростных водоводяных и пароводяных подогревателей приведен в разделе V.

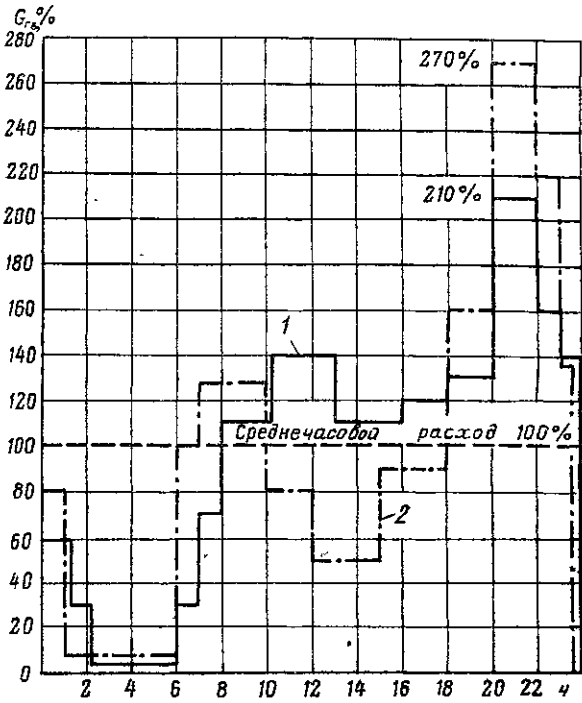


Рис. 20.4. График расхода горячей воды  $G_{г.в}$  по часам суток в жилых зданиях  
1 — при  $n_1=3000$  жителей; 2 — при  $n_1=300$  жителей

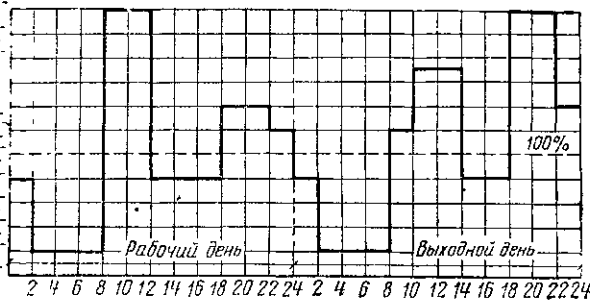


Рис. 20.5. График расхода горячей воды  $G_{г.в}$  по часам суток в гостиницах

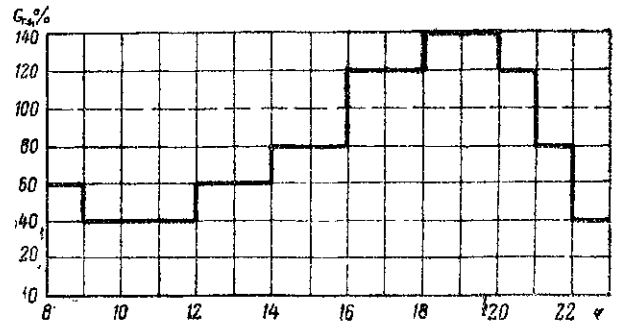


Рис. 20.6. График расхода горячей воды  $G_{г.в}$  по часам суток для бани на 100 мест в субботу

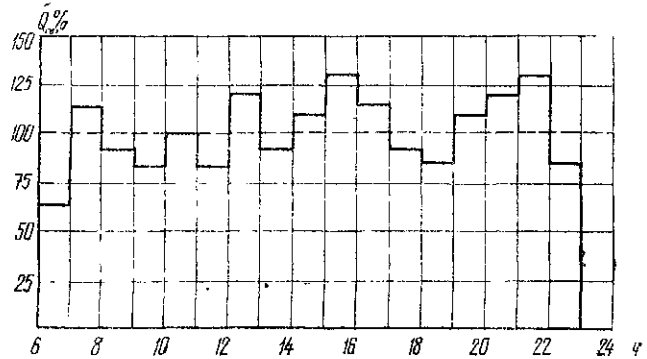


Рис. 20.7. График расхода тепла  $Q_{г.в}$  по часам суток в механической прачечной

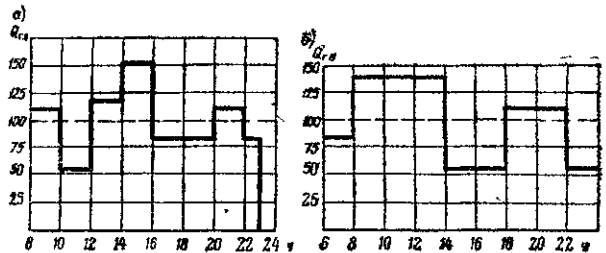


Рис. 20.8. Графики расхода тепла  $Q_{г.в}$  по часам суток  
а — в общественной столовой; б — в заводской столовой

среднечасовому расходу тепла (или воды), который соответствует 100% в безразмерном графике.

Зная конкретный график потребления тепла по часам суток (рис. 20.10), строят интегральный график, нанося на него вначале линию потребления тепла в течение суток (линия *abcde* на рис. 20.11), а затем линию подачи тепла (прямая *ae*). Перед этим предварительно задаются интенсивностью подачи тепла в аккумулятор в отдельные часы суток. Если подача тепла в аккумулятор будет принята точно совпадающей с потреблением тепла, т. е. линия подачи совпадет с линией потребления, то необходимая емкость аккумулятора будет равна нулю, но зато потребуются наибольшие, соответствующие максимально-часовому расходу тепла,

производительность генератора тепла и площадь поверхности греющего змеевика в баке. Если же подача тепла в аккумулятор будет принята равномерной в течение всего периода водоразбора (или в течение суток), то необходимая емкость аккумулятора окажется наибольшей, а производительность генератора тепла и размеры змеевика будут наименьшими. Этот вариант подачи тепла обычно и принимают при решении практических задач, однако, как следует из изложенного, возможны и иные варианты подачи тепла в аккумулятор, если они обоснованы технико-экономическими расчетами или необходимы по тем или иным конкретным условиям.

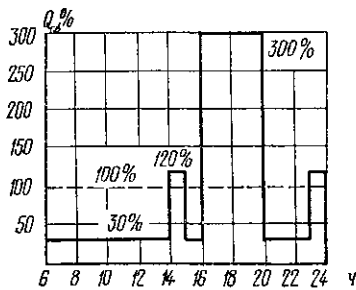


Рис. 20.9 График расхода тепла  $Q_{гв}$  по часам суток в гараже на 50 автомашин

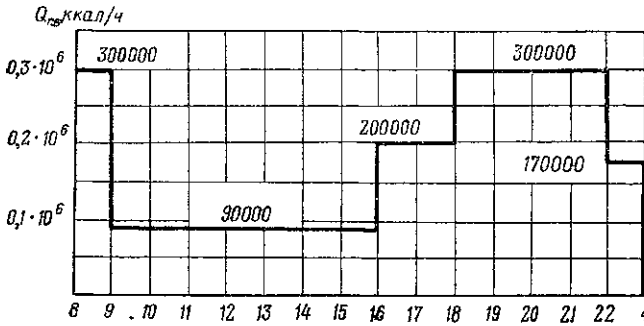
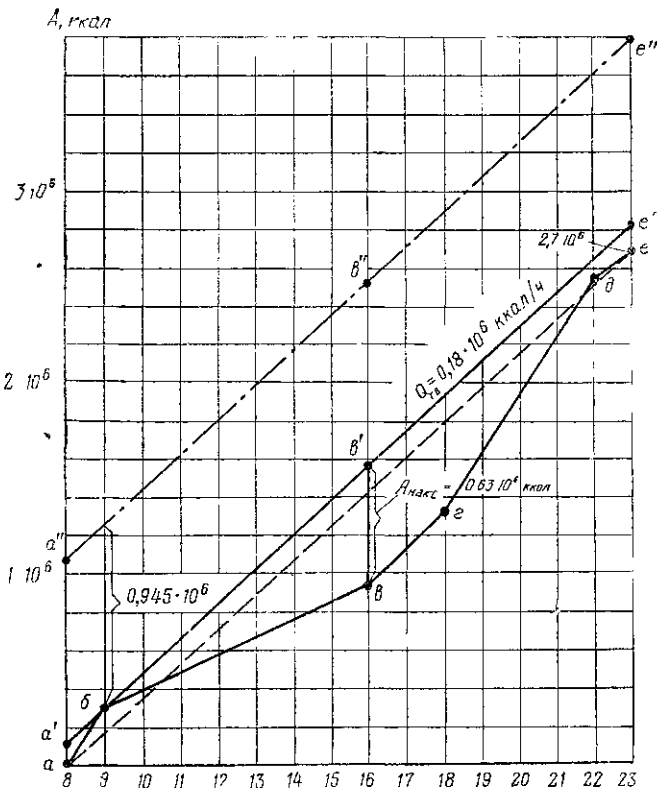


Рис 20.10. График расхода тепла  $Q_{гв}$  по часам суток (к примерам 20.1—20.3)



Примем для примера, что подача тепла в аккумулятор происходит равномерно в течение всего периода водоразбора, продолжительность которого (см рис 20.11) составляет 15 ч. В данном случае принять прямую  $ae$  за линию подачи тепла нельзя, так как на некоторых участках графика эта прямая располагается ниже линии потребления, а это значит, что в некоторые моменты суток (около 9 и 22 ч) из аккумулятора будет взято тепла больше, чем там содержится, что физически невозможно. Для устранения отмеченной нереальности линию подачи необходимо переместить параллельно прямой  $ae$  вверх по крайней мере так, чтобы она соприкасалась с линией потребления только в одной точке и лежала выше всех остальных ее точек. Этому условию отвечает прямая  $a'e'$ .

Отрезки ординат между прямой  $a'e'$  и линией потребления тепла соответствуют количеству полезного тепла в аккумуляторе в те или иные часы суток.

Если хотят, чтобы количество полезного тепла в аккумуляторе было всегда больше нуля, то линию подачи тепла располагают выше точки  $b$ . При этом отрезок ординаты  $ba''$  будет больше отрезка  $ba'$ , и необходимая емкость аккумулятора увеличится.

Емкость аккумуляторов  $V_{ак}$ , л, определяют по различным формулам в зависимости от заданных условий: при постоянной температуре и переменном объеме воды в аккумуляторе

$$V_{ак} = \frac{A_{макс}}{(t_{г} - t_{х}) c}; \quad (20.9)$$

при постоянном объеме и переменной температуре воды в аккумуляторе

$$V_{ак} = \frac{A_{макс}}{(t_{макс} - t_{мин}) c}, \quad (20.10)$$

где  $A_{макс}$  — максимальное количество полезного тепла в аккумуляторе, ккал;

$t_1$  — постоянная температура воды, выходящей из аккумулятора с переменным объемом воды, °C,

$t_x$  — температура холодной воды, °C;

$t_{макс}$  и  $t_{мин}$  — соответственно максимальная и минимальная температура воды, выходящей из аккумулятора с постоянным объемом воды, °C;

$c$  — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(л·°C).

Емкость аккумуляторов со змеевиками и емкостных подогревателей при отборе горячей воды из их верхней части и подаче холодной воды под змеевик должна быть увеличена против расчетной на 20—25%.

Определение температуры горячей воды, выходящей из аккумулятора с постоянным объемом, в различные часы суток приведено в примерах 20.2 и 20.3

При отсутствии данных для составления интегральных графиков емкость аккумуляторов следует принимать согласно указаниям главы СНиП II-Г.10-62 «Тепловые сети. Нормы проектирования».

По данным А. В. Хлудова, независимо от расчета емкость аккумуляторов для небольших бань с местными источниками теплоснабжения должна быть не менее 1,5-часового расхода; для жилых зданий, общежитий, гостиниц, больниц и бань при наличии водопровода — 1-часового расхода; для прачечных производительностью до 3000 кг белья в смену — 0,75-часового расхода; для прачечных производительностью свыше 3000 кг белья в смену — 0,5-часового расхода.

Ниже приводятся эмпирические формулы А. В. Хлудова для определения емкости аккумуляторов  $V_{ак}$ , л, и производительности генераторов тепла  $Q_{гв}$ , ккал/ч,

Рис 20.11 Интегральный график (к примерам 20.1—20.3)

в случае непрерывного поступления тепла в подогреватели

1) для жилых зданий

$$V_{ак} = 900 \sqrt{n + 15} - 3250; \quad (20.11)$$

$$Q_{г.в} = 1500 n a_2, \quad (20.12)$$

где  $n$  — число ванн (длиной 1500 мм), обслуживаемых системой,

$a_2$  — коэффициент одновременности действия ванн, принимаемый по табл. 207,

ТАБЛИЦА 207

**КОЭФФИЦИЕНТ ОДНОВРЕМЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ ВАНН В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ**

Число ванн	Коэффициент										
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	50 и более	
$a_2$	1	0,75	0,6	0,5	0,45	0,42	0,39	0,35	0,34	0,32	0,3

2) для столовых при предприятиях

$$V_{ак} = \frac{Q_{г.в}}{t_{г} - t_{х}}; \quad (20.13)$$

$$Q_{г.в} = \frac{1,3 m_1 n_2}{\tau_2 + \delta} 4,5 (t_{г} - t_{х}), \quad (20.14)$$

где  $m_1$  — число посадочных мест,

$n_2$  — число посадок за время обеденного периода;

$\tau_2$  — продолжительность обеденного периода, ч,

$\delta$  — время, равное 2—3 ч;

3) для общественных столовых и ресторанов

$$V_{ак} = K G_{+70^{\circ}}, \quad (20.15)$$

где  $K$  — коэффициент, изменяющийся в пределах от 0,8 до 1,

$G_{+70^{\circ}}$  — расчетный расход горячей воды при  $t_{г} = +70^{\circ} \text{C}$ , л/ч, который, в свою очередь, определяют по формуле

$$G_{+70^{\circ}} = \frac{0,75 m_1 \tau_3}{\tau_3 - 2} q_r k_4, \quad (20.16)$$

где  $m_1$  — число посадочных мест,

$\tau_3$  — продолжительность работы столовой или ресторана, ч,

$q_r$  — удельный расход горячей воды на посетителя (от 3,6 до 4,5 л),

$k_4$  — коэффициент часовой неравномерности принимаемый в пределах от 1,4 до 1,5,

4) для бытовых помещений промышленных предприятий

$$V_{ак} = (G_1 n_1 + G_2 n_2 + G_3 n_3) k_1, \quad (20.17)$$

$$Q_{г.в} = (Q_1 n_1 + Q_2 n_2 + Q_3 n_3) k_2. \quad (20.18)$$

где  $G_1, G_2, G_3$  — расчетный расход воды соответственно на 1 душ, полудуш и умывальник, л (графа 5 табл. 208);

$Q_1, Q_2, Q_3$  — расчетный расход тепла соответственно на 1 душ, полудуш и умывальник, ккал/ч (графа 7 табл. 208),

$n_1, n_2, n_3$  — количество установленных душевых, полудушей и умывальников,

ТАБЛИЦА 208

**РАСХОД ВОДЫ И ТЕПЛА ДЛЯ БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ УСТАНОВКЕ ГРУППОВЫХ СМЕСИТЕЛЕЙ**

Водоразборное устройство	Температура смешанной воды, °С	Расход смешанной воды, л		Расчетный расход воды, л		Расчетный расход тепла ккал/ч
		на 1 процедуру	за 45 мин	для определения емкости подогревателя	для расчета диаметров труб	
1	2	3	4	5	6	7
Душ	37	40—60	400	215	550	12 800
Полудуш	37	25	250	135	350	8000
Умывальник	25—35	3—5	80	30—40	100	1600—2400

Примечание При отсутствии групповых смесителей указанные в таблице расходы воды и тепла, следует увеличивать на 25%

ТАБЛИЦА 209

**ПОПРАВочНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ НА ЕМКОСТЬ ПОДОГРЕВАТЕЛЯ  $k_1$  И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ГЕНЕРАТОРА  $k_2$**

Схема приготовления горячей воды	Продолжительность подогрева, ч		$k_1$	$k_2$
	до начала водоразбора	во время водоразбора		
Нагрев воды в скоростных подогревателях с установкой бака аккумулятора	1	—	1,1	1,1
	2	—	1,1	0,55
	3	—	1,1	0,35
Нагрев воды в емкостных подогревателях	1	0,75	1,1	0,75
	2	0,75	1,1	0,4
	3	0,75	1,1	0,3
Нагрев воды в баках аккумуляторах, снабженных змеевиками	1	0,75	1,32	0,7
	2	0,75	1,56	0,4
	3	0,75	1,7	0,3

$k_1, k_2$  — поправочные коэффициенты соответственно на емкость подогревателя и производительность генератора, принимаемые в зависимости от выбранной схемы и режима подачи тепла по табл. 209

Для душевых на промышленных предприятиях продолжительность подогрева (число часов зарядки баков-аккумуляторов в смену) рекомендуется принимать по табл. 2010

Площадь поверхности нагрева котлов и змеевиков,  $m^2$ , определяют по формулам.

ТАБЛИЦА 20.10  
ЧИСЛО ЧАСОВ ЗАРЯДКИ  
БАКОВ-АККУМУЛЯТОРОВ В СМЕНУ

Число душевых сеток	до 5	6—20	21—30	31 и более
Число часов зарядки в смену	1	2	3	4

а) котлов при непосредственном отборе воды из них

$$H_k = K \frac{Q_r}{Q/H}; \quad (20.19)$$

б) змеевиков при нагреве воды в баках и емкостных подогревателях

$$F_{зм} = K \frac{Q_r}{k \Delta t}. \quad (20.20)$$

где  $K$  — коэффициент, учитывающий потери тепла системой горячего водоснабжения в окружающую среду; значение  $K$  принимают в пределах от 1,1 до 1,2;

$Q_r$  — расчетный часовой расход тепла, ккал/ч;

$Q/H$  — тепловое напряжение поверхности нагрева котлов, ккал/(м<sup>2</sup>·ч);

$k$  — коэффициент теплопередачи змеевиков, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C);

$\Delta t$  — расчетная разность средних температур теплоносителя и нагреваемой воды, °C.

Коэффициент теплопередачи  $k$  для определения площади поверхности змеевика при нагреве воды в баках или емкостных подогревателях следует принимать по табл. 20.11.

ТАБЛИЦА 20.11

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ  $k$ , ККАЛ/(М<sup>2</sup>·Ч·°C),  
ЗМЕЕВИКА ПРИ НАГРЕВЕ ВОДЫ В БАКАХ  
И ЕМКОСТНЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЯХ  
(ПО СНиП П-Г.8-62)

Материал змеевика	Значения $k$ при теплоносителе	
	паре	воде
Сталь	600	250
Медь или латунь	720	300

Расчетную разность средних температур теплоносителя и нагреваемой воды для баков и емкостных подогревателей определяют по формулам: при подаче холодной воды снизу

$$\Delta t = \frac{T_n + T_k}{2} - \frac{t_n - t_k}{2}; \quad (20.21)$$

при подаче холодной воды сверху

$$\Delta t = \frac{T_n + T_k}{2} - t_k. \quad (20.22)$$

где  $T_n$  и  $T_k$  — соответственно начальная и конечная температуры греющей воды, °C; при нагреве

паром  $(T_n + T_k)/2 = T_n$  (здесь  $T_n$  — температура насыщенного пара, °C);

$t_n$  и  $t_k$  — соответственно начальная и конечная температуры нагреваемой воды, °C.

Пример 20.1. Определить необходимую емкость аккумулятора при постоянной температуре  $t_r = 65^\circ\text{C}$  и переменном объеме воды по заданному графику расхода тепла (см. рис. 20.10) и принятой интенсивности подачи тепла  $Q_{г.в} = 180$  тыс. ккал/ч (см. рис. 20.11).

Решение. Из графика на рис. 20.11 находим  $A_{\text{макс}} = 630$  тыс. ккал (отрезок  $as'$ ). Емкость аккумулятора по формуле (20.9)

$$V_{\text{ак}} = \frac{630\,000}{(65 - 5)} \text{ л} = 10\,500 \text{ л} = 10,5 \text{ м}^3.$$

Пример 20.2. Определить необходимую емкость аккумулятора с постоянным объемом и переменной температурой горячей воды по интегральному графику на рис. 20.11 при  $t_{\text{макс}} = 80^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{мин}} = 50^\circ\text{C}$  и подаче холодной воды в верхнюю часть аккумулятора (естественное перемешивание) или при побудительном перемешивании воды в баке.

Решение. Полезная емкость аккумулятора по формуле (20.10)

$$V_{\text{ак}} = \frac{630\,000}{(80 - 50)} \text{ л} = 21\,000 \text{ л} = 21 \text{ м}^3.$$

При перемешивании воды в аккумуляторе ее температура одинакова по всей его высоте (при наличии змеевика в аккумуляторе это относится к объему воды, находящемуся выше змеевика).

На интегральном графике рис. 20.11 видно, что в 16 ч в аккумуляторе должен находиться максимальный запас тепла; следовательно, температура воды в аккумуляторе в это время равна  $80^\circ\text{C}$ . Полный запас тепла в аккумуляторе

$$A_{\text{полн}} = V_{\text{ак}} (t_{\text{макс}} - t_x) c = 21\,000 (80 - 5) \text{ л ккал} = 1\,575\,000 \text{ ккал}.$$

В 9 ч полезный запас тепла в аккумуляторе равен нулю, но температура воды составляет  $50^\circ\text{C}$ . Из этого вытекает, что постоянный (неиспользуемый) запас тепла в аккумуляторе

$$A_{\text{мин}} = V_{\text{ак}} (t_{\text{мин}} - t_x) c = 21\,000 (50 - 5) \text{ л ккал} = 945\,000 \text{ ккал}.$$

От 9 до 16 ч в аккумуляторе накоплено полезного тепла

$$A = A_{\text{полн}} - A_{\text{мин}} = 1\,575\,000 - 945\,000 = 630\,000 \text{ ккал}.$$

т. е. то количество тепла, которое и необходимо по расчету. Изменение полного количества тепла в аккумуляторе с постоянным объемом воды выражается на интегральном графике линией  $a''e''$ .

Температуру воды в аккумуляторе в различные часы суток определяют по формуле

$$t_r = \frac{A_{\text{полн}}}{V_{\text{ак}} c} + t_x. \quad (20.23)$$

где  $A_{\text{полн}}$  — полный накопленный запас тепла в аккумуляторе к данному часу суток (отрезок ординаты между линией  $a''e''$  и линией потребления тепла), ккал;

$V_{\text{ак}}$  — полезная емкость аккумулятора, л;

$c$  — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(л·°C),

$t_x$  — температура холодной воды, °C.

Например, в 18 ч, когда  $A_{\text{полн}} = 1535$  тыс. ккал,

$$t_r = \frac{1\,535\,000}{21\,000 \cdot 1} + 5 = 78^\circ\text{C},$$

в 23 ч, когда  $A_{\text{полн}} = 1065$  тыс. ккал.

$$t_r = \frac{1\,065\,000}{21\,000 \cdot 1} + 5 = 56,7^\circ\text{C}.$$

Значения температуры горячей воды в различные часы суток приведены в табл. 20.12.

Пример 20.3. Для условий примера 20.2 определить необходимую емкость аккумулятора и температуру выходящей из аккумулятора воды при продавливания воды через греющий змеевик снизу вверх.



ТАБЛИЦА 20.12

## ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ, ВЫХОДЯЩЕЙ ИЗ АККУМУЛЯТОРА

Аккумулятор	Температура воды, °С, по часам суток															
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
подачей воды в входящую часть	55,7	50	54,2	58,5	62,8	67,1	71,4	75,7	80	79	78	72,3	66,7	61	55,2	55,7
продавливанием сверху вниз	75,2	53,2	54,2	58,5	62,8	67,1	71,4	75,7	80	80	80	80	80	80	72,5	72,5

Замечание. В примерах 20.2 и 20.3 принято, что отдача тепла змеевиком постоянна в течение всего периода водоразбора. Фактически эта теплоотдача будет изменяться в связи с изменением  $\Delta t$  и коэффициента теплопередачи. Однако получающиеся при поправке очень невелики, и в практических расчетах ими можно пренебречь.

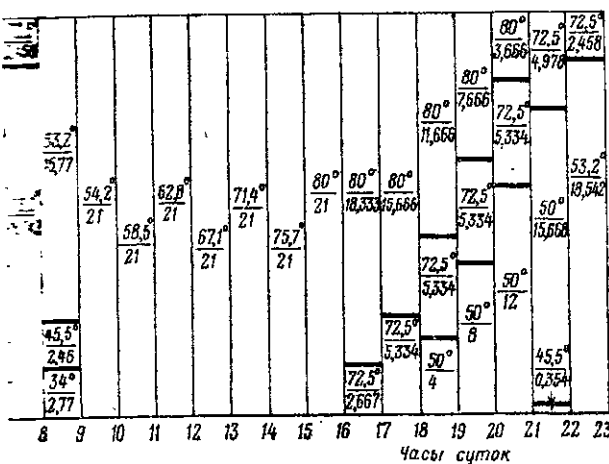


Рис. 20.12 Объемы, м<sup>3</sup> (знаменатель), и температура, °С (числитель), слоев воды в аккумуляторе с продавливанием воды снизу вверх

Решение. По формуле (20.10) необходимая емкость аккумулятора

$$V_{\text{ак}} = \frac{630000}{(80 - 50) \cdot 1} \text{ л} = 21000 \text{ л}$$

Температура воды, выходящей из аккумулятора, будет в данном случае несколько иной. Чем в примере 20.2, так как при продавливании воды снизу вверх возможно образование по высоте аккумулятора нескольких слоев воды с различными температурами, убывающими сверху вниз. По этой же причине фактическая минимальная температура воды, выходящей из аккумулятора, может быть несколько выше предвзятельно назначенной, соответствующей средней температуре воды в аккумуляторе.

Связь между температурой  $t_{\text{г}}$  воды, выходящей из аккумулятора, и температурой  $t_{\text{ниж}}$  воды в слое над змеевиком выражается формулой

$$t_{\text{ниж}} = \frac{Q_{\text{под}}}{Q} (t_{\text{г}} - t_{\text{х}}) + t_{\text{х}} \quad (20.24)$$

где  $Q_{\text{под}}$  — тепло, поступающее в аккумулятор от греющего змеевика, ккал/ч;

$Q$  — часовой расход тепла из аккумулятора, ккал/ч.

Часовой расход горячей воды из аккумулятора, а следовательно, и количество поступающей в аккумулятор воды находятся по формуле

$$V_{\text{час}} = \frac{Q}{(t_{\text{г}} - t_{\text{х}}) \cdot c} \quad (20.25)$$

Если  $Q_{\text{под}} < Q$ , то нижний слой воды имеет температуру из температуры выходящего слоя и в аккумуляторе возник-

ает расслоение воды. Если  $Q_{\text{под}} > Q$ , то нижний слой воды имеет температуру выше температуры выходящего слоя, и в результате конвективного перемешивания воды образуется общий слой со средней температурой, определяемой по известной формуле смешения.

При неоднократном образовании нижнего слоя воды с повышенной температурой расслоение воды в аккумуляторе может исчезнуть и вся вода в нем будет иметь одну и ту же температуру.

Значения температуры воды, выходящей из аккумулятора, даны в табл. 20.12. Объемы и температура слоев воды в аккумуляторе в различные часы суток показаны на диаграмме рис. 20.12.

## 20.6. Определение диаметров подающих труб

Диаметры подающих труб систем горячего водоснабжения должны приниматься из расчета обеспечения подачи необходимого количества горячей воды в наиболее удаленные и высоко расположенные точки водоразбора с максимальным использованием располагаемого давления.

Гидравлический расчет труб производится по формулам и таблицам, применяемым для расчета водопроводных сетей.

Потери давления на трение в сетях горячего водоснабжения следует принимать с коэффициентом 1,2, учитывающим накипеобразование.

В системах горячего водоснабжения со значительными колебаниями температуры горячей воды, например при аккумуляторах с постоянным объемом и переменной температурой воды, расчетный расход горячей воды следует определять по наименьшей температуре воды, выходящей из бака.

Количество горячей воды при заданном количестве смешанной (потребляемой) воды определяют по формуле (20.2).

Расчетную разность давлений, м вод. ст., определяют по следующим формулам:

а) при открытых баках-аккумуляторах

$$H_{\text{р}} = h - H_{\text{с.н.}} \quad (20.26)$$

где  $h$  — расстояние по вертикали от наиболее высоко расположенной точки водоразбора до точки отбора горячей воды из аккумулятора, м;

$H_{\text{с.н.}}$  — избыточное давление (свободный напор) перед водоразборными точками, которое для душевых сеток принимают не менее 2 м вод. ст.;

б) при подогревателях или закрытых герметичных баках-аккумуляторах без дополнительного насоса

$$H_{\text{р}} = H_{\text{вод}} - (H_{\text{с.н.}} + H_{\text{п}} + H_{\text{в}} + h_1) \quad (20.27)$$

где  $H_{\text{вод}}$  — давление в наружном водопроводе у ввода, м вод. ст.;

$H_n = 1,5v^2/2g$  — потери давления в емкостном подогревателе, м вод. ст. (здесь  $v$  — скорость движения воды в подающей трубе, м/с);  
 $H_b$  — потери давления в водомере, м вод. ст.;  
 $h_1$  — расстояние по вертикали от ввода до наиболее высоко расположенной точки водоразбора, м.

## 20.7. Определение диаметров циркуляционных труб

### А. ЦИРКУЛЯЦИОННАЯ ТРУБА МЕЖДУ ГЕНЕРАТОРОМ ТЕПЛА И БАКОМ-АККУМУЛЯТОРОМ

Расход циркулирующей воды, л/ч, определяют по формуле

$$G_{ц} = \frac{Q_{г.в.}}{(t_{ст} - t_{ак}) c}, \quad (20.28)$$

где  $Q_{г.в.}$  — максимальная расчетная производительность генератора, ккал/ч;

$t_{ст}$  — максимальная температура воды в подъемном стояке, принимаемая при открытых баках-аккумуляторах не выше  $98^\circ\text{C}$  (обычно принимают  $t_{ст} = 95^\circ\text{C}$ ), при закрытых баках-аккумуляторах — в зависимости от давления;

$t_{ак}$  — максимальная температура воды в аккумуляторе,  $^\circ\text{C}$ ;

$c$  — теплоемкость воды принимаемая равной  $1 \text{ ккал}/(\text{л} \cdot ^\circ\text{C})$ .

Располагаемую циркуляционную разность давлений, мм вод. ст., определяют по формуле

$$H_p = h_2 (\gamma_{ак} - \gamma_{ст}), \quad (20.29)$$

где  $h_2$  — расстояние по вертикали от середины генератора тепла до устья подъемной трубы, м (рис. 20.13);

$\gamma_{ак}$ ,  $\gamma_{ст}$  — удельный вес воды соответственно при максимальной температуре в аккумуляторе  $t_{ак}$  и при максимальной температуре в подъемном стояке  $t_{ст}$ , кгс/м<sup>3</sup>.

Диаметр циркуляционной трубы при  $t_{ст} > 100^\circ\text{C}$  следует принимать больше расчетного (следующий по сортаменту), учитывая интенсивный процесс накипеобразования.

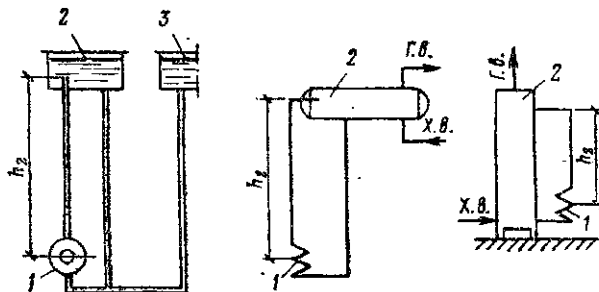


Рис. 20.13. Схемы для определения расчетного циркуляционного давления

1 — генератор тепла; 2 — аккумулятор; 3 — бак холодной воды

## Б. ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ ТРУБЫ ВОДОРАЗБОРНОЙ СЕТИ

Циркуляционные трубы служат для предотвращения остывания горячей воды у точек водоразбора при незначительном водоразборе или полном его отсутствии.

Различают два способа циркуляции: 1) непрерывная циркуляция в течение всего периода снабжения потребителей горячей водой (12—24 ч в сутки), применяемая в системах горячего водоснабжения поликлиник, больниц, амбулаторий, гостиниц, жилых зданий и т. п.; 2) кратковременная циркуляция периодического действия (обычно за полчаса или за час до водоразбора), применяемая в душевых на промышленных предприятиях и служащая лишь для замены в сети остывшей воды горячей.

Примечание. В соответствии с указаниями главы СНиП II-Г-8-62 «Горячее водоснабжение. Нормы проектирования» в жилых зданиях с числом этажей до четырех включительно при отсутствии полотенцесушителей циркуляция воды должна предусматриваться только в магистральных трубах; в зданиях большей этажности и в зданиях, где проектируется установка полотенцесушителей, — в магистральных трубах и стояках.

При постоянном разборе горячей воды или малой протяженности подающих труб (бани, прачечные, небольшие одноэтажные здания и т. п.) циркуляцию воды предусматривать не следует.

Циркуляция воды может осуществляться за счет естественного давления, возникающего вследствие разности удельных весов горячей и остывшей воды в трубах (гравитационная система циркуляции), или под действием насоса (насосная система циркуляции).

Системы с естественной циркуляцией могут применяться для сети протяженностью не более 50 м при верхней разводке и 35 м при нижней разводке в случае расположения генератора тепла ниже наиболее низко расположенных точек водоразбора (табл. 20.13).

ТАБЛИЦА 20.13

### УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ С ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ

Превышение наиболее низко расположенной точки водоразбора над серединой генератора тепла, м	Расстояние по горизонтали от генератора тепла до наиболее удаленной точки, м	
	в системах с верхней разводкой	в системах с нижней разводкой
2	15—20	12—15
6	30—35	20—25
10	40—45	25—30
20	50—60	30—35

Поскольку количество воды, которое должно циркулировать в системах горячего водоснабжения при отсутствии водоразбора, зависит от теплотерь подающих труб, необходимо прежде всего определить их диаметры, выбрать способ прокладки трубопроводов, тип изоляции и ее к. п. д.

Теплопотери подающих труб, ккал/ч, определяют по формуле

$$Q_{тр} = ql(1 - \eta), \quad (20.30)$$

где  $q$  — теплопотери с 1 м длины неизолированного трубопровода, ккал/(ч·м);

$l$  — длина участка трубопровода, м;

$\eta$  — к. п. д. изоляции (обычно принимают от 0,6 до 0,8).

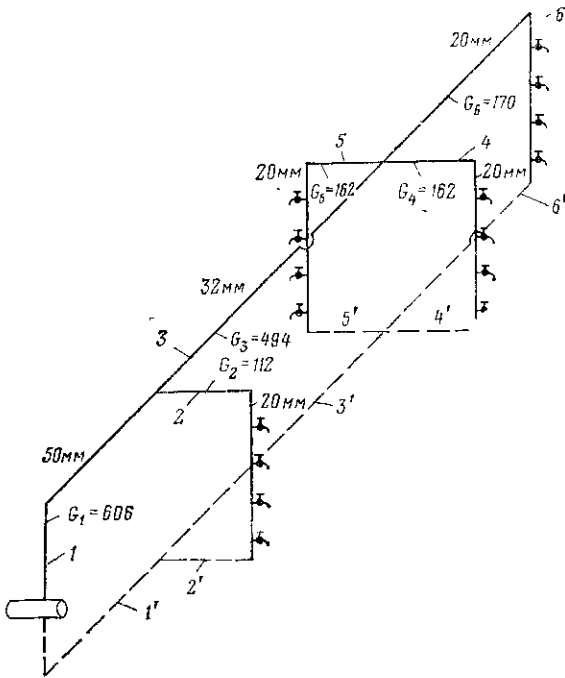


Рис. 20.14. Схема сети горячего водоснабжения с циркуляционным кольцом  
 — подающая труба; - - - циркуляционная труба

Для нахождения величины  $q$  (см. табл. 46.22) необходимо:

- 1) определить диаметр подающей трубы;
- 2) определить перепад между средней температурой воды в подающей трубе и температурой окружающего воздуха:

$$\Delta t' = \frac{t_n + t_k}{2} - t_b, \quad (20.31)$$

где  $t_n$  и  $t_k$  — температура горячей воды соответственно в начале и конце подающей трубы, °С;  
 $t_b$  — температура окружающего воздуха, °С, принимаемая в зависимости от места прокладки подающей трубы:

в неотапливаемом подвале . . . . .	5
на чердаке . . . . .	-10
в жилых помещениях при открытой прокладке . . . . .	18—20
то же, при прокладке в бороздах и каналах . . . . .	40

В жилых зданиях теплотери подающих труб, ккал/ч, ориентировочно могут быть определены по формуле (при полотенцесушителях на циркуляционной трубе)

$$Q_{TP} = 0.05 G_{Г.В.} \quad (20.32)$$

где  $G_{Г.В.}$  — расчетный часовой расход тепла на нужды горячего водоснабжения, ккал/ч, определяемый по формулам (20.3) — (20.8).

Расход воды, л/ч, проходящей по отдельным участкам циркуляционного кольца (рис. 20.14), определяют по формулам:

по участку 1

$$G_1 = \frac{\sum Q_{TP}}{\Delta t'' c}; \quad (20.33)$$

по участку 2

$$G_2 = G_1 \frac{Q_2}{Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6}; \quad (20.34)$$

по участку 3

$$G_3 = G_1 - G_2; \quad (20.35)$$

по участку 4

$$G_4 = G_3 \frac{Q_4}{Q_4 + Q_5 + Q_6}; \quad (20.36)$$

по участку 5

$$G_5 = G_3 \frac{Q_5}{Q_4 + Q_5 + Q_6}; \quad (20.37)$$

по участку 6

$$G_6 = G_3 - (G_4 + G_5). \quad (20.38)$$

где  $\sum Q_{TP}$  — суммарные теплотери подающих труб, ккал/ч;

$\Delta t''$  — перепад температур воды в начале и конце подающей трубы, обычно принимаемый в пределах от 5 до 15°С в зависимости от протяженности циркуляционного кольца;

$Q_1, Q_2, \dots$  — теплотери соответствующих участков подающих труб, ккал/ч.

Данные о теплотерях и расходе воды, проходящей по отдельным участкам циркуляционного кольца, рекомендуется записывать в табличной форме (табл. 20.14).

Для определения расчетного циркуляционного давления используют следующие формулы:

1) при естественной циркуляции, мм вод. ст. — эмпирические формулы, предложенные А. В. Хлудовым:

а) для схемы с верхней разводкой

$$H_p = 0.4 (h + 0.08 l_1) (t_n - t_k); \quad (20.39)$$

б) для схемы с нижней разводкой

$$H_p = 0.25 (h + 0.03 l_1) (t_n - t_k), \quad (20.40)$$

где  $h$  — расстояние по вертикали от середины подогревателя или генератора тепла до горизонтального разлива при верхней разводке и до наиболее высоко расположенной точки водоразбора при нижней разводке, м;

$l_1$  — расстояние по горизонтали от подогревателя или генератора тепла до наиболее удаленной точки водоразбора, м;

$t_n$  и  $t_k$  — соответственно начальная и конечная температура в подающей трубе, °С;

2) при насосной циркуляции, м вод. ст. — формулу

$$H_p = H_1 \left( \frac{0.15 G_p + G_{ц}}{G_{ц}} \right)^2 + H_2, \quad (20.41)$$

где  $H_1$  — потери напора в подающей трубе и оборудовании при расходе  $G_{ц}$ , м;

$G_p$  — расчетный расход горячей воды, л/ч;

$G_{ц}$  — циркуляционный расход воды при отсутствии водоразбора, л/ч;

$H_2$  — потери напора в циркуляционной трубе, м.

ТАБЛИЦА 20.14

**ФОРМА ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ПОДСЧЕТА ТЕПЛОПOTЕРЬ ТРУБ И РАСХОДА ЦИРКУЛИРУЮЩЕЙ ВОДЫ**

№ участка	Подающие трубы		Температура охлаждающего воздуха, °С	Δt	Теплопотери неизолированными трубами, ккал/ч		К.п.д. изоляции η	Теплопотери с учетом изоляции Q <sub>тр</sub> , ккал/ч	Расход циркулирующей воды G <sub>ц</sub> , л/ч
	диаметр d, мм	длина l, м			1 м — q	всего — Q			

Расчетный расход горячей воды, л/ч, в формуле (20.41) определяют по формуле

$$G_p = \frac{Q}{(t_r - t_x) c} \quad (20.42)$$

где  $Q$  — расчетный часовой расход тепла, ккал/ч [формулы (20.3) — (20.8)];

$t_r$  — расчетная температура горячей воды, °С;

$t_x$  — температура холодной воды, °С;

$c$  — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(л·°С).

Примечания: 1. При расчете циркуляционного кольца предполагается, что разброс горячей воды отсутствует.

2. Естественное давление при насосной циркуляции не учитывают.

3. Величину  $H_p$  для небольших систем при применении осевых или малонапорных насосов принимают в пределах от 100 до 500 мм вод. ст.

4. В протяженных системах циркуляционные трубы следует рассчитывать при удельных потерях давления на трение 10–15 мм вод. ст. на 1 м их длины.

5. Для удовлетворительной работы циркуляционного кольца потери давления в подающей трубе рекомендуются принимать в четыре раза меньше потерь давления в циркуляционной трубе.

6. Потери давления в циркуляционных кольцах должны быть увязаны. Разница в потерях давления в циркуляционных кольцах не должна превышать 10%.

7. Общие потери давления в циркуляционном кольце не должны превышать 75% располагаемого расчетного циркуляционного давления.

8. Подбор диаметров циркуляционной трубы производят методом, аналогичным применяемому для водяного отопления.

Циркуляцию воды в системах горячего водоснабжения, присоединенных к открытым системам теплообеспечения, осуществляют следующим способом:

а) при водоразборе из обратного теплопровода (зимний режим) за счет разности давлений, создаваемой диафрагмой, устанавливаемой на обратном теплопроводе между точками присоединения подающей и циркуляционной труб системы горячего водоснабжения;

б) при водоразборе из подающего теплопровода (летний режим) за счет разности давлений в трубах тепловой сети, уменьшенной до необходимой величины  $H_p$  [см. формулу (20.41)] диафрагмой, устанавливаемой на циркуляционной трубе системы горячего водоснабжения.

Диаметр отверстия диафрагмы, мм, определяют по формуле

$$d_d = 11,3 \sqrt{\frac{G_d}{V H_d}} \quad (20.43)$$

где  $G_d$  — расход воды, проходящей через диафрагму, м<sup>3</sup>/ч;

$H_d$  — напор, поглощаемый диафрагмой, м вод. ст.

Напор, поглощаемый диафрагмой, установленной на обратном теплопроводе, обеспечивающей циркуляцию

в зимнее время, определяют по формуле (20.41). Расход воды через диафрагму принимают равным расходу воды в системе отопления.

Давление, м вод. ст., поглощаемое диафрагмой, установленной на обводной линии циркуляционной трубы, обеспечивающей циркуляцию в летнее время, определяют по формуле

$$H_d = H_c - H_p \quad (20.44)$$

где  $H_c$  — разность давлений в подающем и обратном теплопроводах, м вод. ст.

Расход воды, м<sup>3</sup>/ч, через диафрагму определяют по формуле

$$G_d = 0,00015 G_p \quad (20.45)$$

## 20.8. Конструктивные указания

Сети трубопроводов горячего водоснабжения, следует, как правило, проектировать с нижней тушковой разводкой. Кольцевая разводка допускается только при наличии соответствующих технико-экономических обоснований.

В душевых при количестве установленных душевых сеток более трех подающий трубопровод должен быть закольцован.

При применении в жилых зданиях стандартных санитарно-технических кабин для увязки потерь давления в подающих и циркуляционных стояках следует применять диафрагмирование. Диаметр отверстия диафрагмы определяется по формуле (20.43). Если искомый диаметр диафрагмы получается меньше 5 мм, следует устанавливать две диафрагмы на расстоянии, равном 10 диаметрам трубы.

В зданиях с числом этажей до четырех включительно при отсутствии циркуляционных стояков и в других отдельных случаях в зависимости от местных условий допускается присоединение полотенцесушителей к системе отопления.

Трубопроводы горячего водоснабжения надлежит проектировать из стальных оцинкованных труб.

Подогреватели, аккумуляторы, главные стояки и разводящие магистрали независимо от места их расположения должны быть покрыты тепловой изоляцией.

Для обеспечения выпуска воздуха и спуска воды трубопроводы системы горячего водоснабжения следует прокладывать с уклоном не менее 0,002.

При верхней разводке и при отсутствии баков-аккумуляторов, расположенных наверху, для выпуска воздуха из системы горячего водоснабжения применяются автоматические воздухоотводчики или, в крайнем случае, воздухоотборники с кранами.

Из системы с нижней разводкой воздух выпускается через верхние водоразборные точки. Если при этом предусмотрена циркуляция через стояки, то циркуляционный стояк должен быть присоединен к подающему ниже наиболее высоко расположенного водоразбора.

Питание открытых баков холодной водой следует производить через поплавковые краны. Число шаровых поплавковых кранов должно быть не менее двух.

Баки для нагрева воды снабжают переливной, спускной и сигнальными трубами.

При подаче холодной воды под змеевик горячую воду рекомендуется отбирать из бака на 150 мм ниже уровня воды в баке.

При нагреве воды непосредственным впуском острого пара для устранения возможности попадания воды из перфорированной трубы в подводящий паропровод пос-

1. Также быть расположен вне бака не менее чем 50 мм выше уровня воды в нем.

2. Емкостные подогреватели, обогреваемые паром низкого давления или водой температурой выше 100°C, а также стальные котлы при непосредственном нагреве воды из них должны быть снабжены рычажными обратными клапанами, диаметр которых определен расчетом.

3. При нагреве воды паром низкого давления в баках емкостных подогревателях змеевик не должен иметь более четырех рядов труб. В случае необходимости следует устанавливать несколько змеевиков с самостоятельной подачей пара и с отводом конденсата и воздуха из них.

4. Для обеспечения постоянства температуры воды, подаваемой в баках и в емкостных или скоростных подогревателях, рекомендуется устанавливать автоматические регуляторы температур.

5. На циркуляционной трубе перед присоединением ее

к подогревателю при насосной циркуляции следует устанавливать обратный клапан, при естественной циркуляции — тройник с эжектирующим соплом.

Запорная арматура должна устанавливаться в следующих местах:

- а) на всех ответвлениях от магистральных труб;
- б) у оснований подающих и циркуляционных стояков в зданиях с числом этажей три и более;
- в) на ответвлениях в каждую квартиру;
- г) на ответвлениях, питающих пять и более водоразборных точек.

Примечание. Пробочные краны допускается устанавливать, когда давление в сети не превышает 10 м вод. ст.

Манометры устанавливают до и после циркуляционных насосов, а также на подающей трубе.

Термометры устанавливают на подающей трубе (до и после подогревателей) и циркуляционной трубе (после насоса).

## Раздел V. ТЕПЛОВЫЕ ВВОДЫ

Для присоединения потребителей к тепловым сетям устраивают тепловые пункты

На вводах к промышленным предприятиям, а также к абонентам в здании которых находятся несколько компактно расположенных зданий, кроме тепловых пунктов, устраиваемых отдельно в каждом здании, сооружают центральные тепловые пункты. Для жилых кварталов целесообразность сооружения центрального теплового пункта с размещением в нем подогревательных установок горячего водоснабжения и его оптимальную мощность определяют технико-экономическим расчетом.

Помещение теплового пункта должно быть отделено от других помещений и иметь открывающиеся наружу входные двери, оборудованные надежными запорами. Помещение должно быть сухим. Пол в помещении теплового пункта выполняют бетонным или плиточным, потолки и стены оштукатуривают и окрашивают. Панели окрашивают масляной краской, а потолки и стены выше панели — клеевой краской.

В газифицированных районах тепловоды вводят в помещение теплового пункта через газонепроницаемые перегородки (обычно неподвижные опоры), устанавливаемые в наружной стене.

Помещение теплового пункта должно иметь постоянное электрическое освещение с осветительной арматурой, соответствующей требованиям для сырых помещений. В тепловом пункте предусматривают устройство приточно-вытяжной вентиляции водопровода и канализации.

Размеры (минимальные) помещений тепловых пунктов, м, принимают в зависимости от характеристик зданий и присоединенных систем теплоснабжения<sup>1</sup>.

Длина  
Ширина  
Высота до выступающих балок перекрытия

Жилые, административные и промышленные здания с отопительными системами присоединенными непосредственно или через элеваторы, как при наличии систем горячего водоснабжения с непосредственным водоразбором, так и при их отсутствии

То же, при наличии систем горячего водоснабжения с водоводными подогревателями

Жилые, административные и промышленные здания с отопительными системами присоединенными через центробежные подмешивающие насосы, как при наличии систем горячего водоснабжения с непосредственным водоразбором, так и при их отсутствии

То же, при наличии систем горячего водоснабжения с водоводными подогревателями

4	1,5	2
7	4	2,5
5	4	2,5
7	6	2,5

**Примечание.** При наличии кроме указанных нагрузок (отопления и горячего водоснабжения), нагрузки вентиляции длина теплового пункта увеличивается на 0,5 м, а высота — на 0,4 м.

Ширину проходов между оборудованием принимают не менее 1 м, расстояние от поверхности изоляции

<sup>1</sup> Инструкция по эксплуатации тепловых сетей М., «Энергия», 1972

тепловодов до стен — не менее 0,1 м, расстояние фланца арматуры до пола или потолка помещения — не менее 0,3 м.

На трубе смешанной воды после элеватора не допускают изгибов на расстоянии не менее пяти диаметров трубы. При этом диаметр трубы после элеватора должен быть на один калибр больше диаметра трубы до элеватора.

Тепловые узлы оборудуют штуцерами с задвижками или вентилями, обеспечивая возможность подсоединения к ним линий водопровода и сжатого воздуха. Соединение дренажных выпусков с канализацией следует выполнять с воздушным разрывом через раковину, воронку или приямок.

В случаях, когда на тепловом пункте нет условий для самотечного спуска воды из системы, а также при давлении в водопроводной сети, меньшем статического давления системы абонента, на тепловом пункте должен быть установлен ручной или электрический центробежный насос, обеспечивающий при подсоединении его к тепловому узлу опорожнение или заполнение системы.

На тепловом пункте не допускается устройство обводов вокруг грязевиков и элеваторов, а также переключек между подающими и обратными трубами.

Тепловой пункт паровых сетей оборудуют дренажами пусковыми (прямыми) и эксплуатационными (через конденсатоотводчики или ограничительные шайбы). Пусковые дренажи устраивают в следующих местах: перед главными входными задвижками, на распределительном коллекторе, за пусковыми задвижками распределительных паропроводов, во всех нижних точках паропровода на тепловом пункте и в системе паропотребления.

Все горячие трубы, линии холодного водопровода и оборудование теплового пункта должны быть изолированы и окрашены.

Для обслуживания оборудования, расположенного на высоте 2,5 м и более, необходимо устраивать постоянные площадки и лестницы.

Выбор схемы присоединения того или иного потребителя к тепловым сетям в основном зависит от принятого местного систем теплоснабжения, системы теплоснабжения, температурного графика тепловых сетей, пьезометрического графика тепловых сетей.

Присоединения к тепловым сетям следует проектировать в соответствии с техническими правилами проектирования, строительства и приемки в эксплуатацию тепловых сетей и вводов.

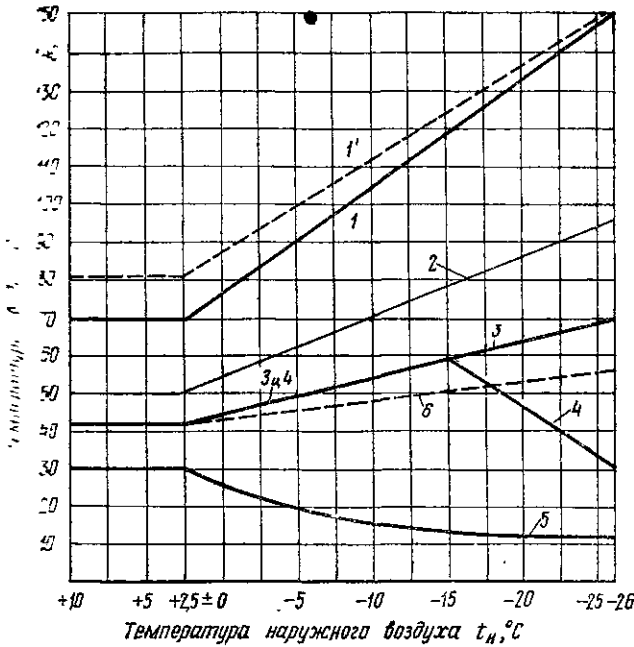
### Глава 21. ПРИСОЕДИНЕНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ, А ТАКЖЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ И КОММУНАЛЬНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ТЕПЛА К ВОДЯНЫМ ТЕПЛОВЫМ СЕТЯМ

#### 21.1. Системы теплоснабжения

Наиболее распространенными системами теплоснабжения от ТЭЦ и крупных котельных с теплоносителем горячей водой являются двухтрубные закрытые и открытые системы теплоснабжения. Термины «закрытая» и «открытая» приняты условно по характеру присоединения систем горячего водоснабжения к тепловым сетям — через подогреватели и непосредственно (непосредственный водоразбор).

## 21.2. Температурный график водяных тепловых сетей

В настоящее время в системах теплоснабжения все более широко применяют регулирование температуры теплоносителя по графику 150—70°С. В ряде случаев температуру теплоносителя повышают до 180°С, такая высокая температура пригодна только для



21.1. Примерный график регулирования температуры воды в тепловой сети ( $Q_0 = 80\%$ ;  $Q_{\text{вент}} = 6\%$ ;  $Q_{\text{отоп}} = 14\%$ , в том числе 15% — параллельное присоединение, 85% — последовательное присоединение по двухступенчатой схеме)

1 — температура воды в подающем теплопроводе соответствует нормальному (отопительному) и повышенному графику (пунктирная линия), 2 — температура воды в подающей трубе этой системы отопления; 3 — температура обратной воды от системы отопления; 4 — то же, от системы вентиляции; 5 — температура смешанной обратной воды (присоединение по параллельной схеме); 6 — температура смешанной обратной воды (присоединение по двухступенчатой схеме)

взятых теплопроводов, городские же тепловые сети после станции смешения обычно работают по температурному графику 150—70°С.

Схема присоединения систем теплоснабжения должна предусматривать снижение температуры теплоносителя до величин, заданных для местных систем (отопление 95 и 105°С, горячее водоснабжение 60°С)\*.

На рис. 21.1 приведен примерный график регулирования температуры теплоносителя по отопительной нагрузке с параллельным включением подогревателей горячего водоснабжения (линии 1, 3 и 5). При этом расход сетевой воды на 1 Гкал/ч составляет:

$$\frac{1 \cdot 10^6}{(70 - 30) 10^3} = 25 \text{ т/ч,}$$

т. е. вдвое больше, чем требуется на 1 Гкал/ч для отопления:

$$\frac{1 \cdot 10^6}{(150 - 70) 10^3} = 12,5 \text{ т/ч.}$$

В целях снижения расхода теплоносителя, уменьшения затрат на его перекачку и стоимости тепловой сети в последнее время широко применяют повышенный график центрального регулирования температуры теплоносителя по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения с двухступенчатыми (последовательной и смешанной) схемами включения подогревателей горячего водоснабжения (пунктирные линии 1' и 6).

Повышенный график, согласно главе СНиП II-Г.10-62, допускается применять при наличии систем горячего водоснабжения не менее чем у 75—80% жилых и общественных зданий<sup>1</sup>.

Температурный график, необходимый для проектирования тепловых пунктов, принимается по техническим условиям энергоснабжающей организации или по данным организации, проектирующей систему централизованного теплоснабжения от ТЭЦ (котельной).

## 21.3. Пьезометрический график тепловых сетей

Пьезометрический график характеризует динамическое и статическое давление в любой точке теплофикационной системы, т. е. ее динамическое и статическое состояние, которое необходимо учитывать при выборе схемы присоединения.

На рис. 21.2 показаны наиболее часто встречающиеся случаи расположения отдельных потребителей при сложном рельефе местности.

## 21.4. Присоединение систем отопления

При выборе схем присоединения систем отопления к тепловым водяным сетям необходимо учитывать допустимое давление на отопительные приборы (см. главу 12). Увеличение давления сверх допустимого может привести к аварии.

В техническом задании теплоснабжающей организации должны быть указаны расчетный температурный график, давление в подающем и обратном теплопроводах и отметка линии статического давления в системе теплоснабжения.

В зависимости от характера пьезометрического графика отопительные системы присоединяют к тепловым сетям, работающим на перегретой воде, по следующим основным схемам<sup>2</sup>:

- а) с элеватором (рис. 21.3);
- б) с насосом на перемычке или на подающей либо обратной линии (рис. 21.4—21.6);
- в) непосредственно, без подмешивания (рис. 21.7);
- г) через подогреватель (рис. 21.8).

Присоединение с элеватором применяется в тех случаях, когда разность давлений составляет не менее

<sup>1</sup> Подробные данные по режимам регулирования см в «Справочнике проектировщика Тепловые сети». М., Стройиздат, 1965

<sup>2</sup> Подробные схемы и типовые рабочие чертежи узлов даны в «Альбоме типовых деталей» ТС-01-15, вып. I-IV. М., Госстрой СССР, 1945.

\* Для зданий различного назначения расчетные температуры воздуха внутри помещений и температуры воды после подогревателей даны в главах СНиП II-Г.7-62, СНиП II-Г.8-62 и СНиП II-Г.10-62.

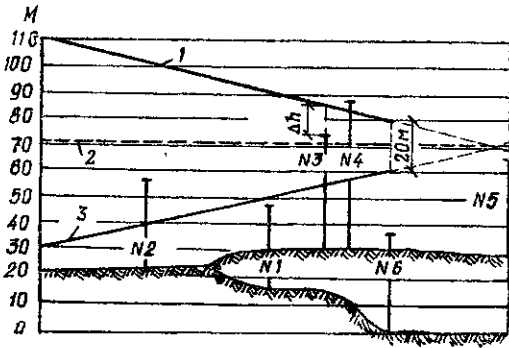


Рис. 21.2. Пьезометрический график тепловой сети (№ 1—6 — потребители)

1 — линия давления в подающей тепловой магистрали; 2 — линия статического давления в системе теплоснабжения; 3 — линия давления в обратной тепловой магистрали

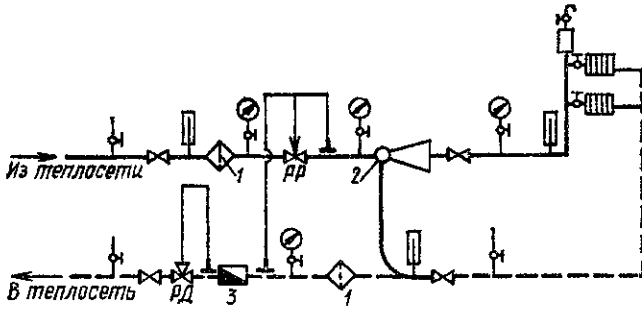
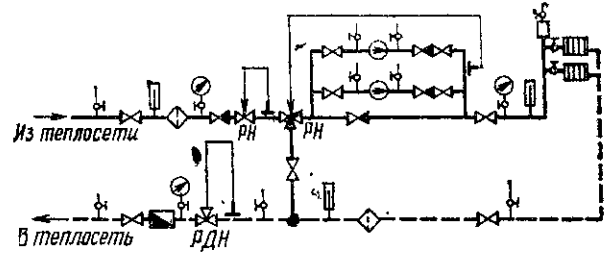


Рис. 21.3. Схема присоединения системы отопления с элеватором

1 — грязевик, 2 — элеватор, 3 — водомер или расходомер; РР — регулятор расхода; РД — регулятор давления



215 Схема присоединения системы отопления с насосами на подающей линии

РДН — регулятор давления непрямого действия

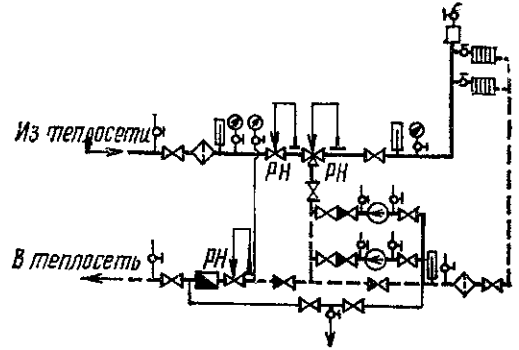


Рис. 21.6. Схема присоединения системы отопления с насосами на обратной линии

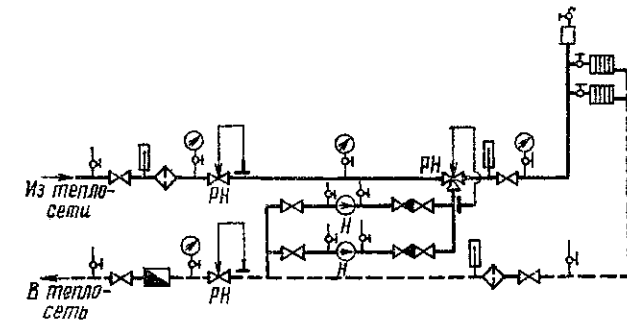


Рис. 21.4. Схема присоединения системы отопления с насосами на перемычке

РН — регулятор напора прямого действия; Н — насос

15 м вод. ст., а давление в обратной тепловой магистрали не превышает 60 м вод. ст.

Присоединение с насосом на перемычке применяется при разности давлений, недостаточной для работы элеватора. В частном случае присоединение с насосом на перемычке применяется, когда давление в обратной линии меньше статического давления местной системы,

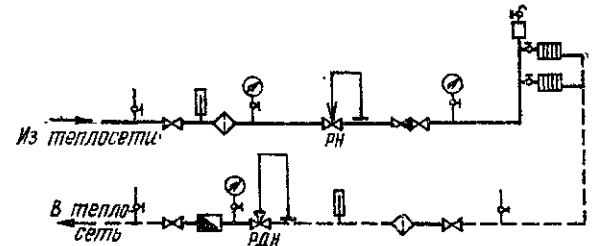


Рис. 21.7. Схема непосредственного присоединения системы отопления

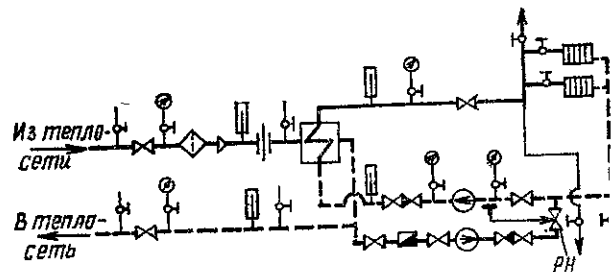


Рис. 21.8. Схема присоединения системы отопления через подогреватель (независимое присоединение)



ответствующего высоте здания. При этом за расчетную разность давлений принимают разность между давлением в подающей линии и статическим давлением местной системы с учетом запаса на непредвиденные сопротивления (не менее 4 м вод. ст.).

Присоединение систем отопления по независимой схеме через подогреватели применяют в случаях, когда давление в обратной тепловой магистрали или статическое давление в системе теплоснабжения больше допустимого на отопительные приборы, а также для особо ответственных зданий (музеи, архивы, архитектурные памятники и др.).

Для уникальных зданий и зданий особого назначения подогревательную установку проектируют из двух параллельно включенных подогревателей.

Потребителей, не ограниченных температурой воды в системах отопления и вентиляции, можно присоединять к тепловым сетям по схеме без подмешивания обратной воды<sup>1</sup>. При этом должна быть исключена возможность вскипания перегретой воды при динамическом статическом состояниях систем.

Для наиболее часто встречающихся случаев расположения отдельных потребителей при сложном рельефе местности (см. рис. 21.2) применяют следующие из указанных выше схем присоединений.

Потребитель № 1 — присоединение по элеваторной схеме (см. рис. 21.3), так как разность давлений на вводе вполне достаточна. Регулятор давления на обратной линии не устанавливают, поскольку статическое давление местной системы, соответствующее высоте абонента, меньше давления в обратной тепловой магистрали и статического давления в системе теплоснабжения.

Потребитель № 2 — присоединение по элеваторной схеме (см. рис. 21.3) с установкой регулятора давления (клапана подпора) на обратной линии, так как высота здания выходит за пределы давления в обратной тепловой магистрали.

Потребитель № 3 — присоединение с насосом на перемычке (см. рис. 21.4), так как разность давлений  $\Delta h$  недостаточна для присоединения абонента через элеватор, а высота здания выходит за пределы давления в обратной тепловой магистрали и за пределы статического давления в системе теплоснабжения. На вводе необходимо устанавливать регулятор давления (на обратной линии) и обратный клапан (на подающей линии).

Потребитель № 4 — присоединение с насосом на подающей линии (см. рис. 21.5), так как высота здания выходит за пределы давления в подающей тепловой магистрали. Применение такой схемы следует согласовывать с теплоснабжающей организацией, поскольку она останавливает циркуляционные насосы на ТЭЦ и при срабатывании обратного клапана на подающей линии вся система теплоснабжения оказывается под недопустимым статическим давлением местной системы, что может вызвать аварию. Такие потребители целесообразнее присоединять по независимой схеме через подогреватель (см. рис. 21.8).

Потребитель № 5 — присоединение с насосом на обратной линии (см. рис. 21.6), так как здание находится в зоне пересечения пьезометрических линий подающей и обратной тепловых магистралей. Этот случай вообще ненормален и рассматривается как исключение. При пересечении пьезометрических линий насосы иногда устанавливают на подающей линии (см. рис. 21.5).

Потребитель № 6 — присоединение по независимой,

гидравлически несвязанной схеме через подогреватель (см. рис. 21.8), так как давление в обратной тепловой магистрали больше допустимого.

## 21.5. Присоединение систем горячего водоснабжения

При открытой системе теплоснабжения система горячего водоснабжения присоединяется непосредственно к подающей и обратной теплофикационным линиям на вводе (непосредственный водоразбор) (рис. 21.9).

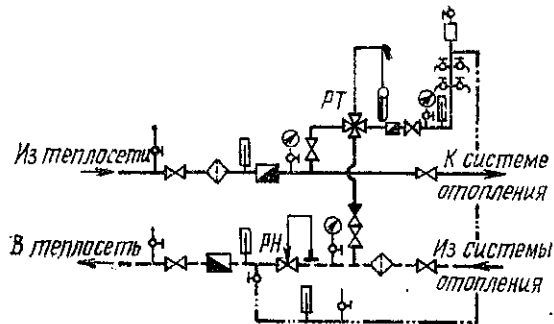


Рис. 21.9. Схема присоединения системы горячего водоснабжения при непосредственном водоразборе

РТ — регулятор температуры прямого действия

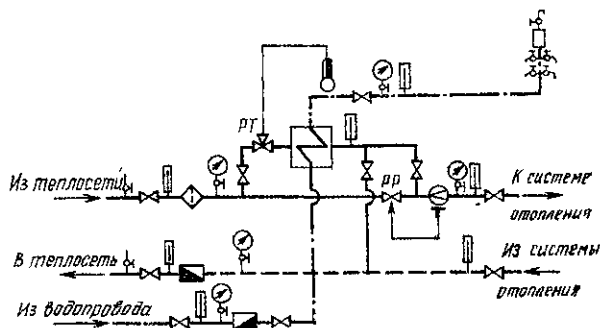


Рис. 21.10. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с предвключенным подогревателем

Потоки сетевой воды из подающей и обратной линий смешиваются в смесителе или непосредственно в корпусе регулятора температуры (РТ), установка которого обязательна для поддержания постоянной (заданной) температуры разбираемой воды (обычно 60°С).

Для исключения перегрева воды из подающей линии в обратную на перемычке устанавливается обратный клапан.

Присоединение систем горячего водоснабжения по схеме с непосредственным водоразбором, применяемой как с аккумуляторами, так и без них, допускается, если система теплоснабжения обеспечена специальной водоподготовкой на ТЭЦ (в котельной).

При закрытой системе теплоснабжения присоединение систем горячего водоснабжения осуществляется через водоводяные скоростные подогреватели. Выбор

<sup>1</sup> См. главу СНиП II-Г.7-62,

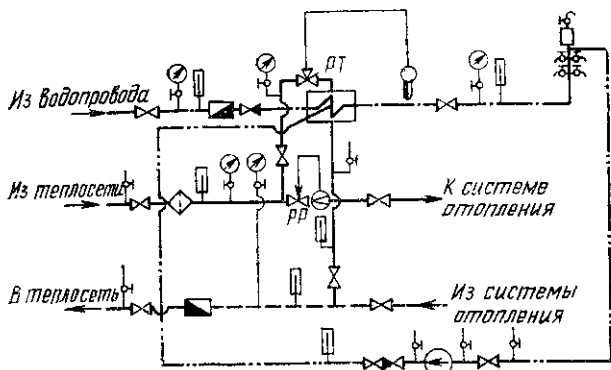


Рис. 21.11. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с включением подогревателя по параллельной схеме

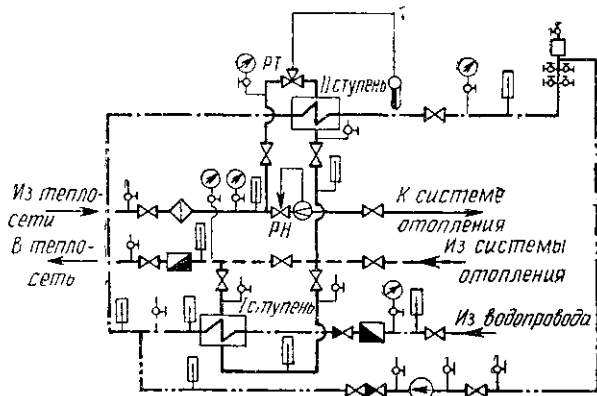


Рис. 21.12. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с включением подогревателей по двухступенчатой смешанной схеме

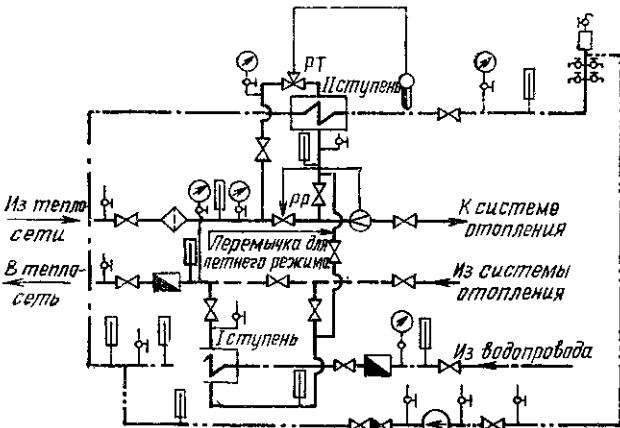


Рис. 21.13. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с включением подогревателей по двухступенчатой последовательной схеме

схемы включения подогревателей горячего водоснабжения в основном обуславливается принятым температурным режимом работы теплосвой сети и отношением максимальных расходов тепла на нужды горячего водоснабжения и отопления  $\rho = Q_{г.в}^{max} / Q_o$ . Предел указанного отношения, при котором применяется та или иная схема включения подогревателей (двухступенчатая последовательная, двухступенчатая смешанная, предвключенная — рис. 21.10, параллельная — рис. 21.11) для

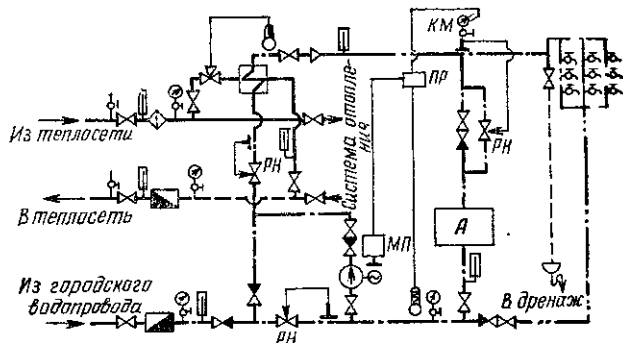


Рис. 21.14. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с нижним аккумуляторным баком  
А — аккумуляторный бак; МП — магнитный пускатель; ПР — промежуточное реле, КМ — контактный манометр

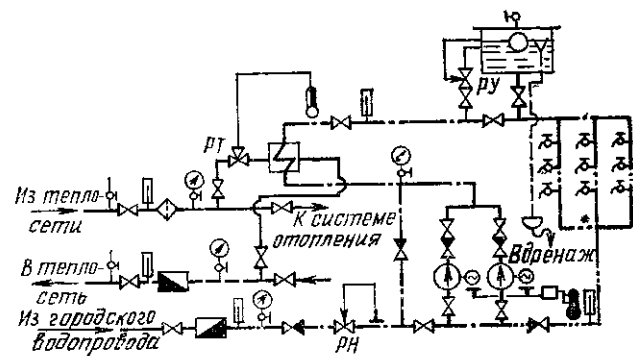


Рис. 21.15. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с верхним аккумуляторным баком  
ПУ — регулятор уровня

нормального (отопительного) и повышенного температурных графиков, определяется Строительными нормами и правилами (СНиП) или нормами технологического проектирования.

Подогреватели горячего водоснабжения бань, прачечных, плавательных бассейнов, гостиниц и больниц следует включать по параллельной схеме с установкой аккумуляторных баков.

Принцип работы подогревателей горячего водоснабжения, включаемых по двухступенчатой смешанной схеме (рис. 21.12), заключается в следующем. Водопроводная вода поступает в трубный пучок подогревателя I ступени, где она нагревается обратной водой из системы отопления и обратной водой из подогревателя II ступени. Затем водопроводная вода поступает в труб-

подогревателя II ступени, где ее температура повышается до расчетной сетевой водой из подающего трубопровода. Расход сетевой воды из подающего трубопровода на подогрев водопроводной воды в периоде II ступени зависит от степени ее нагрева подогревателем I ступени. Этот расход регулируется регулятором температуры РТ по импульсу от термостата, установленного на трубе нагретой воды на выходе из подогревателя II ступени.

Принцип работы подогревателей горячего водоснабжения включаемых по двухступенчатой последовательной схеме (рис 21 13), отличается от принципа работы подогревателей, включаемых по двухступенчатой смешанной схеме тем, что вода из подающего теплопровода для подогрева поступает, в отличие от смешанной схемы, не в подогреватель I ступени, а не в подогреватель II ступени. Для этой цели предусматривается перемычка (в схеме рис 21 12 эта перемычка является рабочей).

Принципы работы подогревателей горячего водоснабжения, включаемых по другим схемам, ясны из рис 21 10—21 12.

Условия присоединения систем горячего водоснабжения к тепловой сети, необходимые для проектирования, выдаются энергоснабжающей организацией.

Согласно правилу, узлы присоединения отопительных систем совмещаются с узлами присоединения систем горячего водоснабжения и размещаются в одном тепловом пункте. В связи с этим для конкретных условий необходимо составлять совмещенные схемы, пользуясь принципами, приведенными на рис 21 3—21 15. Для центральных тепловых пунктов при составлении схем следует учитывать качество водопроводной воды, предусматривая в необходимых случаях ее дополнительную очистку.

Тип тепловых пунктов (индивидуальные или групповые) и оптимальную тепловую мощность центрального теплового пункта определяют технико-экономическими расчетами.

## Глава 22. ПРИСОЕДИНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ К ВОДЯНЫМ ТЕПЛОВЫМ СЕТЯМ И ПАРОПРОВОДАМ

### 22.1. Основные положения по выбору схем присоединения

Выбор схем тепловых пунктов и отдельных узлов присоединения промышленных предприятий к теплопроводам зависит от масштаба теплопотребления, размера территории, размещения на ней цехов и их количества, типов систем отопления и вентиляции и других факторов, в которые необходимо учитывать при проектировании в каждом конкретном случае. Особое внимание необходимо уделять организации сбора и возврата конденсата к источнику тепла.

При выборе схем присоединения водяных систем отопления промышленных предприятий следует выполнять те же требования, что и для систем жилых зданий также общественных и коммунальных потребностей. В большинстве случаев системы, работающие в смешанной воде температурой 95 и 105°С, можно объединять по схемам, приведенным на рис 21 3—

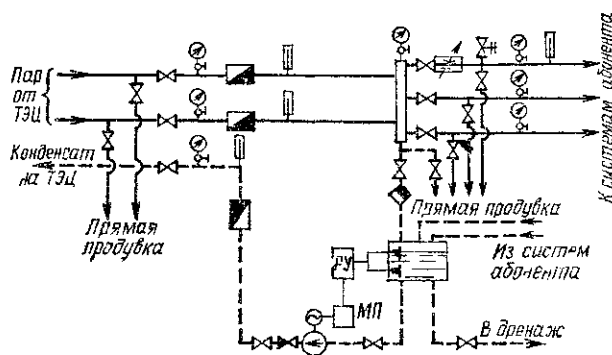


Рис 22 1. Схема непосредственного присоединения потребителей к паропроводам

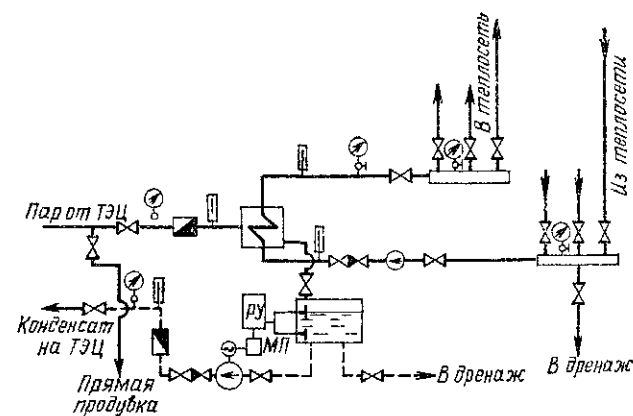


Рис 22 2. Схема независимого присоединения водных систем к паропроводам

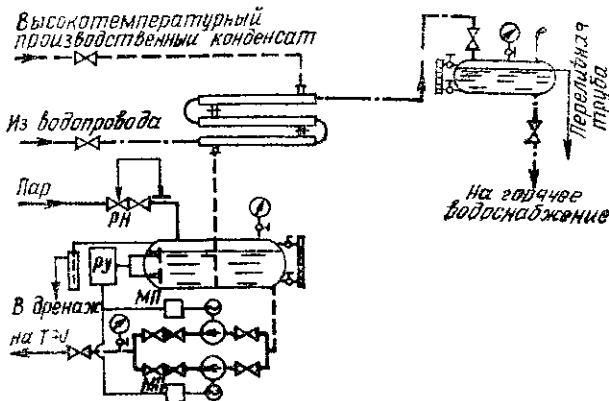


Рис 22 3. Закрывающаяся схема сбора и возврата конденсата с водяным охладителем

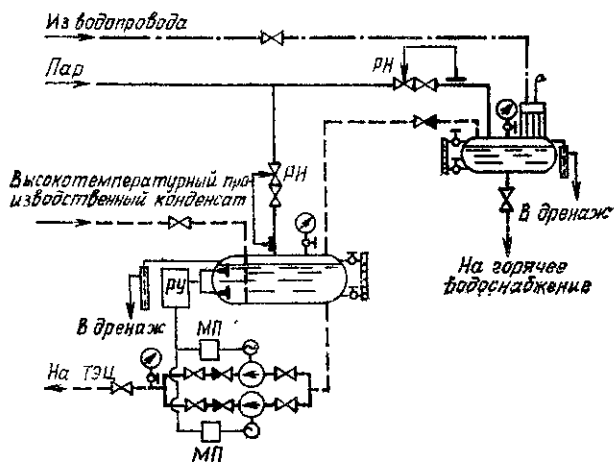


Рис. 22.4. Закрытая схема сбора и возврата конденсата со смешивающим охладителем пара вторичного вскипания

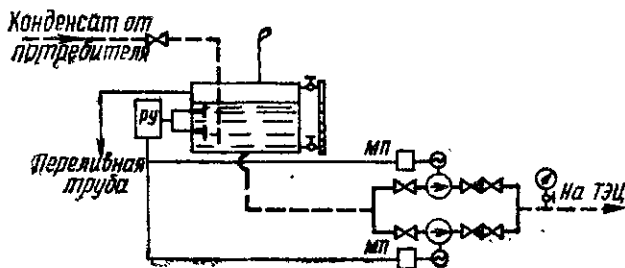


Рис. 22.5. Открытая схема сбора и возврата конденсата

Схемы присоединения потребителей тепла к паропроводам приведены на рис. 22.1 и 22.2.

Выбор схем присоединения потребителей к паропроводам зависит от характера обслуживаемого производства и параметров пара<sup>1</sup>.

## 22.2. Сбор и возврат конденсата

Сбор конденсата от потребителей и возврат его к источнику тепла, как правило, организуют на каждом предприятии, потребляющем пар.

На станции перекачки конденсата следует обеспечивать химический контроль за его качеством. В конденсате, возвращаемом на ТЭЦ (в котельную), не должно быть механических примесей, масла, окислителей, органических веществ. Щелочность и жесткость конденсата не должны превышать норм, установленных «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей».

В целях предотвращения коррозии труб и оборудования схему возврата конденсата принимают, как правило, закрытой (рис. 22.3 и 22.4)

На небольших предприятиях и для отдельных цехов иногда применяют открытую схему возврата конденсата (рис. 22.5).

## Глава 23. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И АВТОМАТИКА

Узел управления теплового пункта водяной тепловой сети должен быть оснащен следующими контрольно-измерительными приборами:

а) манометрами показывающими на подающем и обратном теплопроводах после входных задвижек; штуцерами для манометров на подающем и обратном теплопроводах до указанных задвижек, а также на всех ответвлениях подающего теплопровода после задвижек и на трубах местной системы после смесительного устройства;

б) термометрами показывающими на подающем и обратном теплопроводах после входных задвижек, на подающей трубе смешанной воды после элеватора или смесительного насоса, а также гильзами для термометров на обратных трубах, идущих от всех присоединяемых к данному узлу теплопотребляющих систем, на задвижках;

в) расходомерами на подающем или обратном теплопроводе, а в открытых системах теплоснабжения на подающем теплопроводе и на линии горячего водоснабжения после смесительного устройства.

Узел управления теплового пункта паровой системы теплопотребления должен быть оснащен следующими контрольно-измерительными приборами:

а) на паропроводах — регистрирующими и суммирующими тепломерами (расходомерами), регистрирующими манометрами и регистрирующими и указывающими термометрами;

б) на конденсатопроводах — суммирующими тепломерами (расходомерами), показывающими манометрами и термометрами;

в) до и после редукционных клапанов — показывающими манометрами и термометрами.

Недопустима установка одного манометра для измерения давления в двух или нескольких точках путем переключения импульсных труб.

Диафрагмы расходомеров, а также скоростные домеры располагают на прямолинейных участках трубопровода, длина которых должна соответствовать действующим правилам.

Тепловые пункты с нагрузкой более 2 Гкал/ч, как правило, укомплектовывают следующими контрольно-измерительными приборами<sup>1</sup>:

а) манометрами самопишущими на подающем обратном теплопроводах после входных задвижек, также на паропроводах и сборных конденсатопроводах;

б) манометрами показывающими на подающем обратном теплопроводах до и после входных задвижек на паропроводах и конденсатопроводах, на каждом ответвлении от подающего распределительного коллектора после задвижек, а также на всасывающем и нагнетательном патрубках каждого насоса;

в) термометрами самопишущими на подающем обратном теплопроводах, на паропроводах и общих сборных конденсатопроводах;

<sup>1</sup> Подробные схемы для различных промышленных предприятий и установок даны в «Альбоме типовых деталей» ТС-01-15, вып. V, М., Госстрой СССР, 1955

<sup>1</sup> См. рисунок на стр. 186.

г) термометрами показывающими на подающих и обратных теплопроводах, на паропроводах и конденсаторных трубопроводах, а также на всех обратных трубопроводах перед сборным обратным коллектором;

д) тепломерами (при их отсутствии расходомерами) суммирующими на подающем и обратном теплопроводах, паропроводах и общем конденсаторном трубопроводе.

Вопросы автоматизации узлов присоединения освещаются в объеме, необходимом только для принятия принципиальных решений по основным схемам.

Автоматизация тепловых пунктов водяных тепловых сетей в основном предназначается для обеспечения заданных тепловых и гидравлических режимов. Ее задачами являются:

а) автоматическое поддержание постоянного расхода воды на тепловом вводе;

б) автоматическое поддержание давления в обратной линии отопительной системы;

в) автоматическое поддержание температуры горячей воды, поступающей в местные системы горячего водоснабжения;

г) автоматическое включение и выключение насосов;

д) автоматическая защита от недопустимых давлений.

Схемы регулирования расхода основываются на поддержании неизменного перепада давлений на постоянном сопротивлении (дроссель, сопло элеватора, водоподогреватель, местная система и т. п.).

Схема регулирования температуры нагреваемой воды в системе горячего водоснабжения основывается на изменении расхода первичного теплоносителя.

В тепловых пунктах в основном применяются гидравлические авторегуляторы прямого действия, главным образом регуляторы ОРГРЭС следующих конструкций<sup>1</sup>:

а) регуляторы РР, РД и ТРБ, внедряемые в тепловых сетях Мосэнерго (закрытая система теплоснабжения). Регуляторы РР применяются для регулирования расхода сетевой воды систем отопления и в качестве исполнительного органа регулятора температуры ТРБ после подогревателей горячего водоснабжения. Регуляторы РД применяются для регулирования давления (регуляторы подпора);

б) регуляторы с грузом и регуляторы ТРЖ, внедряемые в тепловых сетях Ленэнерго (открытая система теплоснабжения). Регуляторы с грузом виброустойчивого типа применяются для регулирования расхода или давления «до себя» и «после себя». Регуляторы ТРЖ в блочной конструкции с регулирующим клапаном РК применяются для регулирования температуры;

в) унифицированные регуляторы, рассчитанные на решение задач не только регулирования, но и автоматической защиты (выпускаются серийно заводом «Теплоприбор», г. Улан-Удэ). Унифицированные регуляторы состоят из регулирующих приборов РД-3а и ТРД и регулирующих клапанов УРРД, РК, РКС и др. Терморегулирующий прибор ТРД в закрытых системах комплектуется исполнительными клапанами, которыми могут быть УРРД, РК-I, РК-II и другие соответствующего диаметра. Универсальный клапан УРРД является регулятором прямого действия для регулирования расхода и давления (заменяет РР и РД). При необходимости автоматической защиты от избыточного давления путем отсечки ввода от тепловой сети клапаны УРРД дополняются блокировочным реле.

## Глава 24. РАСЧЕТ И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ ВВОДОВ<sup>1</sup>

Основным оборудованием тепловых вводов являются элеваторы, подогреватели, грязевики, насосы и домеры.

### 24.1. Элеваторы

Наиболее широкое распространение получили стальные элеваторы типа ВТИ Мосэнерго<sup>2</sup>.

Диаметр, мм, сопла элеватора рассчитывают по формуле

$$d_c = \frac{10 d_r}{\sqrt{\frac{0,78}{G_{\text{пр}}^2} (1+q)^2 d_r^4 + 0,6 (1+q)^2 - 0,4 q^2}}, \quad (24.1)$$

где  $d_r$  — диаметр горловины элеватора, см;

$q$  — расчетный коэффициент смешения элеватора;

$G_{\text{пр}}$  — приведенный расход смешанной воды, т/ч.

Диаметр, см, горловины элеватора определяют по формуле

$$d_r = 0,874 \sqrt{G_{\text{пр}}}. \quad (24.2)$$

Коэффициент смешения элеватора

$$q = \frac{T_1 - t_1}{t_1 - t_2} \cdot 1,15. \quad (24.3)$$

где  $T_1$  — температура горячей воды в тепловой сети, °С;

$t_1$  и  $t_2$  — температура соответственно горячей и обратной воды в местной системе отопления, °С;

1,15 — коэффициент запаса.

Приведенный расход, т/ч, смешанной воды

$$G_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{см}}}{\sqrt{H_2}} = \frac{Q_0}{\sqrt{H_2(t_1 - t_2)} c \cdot 1000}, \quad (24.4)$$

где  $Q_0$  — расход тепла в местной системе отопления, ккал/ч;

$H_2$  — гидравлическое сопротивление местной системы отопления, м вод. ст.;

$c$  — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(л·°С), для упрощения расчетов в дальнейшем опускается.

При заданной разности давлений перед элеватором диаметр, см, сопла определяют по формуле

$$d_c = \sqrt[4]{\frac{0,64 G_T^2}{H_1}}. \quad (24.5)$$

где  $G_T$  — расход эжектирующей воды из теплофикационной сети, т/ч;

$H_1$  — разность давлений перед элеватором, м вод. ст.

Расход эжектирующей воды, т/ч

$$G_T = \frac{Q_0}{(T_1 - T_2) 1000}, \quad (24.6)$$

где  $T_2$  — температура обратной воды в тепловой сети.

См. сноску на стр. 186.

<sup>1</sup> Оборудование тепловых вводов см. в приложении XV,

<sup>2</sup> См. приложение XVI.

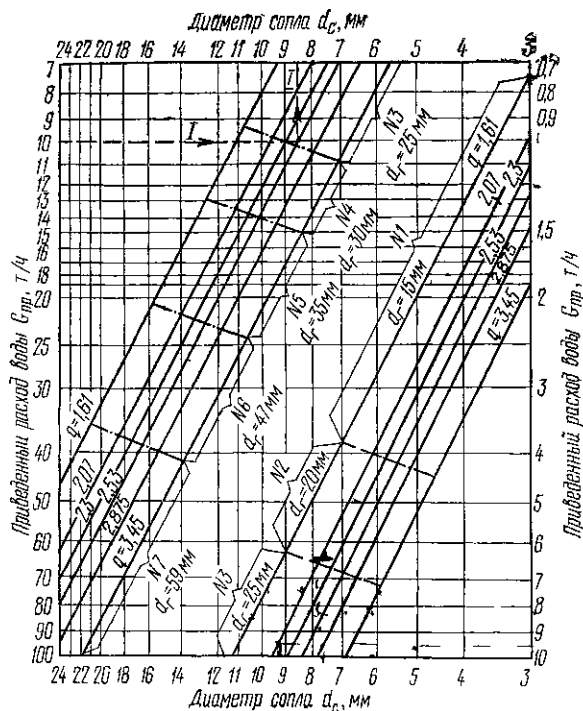


Рис. 24.1. Номограмма для подбора элеватора (№ 1—№ 7 — номера элеваторов)

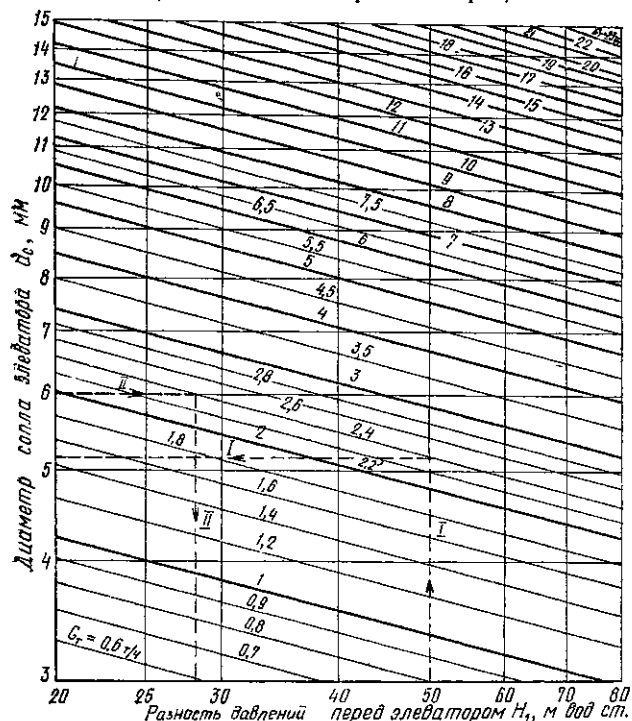


Рис. 24.2. Номограмма для определения диаметра сопла по разности давлений перед элеватором  $H_1$  и расходу эжектирующей воды  $G_э$

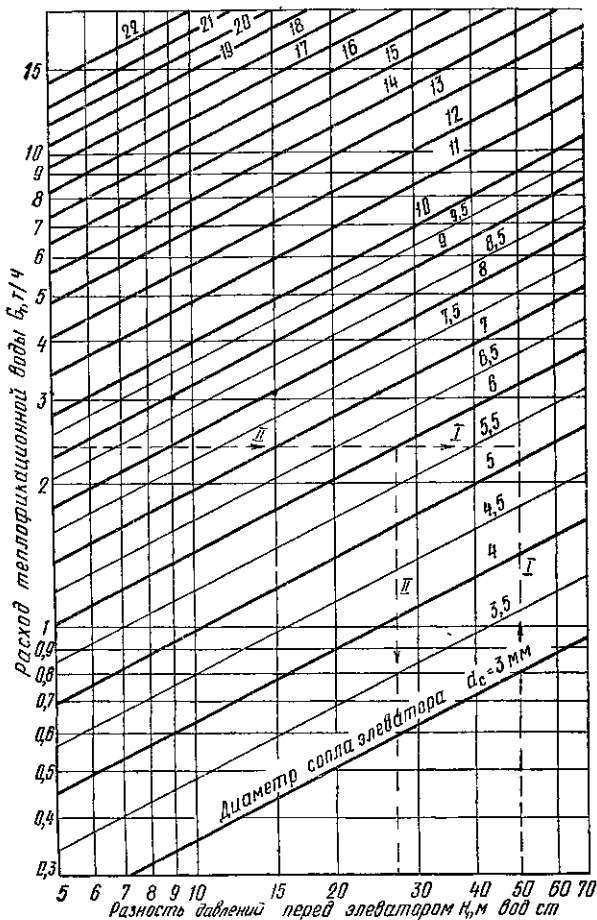


Рис. 24.3. Номограмма для определения давления перед элеватором

При заданных величинах  $G_т$  и  $d_c$  разность давлений, м вод ст., перед элеватором определяют по формуле

$$H_1 = \frac{0,64 G_т^2}{d_c^4} \quad (24.7)$$

Подбор элеватора обычно производят по номограммам (рис. 24.1—24.3). Номограмму на рис. 24.3 используют при значениях  $H_1$  до 20 м вод ст.

**Пример 24.1.** Определить номер элеватора и диаметр сопла, если дано количество смешанной воды, циркулирующей в местной системе отопления

$$G_{см} = \frac{Q_0}{(t_1 - t_2) 1000} = 10 \text{ т/ч.}$$

гидравлическое сопротивление местной системы отопления  $H_2 = 1$  м вод ст., температура горячей и обратной воды соответственно в местной системе отопления  $t_1 = 95^\circ \text{C}$  и  $t_2 = 70^\circ \text{C}$ , в тепловой сети  $T_1 = 150^\circ \text{C}$  и  $T_2 = 70^\circ \text{C}$ .

**Решение.** Коэффициент смешения элеватора по формуле (24.3)

$$\varphi = \frac{150 - 95}{95 - 70} \cdot 1,15 = 2,53.$$

Приведенный расход воды по формуле (24.4)

$$G_{пр} = \frac{10}{\sqrt{1}} = 10 \text{ т/ч}$$

По номограмме на рис. 24.1 для  $G_{пр}=10$  т/ч и  $q=2,53$  находим элеватор № 3 и  $d_c=8,5$  мм.

Ход решения показан на номограмме пунктирной линией I.

**Пример 24.2.** Определить диаметр сопла элеватора по разности давлений  $H_1=30$  м вод. ст. при расходе эжектирующей воды из теплофикационной сети  $G_T=2,4$  т/ч.

**Решение.** По номограмме на рис. 24.2 или 24.3 находим диаметр сопла  $d_c=5,2$  мм. Ход решения показан на номограмме пунктирной линией I.

**Пример 24.3.** Определить необходимую разность давлений перед элеватором при  $d_c=6$  мм и  $G_T=2,4$  т/ч.

**Решение.** По номограмме на рис. 24.2 или 24.3 находим  $H_1=28$  м вод. ст. Ход решения показан на номограмме пунктирной линией II.

### 24.2. Скоростные водоводяные подогреватели<sup>1</sup>

Для тепловых вводов, как правило, применяют скоростные водоводяные подогреватели с плотным трубным пучком и малой площадью межтрубного пространства. В настоящее время подогреватели изготавливают по отраслевым нормам МВН 2052-62 Мосэнерго. Подогреватели выпускаются с длиной секций 2 и 4 м. Корпус стальной, трубки латунные диаметром 16/14 мм (см. приложение XV).

А. ПОДОГРЕВАТЕЛИ, ВКЛЮЧАЕМЫЕ В ТЕПЛОВУЮ СЕТЬ ПО ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СХЕМЕ

**Тепловой расчет.** Исходные данные: расчетный расход тепла  $Q$ , ккал/ч; температура греющей воды на входе в подогреватель  $T_1$ , °С;

то же, на выходе из подогревателя  $T_2$ , °С; температура нагреваемой (местной) воды на выходе из подогревателя  $t_1$ , °С;

то же, на входе в подогреватель  $t_2$ , °С; внутренний диаметр корпуса подогревателя  $D_B$ , м; наружный и внутренний диаметры трубок  $d_H$  и  $d_B$ , м;

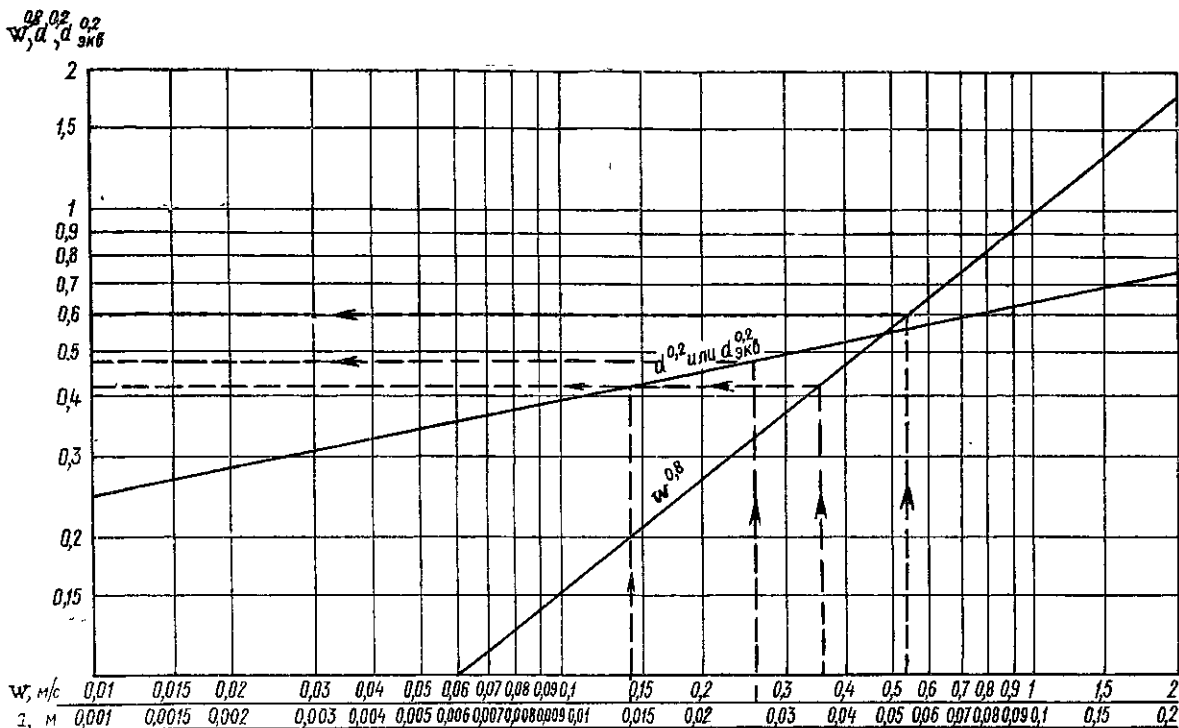
число трубок в живом сечении подогревателя  $z$ ; площадь, м<sup>2</sup>, живого сечения трубок  $f_{тр}=0,785 d_B^2 z$ ;

площадь, м<sup>2</sup>, сечения межтрубного пространства  $f_{мт}=0,785(D_B^2 - z d_H^2)$ ;

эквивалентный диаметр, м, межтрубного пространства

$$d_{эKB} = \frac{D_B^2 - z d_H^2}{D_B + z d_H}$$

<sup>1</sup> Расчет емкостных подогревателей приведен в разделе IV «Горячее водоснабжение».



z	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
A	1489	1576	1668	1746	1828	1909	1987	2066	2139	2212	2284	2354	2422	2488	2553	2616	2687	2736	2794	2850	2902	2956	3007	3056	3103	3148	3192	3234	3274	3312

Рис. 24.4. Номограмма для определения вспомогательных величин при вычислении коэффициента теплопередачи K

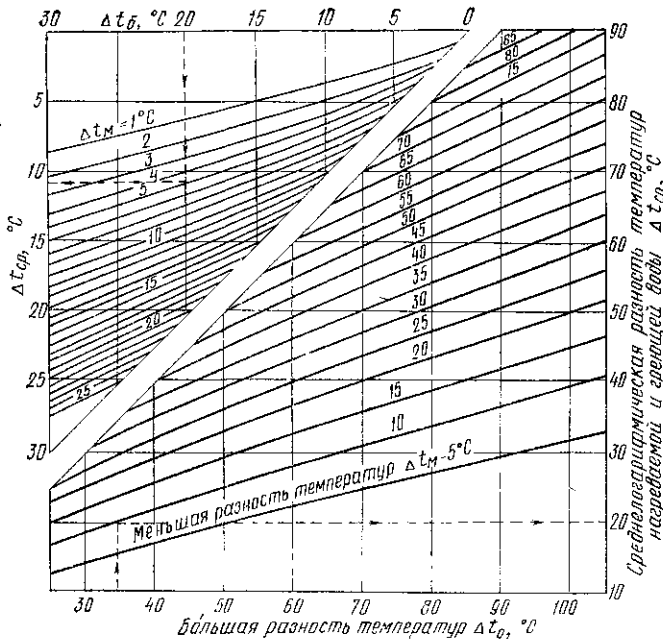


Рис. 24.5. Номограмма для определения среднегеарифмической разности температур  $\Delta t_{cp}$

нагреваемая вода проходит по трубкам, греющая — в межтрубном пространстве.

Порядок расчета:

1) расход, т/ч, греющей воды

$$G_r = \frac{Q}{(T_1 - T_2) 1000};$$

2) расход, т/ч, нагреваемой воды

$$G_m = \frac{Q}{(t_1 - t_2) 1000};$$

3) задавшись ориентировочно типом и номером подогревателя с диаметром корпуса  $D_k$ , находят: скорость, м/с, греющей воды в межтрубном пространстве

$$\omega_{MT} = \frac{G_r}{3600 f_{MT}};$$

скорость, м/с, нагреваемой воды в трубках

$$\omega_{TP} = \frac{G_m}{3600 f_{TP}};$$

4) средняя температура, °C, греющей воды  $T = 0,5(T_1 + T_2)$ ;

5) средняя температура, °C, нагреваемой воды  $t = 0,5(t_1 + t_2)$ ;

6) коэффициент теплоперехода, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C), от греющей воды, проходящей в межтрубном пространстве, к стенкам трубок

$$\alpha_2 = (1400 + 18T - 0,035T^2) \frac{\omega_{MT}^{0,8}}{d_{эвк}^{0,2}};$$

7) коэффициент теплоперехода, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C), от стенок трубок к нагреваемой воде, проходящей по трубкам:

$$\alpha_1 = (1400 + 18t - 0,035t^2) \frac{\omega_{TP}^{0,8}}{d_B^{0,2}};$$

вспомогательные величины принимают по номограмме на рис. 24.4;

8) коэффициент теплопередачи, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C):

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}}};$$

при латунных трубках диаметром 16/14 мм значение  $\delta_{ст}/\lambda_{ст} = 0,000011$ ;

9) среднегеарифмическая разность температур, °C, в подогревателе

$$\Delta t_{cp} = \frac{(T_1 - t_1) - (T_2 - t_2)}{2,3 \lg \frac{T_1 - t_1}{T_2 - t_2}};$$

значение  $\Delta t_{cp}$  находят по номограмме на рис. 24.5;

10) площадь, м<sup>2</sup>, поверхности нагрева подогревателя

$$F = \frac{Q}{\mu K \Delta t_{cp}};$$

где  $\mu$  — коэффициент, учитывающий накипь и загрязнение трубок (табл. 24.1);

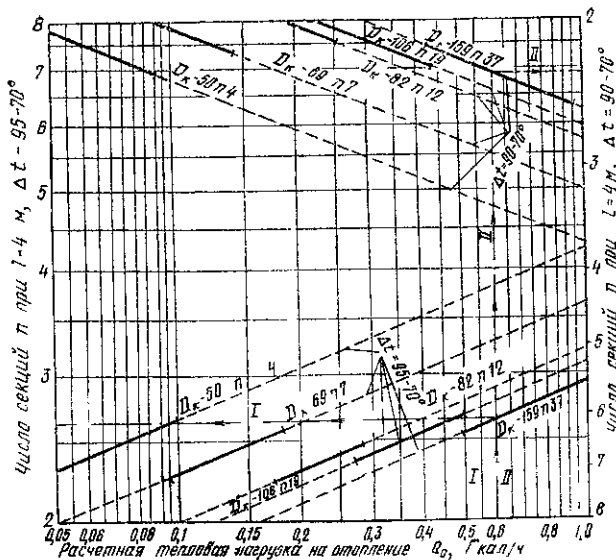


Рис. 24.6. Номограмма для подбора отопительных водоводяных подогревателей при  $\Delta t = 150 - 80^\circ \text{C}$  (греющая вода проходит по трубкам)

$D_k$  — внутренний диаметр корпуса;  $n$  — число трубок подогревателя диаметром 16/14 мм



активная длина, м, секций подогревателя

$$l = \frac{0,318 F}{d_{\text{ср}} z}$$

$$z = 0,5(d_n - d_b);$$

число секций подогревателя при длине секций

$$z = l/4$$

Гидравлический расчет. Потери давления в подогревателях складываются из потерь на трение и потерь

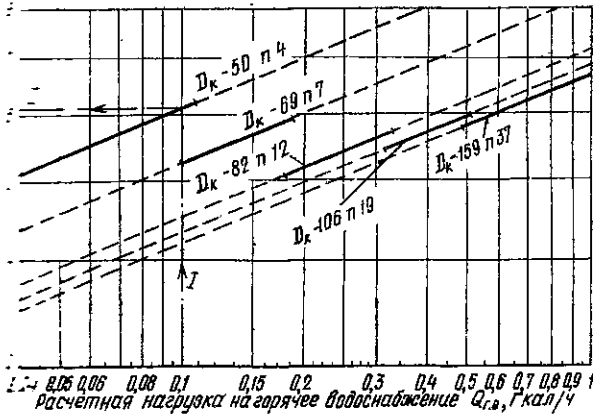


Рис. 24.7. Номограмма для подбора водоводяных подогревателей горячего водоснабжения, включаемых по параллельной схеме ( $\Delta t = 70-30^\circ\text{C}$  для греющей воды и  $\Delta t = 60-5^\circ\text{C}$  для нагреваемой воды, которая проходит по трубкам)

ТАБЛИЦА 24.1

КОЭФФИЦИЕНТ  $\mu$ , УЧИТЫВАЮЩИЙ НАКИПЬ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТРУБОК ПОДОГРЕВАТЕЛЯ

характеристика поверхности теплообмена	$\mu$
Чистые латунные трубки	1
Стальные трубки, зачищенные до блеска	1
Латунные трубки, работающие при условии проточного водоснабжения на чистой воде	0,8—0,85
То же, при условии оборотного водоснабжения или на химически очищенной воде	0,75—0,8
То же, на загрязненной воде при возникновении минеральных и органических отложений	0,65—0,75
Стальные трубки, покрытые тонким слоем окислов или накипи	0,67—0,7

Потери давления, кгс/м<sup>2</sup>, на одну секцию длиной 4 м определяют по формулам:

а) в трубках

$$\Delta p_{\text{тр}} = 530 \omega_{\text{тр}}^2;$$

б) в межтрубном пространстве

$$\Delta p_{\text{мт}} = 1100 \omega_{\text{мт}}^2,$$

где  $\omega_{\text{тр}}$  и  $\omega_{\text{мт}}$  — скорость движения воды соответственно в трубках и межтрубном пространстве.

Расчет подогревателей, включаемых в тепловую сеть по параллельной схеме, можно производить также по номограммам, приведенным на рис. 24.6 и 24.7.

Б. ПОДОГРЕВАТЕЛИ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВКЛЮЧАЕМЫЕ ПО ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СХЕМЕ<sup>1</sup>

Расчет. Исходные данные:

расчетная наружная температура для отопления  $t_n^o, ^\circ\text{C}$ ;

расчетный расход тепла на нужды отопления  $Q_o$ , ккал/ч, при  $t_n^o$ ;

максимальный расход тепла на нужды горячего водоснабжения  $Q_{г.в}^{\text{макс}}$ , ккал/ч;

расчетная наружная температура, соответствующая точке «излома» температурного графика,  $t_n^o, ^\circ\text{C}$ ;

температура сетевой воды в подающей линии ввода  $T_1, ^\circ\text{C}$ , при  $t_n^o$ ;

то же, в обратной линии ввода при нормальном температурном (отопительном) графике  $T_2, ^\circ\text{C}$ ;

температура нагреваемой (местной) воды на выходе из подогревателя II ступени  $t_1, ^\circ\text{C}$ ;

то же, на входе в подогреватель I ступени  $t_2, ^\circ\text{C}$ ;

температура воды (горячей и обратной)  $t_1^o$  и  $t_2^o$  в системе отопления при  $t_n^o$  и нормальном температурном (отопительном) графике;

коэффициент часовой неравномерности нагрузки горячего водоснабжения  $k_q$ ;

расчетная температура внутри помещений  $t_b, ^\circ\text{C}$ .

Порядок расчета:

1) балансовый расход тепла, ккал/ч, на нужды горячего водоснабжения при обычном графике суточного потребления горячей воды в жилых зданиях и небольших колебаниях сетевой воды ( $\pm 10\%$ ), когда обеспечивается нормальный суточный отпуск тепла на нужды отопления:

$$Q_{г.б} = 1,2 \frac{Q_{г.в}^{\text{макс}}}{k_q};$$

при установке аккумулятора

$$Q_{г.б} = \frac{Q_{г.в}^{\text{макс}}}{k_q};$$

в местных сопротивлениях, определяются по формуле, кгс/м<sup>2</sup>:

$$\Delta p = \frac{\lambda l}{d} \cdot \frac{\omega^2}{2g} \gamma + \sum \xi \frac{\omega^2}{2g} \gamma,$$

где  $\lambda$  — коэффициент трения (0,03);

$l$  — длина пути воды, м;

$\omega$  — скорость движения воды, м/с;

$\gamma$  — удельный вес воды, кгс/м<sup>3</sup>;

$d$  — внутренний или эквивалентный диаметр, м;

$g$  — ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$\sum \xi$  — сумма коэффициентов местных сопротивлений.

<sup>1</sup> Расчет приводится в сокращенном виде для нормального (отопительного) температурного графика и зависимой схемы присоединения отопительной системы с элеваторным или насосным смешением (подробный расчет см в Инструкции ЭИ-57/24. «Методика расчета абонентских вводов с последовательной двухступенчатой схемой горячего водоснабжения». Изд. Дома энергетикн Мосэнерго, 1964).

2) дополнительный расход, т/ч, сетевой воды на абонентский ввод

$$G_{г.б} = \frac{Q_{г.б} (t_1 - t_{п.б})}{(T_1 - t_2^0) (t_1 - t_2) 1000},$$

где  $t_{п.б}$  — температура местной воды после подогревателя I ступени при  $Q_{г.б}$ , принимаемая на 5–8° ниже  $t_2^0$ ;

3) расчетный (балансовый) расход, т/ч, сетевой воды на абонентский ввод

$$G_б = G_о + G_{г.б},$$

где  $G_о$  — расчетный расход сетевой воды на отопление;

4) максимальный расход, т/ч, сетевой воды на абонентский ввод

$$G_{макс} = \psi G_б = 1,1 G_б$$

(при установке регулятора прямого действия  $\psi = 1,1$ );

5) расход, т/ч, нагреваемой (местной) воды

$$G_{м} = \frac{Q_{г.в}^{макс}}{(t_1 - t_2) 1000};$$

6) производительность, ккал/ч, подогревателя I ступени при балансовой нагрузке горячего водоснабжения  $Q_{г.б}$  и  $t_{п}$

$$Q_{Iб} = Q_{г.б} \frac{t_{п.б} - t_2}{t_1 - t_2};$$

7) температура, °C, сетевой воды в обратной линии ввода при  $Q_{г.б}$  и  $t_{п}$

$$T_{2б} = t_2^0 - \frac{Q_{Iб}}{G_б};$$

8) среднегарифмическая разность температур, °C, в подогревателе I ступени при  $Q_{г.б}$  и  $t_{п}$

$$\Delta t_{ср I б} = \frac{(T_{2б} - t_2) - (t_2^0 - t_{п.б})}{2,3 \lg \frac{T_{2б} - t_2}{t_2^0 - t_{п.б}}}$$

Значения  $\Delta t_{ср I б}$  находят по номограмме на рис. 24 5;

9) суммарный перепад температур, °C, сетевой воды в подогревателях I и II ступени при  $Q_{г.в}^{макс}$  и  $t_{п}$

$$\Delta T_{г} = \frac{Q_{г.в}^{макс}}{G_{макс}};$$

10) коэффициент смешения элеватора или насосно-смесительной установки

$$q' = \frac{1 + q}{\Phi_б} - 1,$$

где  $q$  — расчетный коэффициент смешения, определяемый по формуле (24.3);

$$\Phi_б = G_б / G_о;$$

11) безразмерная характеристика отопительной системы при  $t_{п}$

$$\varepsilon_о = \frac{1}{\frac{0,5 + q'}{1 + q'} + \frac{\Phi_{м} (t_{п.б} - t_б)}{T_1 - t_2^0}} \leq 1,$$

где  $\Phi_{м} = G_{макс} / G_о$ ,  $t_{п.б} = 0,5(t_2^0 + t_1^0)$ ;

если будет получено  $\varepsilon_о > 1$ , следует принимать  $\varepsilon_о = 1$ ;

12) безразмерная характеристика подогревателя I ступени:

а) при  $\Delta T_{г} < t_1 - t_2$

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{0,35 + \frac{0,65(t_1 - t_2)}{\Delta T_{г}} + \frac{0,95 \Delta t_{ср I б} (t_1 - t_2)}{\Delta T_{г} (t_{п.б} - t_2)} \sqrt{\frac{Q_{г.в}^{макс}}{Q_{г.б}}}} \leq \frac{\Delta T_{г}}{t_1 - t_2};$$

если будет получено  $\varepsilon_1 > \Delta T_{г} / (t_1 - t_2)$ , следует принимать  $\varepsilon_1 = \Delta T_{г} / (t_1 - t_2)$ ;

б) при  $\Delta T_{г} > t_1 - t_2$

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{0,65 + \frac{0,35(t_1 - t_2)}{\Delta T_{г}} + \frac{0,95 \Delta t_{ср I б} (t_1 - t_2)}{\Delta T_{г} (t_{п.б} - t_2)} \sqrt{\frac{Q_{г.в}^{макс}}{Q_{г.б}}}} \leq 1;$$

если будет получено  $\varepsilon_1 > 1$ , следует принимать  $\varepsilon_1 = 1$ ;

13) температура, °C, воды после системы отопления при  $Q_{г.в}^{макс}$  и  $t_{п}$

$$t_{2м}^0 = \frac{(T_1 - \Delta T_{г} - \varepsilon_1 t_2) (1 - \varepsilon_о) + t_{п} \varepsilon_о}{1 - \varepsilon_1 (1 - \varepsilon_о)};$$

14) производительность, ккал/ч, подогревателей I и II ступени при  $Q_{г.в}^{макс}$

$$Q_I = Q_{г.в}^{макс} \frac{(t_{2м}^0 - t_2) \varepsilon_1}{\Delta T_{г}}; \quad Q_{II} = Q_{г.в}^{макс} - Q_I;$$

15) температура, °C, сетевой воды перед системой отопления при  $Q_{г.в}^{макс}$  и  $t_{п}$

$$T_{1м}^0 = T_1 - \frac{Q_{II}}{G_{макс}};$$

16) температура, °C, сетевой воды в обратной линии ввода при  $Q_{г.в}^{макс}$  и  $t_{п}$

$$T_{2м} = t_{2м}^0 - \frac{Q_I}{G_{макс}};$$

17) температура, °C, местной воды после подогревателя I ступени при  $Q_{г.в}^{макс}$  и  $t_{п}$

$$t_{п.м} = t_2 + \frac{Q_I}{G_{м}};$$

18) среднегарифмическая разность температур, °C, в подогревателях I и II ступени при  $Q_{г.в}^{макс}$  и  $t_{п}$

$$\Delta t_{ср I} = \frac{(T_{2м} - t_2) - (t_{2м}^0 - t_{п.м})}{2,3 \lg \frac{T_{2м} - t_2}{t_{2м}^0 - t_{п.м}}};$$

$$\Delta t_{ср II} = \frac{(T_{1м}^0 - t_{п.м}) - (T_1 - t_1)}{2,3 \lg \frac{T_{1м}^0 - t_{п.м}}{T_1 - t_1}};$$

значения  $\Delta t_{ср I}$  и  $\Delta t_{ср II}$  находят по номограмме на рис. 24.5.

Зная производительность подогревателей I и II ступени, значения температуры воды на входе и выходе из них и предварительно задавшись номером подогревателя, рассчитывают площадь их поверхности нагрева и число секций по обычным формулам. Подогреватели горячего водоснабжения при повышенном

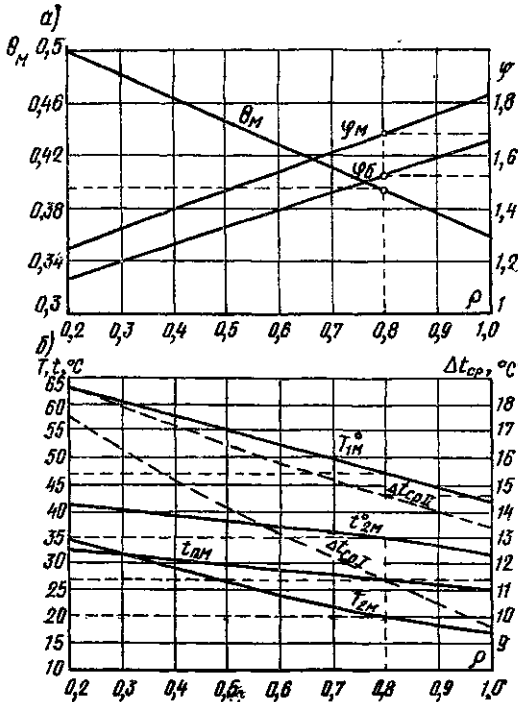


Рис. 24.8. Вспомогательные графики для расчета подогревателей, включаемых по двухступенчатой последовательной схеме при нормальном (отопительном) температурном графике ( $t'_H = -26^\circ \text{C}$ )

а — относительные расходы сетевой воды  $\phi_6$  и  $\phi_M$  и производительность подогревателей I ступени  $G_M$  в долях от общей производительности  $Q_{г.в.}$ ; б — температуры сетевой и местной воды и среднелогарифмические разности температур  $\Delta t_{ср I}$  и  $\Delta t_{ср II}$  подогревателей I и II ступени

температурном графике рассчитывают аналогично. Температурная надбавка принимается в точке «излома» графика (см. рис. 21.1).

На рис. 24.8 приведены вспомогательные графики для упрощенного расчета подогревателей, построенные по следующим исходным данным: максимальная температура теплоносителя  $150^\circ \text{C}$ ;  $\Delta T = 150 - 70^\circ \text{C}$ ;  $t'_H = -2,5^\circ \text{C}$ ;  $T_1 = 70^\circ \text{C}$ ;  $t_1^0 = 50,5^\circ \text{C}$ ;  $t_2^0 = 41,7^\circ \text{C}$ ;  $k_4 = 2,2$ ; отопительные системы присоединены по зависимой схеме с элеваторным смещением.

**Пример 24.4.** Рассчитать подогреватели, включенные по двухступенчатой последовательной схеме, с использованием вспомогательных графиков.

Исходные данные:  $t'_H = -26^\circ \text{C}$ ;  $t_1 = 60^\circ \text{C}$ ;  $t_2 = 5^\circ \text{C}$ ;

$Q_0 = 0,75$  Гкал/ч;  $Q_{г.в.}^{\text{макс}} = 0,6$  Гкал/ч;  $\Delta T = 150 - 70^\circ \text{C}$

Решение. Отношение

$$\rho = \frac{Q_{г.в.}^{\text{макс}}}{Q_0} = \frac{0,6}{0,75} = 0,8.$$

Расход сетевой воды на отопление

$$G_0 = \frac{Q_0}{\Delta T \cdot 10^3} = \frac{0,75 \cdot 10^6}{80 \cdot 10^3} = 9,4 \text{ т/ч.}$$

Расход местной воды на горячее водоснабжение

$$G_M = \frac{Q_{г.в.}^{\text{макс}}}{(t_1 - t_2) 10^3} = \frac{0,6 \cdot 10^6}{(60 - 5) 10^3} = 10,9 \text{ т/ч.}$$

По графику на рис. 24.8, а находим:

$$\phi_6 = \frac{G_6}{G_0} = 1,52; \quad \phi_M = \frac{G_{\text{макс}}}{G_0} = 1,68; \quad \theta_M = 0,395.$$

ход решения показан на графике пунктирными линиями. Расчетный (балансовый) расход сетевой воды на абонентский ввод

$$G_6 = G_0 \phi_6 = 9,4 \cdot 1,52 \text{ т/ч} = 14,3 \text{ т/ч.}$$

Максимальный расход воды

$$G_{\text{макс}} = G_0 \phi_M = 9,4 \cdot 1,68 \text{ т/ч} = 15,8 \text{ т/ч.}$$

Производительность подогревателя I ступени

$$Q_1 = 0,395 Q_{г.в.}^{\text{макс}} = 0,395 \cdot 0,6 = 0,237 \text{ Гкал/ч.}$$

Производительность подогревателя II ступени

$$Q_{II} = Q_{г.в.}^{\text{макс}} - 0,237 = 0,6 - 0,237 \text{ Гкал/ч} = 0,363 \text{ Гкал/ч.}$$

По графику на 24.8, б находим: температуру сетевой воды в подающей линии перед системой отопления  $T_{1M}^0 = 47^\circ \text{C}$ ; температуру воды после системы отопления  $t_{2M}^0 = 35^\circ \text{C}$ ; температуру воды в обратной линии ввода  $T_{2M} = 20^\circ \text{C}$ ; температуру местной воды между подогревателями I и II ступени  $t_{п.м.} = 27^\circ \text{C}$ .

По этому же графику определяем среднелогарифмическую разность температур в подогревателях I и II ступени:

$$\Delta t_{ср I} = 11,4^\circ \text{C}; \quad \Delta t_{ср II} = 14,6^\circ \text{C}.$$

Средняя температура греющей воды в подогревателе I ступени

$$T_1 = 0,5 (t_{2M}^0 + T_{2M}) = 0,5 (35 + 20)^\circ \text{C} = 27,5^\circ \text{C}.$$

Средняя температура нагреваемой воды в подогревателе I ступени

$$t_1 = 0,5 (t_2 + t_{п.м.}) = 0,5 (5 + 27)^\circ \text{C} = 16^\circ \text{C}.$$

Марку подогревателя принимаем ориентировочно.

Нагрузке  $Q_{г.в.}^{\text{макс}} = 0,6$  Гкал/ч и  $\rho = 0,8$  соответствует подогре-

ватель по МВН 2052—62, у которого  $f_{MT} = 0,0122 \text{ м}^2$ ,  $f_{TP} = 0,0057 \text{ м}^2$ ,  $z = 37$ .

Скорость греющей воды в межтрубном пространстве

$$\omega_{MT} = \frac{G_T}{3600 f_{MT}} = \frac{15,8}{3600 \cdot 0,0122} \text{ м/с} = 0,36 \text{ м/с.}$$

Скорость нагреваемой воды в трубках

$$\omega_{TP} = \frac{G_M}{3600 f_{TP}} = \frac{10,9}{3600 \cdot 0,0057} \text{ м/с} = 0,53 \text{ м/с.}$$

Коэффициент теплоперехода в подогревателе I ступени от греющей воды к стенкам трубок

$$\alpha_{I \text{ мт}} = \left( 1400 + 18 T_1 - 0,035 T_1^2 \right) \frac{\omega_{MT}^{0,8}}{d_{кв}^{0,2}} = \left( 1400 + 18 \cdot 27,5 - 0,035 \cdot 27,5^2 \right) \frac{0,36^{0,8}}{0,0262^{0,2}} \text{ ккал/(м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ \text{C)} =$$

$$= 1868 \frac{0,42}{0,49} \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}) = 1600 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$(d_{\text{жкв}} = 2,62 \text{ мм}).$$

Величины  $A=1400+18 T_1-0,035 T_1^2$ ,  $\omega^{0,8}$  и  $d^{0,2}$  определяют по номограмме на рис. 24.4.

Коэффициент теплоперехода в подогревателе I ступени от стенок трубок к нагреваемой воде

$$\alpha_{I \text{ тр}} = \left( 1400 + 18 t_1 - 0,035 t_1^2 \right) \frac{\omega_{\text{тр}}^{0,8}}{d_B^{0,2}} = (1400 +$$

$$+ 18 \cdot 16 - 0,035 \cdot 16^2) \frac{0,53^{0,8}}{0,014^{0,2}} \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}) =$$

$$= 1682 \frac{0,60}{0,42} \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}) = 2405 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}).$$

Коэффициент теплопередачи подогревателя I ступени

$$K_I = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{I \text{ мт}}} + \frac{1}{\alpha_{I \text{ тр}}} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{1600} + \frac{1}{2405} + 0,000011} \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}) = 954 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}).$$

Площадь поверхности нагрева подогревателя I ступени

$$F_I = \frac{Q_I}{\mu K_I \Delta t_{\text{ср} I}} = \frac{0,237 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 954 \cdot 11,4} \text{ м}^2 = 27,2 \text{ м}^2.$$

Активная длина секций подогревателя I ступени

$$l_I = \frac{0,318 F_I}{d_{\text{ср}} z} = \frac{0,318 \cdot 27,2}{0,015 \cdot 27} \text{ м} = 15,6 \text{ ч}$$

Число секций подогревателя I ступени при длине секций 4 м

$$n_I = \frac{l_I}{4} = \frac{15,6}{4} \approx 3,9.$$

Принимаем  $n_I=4$

Аналогично определяем площадь поверхности нагрева и число секций подогревателя II ступени.

$$F_2 = 23,2 \text{ м}^2, \quad l_2 = 13,3 \text{ м}, \quad n_{II} = 3,3.$$

Принимаем  $n_{II}=4$

Подбор подогревателей горячего водоснабжения, включаемых по двухступенчатому (последовательной и смешанной) схемам, можно также производить по номограммам.

### 24.3. Скоростные пароводяные подогреватели

**Тепловой расчет.** Исходные данные: расчетный расход тепла  $Q$ , ккал/ч; давление насыщенного пара  $p$ , кгс/см<sup>2</sup>; температура насыщенного пара  $T_n$ , °C; температура нагреваемой воды на выходе из подогревателя  $t_1$ , °C;

то же, на входе в подогреватель  $t_2$ , °C; внутренний диаметр корпуса подогревателя  $D_B$ , м; наружный и внутренний диаметры трубок  $d_n$  и  $d_B$ , м;

число трубок в живом сечении одного хода по воде  $z$ ;

площадь, м<sup>2</sup>, живого сечения трубок  $f_{\text{тр}} = 0,785 d_B^2 z$ ;

приведенное число трубок в вертикальном ряду  $m$ ; диаметры и число трубок принимают по расчетным таблицам подогревателей<sup>1</sup>.

Порядок расчета:

1) расход, т/ч, нагреваемой воды

$$G_M = \frac{Q}{(t_1 - t_2) 1000};$$

2) скорость, м/с, нагреваемой воды в трубках

$$w_{\text{тр}} = \frac{G_M}{3600 f_{\text{тр}}};$$

3) средняя температура, °C, нагреваемой воды  $t = 0,5(t_1 - t_2)$ ;

4) средняя температура, °C, стенки  $t_{\text{ст}} = 0,5(t + t_B)$ ;

5) средняя температура, °C, конденсата на поверхности трубок  $\tau = 0,5(T_n + t_{\text{ст}})$ ;

6) коэффициент теплоперехода, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C), от пара к стенкам трубок, расположенных горизонтально;

$$\alpha_1 = \frac{0,77 (5500 + 65 \tau - 0,2 \tau^2)}{\sqrt[4]{(T_n - t_{\text{ст}}) m d_n}}$$

для подогревателей с вертикальными трубками

$$\alpha_1 = \frac{5500 + 65 \tau - 0,2 \tau^2}{\sqrt[4]{(T_n - t_{\text{ст}}) h}}$$

где  $h$  — расчетная высота трубок подогревателя, м;

7) коэффициент теплоперехода, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C), от стенок трубок к нагреваемой воде

$$\alpha_2 = (1400 + 18 t - 0,035 t^2) \frac{\omega_{\text{тр}}^{0,8}}{d_B^{0,2}};$$

8) коэффициент теплопередачи, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C)

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}}},$$

где  $\delta_{\text{ст}}$  — толщина стенки трубки, м;  $\lambda_{\text{ст}}$  — коэффициент теплопроводности для латуни, равный 90 ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°C) (при латунных трубках  $\delta_{\text{ст}}/\lambda_{\text{ст}} = 0,000011$ );

9) средняя логарифмическая разность температур, °C, в подогревателе

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{(T_n - t_2) - (T_n - t_1)}{2,3 \lg \frac{T_n - t_2}{T_n - t_1}};$$

значения  $\Delta t_{\text{ср}}$  находят по номограмме на рис. 24.5;

10) площадь, м<sup>2</sup>, поверхности нагрева подогревателя

$$F = \frac{Q}{\mu K \Delta t_{\text{ср}}},$$

где  $\mu$  — коэффициент, учитывающий накипь и загрязнение трубок (см. табл. 24.1).

<sup>1</sup> См. приложение XV.

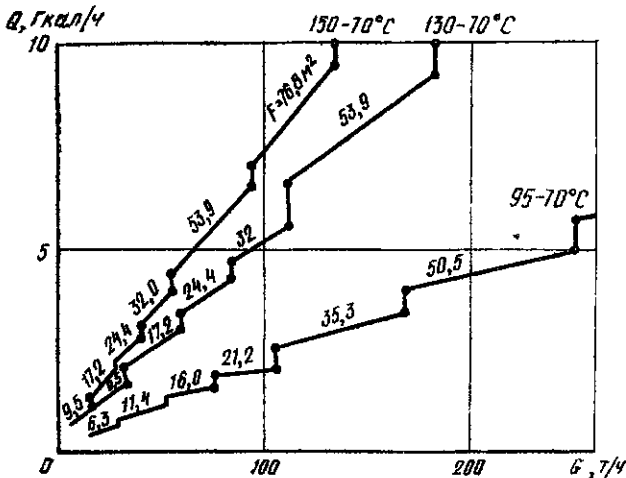
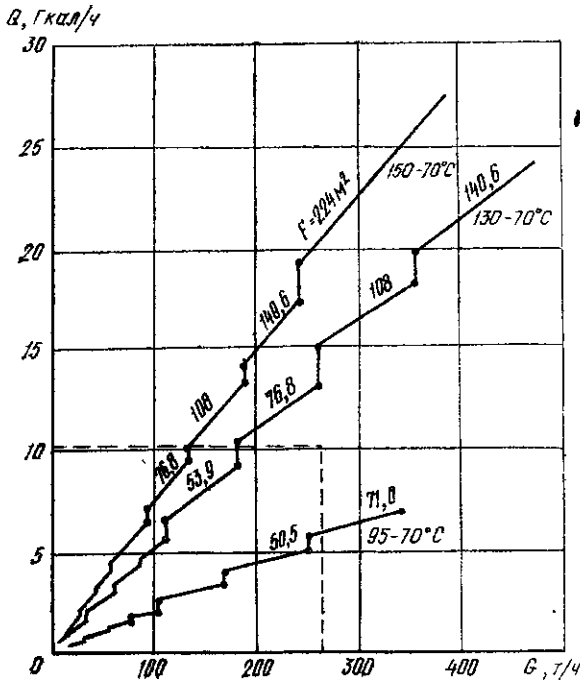


Рис. 24.9. Номограммы для определения площади  $F$  поверхности нагрева подогревателей

Ориентировочный расчет пароводяных подогревателей для приготовления воды с наиболее распространенными параметрами может производиться также по графикам, приведенным в альбоме «Водоподогреватели», серия А6-51. Изд. Сантехпроект, 1970 (рис. 24.9).

**Пример 24.5.** Выбрать подогреватель теплопроизводительностью 5 Гкал/ч для теплоснабжения по температурному графику 150–70°С (см. рис. 24.9).

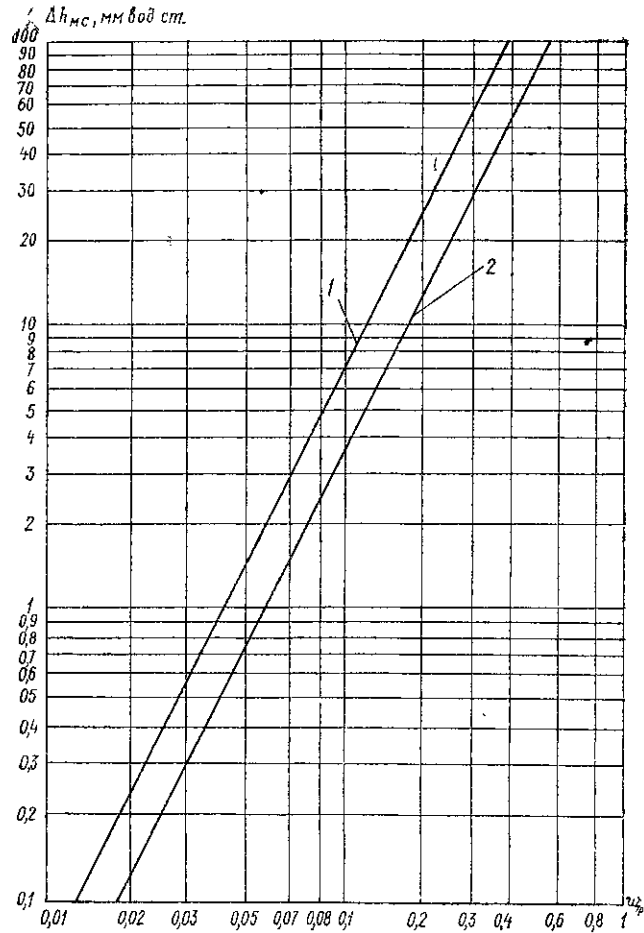


Рис. 24.10. Номограмма для определения потерь давления  $\Delta h_{м.с}$  в местных сопротивлениях подогревателей

1 — пароводяного четырехходового; 2 — пароводяного двухходового и емкостного «Энергия»

**Решение.** Из точки  $Q=5$  Гкал/ч на оси ординат проводим горизонтальную линию до линии температурного графика 150–70°С. Точка их пересечения соответствует подогревателю с площадью поверхности нагрева 53,9 м<sup>2</sup>.

Выбираем четырехходовой подогреватель с диаметром корпуса 630 мм, длиной секции 3 м, площадью поверхности нагрева 53,9 м<sup>2</sup>.

**Гидравлический расчет.** Величину потерь давления на трение в трубках и в местных сопротивлениях определяют по формуле, мм вод. ст.:

$$\Delta h = Rlp + \Delta h_{м.с},$$

где  $R$  — удельные потери давления на трение, мм вод. ст./м;

$l$  — длина секции, м;

$p$  — число ходов;

$\Delta h_{м.с}$  — потери давления в местных сопротивлениях.

Величину  $Rl$  определяют обычным путем, а величину  $\Delta h_{м.с}$  — по номограмме на рис. 24.10.

# Раздел VI. ВОДОПРОВОД

## Глава 25. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

### 25.1. Основы проектирования внутренних систем водопровода

Внутренний водопровод проектируется для подачи воды непосредственно потребителю.

Система внутреннего водопровода включает: вводы, водомерные узлы, стояки, магистральную и разводящую сети с подводками к санитарным приборам или технологическим установкам, водоразборную, запорную и регулирующую арматуру. В зависимости от назначения здания, местных условий и технологии производства в систему внутреннего водопровода могут входить насосные установки и водопроводные баки, резервуары и другие сооружения, расположенные как внутри здания, так и около него.

Внутренние системы водопровода устраивают с целью обеспечения водой хозяйственно-питьевых, противопожарных и производственно-гигиенических нужд для производственных, вспомогательных, жилых и общественных зданий, оборудуемых соответствующими системами канализации.

В производственных и вспомогательных зданиях хозяйственно-питьевой водопровод не обязателен в том случае, если отсутствует централизованный водопровод, а количество работающих на предприятии не превышает 25 человек в смену.

В проектах должны предусматриваться наиболее рациональное использование воды, а также экономичные и надежные в действии внутренние системы водопровода, учитывающие все местные условия и особенности проектируемого здания, возможность применения индустриального метода заготовки узлов систем водопровода и поточно-скоростного производства монтажных работ, удобство и экономичность эксплуатации систем, широкое использование оборудования и деталей, изготавливаемых промышленностью, увязка с архитектурно-строительной, технологической и другими частями проекта.

### 25.2. Источники и качество воды

Вода, подаваемая для хозяйственно-питьевых нужд потребителей производственных, вспомогательных, жилых и общественных зданий, по качеству должна удовлетворять следующим требованиям ГОСТ 2874—73 «Вода питьевая»:

#### Бактериологические показатели

Общее количество бактерий на 1 мл неразбавленной воды (не более) . . . . .	100
Количество бактерий группы кишечной палочки: определяемый по плотной элективной среде с применением концентраций бактерий на мембранных фильтрах в 1 л воды (коли-индекс) (не более) . . . . .	3
при использовании жидких сред накопления (колититр) (не менее) . . . . .	300

#### Показатели токсических химических веществ воды

Бериллий ( $Be^{2+}$ ), мг/л . . . . .	0,0002
Молибден ( $Mo^{2+}$ ) . . . . .	0,5
Мышьяк ( $As^{3+}, 5+$ ) . . . . .	0,05
Нитраты (по N) . . . . .	10
Полиакриламид . . . . .	2
Свинец ( $Pb^{2+}$ ) . . . . .	0,1
Селен ( $Se^{6+}$ ) . . . . .	0,001
Стронций ( $Sr^{2+}$ ) . . . . .	2,0
Фтор, мг/л:	
для I и II климатических районов . . . . .	1,5
» III климатического района . . . . .	1,2
» IV . . . . .	0,7
Уран (U) природный и уран-238, мг/л . . . . .	1,7

Радий-226 (Ra), Ку/л . . . . .	$1,2 \cdot 10^{-10}$
Стронций-90 (Sr), Ку/л . . . . .	$4 \cdot 10^{-16}$

#### Органолептические показатели

Запах при 20° С и при подогревании воды до 60° С, баллы (не более) . . . . .	2
Привкус при 20° С, баллы (не более) . . . . .	2
Цветность по платино-кобальтовой или имитирующей шкале, град (не более) . . . . .	20
Мутность по стандартной шкале, мг/л (не более) . . . . .	1,5
<b>Допустимая концентрация в воде химических веществ</b>	
Сухой остаток, мг/л . . . . .	1000
Хлориды ( $Cl^-$ ), мг/л . . . . .	350
Сульфаты ( $SO_4^{2-}$ ), мг/л . . . . .	50
Марганец ( $Mn^{2+}$ ), мг/л . . . . .	0,1
Медь ( $Cu^{2+}$ ), мг/л . . . . .	1,0
Цинк ( $Zn^{2+}$ ), мг/л . . . . .	5,0
Остаточный алюминий ( $Al^{3+}$ ), мг/л . . . . .	0,5
Гексаметафосфат ( $PO_4$ ), мг/л . . . . .	3,5
Общая жесткость, мг-экв/л . . . . .	7,0

Примечания: 1 Водородный показатель (рН) должен быть в пределах 6,5—8,5

2. При использовании подземных вод без установок по обезжелезиванию воды, по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы, содержание железа в воде, поступающей в водопроводную сеть, допускается до 1 мг/л.

После хлорирования вода не должна иметь хлорофеноловых запахов.

К смывным бачкам, смывным кранам и писсуарам может быть подведена вода непитьевого качества.

Вода относительно низкой температуры обычно требуется для охлаждения производственных агрегатов, а также для холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.

В воде, применяемой для охлаждения производственных агрегатов, содержание взвешенных веществ не должно превышать норм, указанных в табл. 25.1.

ТАБЛИЦА 25.1

ДОПУСТИМОЕ СОДЕРЖАНИЕ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ

Охлаждающие устройства	Содержание взвешенных веществ, мг/л	
	круглогодное	в паводок
Холодильники коробчатого типа:	фурмы . . . . .	30
	прочие холодильники . . . . .	60
	Холодильники трубчатого типа:	
фурменные амбразурные шлаковые и чугунные лотки . . . . .	100	200
прочие холодильники . . . . .	50	100

В воде, подаваемой на производственные нужды, содержание железа нежелательно во всех случаях. Для производств предельное содержание железа не должно превышать 0,1 мг/л.

Содержание взвешенных веществ в воде, используемой для производственных нужд, допускается не более 100 мг/л, а для ряда производств (текстильной, целлюлозно-бумажной промышленности и др.) требуется вода высокой степени прозрачности и в каждом отдельном случае определяется требованиями технологии производства.

Для пищевых предприятий должна подаваться вода питьевого качества.

Цветность воды для многих производств (текстильной, бумажной, искусственного волокна и др.) не должна превышать 15 град.

Наиболее важными показателями химического состава воды являются жесткость, содержание железа, содержание других химических соединений, вредных для технологии.

Для котлов высокого давления производительностью 2 т/ч и более жесткость воды и содержание кислорода не должны превышать норм, указанных в табл. 25.2.

ТАБЛИЦА 25.2

**ДОПУСТИМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ И КОЛИЧЕСТВА КИСЛОРОДА В ВОДЕ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В ВОДОТРУБНЫХ КОТЛАХ РАЗЛИЧНОГО ДАВЛЕНИЯ**

Давление, атм	Общая жесткость, мг-экв/л	Содержание кислорода, мг/л
100	0,005	0,02
31,5—100	0,001	0,062
16—31,5	0,02	0,03 (при стальных экономайзерах) и 3,1 (при чугунных экономайзерах или без них)
до 16	0,3	

**Глава 26. СИСТЕМЫ И СХЕМЫ ВОДОПРОВОДА**

**26.1. Характеристика систем водопровода различных зданий и сооружений**

В зданиях могут быть следующие системы внутреннего водопровода: единый водопровод для подачи воды питьевого качества на все нужды; отдельные системы

водопровода — хозяйственно-питьевой и производственный (один или несколько); отдельные системы водопровода — хозяйственно-противопожарный и производственный (один или несколько); отдельные системы водопровода — хозяйственно-питьевой и производственно-противопожарный (возможны другие системы производственного водопровода или отдельно противопожарный водопровод); водопровод циркуляционный, состоящий из двух сетей: подающей и обратной; водопровод повторного использования в самом здании (с целью сокращения расхода воды).

Единый водопровод применяют при отсутствии или малой потребности (до 100 м<sup>3</sup>/сутки) воды на производственные нужды.

Не допускается соединение сетей хозяйственно-питьевого водопровода с сетями, подающими воду непитьевого качества. В исключительных случаях по согласованию с органами Государственного санитарного надзора допускается использование хозяйственно-питьевого водопровода в качестве резерва для водопровода, подающего воду непитьевого качества. В этом случае резервное соединение должно обеспечивать воздушный разрыв между сетями.

**Прямоточные системы** по типу сетей разделяют на три вида: тупиковые, кольцевые или закольцованные вводами и двойные сети.

**Тупиковые сети** применяют: в хозяйственно-питьевых водопроводах при устройстве только одного ввода; в производственных водопроводах в том случае, когда допускается перерыв в подаче воды на производственные нужды; при числе внутренних пожарных кранов до 12, если эти сети одновременно являются и противопожарными, а также в отдельных случаях при большом числе пожарных кранов, если внутренний водопровод питается водой от тупиковой наружной сети.

Тупиковые сети устраивают из труб различного или постоянного диаметра (рис. 26.1 и 26.2).

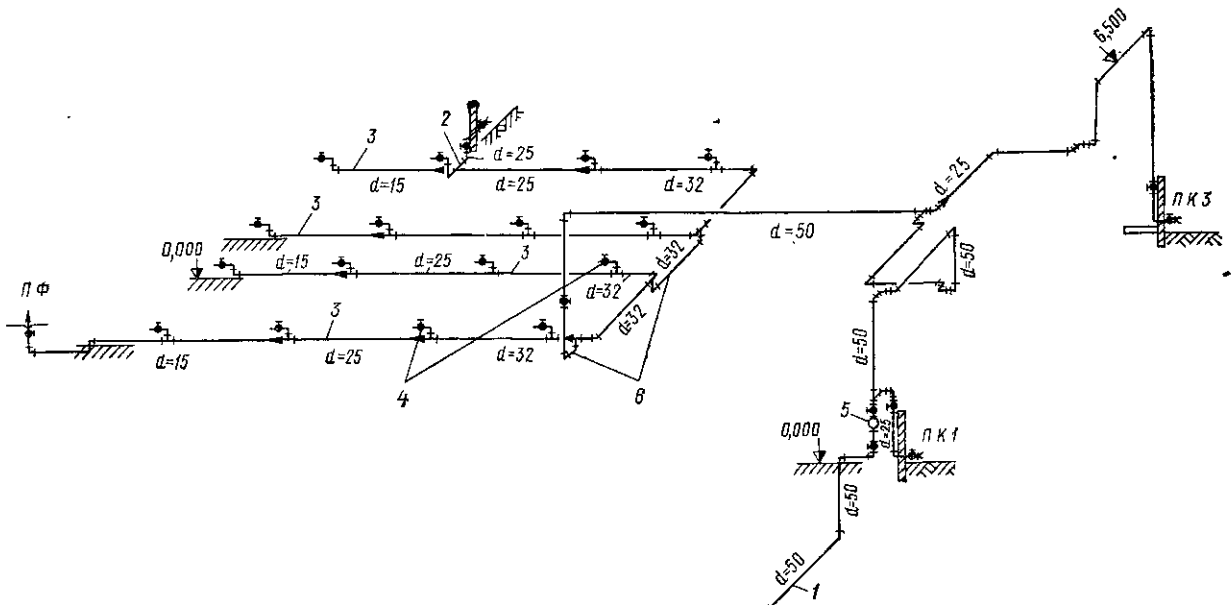


Рис. 26.1. Схема производственного водопровода завода железобетонных изделий

1 — ввод; 2 — прокладка линии в борозде пола; 3 — прокладка линий в полу; 4 — конденсаторы; 5 — водомер турбинный; 6 — прокладка труб в канале; ПФ — питьевой фонтанчик; ПК — поливочный кран

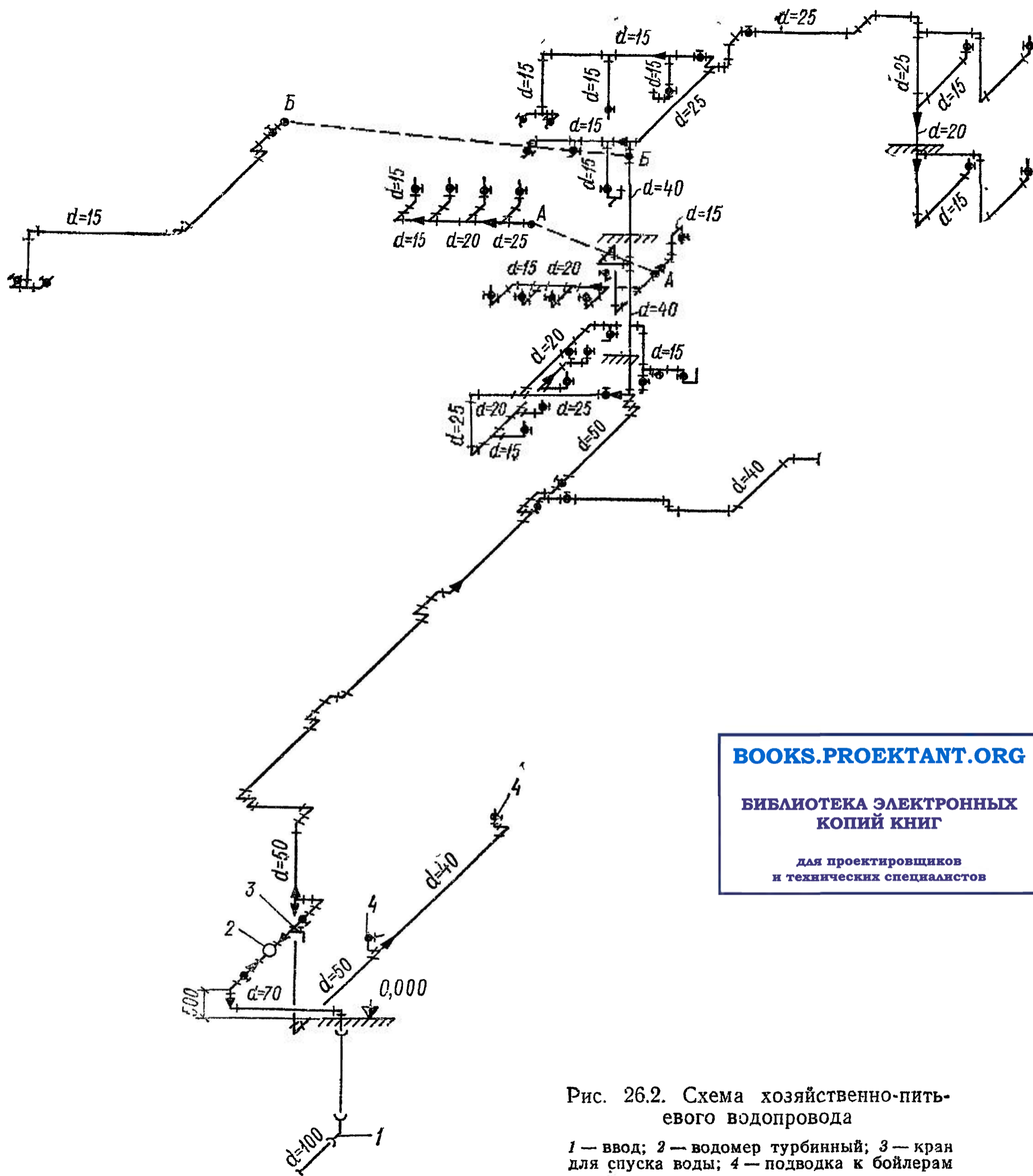


Рис. 26.2. Схема хозяйственно-питьевого водопровода

1 — ввод; 2 — водомер турбинный; 3 — кран для спуска воды; 4 — подводка к бойлерам

Кольцевые водопроводные сети применяют: в противопожарных водопроводах при 12 пожарных кранах и более; в производственных водопроводах, обслуживающих оборудование, которое требует непрерывной подачи воды.

Кольцевые сети, как правило, должны иметь два или несколько вводов. В кольцевой сети с несколькими вводами основная магистраль проектируется одного диаметра по всей длине.

Примером кольцевой сети может служить производственно-противопожарная сеть одного из химических корпусов (рис. 26.3).

Двойные сети применяют в тех случаях, когда при перерыве подачи воды может произойти авария на производстве.

Непрерывность подачи воды должна обеспечиваться как наружными, так и внутренними системами водоснабжения. Для обеспечения непрерывности подачи воды могут применяться следующие схемы сетей: кольцевая сеть с увеличенным числом вводов и установкой дополнительных задвижек или запорных вентилей и двойная сеть.

В кольцевой сети для питания оборудования, не допускающего перерыва в подаче воды, необходимо пре-



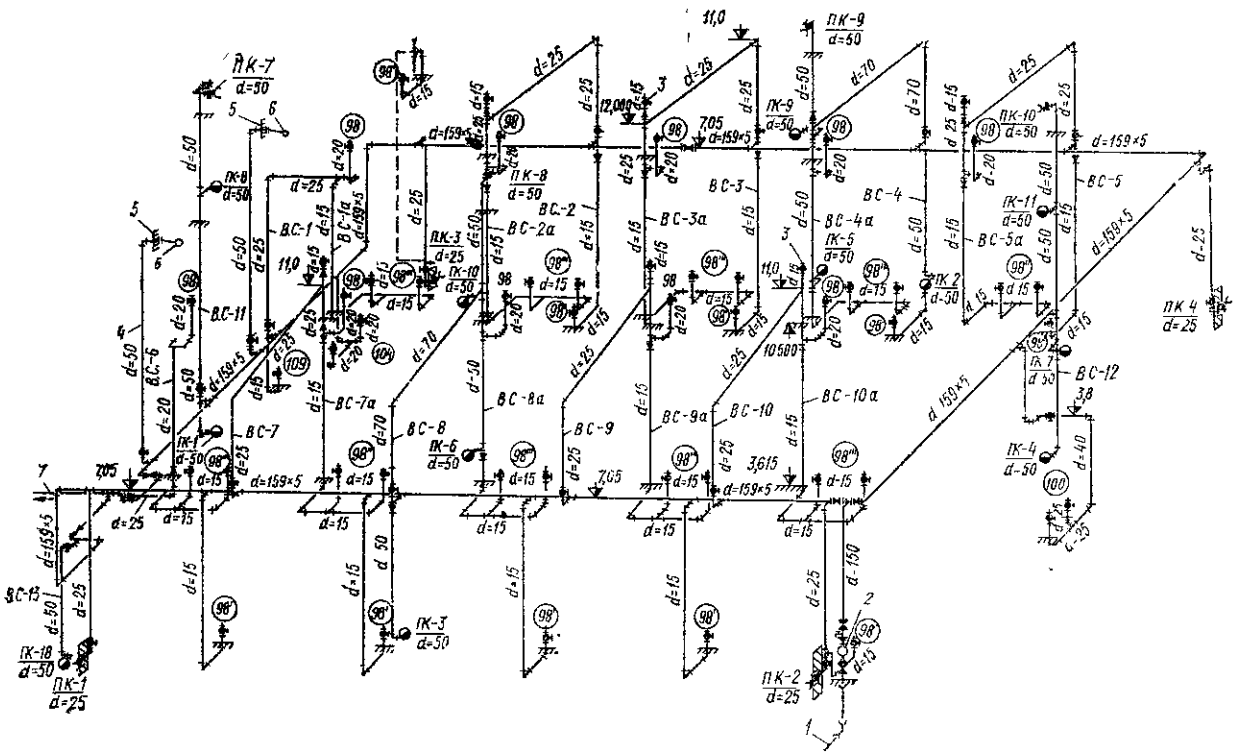


Рис. 26.3 Схема производственно-противопожарного водопровода

1 — ввод № 2,  $d=150$  мм; 2 — водомер турбинный  $d=100$  мм; 3 — выпуск воздуха, 4 — трубопровод подачи воды в бак; 5 — стенка бака; 6 — шаровый кран, 7 — подача воды в левую часть корпуса (цифры в кружках обозначают камеры подогревателей воды)

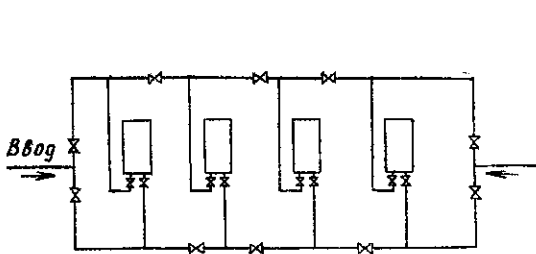


Рис. 26.4. Схема кольцевой сети производственного водопровода

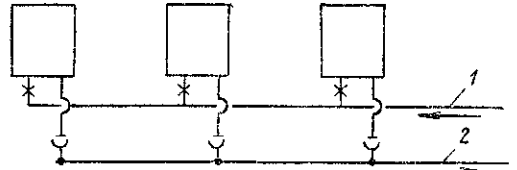


Рис 26.6 Схема двухступенчатого циркуляционного водопровода

1 — подающая магистраль, 2 — обратная магистраль

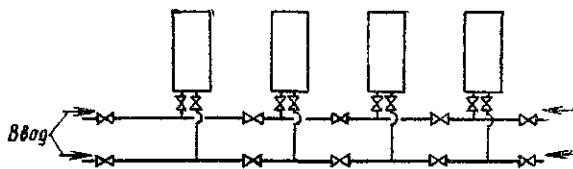


Рис. 26.5. Схема двойной сети производственного водопровода

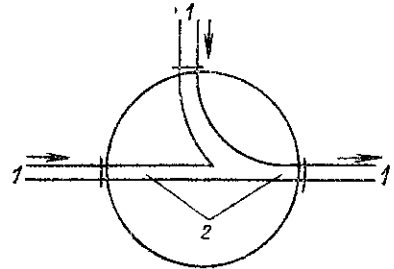


Рис. 26.7. Схема смотрового колодца на обратной линии  
1 — труба, 2 — лотки

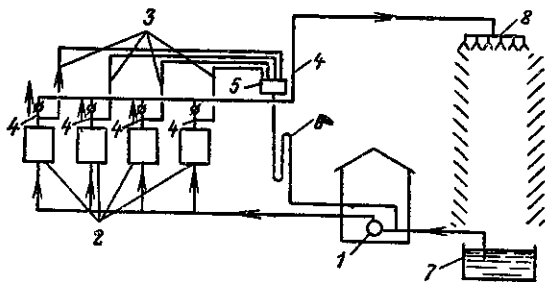


Рис. 26.8. Схема циркуляционного водопровода

1 — насос; 2 — охлаждаемый агрегат; 3 — контрольные трубопроводы; 4 — отводные трубопроводы от агрегатов; 5 — контрольный бак; 6 — гидравлический затвор; 7 — сборный резервуар; 8 — градирня

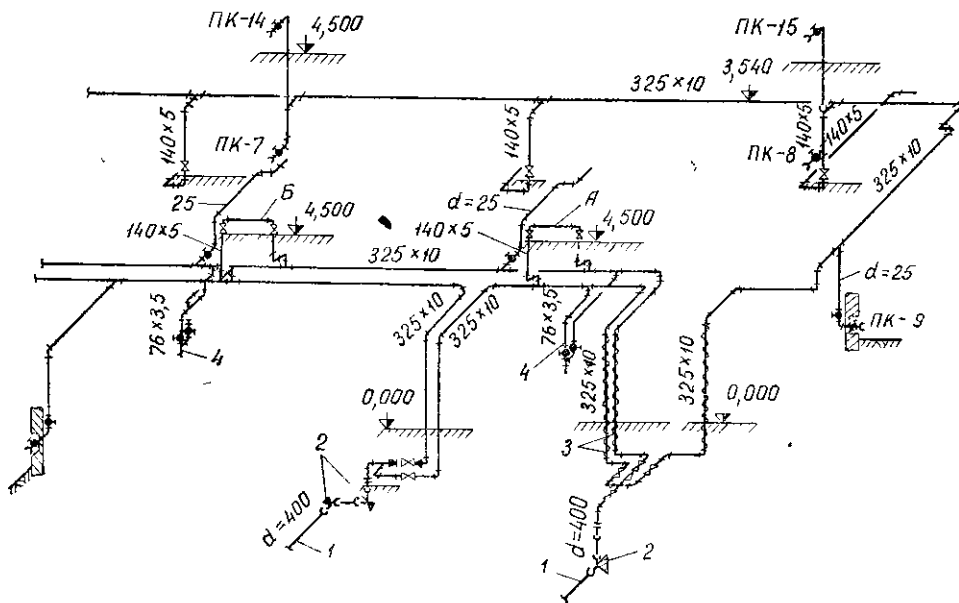


Рис. 26.9. Схема циркуляционного подающего водопровода завода ферросплавов

1 — ввод охлажденной воды; 2 — опоры; 3 — утепленные стояки; 4 — подводы к маслоохладителям; А — печь № 1; Б — печь № 2; ПК — поливочный кран  $d=25$  мм

Рис. 26.10. Схема циркуляционного подающего водопровода главного корпуса медносерного комбината

1 — вентиль  $d=25$  мм; 2 — наружная водопроводная магистраль

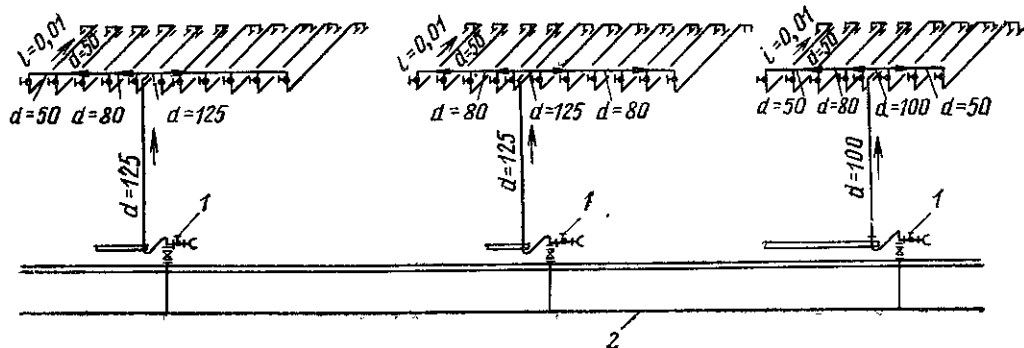


Рис. 26.11. Схема водопровода повторного использования воды от маслоохладителей в механическом цехе

1 — трубопровод для подачи воды из сети хозяйственно - противопожарного водопровода; 2 — сеть повторного использования воды; 3 — маслоохладители; 4 — ванны гальванического отделения; 5 — бак для регулирования подачи воды в сеть повторного использования; 6 — трубопровод для подачи воды от маслоохладителей; 7 — аварийный сброс воды в канализацию; 8 — подача воды из бака в термическое отделение

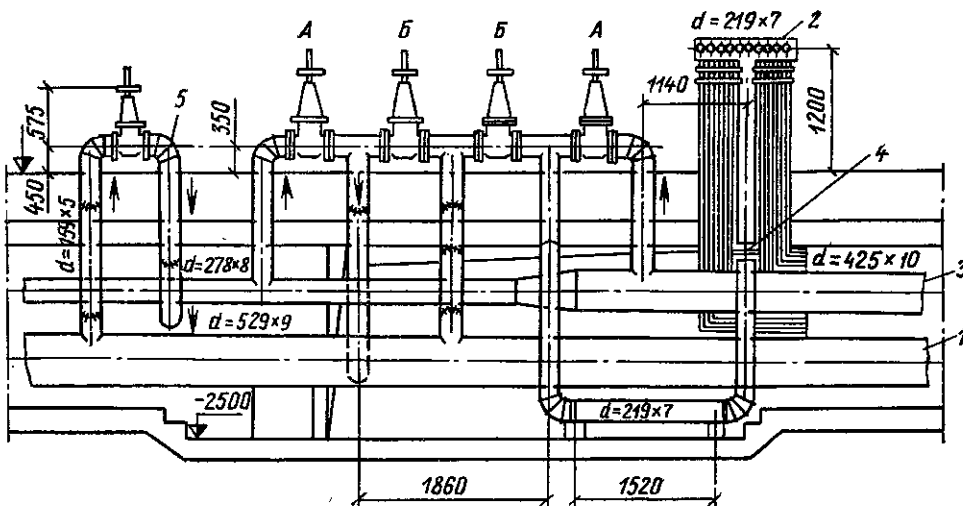
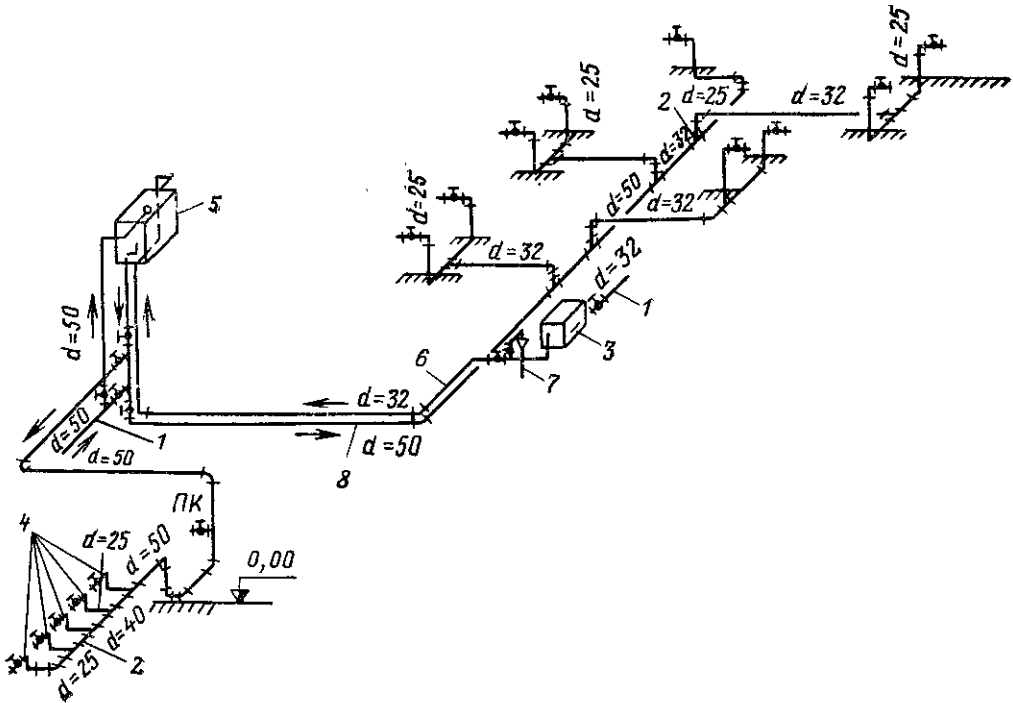


Рис. 26.12. Аварийное соединение водопроводов исходной и повторно используемой воды прокатного цеха

1 — сеть производственного водопровода; 2 — подвод повторно используемой воды; 3 — сеть воды повторно использования; 4 — измерительная диафрагма; 5 — подвод воды для охлаждения текстолитовых подшипников

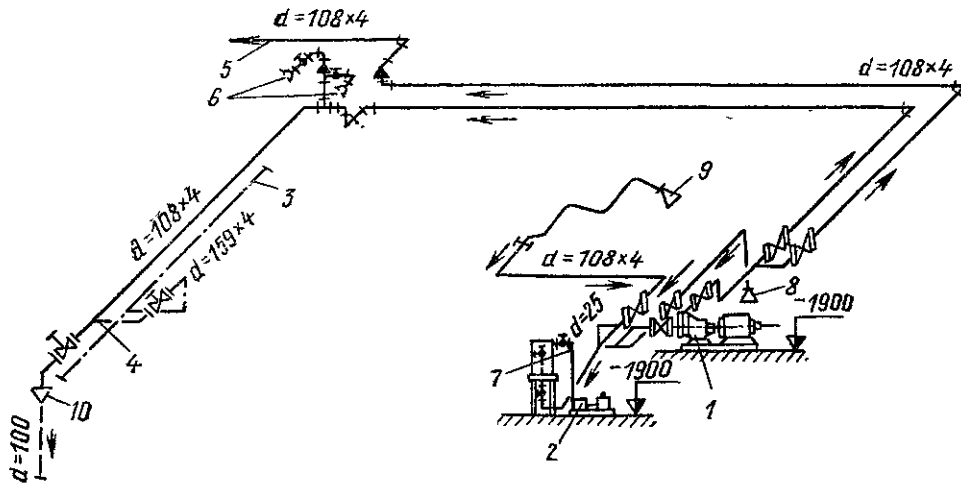


Рис. 26.13. Водопровод повторно используемой воды склада концентратов медеплавильного комбината

1—центробежный насос; 2—вакуум-насос; 3—производственный водопровод; 4—присоединение производственного водопровода; 5—подача в канал пульпопровода; 6—поливные краны; 7—труба для заливки вакуум-насоса; 8—всасывающая воронка; 9—воронка для захвата осадка; 10—сливная воронка

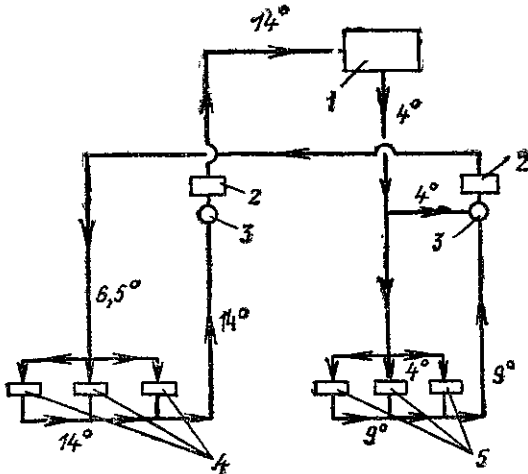


Рис. 26.14. Схема водопровода установки для кондиционирования воздуха

1—холодильная станция; 2—насосная станция; 3—запасный и смешительный резервуары; 4—кондиционеры, требующие воду с  $t=6,5^\circ\text{C}$ ; 5—кондиционеры, требующие воду с  $t=4^\circ\text{C}$

дусматривать возможность отключения любого агрегата и любого участка сети без прекращения подачи воды другим агрегатам (рис. 26.4). Это же правило должно быть соблюдено и при применении двойной водопроводной сети (рис. 26.5).

В кольцевой или двойной водопроводной сети необходимо предусматривать возможность замены любой задвижки на магистрали без прекращения подачи воды оборудованию

Циркуляционные системы состоят из двух сетей: подающей и обратной

В двухступенчатой системе подающая сеть, как правило, является напорной, а обратная — самотечной (рис. 26.6).

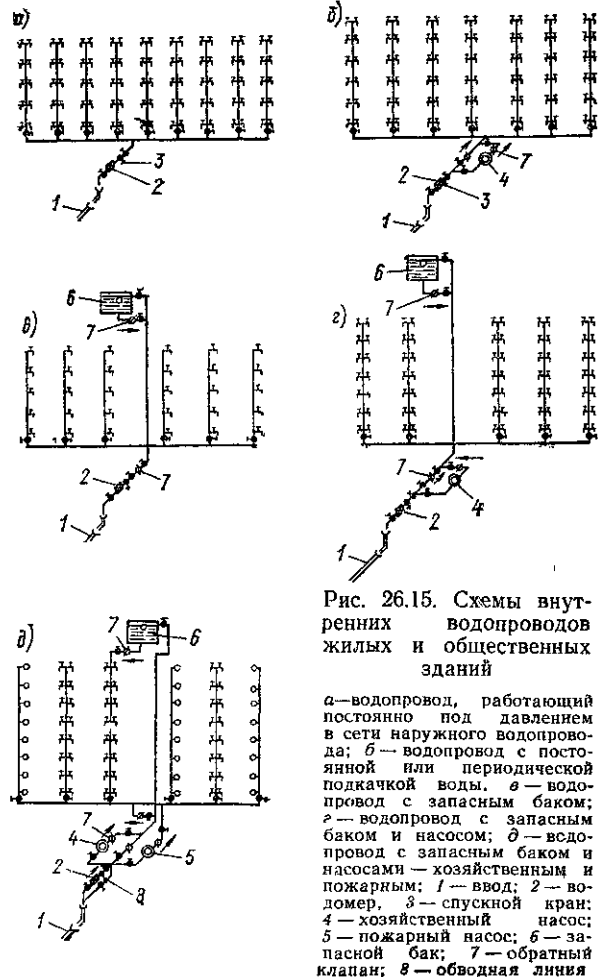


Рис. 26.15. Схемы внутренних водопроводов жилых и общественных зданий

а—водопровод, работающий постоянно под давлением в сети наружного водопровода; б—водопровод с постоянной или периодической подкачкой воды; в—водопровод с запасным баком; г—водопровод с запасным баком и насосом; д—водопровод с запасным баком и насосами — хозяйственным и пожарным; 1—ввод; 2—волокер; 3—спускной кран; 4—хозяйственный насос; 5—пожарный насос; 6—запасной бак; 7—обратный клапан; 8—обводная линия

Третья сеть в отличие от самотечных канализационных сетей имеет следующие особенности:

При расчете сети для отвода максимального расхода задаются диаметром труб, после чего определяют уклон трассы;

смотровые колодцы устанавливают по конструктивным соображениям, принимая их с открытыми люками ревизиями на закрытой сети и двойными люками (рис. 26.7).

При одноступенчатой схеме, как подающей, так и обратной, трубопроводы являются напорными и должны соответствовать требованиям, предъявляемым к напорным сетям (рис. 26.8).

Примером циркуляционного подающего напорного трубопровода по схеме двойной сети является водопровод для охлаждения печей и маслоохладительных колонок на ферросплавов (рис. 26.9).

Мелкие агрегаты, охлаждаемые водой, которые целесообразно объединить в отдельные узлы, целесообразно соединять с сборным магистралью циркуляционного трубопровода, прокладываемого вне зданий (рис. 26.10).

**Системы повторного использования воды** Повторное использование воды может осуществляться как в самом здании, так и вне его.

При повторном использовании воды в здании предусматривают специальный водопровод со всеми необходимыми установками: насосной, баками, резервуарами и т.д. Примером системы повторного использования воды является водопровод механического цеха (рис. 26.11).

В данной системе вода после охлаждения маслоохладителей поступает в напорный бак, из которого распределяется для термического и гальванического отделений.

В системах со значительным расходом воды целесообразно устанавливать напорные регулирующие баки или запасные резервуары из-за их больших размеров. В таких случаях для обеспечения бесперебойной подачи воды следует предусматривать автоматизацию работы водопроводов.

Примером применения автоматизации может служить схема с автоматически действующими задвижками для системы повторного использования воды в одном из прокатных цехов (рис. 26.12). При прекращении подачи воды повторного использования или при подаче ее в недостаточном количестве автоматически перекрываются задвижки (задвижки А закрываются, задвижки Б открываются) и вместо воды повторного использования подается исходная вода.

Для автоматического выброса лишней воды, поступающей в систему повторного использования, устанавливают контактные манометры.

Повторное использование воды применяют также для извлечения и утилизации сырья (рис. 26.13).

Отработавшую воду после кондиционеров целесообразно использовать для охлаждения другого оборудования. Если некоторые кондиционеры требуют воду более высокой температурой, следует применять схему (рис. 26.14). По этой схеме из холодильной станции воды с температурой  $4^{\circ}\text{C}$  подают на кондиционеры первой очереди, где она нагревается до  $9^{\circ}\text{C}$ , а затем поступает в резервуар-смеситель, в который также поступает вода с температурой  $4^{\circ}\text{C}$ . После смешивания воду с температурой  $6,5^{\circ}\text{C}$  подают на кондиционеры второй очереди. Воду, нагретую до температуры  $14^{\circ}\text{C}$ , направляют в холодильную станцию.

Применение систем водопровода по режиму их работы приведено в табл. 26.1.

В жилых зданиях высотой 17 этажей и более, административных зданиях, гостиницах, пансионатах, са-

наториях, домах отдыха, производственных и вспомогательных зданиях высотой более 50 м предусматривается зонирование водопровода. Высота зоны определяется из расчета максимально допустимого гидростатического напора у нижних пожарных кранов и хозяйственных или производственных водоразборных точек. При зонировании водопровода подача воды может быть предусмотрена от водонапорных или гидропневматических баков, а также непосредственно от наружного водопровода. Имеющееся давление во внешней водопроводной сети используется для подачи воды в нижние этажи зданий.

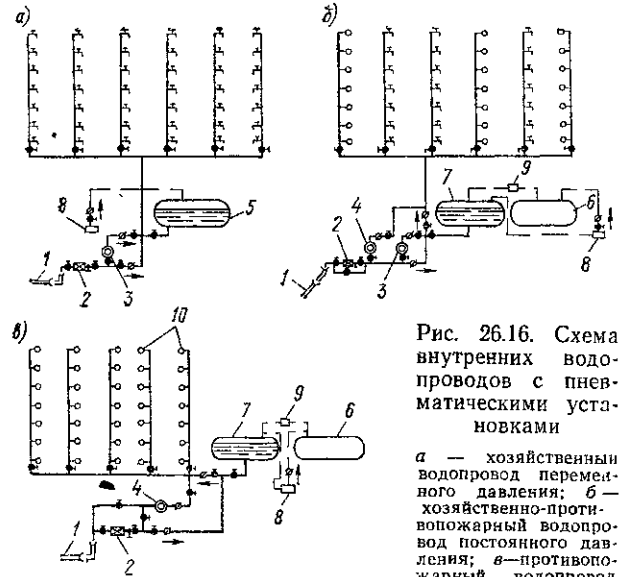


Рис. 26.16. Схема внутренних водопроводов с пневматическими установками

а — хозяйственный водопровод переменного давления; б — хозяйственно-противопожарный водопровод постоянного давления; в — противопожарный водопровод постоянного давления. 1 — ввод; 2 — водомер; 3 — хозяйственный насос; 4 — пожарный насос; 5 — воздушно-водяной пневматический бак; 6 — воздушный пневматический бак; 7 — водяной пневматический бак; 8 — компрессор; 9 — редукционный клапан; 10 — пожарные краны

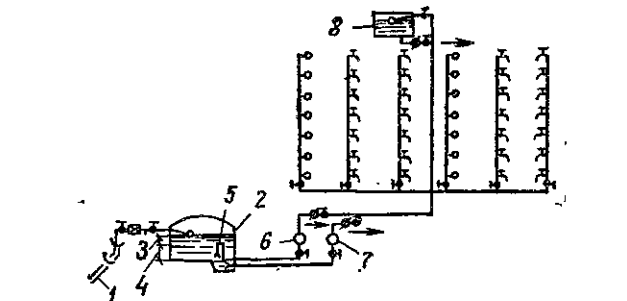


Рис. 26.17. Схема внутренних водопроводов с запасными резервуарами и с разрывом струи воды

1 — ввод наружного водопровода; 2 — запасный подземный резервуар; 3 — запас воды на хозяйственные нужды; 4 — запас воды на тушение пожара; 5 — отверстие для разрыва струи; 6 — хозяйственный насос; 7 — напорный насос; 8 — напорный бак

ТАБЛИЦА 26 I  
РАЗЛИЧНЫЕ СИСТЕМЫ ВОДОПРОВОДА И РЕЖИМ  
ИХ ДЕЙСТВИЯ

Система	Применение системы
Под постоянным давлением наружного водопровода без специальных устройств (рис. 26.15, а)	В хозяйственно-питьевом, противопожарном и объединенном водопроводах, когда гарантируемое давление в наружной сети достаточно для создания необходимых напоров у всех водопотребителей, включая пожарные краны
С местными повысительными устройствами постоянно-го или периодического действия без запасных баков (рис. 26.15, б)	В хозяйственно-питьевом, противопожарном и объединенном водопроводах при постоянной или периодической недостаточности давления в наружной сети
С запасными водонапорными баками, заполняемыми периодически под давлением наружного водопровода без повысительных устройств (рис. 26.15, в)	В особых случаях хозяйственно-питьевых водопроводов, когда расходы воды незначительны, а установка насосов затруднена
С баками и насосами для повышения давления (рис. 26.15, г)	Для хозяйственно-питьевых, противопожарных и объединенных водопроводов при значительной разности давления в том случае, когда возможна установка баков
С пневматическими установками постоянного или переменного давления (рис. 26.16)	То же, когда возможно и целесообразно устройство пневматической установки для автоматических пожарных систем
С разрывами струн, с запасными резервуарами и повысительными устройствами для подачи воды в сеть или одновременно в сеть и в запасные емкости (водонапорные баки) (рис. 26.17)	То же, когда требуется сразу получить большой расход воды из наружной сети для тушения пожаров и необходимо обеспечить обмен воды в резервуарах
Зонного водоснабжения с запасными баками и без баков (рис. 26.18)	В многоэтажных зданиях высотой 17 этажей и более или более 50 м, когда давление в наружной сети достаточно для снабжения четырех этажей и более и когда давление во внутренних водопроводах без применения зонного водоснабжения может превышать допустимое давление 60 м
Циркуляционного водоснабжения и повторного использования воды	При высоком тарифе или дефиците воды, больших расходах ее, возможности и технико-экономической целесообразности циркуляции воды повторного использования (например, в фонтанах)
С запасными уравнительными баками (рис. 26.19)	При необходимости снижения давления у водоразборной аппаратуры и обеспечения запаса воды, например в банях, прачечных

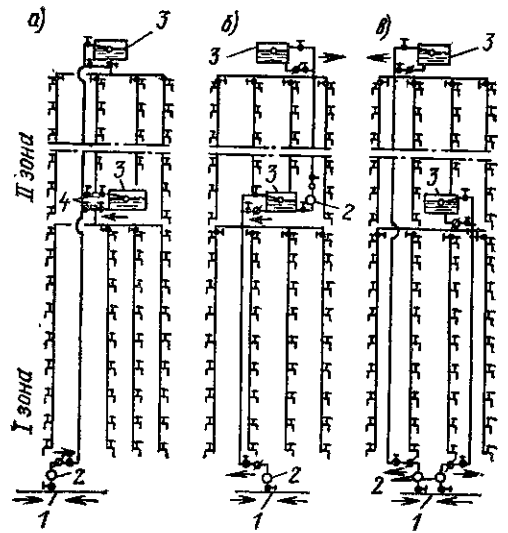


Рис. 26.18. Схема зонных водопроводов зданий, в системах которых статическое давление превышает 60 м

а — водопровод с подачей воды во все зоны одной группой насосов; б — водопровод с последовательной подачей воды из более низкой зоны в более высокую; в — водопровод с параллельной подачей воды во все зоны насосами различных групп; 1 — ввод; 2 — насос; 3 — напорный бак; 4 — редукционный клапан

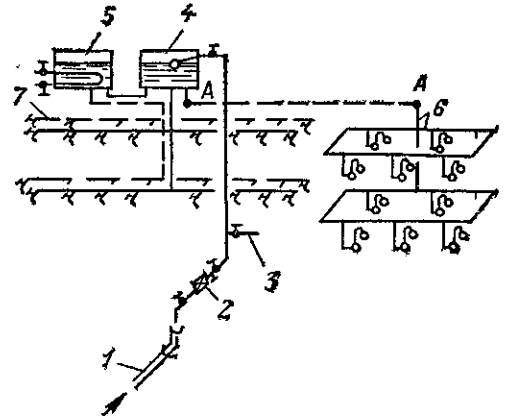


Рис. 26.19. Схема внутренних водопроводов с уравнительными баками

1 — ввод; 2 — водомер; 3 — хозяйственная сеть; 4 — бак холодной воды; 5 — бак горячей воды; 6 — сеть холодной воды к душам и умывальникам; 7 — сеть горячей воды

В зданиях высотой 17—25 этажей (более 50 м) водопроводные сети каждой зоны (объединенные и раздельные, хозяйственно-питьевые, противопожарные и производственные) закольцовываются по вертикали. При отсутствии в здании промежуточных технических этажей вместо кольцевания по вертикали допускается закольцовывать сеть в горизонтальной плоскости. В зданиях высотой 25 этажей и более внутренние сети каждой зоны закольцовывают по вертикали и по горизонтали.

Внутренние водопроводные сети (как отдельные, так и объединенные) в жилых зданиях высотой более 16 этажей и в зданиях, оборудованных зонным водопроводом, следует присоединять к наружной кольцевой сети не менее чем двумя вводами. Жилые дома и группы их с числом квартир более 10 также должны иметь два ввода от наружной кольцевой сети водопровода.

Внутренние сети противопожарного водопровода в одной зоне здания высотой 17 этажей и более должны иметь два выведенных наружу патрубка с полугайкой  $d=77$  мм для присоединения рукавов пожарных автомашин.

## 26.2. Противопожарные системы водопровода

Во внутренние водопроводы для пожаротушения вода подается непосредственно от наружной сети через вводы прямо или через промежуточную регулировочную камеру. Потребный напор определяется по формуле

$$H_{\text{потр}} = h_c + H_{\text{св}} + \Delta z, \quad (26.1)$$

где  $h_c$  — потери напора на вводах и во внутренней сети;

$H_{\text{св}}$  — свободный напор у водоразборного устройства;

$\Delta z$  — разность отметок ввода в здание и наиболее высоко расположенного водоразборного устройства.

### А. СПРИНКЛЕРНЫЕ И ДРЕНЧЕРНЫЕ УСТАНОВКИ

Наряду с пожарными кранами некоторые здания и сооружения (табл. 26.2), особо опасные в пожарном отношении, необходимо оборудовать спринклерными и дренчерными установками.

**Водяная спринклерная система** применяется в отапливаемых помещениях с температурой воздуха выше  $5^\circ\text{C}$ . Водяная система полностью заполняется водой. В одной секции водяной системы должно быть не более 800 спринклеров.

**Воздушная спринклерная система** используется в неотапливаемых помещениях с температурой воздуха ниже  $5^\circ\text{C}$ . Воздушная система (контрольно-защитного клапана) заполняется сжатым воздухом, а рабочие КСК — водой: в ней устанавливается до 800 спринклеров.

**Смешанная система** устраивается в тех зданиях, где имеются смежные помещения с различным температурным режимом. Эта система состоит как бы из двух систем: воздушной с воздушным КСК и водяной с водяным КСК. Общими между воздушной и водяной системами являются водопитатели.

В смешанной системе должно быть не более 1400 спринклерных головок, из них 600 в воздушной и 800 в водяной системе. Спринклерные головки являются водопитателями всей спринклерной системы. В настоящее время применяют спринклерные головки с металлическим и стеклянным замком.

Спринклеры изготавливают на различные температурные режимы (табл. 26.3).

Диаметр sprыска (отверстие в диафрагме) спринклерной головки 12,75 мм. Площадь пола, защищенная одним спринклером, в помещениях повышенной пожарной опасности при наличии горючих материалов более

ТАБЛИЦА 26.2

### ПЕРЕЧЕНЬ ЗДАНИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ, ПОДЛЕЖАЩИХ ОБОРУДОВАНИЮ АВТОМАТИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Здания	Помещения
<p>Склады (независимо от ведомственной принадлежности)</p> <p>Здания без фонарей при ширине более 60 м</p>	<p>Помещения складов горючих материалов площадью <math>1000 \text{ м}^2</math> и более, а также негорючих материалов в сгораемой упаковке площадью <math>1500 \text{ м}^2</math> и более; указанные помещения складов, расположенные в подвале площадью <math>700 \text{ м}^2</math> и более. Помещения хранения шерсти, пушнины, мехов и меховых изделий, склады каучука (независимо от площади).</p> <p>Помещения складов горючих материалов и негорючих материалов в сгораемой упаковке при высоте штабелей или стеллажей более <math>5,5 \text{ м}</math></p> <p>Со взрывопожароопасными и пожароопасными производствами</p>
<p>Предприятия по обслуживанию автомобилей</p>	<p>Помещения для хранения автомобилей и постов технического обслуживания и ремонта автомобилей (кроме постов мойки автомобилей) в гаражах высотой два этажа и более, в подземных гаражах и гаражах, расположенных под мостами, а также в одноэтажных зданиях предприятий по обслуживанию автомобилей, в которых площадь помещения для хранения автомобилей или постов технического обслуживания и ремонта автомобилей составляет <math>7000 \text{ м}^2</math> и более</p>
<p>Магазины универсальные, театры, клубы</p>	<p>По соответствующим главам СНиП</p>
<p>Здания с электронно-счетными и вычислительными машинами</p>	<p>Залы электронно-счетных и вычислительных машин, подвальные пространства и технические этажи, помещения перфокарт и перфолент, табуляторные и коммуникационные</p>

Продолжение табл 26 2

Здания	Помещения
Научно-исследовательские институты и лаборатории	Помещения с уникальным оборудованием, приборами и материалами, лабораториями, установки со взрывопожароопасными производствами, а также помещения хранения и выдачи уникальных изданий, отчетов, рукописей и других документов особой ценности

Примечания 1 Выбор средств пожаротушения (вода, пена, газ или порошок) определяется технологическими требованиями и технико-экономическим обоснованием

2 Наиболее эффективная высота использования спринклерных систем до 8 м, максимальная — 10 м

3 Помещения складов, не указанные в перечнях министерств и ведомств, должны быть оборудованы автоматическими средствами пожаротушения согласно п 1 данного перечня

4 Здания и помещения, не включенные в данный перечень, подлежат оборудованию автоматическими установками пожаротушения согласно перечням, утвержденным министерством или ведомством и согласованным с Госстроем СССР и Главным управлением пожарной охраны МВД СССР

ТАБЛИЦА 26 3

#### ТЕМПЕРАТУРА ВСКРЫТИЯ СПРИНКЛЕРНЫХ ГОЛОВОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБСЛУЖИВАЕМОГО ПОМЕЩЕНИЯ

Температура вскрытия, °С	Нормальная температура помещения, °С	Цвет окраски штуцера и рамки
72	<40	Без окраски
93	41—60	Белый
141	61—100	Синий
182	101—140	Красный

200 кг на 1 м<sup>2</sup> не должна превышать 9 м, в остальных случаях — 12 м Расстояние от розетки спринклера до плоскости несгораемого перекрытия должно быть не более 0,4 м, при трудносгораемом и сгораемом перекрытиях — не более 0,3 м, причем расстояние между розеткой спринклера и конструкцией, под которой он устанавливается, принимается не менее 0,08 м

При сгораемых односкатных и двухскатных перекрытиях расстояние по горизонтали от спринклеров до стен и конька должно быть не более 0,8 м, а при несгораемых и трудносгораемых перекрытиях — не более 1,5 м

В помещениях повышенной пожарной опасности расстояние между спринклерами принимается не более 3 м, между спринклерами и несгораемыми стенами и перегородками — не более 1,5 м, между спринклерами и сгораемыми и трудносгораемыми стенами и перегородками — не более 1 м

Во всех остальных менее пожароопасных помещениях расстояние между спринклерами принимается не более 4 м, между спринклерами и несгораемыми стенами и перегородками — не более 2 м, между спринклерами и сгораемыми и трудносгораемыми стенами и перегородками — не более 1,2 м

Рекомендуется применять самостоятельные системы с водонапорным баком или пневматической установкой, предназначенными только для создания давления и сохранения необходимого количества воды для спринклерной системы

*Дренчерные системы* бывают неавтоматического (ручного) и автоматического действия Для дренчерных

систем должно быть два водопитателя автоматический действующий, предназначенный для тушения пожара в первые 10 мин, и основной для тушения пожара в последующие 60 мин

В зависимости от степени пожарной опасности защищаемых объектов применяют следующие системы

1) заливные — в помещениях взрывоопасных производств,

2) сухотрубные — в помещениях невзрывоопасных производств

В заливных системах дренчеры устанавливают розетки вверх, а в сухотрубных — вверх или вниз Каждая секция или завеса обслуживается отдельными клапанами группового действия, задвижкой или вентилем управления

Площадь пола, защищаемая одним дренчером, 9 м Расстояние между дренчерами 3 м, между дренчерами и стенами или перегородками 1,5 м Расстояние между дренчерами, орошаемыми вертикальные плоскости или предназначенными для создания водяных завес, определяется из условия расхода воды 0,5 л/с на 1 м ширины орошаемой плоскости или проема

Дренчеры применяют лопаточные с выходным отверстием диаметром 12 мм (в диафрагме) или розеточные (для создания водяной завесы) с выходным отверстием диаметрами 10, 12 и 16 мм

Автоматическое включение дренчерных установок обеспечивается одним из следующих побудительных устройств

а) при наличии клапанов группового действия — побудительным трубопроводом с тросовой системой, имеющей легкоплавкие замки, а также гидравлической и пневматической системами,

б) при наличии задвижек и вентилях с электроприводом — электрическими системами с электрическими датчиками.

Все побудители (спринклеры, легкоплавкие замки и электрические датчики) необходимо устанавливать на расстоянии не более 0,4 м от перекрытия. Расстояние (по горизонтали) между легкоплавкими замками побудительной тросовой системы не должно превышать во взрывоопасных производствах 2,5 м, а в невзрывоопасных 3 м.

Не допускается установка запорной арматуры и фланцевых соединений на питательных и распределительных трубопроводах

Принимаются следующие расстояния между опорами (подвесками) трубопроводов

Условный проход трубопровода, мм 15 20 25 32 40 50 70 80 100 125 150

Максимальное расстояние между креплениями трубопровода, м 2,5 3 3,5 4 4,5 5 6 6 6 7 8

Расход воды на противопожарную защиту зданий принимают по специальным нормам Расход воды на 1 м<sup>2</sup> площади пола защищаемого помещения должен быть не менее 0,1 л/с

Для зданий и помещений, в которых основным сгораемым материалом являются каучук, резинотехнические изделия, киноплёнки на нитрооснове, целлулоид и изделия из него и другие аналогичные материалы, расход воды следует принимать не менее 0,3 л/с на 1 м<sup>2</sup> площади пола

При определении диаметров трубопроводов рекомендуется принимать следующую скорость движения воды в них в подводящих и питательных трубопроводах не более 3 м/с и в распределительных трубопроводах не более 10 м/с Гидравлический расчет спринклер-



ных установок производится на два случая питания сети: от автоматического и основного водопитателя.

Гидравлический расчет дренажных установок производится исходя из условия одновременного действия всех дренажей расчетной секции или завесы при работе как от автоматического, так и от основного водопитателя.

Расчетный расход воды (л/с) через спринклер или дренажер определяют по формуле

$$Q^2 = B_n H, \quad (26.2)$$

$B_n$  — характеристика истечения оросителя (спринклера, дренажера), л<sup>2</sup>/с<sup>2</sup>·м; принимается по табл. 26.4 в зависимости от диаметра выходного отверстия спринклера или дренажера;

$H$  — свободный напор у спринклера или дренажера, м вод. ст.

ТАБЛИЦА 26.4

ЗНАЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ  $B_n$ 

Оросители	Диаметр отверстия истечения, мм	Значения $B_n$ , л <sup>2</sup> /с <sup>2</sup> ·м
Спринклер . . . . .	16	0,391
	12	0,122
	10	0,059
Дренажер розеточный	16	0,391
	12	0,122
	10	0,059
» лопаточный . . . . .	12	0,122

Характеристика  $B_n$  определена при коэффициенте расхода 0,7.

Свободный напор у наиболее удаленного и высокоположенного спринклера или дренажера следует принимать не менее 5 м вод. ст.

Потери напора  $H_k$  в контрольно-сигнальных клапанах и клапанах пружинного действия определяют по формулам, приведенным в табл. 26.5.

ТАБЛИЦА 26.5

## ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ НАПОРА В КОНТРОЛЬНО-СИГНАЛЬНЫХ КЛАПАНАХ И КЛАПАНАХ ГРУППОВОГО ДЕЙСТВИЯ

Контрольно-сигнальные клапаны	Марка клапана	Диаметр клапана, мм	Формулы
Водяной . . . . .	ВС-100	100	$H_k = 0,00302 Q^2$ $H_k = 0,000869 Q^2$
	ВС-150	150	
Воздушно-водяной . . . . .	ВВ-100	100	$H_k = 0,00726 Q^2$ $H_k = 0,00208 Q^2$
	ВВ-150	150	
Воздушный . . . . .	В-150	150	$H_k = 0,0016 Q^2$ $H_k = 0,048 Q^2$
	ГД-65	65	
Группового действия . . . . .	ГД-100	100	$H_k = 0,00634 Q^2$ $H_k = 0,0014 Q^2$
	ГД-150	150	
	ГД-150	150	

Примечание.  $Q$  — расход воды через клапан, л/с;  $H_k$  — потери напора в клапане, м вод. ст.

В качестве источника для бесперебойного водоснабжения могут быть использованы: а) промышленные и городские системы водопровода; б) естественные и искусственные водоёмы; в) артезианские скважины.

При маломощных источниках предусматривают запасные резервуары для хранения неприкосновенного запаса воды с учетом расхода на спринклерные и дренажные установки в течение 1 ч.

Для работы установки необходимо предусматривать автоматические и основные водопитатели. При одном водопитателе, включающемся автоматически, следует иметь устройства для подачи воды в спринклерные и дренажные сети передвижными пожарными насосами.

В качестве автоматического водопитателя спринклерных и дренажных установок можно принимать водонапорные баки, пневматические установки, хозяйственно-противопожарные или производственные водопроводы, обеспечивающие требуемые расходы воды и постоянный напор в сетях до включения основного водопитателя. Водонапорные и воздушно-водяные баки пневматических установок при ручном включении насосов должны содержать неприкосновенный запас воды для работы спринклерных или дренажных установок (до включения насоса) в течение 10 мин. Для спринклерных установок в течение 10 мин должен обеспечиваться расход воды 10 л/с, для дренажных — расход, обеспечивающий одновременную работу всех дренажей расчетной секции.

При автоматическом включении насосов, обслуживающих спринклерные и дренажные установки, запас воды в воздушно-водяных баках пневматических установок и водонапорных баках надлежит принимать равным 1,5 м<sup>3</sup> при расчетном расходе воды на внутреннее пожаротушение до 35 л/с и 3 м<sup>3</sup> при расчетном расходе воды более 35 л/с. При самотрубных установках расчетный запас воды увеличивается на величину емкости трубопровода максимальной по объему секции. При включении основного водопитателя водонапорные баки и пневматические установки автоматически отключаются. Основной водопитатель должен обеспечить работу спринклерных и дренажных установок в течение 1 ч при подаче расчетного расхода воды ко всем водопотребителям.

Схема автоматического электроуправления предусматривает автоматический запуск рабочего насоса, автоматический запуск резервного насоса, автоматическое переключение электропитания цепей управления с рабочего фидера на резервный (если предусмотрено проектом).

Включение и выключение насосов может быть местное из помещения насосной и дистанционное из помещения пожарного поста.

В качестве побудителей для автоматического запуска насосов используют реле давления, реле уровня, электроконтактные манометры, электроводяные сигналы, тепловые, дымовые и другие извещатели пожарной сигнализации.

При установке компрессора для наполнения сжатым воздухом пневматических баков запуск его производится только вручную из помещения, где размещены пневматические баки.

У задвижек с электродвигателями необходимо предусматривать световую сигнализацию трех положений задвижек: «открыто», «закрыто», «включена муфта». В помещении пожарной охраны объекта должна быть предусмотрена сигнализация следующих видов: а) световая, извещающая о наличии напряжения на рабочем и резервном фидерах; б) звуковая, свидетельствующая об отсутствии напряжения на рабочем фидере (при исчезновении напряжения на резервном фидере гаснет лампа); в) световая и звуковая, свидетельствующие о включении насосов; г) световая и звуковая, извещающие о начале работы спринклерной (дренажной) установки.

## Б. ПОЖАРОТУШЕНИЕ ВЫСОКОКРАТНОЙ ПЕНОЙ

Для тушения пожаров в резервуарных парках на складах I и II категории предусматривают следующие системы пожаротушения:

- а) стационарные — при наземных резервуарах емкостью каждого 5000 м<sup>3</sup> и более;
- б) передвижные — при наземных резервуарах емкостью менее 5000 м<sup>3</sup> и при подземных резервуарах любой емкости

Примечания 1 Стационарная система пожаротушения состоит из насосов, резервуаров для приготовления растворов, трубопроводов для подачи растворов к резервуарам и другим объектам склада и пеногенераторов

2 К передвижным относятся системы пожаротушения, в которых все оборудование и материалы для подачи пены доставляются к месту пожара

3 Для тушения пожаров на складах нефти и нефтепродуктов следует применять воздушно-механическую пену высокой кратности Средства и методы пожаротушения других легковоспламеняющихся или горючих жидкостей выбирают в каждом отдельном случае в зависимости от свойств этих жидкостей

4 Для резервуаров со стационарными крышами и потолками дополнительно предусматривается охлаждение передвижными средствами от гидрантов, установленных на трубопроводах стационарной системы пожаротушения

На складах III категории допускается подача воды на охлаждение резервуаров с нефтью и нефтепродуктами и на тушение пожаров мотопомпами или автососами из противопожарных водоемов или резервуаров Должно быть не менее двух водоемов или резервуаров; емкость каждого из них определяется расчетом, но должна быть не менее 100 м<sup>3</sup> Водоемы и резервуары размещают на расстоянии не более 200 м от обслуживаемых объектов при тушении пожаров автососами и не менее 150 м — мотопомпами.

При расположении резервуарных парков на расстоянии менее 200 м от естественных водоемов и при возможности устройства к ним подъездов и площадок для пожарных автомобилей или мотопомп противопожарные резервуары не устраивают. в зданиях разливочных, расфасовочных и раздаточных, продуктовых насосных, зданиях для хранения нефтепродуктов в таре и др. при экономической целесообразности принимается такая же система пожаротушения, как и для резервуарного парка данного склада.

При стационарной системе тушения пожаров в резервуарном парке вдоль железнодорожных и автомобильных сливо-наливных устройств, а также к речным и морским причалам прокладывают трубопроводы для подачи раствора на тушение пожаров с помощью передвижных пеногенераторов

За расчетный расход воды принимается один из наибольших расходов на пожаротушение отдельных объектов.

СПКБ противопожарной автоматики Всесоюзного объединения Союзспецавтоматика разработаны новые системы автоматического пожаротушения высокократной пеной

Система В-275 предназначена для защиты отдельных наиболее пожароопасных участков производственных и складских помещений в различных отраслях промышленности (трансформаторные камеры, реакторы, помещения топливных насосов, масляные закалочные ванны, испытательные стенды двигателей внутреннего сгорания, покрасочные и сушильные камеры и т. п.), в которой в качестве огнетушащего состава применяется высокократная пена.

Основные технические данные системы: объем подаваемой пены за время тушения (с учетом коэффициента разрушения пены 3,5) 50, 100 и 200 м<sup>3</sup>; расчетное давление 3 кгс/см<sup>2</sup>; площадь орошения 28 м<sup>2</sup>; оросители — пеногенераторы типа ГМС-2000.

Воду на пенообразование рекомендуется использовать из производственного водопровода.

## Глава 27. НОРМАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

## 27.1. Нормы водопотребления, коэффициенты неравномерности и расходы воды

Расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды в производственных зданиях промышленных предприятий приведены в табл. 27.1.

ТАБЛИЦА 27.1

## НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ И КОЭФФИЦИЕНТЫ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

Цехи	Норма расхода воды на 1 чел в смену, л	Коэффициент часовой неравномерности
С значительными тепловыделениями {более 20 ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)}	45	2,5
Прочие . . . . .	25	3

Примечания 1 Нормы водопотребления не включают расход воды на полив территории предприятия, пользование душем и в столовых

2 Нормы расхода воды на 1 душевую сетку принимают из расчета 500 л за 45 мин

Нормы расхода воды в гаражах на мытье одной автомашины принимаются при ручном мытье из шланга на одну легковую автомашину 500—700 л, на грузовую 700—1000 л, при механизированном мытье на одну легковую 1000—1500 л, на грузовую 1500—2000 л. Расчетный расход воды на каждое моечное место в гараже принимается равным 1 л/с.

Расходы воды на полив территории приведены в табл. 27.2.

ТАБЛИЦА 27.2

## НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ НА ПОЛИВ ТЕРРИТОРИИ

Характеристика поливаемой территории	Расход воды на 1 полив, л/м <sup>2</sup>
Усовершенствованные покрытия заводских проездов и площадей при механизированном поливе . . . . .	0,3—0,4
при ручном поливе (из шлангов) . . . . .	0,4—0,5
Зеленые насаждения . . . . .	3—4
Газоны и цветники . . . . .	4—6

Примечание Количество поливов зависит от местных климатических условий

Нормы расхода воды в сутки максимального водопотребления и коэффициенты часовой неравномерности водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды для жилых и общественных зданий принимаются в зависимости от назначения зданий, степени благоустройства, климатических и других местных условий по табл. 27.3

Нормы расхода воды на отдельные процедуры в жилых, общественных, производственных и вспомогательных зданиях приведены в табл. 27.4.

ТАБЛИЦА 27.3

**НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ И КОЭФФИЦИЕНТЫ ЧАСОВОЙ  
НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ДЛЯ ЖИЛЫХ  
И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

Потребитель	Единица потребления	Норма расхода воды в сутки максимального водопотребления	Коэффициент часовой неравномерности водопотребления
Жилые дома квартирного типа с водопроводом и канализацией:			
а) без ванн . . . . .	1 житель	80—110	1,5—1,4
б) без ванн с газоснабжением . . . . .	то же	100—125	1,4—1,35
в) с ваннами и водонагревателями, работающими на твердом топливе . . . . .	»	120—150	1,35—1,3
г) с ваннами и газовыми водонагревателями . . . . .	»	150—200	1,3—1,25
д) с ваннами и быстродействующими газовыми водонагревателями с многоточечным водоразбором . . . . .	»	200—250	1,3—1,25
е) с ваннами и централизованным горячим водоснабжением . . . . .	»	250—300	1,25—1,2
Общественные:			
а) без душевых . . . . .	»	50—75	2,5
б) с душевыми . . . . .	»	75—100	2,5
в) с душевыми, столовыми, прачечными . . . . .	»	100—120	2
Гостиницы и пансионаты:			
а) с общими ваннами . . . . .	»	100—120	2,5
б) с ваннами в отдельных номерах, составляющих до 25% общего количества номеров . . . . .	»	200—250	2,5
в) то же, 75% . . . . .	»	250—350	2
г) с ваннами во всех номерах . . . . .	»	300—400	2
Больницы, санатории общегородского типа и дома отдыха с общими ваннами и душевыми . . . . .	1 койка	250—300	2,5
Санатории и дома отдыха ваннами во всех жилых мнатах . . . . .	то же	300—400	1,6
Больницы и санатории с железобетонными . . . . .	»	500	1,5
Поликлиники и амбулатории . . . . .	1 больной	15	2,5
То же, с грязеводолечением . . . . .	1 кафедра в 1 ч	3000	1
Прачечные:			
а) немеханизированные . . . . .	1 кг сухого белья	40	1
б) механизированные . . . . .	то же	60—90	1
Бани (без плавательных бассейнов) . . . . .	1 посетитель	125—180	1
Предприятия общественного питания:			
а) приготовляющие пищу, потребляемую на предприятии . . . . .	1 блюдо	12	1,5
б) то же, продаваемую на дом . . . . .	то же	10	1,5

Продолжение табл. 27.3

Потребитель	Единица потребления	Норма расхода воды в сутки максимального водопотребления	Коэффициент часовой неравномерности водопотребления
Плавательные бассейны:			
а) пополнение бассейна	% объема бассейна	10	1
б) для спортсменов (с учетом приема душа)	1 человек	100	2
в) для зрителей . . . . .	1 место	3	2
Детские ясли-сады с пребыванием детей:			
а) дневным . . . . .	1 ребенок	75	3
б) круглосуточным . . . . .	то же	100	3
Административные здания	1 работающий	10—15	2
Кинотеатры . . . . .	1 место	3—5	2
Клубы . . . . .	1 место и 1 посетитель	10	1,5
Театры:			
а) для зрителей . . . . .	1 место	10	2
б) для артистов . . . . .	1 артист	40	2
Учебные заведения и общеобразовательные школы:	1 учащийся и преподаватель	15—20	2
Стадионы и спортзалы — для физкультурников (с учетом приема душа) . . . . .	1 физкультурник, 1 место	3	2
Полив территории:			
а) спортивных площадок для игр и других открытых спортивных сооружений, зеленых насаждений и дорожек . . . . .	1 м <sup>2</sup>	1,5	2
б) травяного покрова футбольного поля . . . . .	то же	3	2
в) поверхности катка . . . . .	»	0,5	—
г) усовершенствованных покрытий тротуаров, площадей, заводских проездов (полив из шланга) . . . . .	»	0,4—0,5	—
д) зеленых насаждений, газонов и цветников . . . . .	»	3—6	—
Школы-интернаты . . . . .	1 место	200—220	1
Пионерские лагеря . . . . .	то же	200—250	2,5
Обслуживающий персонал общественных зданий . . . . .	1 человек в смену	25	2,5

Примечания: 1. Норма водопотребления на 1 койку в больницах, санаториях и домах отдыха и на 1 место в пионерских лагерях и школах-интернатах дана с учетом расхода воды столовой и прачечной.

2. Норма водопотребления на 1 работающего в административном здании включает расход воды на посетителей; расход воды на столовую следует учитывать дополнительно.

3. Расход воды на охлаждение агрегатов холодильных установок и кондиционирование воздуха в приведенные нормы водопотребления не включен и должен учитываться отдельно.

4. Норма водопотребления 400 л принимается для зданий высотой более 10 этажей с повышенными требованиями к их благоустройству.

5. При непосредственном разборе горячей воды из теплосети, а также от квартальных или районных котельных расчетный расход холодной воды в здании при расчете трубопровода должен определяться с коэффициентом 0,7.

6. В таблице дана норма на 1 полив; количество поливов в сутки принимают в зависимости от климатических условий.

ТАБЛИЦА 274

## НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ НА 1 ПРОЦЕДУРУ ИЛИ 1 ПРИБОР

Санитарные приборы	Единица измерения	Норма водопотребления, л
<b>Жилые здания</b>		
Ванна сидячая длиной 1200 мм с душем	1 процедура	250
Ванна с душем длиной, мм:		
1500—1550	то же	275
1650—1700	»	300
Ванна без душа	»	200
Душ с душевым поддоном:		
глубоким	»	230
мелким	»	100—120
Умывальник	»	3—5
Смыв унитаза	»	6—8
Мойка кухонная	»	8—10
<b>Общественные здания</b>		
Баня типов:	1 посетитель	
русского	то же	125—180
комбинированного		250—300
Кабины:		
ванные	»	500
душевые	»	400
Водоразборная колонка в мыльне	1 ч	1000—1500
Ванна без душа в мыльне (или душевой)	то же	600
Душевая сетка в мыльне	»	800
Ножная ванна	»	200
Мытье полов мылен, душевых, парильных и дезинфекционных камер	1 м <sup>2</sup>	3—5
Умывальники:		
в парикмахерской	1 ч	10
» раздевалне или уборной	то же	100
в кабинете врача	»	30—40
в аптеке	1 сутки	60
Мойка в магазине	1 ч	120
Унитаз:		
в уборных общественного пользования	1 сутки	600
в вокзальных уборных	то же	1000
Ванна:		
обычная в водолечебнице	1 ч	900
субаквальная	то же	700
с подводным массажем	»	3000
контрастная	»	800
Душ для смыва лечебной грязи	»	200
Водоразборный кран или мойка в столовых, кафе, чайных, кондитерских, буфетах	»	250
<b>Производственные и вспомогательные здания</b>		
Индивидуальный душ в бытовых помещениях	1 процедура	40—60
Душевая сетка в групповых душевых	45 мин	500

ТАБЛИЦА 275

## РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ САНИТАРНЫМИ ПРИБОРАМИ, ДИАМЕТРЫ ПОДВОДОВ К ПРИБОРАМ И ЗНАЧЕНИЯ ЭКВИВАЛЕНТОВ

Приборы и арматура	Эквивалент	Расход воды, л/с	Диаметр условного прохода труб, мм
Кран:			
раковины	1	0,2	10—15
умывальника	0,33	0,07	10—15
писсуара настенного	0,17	0,035	10—15
мойки	1—1,5	0,2—0,3	15—20
смывной унитаза	6—7	1,2—1,4	25—32
Смывной бачок	0,5	0,1	10—15
Смеситель ванны с водоподогревателем, работающим на твердом топливе	1	0,2	15
с газовым водонагревателем	1	0,2	15
с централизованным горячим водоснабжением	1,5	0,3	15
Биде, гигиенический душ	0,35	0,07	10—15
Душ:			
в групповых установках	1	0,2	15
проходной ножной в бассейнах	1	0,2	15
в квартирах	0,67	0,14	15
Питьевой фонтанчик	0,17	0,035	10—15
Кран:			
лабораторной раковины	0,5	0,1	15
лабораторной мойки	1	0,2	15
полновочный	1,5—2,5	0,3—0,5	20—25
лабораторный для водоструйного насоса	0,7	0,15	15
водоразборной колонки в мыльне	0,2	0,4	20
Ванна ножная	0,6	0,12	10—15

Примечание. До освоения промышленностью водоразборной и смесительной арматуры  $D=10$  мм, а также стальных одноканальных труб  $D=10$  мм допускается применение подводок к приборам  $D=15$  мм.

ТАБЛИЦА 276

## НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ И ЧИСЛО СТРУИ НА ВНУТРЕННЕЕ ПОЖАРОТУШЕНИЕ

Здания	Число струй	Расход воды, л/с
Административные здания высотой 6—12 этажей и объемом до 25 000 м <sup>3</sup> включительно	1	2,5
То же, объемом более 25 000 м <sup>3</sup>	2	2,5
Гостиницы и общежития высотой 4 этажа и более объемом до 25 000 м <sup>3</sup> включительно	1	2,5
То же, объемом более 25 000 м <sup>3</sup>	2	2,5
Больницы и другие лечебно-профилактические учреждения, детские ясли-сады, детские дома, Дома ребен-	1	2,5

Продолжение табл. 27.6

Продолжение табл. 27.6

Здания	Число струй	Расход воды, л/с
Дома пионеров, спальне корпуса пионерских лагерей, спальные помещения интернатов, магазины, залы, предприятия общественного питания и бытового обслуживания, ломы объемом 5000—25000 м <sup>3</sup> включительно	2	2,5
То же, объемом более 25000 м <sup>3</sup>	1	2,5
Санатории, пансионаты, дома отдыха, мотели, музеи, библиотеки, здания постоянных выставок, здания конструкторских и проектных организаций объемом 7500—25000 м <sup>3</sup> включительно	2	2,5
То же, объемом более 25000 м <sup>3</sup>	1	2,5
Помещения общим строительным объемом 5000—25000 м <sup>3</sup> , расположенные под трибунами на стадионах, и торговые залы объемом до 25000 м <sup>3</sup> включительно	2	2,5
То же, объемом более 25000 м <sup>3</sup>	1	2,5
Вспомогательные здания промышленных предприятий объемом до 25000 м <sup>3</sup> включительно	2	2,5
То же, объемом более 25000 м <sup>3</sup>	1	2,5
Актовые и конференц-залы, оборудованные стационарной киноаппаратурой, вместимостью 200—700 мест	2	2,5
То же, вместимостью более 700 мест	2	2,5
Жилые здания высотой до 16 этажей включительно	По соответствующим главам СНиП	
Театры, кинотеатры круглогодичного действия, клубы, дома культуры, цирки, концертные залы, научно-исследовательские институты	2	2,5
Производственные здания, высота высотой до 50 м и здания складов объемом до 500 м <sup>3</sup> и более при хранении в них сгораемых материалов и негораемых материалов в сгораемой упаковке	По соответствующим главам СНиП	
Котельные и тепловые электростанции	3	5
Жилые здания высотой 17—25 этажей	6	5
более 25 этажей	4	5
Административные здания высотой более 50 м и объемом	8	5
до 50000 м <sup>3</sup>	8	5
более 50000 м <sup>3</sup>	8	5
Гостиницы, пансионаты, санатории и дома отдыха высотой более 50 м	8	5
Вспомогательные здания промышленных предприятий высотой более 50 м	8	5

2 В актовых залах школ на 200—700 мест устройство противопожарного водопровода обязательно только в том случае, когда в качестве отделочных, акустических и других конструкций применяются сгораемые материалы без огнезащитной обработки. При этом следует принимать одну струю с расходом воды 2,5 л/с

3. Внутренние сети противопожарного водопровода каждой зоны здания высотой 17 этажей и более должны иметь два выведенных наружу патрубка диаметром 77 мм для присоединения рукавов пожарных автомашин

Расчетные секундные расходы воды санитарными приборами, диаметры подводок к ним, а также значения эквивалентов принимают по табл. 27.5.

Нормы расхода воды на производственные нужды (технологические процессы, охлаждение и мытье оборудования, мытье и поливку полов и т. д.) и коэффициенты неравномерности водопотребления следует принимать в соответствии с технологическим заданием и с учетом указаний по строительному проектированию отдельных отраслей промышленности.

Нормы расхода воды на внутреннее пожаротушение приведены в табл. 27.6.

**27.2. Свободные напоры**

В хозяйственно-питьевых водопроводах необходимо постоянно поддерживать давление, достаточное для создания требуемого свободного напора в точках водоразбора (табл. 27.7). Максимальное давление в сети

ТАБЛИЦА 27.7

**НЕОБХОДИМЫЕ (МИНИМАЛЬНЫЕ) СВОБОДНЫЕ НАПОРЫ**

Водопотребители	Минимальный свободный напор, м
Водоразборные краны у раковин и моек, банные, туалетные, писсуарные краны, смывные бачки унитазов, душевые сетки, питьевые фонтанчики без регулятора расхода	2
Водоразборные краны со струевыпрямителями, краны лабораторные, краны-смесители и моек, смесители восходящих душей (биде)	3
Водонагреватели (колонки) для газового и твердого топлива	4
Регулируемые душевые сетки и смесители для ванн с душевыми сетками	4
Смывные краны:	
унитазов	5—7
писсуаров (при автоматической промывке)	5
Питьевые фонтанчики с регуляторами давления	5—7
Поливочные краны	10
Лабораторные краны для водоструйных насосов	25/30
Водолечебные кафедр	10

Примечания: 1. Свободный напор у смывных бачков унитазов в верхних этажах в отдельных случаях может снижаться до 1 м

2. Свободный напор у водоподогревателей и регулируемых душевых сеток принимается на уровне установки индивидуальных смесителей.

3. В зданиях клубов и театров высота и производительность струй пожарных кранов, расположенных на планшетах системы колосникового типа, определяются расчетом

4. В зданиях, где постоянный напор в наружной сети недостаточен для действия высокорасположенных пожарных кранов, для повышения напоров устанавливают пожарные насосы с дистанционным пуском от этих кранов или с автоматическим пуском

Примечания: 1. Для обеспечения шести и более расчетных противопожарных струй допускается использовать пожарные краны на двух смежных стояках

В зданиях с зонным водоснабжением пожарные краны должны находиться под напором баков или хозяйственных насосов, обеспечивающих получение в любое время суток двух компактных струй производительностью 2,5 л/с каждая, длиной не менее 6 м в течение 10 мин

ТАБЛИЦА 27.8  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПОЖАРНОЙ СТРУИ  $q$  И НАПОР У ПОЖАРНЫХ КРАНОВ  $h_k$  В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДИАМЕТРА СПРЫСКОВ И РАДИУСА ДЕЙСТВИЯ КОМПАКТНОЙ ЧАСТИ СТРУИ

Высота компактной части струи, м	Диаметр sprыска наконечника пожарного ствола, мм							
	13		16		19		22	
	$q$ , л/с	$h_k$ , м	$q$ , л/с	$h_k$ , м	$q$ , л/с	$h_k$ , м	$q$ , л/с	$h_k$ , м

Пожарные краны  $d=50$  мм

6	—	—	2,6	9,2 10	3,4	8,8 10,4	—	—
8	—	—	2,9	12 13	4,1	12,9 14,8	—	—
10	—	—	3,3	15,1 16,4	4,6	16 18,5	—	—
12	2,6	20,2 21	3,7	19,2 21	5,2	20,6 24	—	—
14	2,8	23,6 24,5	4,2	24,8 26,3	5,7	24,5 28,5	—	—
16	3,2	31,6 32,8	4,6	29,3 31,8	—	—	—	—
18	3,6	39 40,6	5,1	36 40	—	—	—	—
20	4	47,7 49,7	5,6	44 48	—	—	—	—

Пожарные краны  $d=65$  мм

6	—	—	2,6	8,8 9	3,4	7,8 8,3	4,5	7,8 8,6
8	—	—	2,9	11 11,4	4,1	11,4 12,1	5,4	11,3 12,4
10	—	—	3,3	14 14,6	4,6	14,3 15,1	6,1	14,4 15,8
12	2,6	19,8 20,2	3,7	18 18,6	5,2	18,2 19,9	6,8	18 19,8
14	2,8	23 23,3	4,2	23 23,5	5,7	21,8 23	7,4	21,4 23,5
16	3,2	31 31,5	4,6	27,6 28,4	6,3	26,6 28	8,3	27 29,7
18	3,6	38 38,5	5,1	33,8 34,6	7	32,9 34,8	9	31,7 34,8
20	4	46,4 47	5,6	41,2 42,4	7,5	37,2 39,7	9,7	36,7 40,6

Примечание. Напоры у пожарных кранов определены с учетом сопротивления в непрорезиненных рукавах; в числителе даны значения  $h_k$  для рукавов длиной 10 м, в знаменателе — 20 м.

у кранов и санитарных приборов не должно превышать 60 м, а у пожарных кранов — 90 м. При давлении в наружной сети более 60 м следует устанавливать уменьшающие баки или регуляторы давления воды, а в межэтажных зданиях применять зонирование сети.

Необходимые постоянные свободные напоры у производственных агрегатов и систем вентиляции и кондиционирования воздуха принимаются в соответствии с требованиями технологии. Рекомендуется создавать постоянный свободный напор у производственных агрегатов не менее 5 м.

Постоянный свободный напор у внутренних пожарных кранов должен обеспечивать получение компактных пожарных струй требуемой высоты для тушения пожара самой высокой и удаленной части сгораемых или трудносгораемых конструкций. При несгораемой конструкции помещения напор должен обеспечивать тушение пожара самой высокой и удаленной части сгораемого оборудования, материалов и изделий. Высота компактной пожарной струи должна быть не менее 6 м.

Примечания: 1. Напоры у sprысков необходимо определять с учетом потерь напора в непрорезиненных рукавах длиной 10 или 20 м при диаметрах sprысков 13, 16, 19 и 22 мм.

2. Для получения пожарных струй производительностью до 4 л/с следует применять пожарные рукава и краны диаметром 50 мм, а для струй большей производительности — диаметром 65 мм.

3. В зданиях клубов и театров высота и производительность струй пожарных кранов, расположенных на планшетах сцене колодезного типа, определяются расчетом.

4. В зданиях, где постоянный напор в наружной сети недостаточен для действия высоко расположенных пожарных кранов, для повышения напора устанавливают пожарные насосы с дистанционным пуском от этих кранов или с автоматическим пуском.

Высоту или длину компактной пожарной струи (радиус действия ее компактной части) для полива пола определяют по формуле

$$S_k = R - l, \quad (27.1)$$

где  $R$  — радиус полива, м;

$l$  — длина пожарного рукава, м.

Высоту компактной пожарной струи для полива перекрытия определяют по формуле

$$S_k = \sqrt{(H - h_0)^2 + l_1^2}, \quad (27.2)$$

где  $H$  — высота помещения или здания, м;

$h_0$  — высота расположения пожарного крана, м;

$l_1$  — расстояние (по горизонтали) от sprыска, м.

Расчетная производительность пожарной струи принимается в зависимости от необходимого радиуса действия компактной части пожарной струи и диаметра sprыска (табл. 27.8).

Потери напора, м, в пожарных непрорезиненных рукавах определяют по формуле

$$h = k_p q^2 l,$$

где  $q$  — производительность пожарной струи, л/с;  
 $k_p$  — коэффициент сопротивления в рукавах (удельное сопротивление 1 м);

$l$  — длина рукава, м.

Для рукавов диаметром 50 мм  $k_p = 0,012$ , диаметром 65 мм  $k_p = 0,00385$ .

## Глава 28. ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ

### 28.1. Особенности прокладки сетей

Внутри производственных зданий, как правило, предусматривается открытая прокладка магистральных и разводящих сетей водопровода по фермам, колоннам

стенам и под перекрытиями. Если открытую прокладку применить невозможно, допускается размещение водопроводных сетей в общих каналах с другими трубопроводами, кроме транспортирующих легко воспламеняющиеся, горючие или ядовитые жидкости и газы. Совместная прокладка хозяйственно-питьевых водопроводов с канализационными трубопроводами допускается только в проходных каналах. Специальные каналы для прокладки водопроводов применяют в исключительных случаях при соответствующем обосновании. Трубопроводы, подводящие воду к технологическому оборудованию, отдаленному от стен и колонн, можно прокладывать в полу или под полом.

Прокладка трубопроводов по фермам производственных зданий применяется в том случае, если местные краны не создают препятствия, а водопровод не является противопожарным (при металлических фермах). При этом необходимо при статическом расчете ферм и других конструкций учитывать дополнительную нагрузку от трубопроводов при диаметре их более 80 мм.

В жилых и общественных зданиях разводящие сети внутреннего водопровода прокладывают в подвальных и технических этажах, технических подпольях и технических чердаках, а при отсутствии их — в подпольных каналах первого этажа с трубопроводами отопления и горячего водоснабжения или под полом, устраивая съемный фриз, а также по стенам в местах, допускающих открытую прокладку трубопроводов. Стояки можно прокладывать открыто по стенам и перегородкам уборных, умывальных, душевых, кухонь и других помещений. В помещениях, к отделке которых предъявляются повышенные требования, трубопроводы прокладывают скрыто (в бороздах, шахтах и др.).

Размеры борозд, а также отверстий в стенах и перегородках для пропуска труб даны в табл. 28.1.

ТАБЛИЦА 28.1

РАЗМЕРЫ ОТВЕРСТИЙ И БОРОЗД В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Трубопроводы	Диаметр отверстия при открытой прокладке, см	Размеры борозд, см, при скрытой прокладке	
		ширина	глубина
Один водопроводный стояк диаметром до 50 мм	10×10	13	13
Два водопроводных стояка диаметром до 32 мм	15×10	20	13
Один водопроводный стояк и один канализационный стояк диаметром, мм:			
50	20×15	20	13
100	25×20	25	20
Два водопроводных стояка и один канализационный диаметр, мм:			
50	20×15	25	13
100	35×20	38	20
Подводка водопроводная	10×10	6	6

Примечания: 1. Для отверстий в перекрытиях первый размер означает длину (параллельную стене), а второй — ширину. Для отверстий в стенах первый размер означает ширину, а второй — высоту.

2. Отверстия в фундаментах зданий и сооружений для вводов должны иметь размер не менее 40×40 см.

3. В сборных строительных деталях отверстия и борозды выпяляют на заводах-изготовителях.

## 28.2. Изоляция трубопроводов

В помещениях с температурой воздуха ниже 2°С предусматривают различные мероприятия по предохранению трубопроводов от замерзания (тепловую изоляцию, постоянный проток воды, прокладку совместно с горячими трубопроводами, применение греющего кабеля и др.).

При возможности кратковременного снижения температуры до 0°С и ниже, а также при прокладке труб в зоне влияния наружного холодного воздуха (вблизи наружных входных дверей и ворот) применяют тепловую изоляцию труб.

На противопожарных сухих водопроводах неотапливаемых зданий запорные и спускные устройства располагают в отапливаемых помещениях или колодцах.

Магистральные трубопроводы, разводящие участки сети и подводки к приборам прокладывают с уклоном 0,002—0,005 для возможности спуска воды из них. Уклон разводящих участков водопроводной сети принимают в сторону стояков или водоразборных точек.

Скрытую прокладку труб применяют: в подземных туннелях, когда невозможно открытая прокладка; в зданиях с повышенными требованиями к отделке (бытовых и конторских помещениях, обеденных залах, коридорах и др.).

Подземные туннели (проходные одно- или двухсекционные, полупроходные и непроходные каналы) применяют в производственных зданиях при большом количестве технологических и водопроводных труб (рис. 28.1). Трубопроводы в туннелях размещают в разных ярусах и рядах. Не рекомендуется совмещать в одной секции туннеля водопроводные трубы, паропроводы и высоковольтные кабели.

Для магистралей большого диаметра устраивают специальный туннель (рис. 28.2).

ТАБЛИЦА 28.2

РАЗМЕРЫ ТУННЕЛЕЙ ПО ТИПОВЫМ ПРОЕКТАМ СЕРИИ ИС-01-05

Размеры, мм, туннелей различных марок						
Т150-Т240		Т300-Т420		Т240-Т420		
А	Н	А	Н	А	В	Н
1500	2100	3000	2100	2400	5200	2400
1800		3600		3000	6400	
2100		4200		3600	7600	
2400	2400	3000	2400	4200	8800	3000
2100		3600		2400	5200	
2400		4200		3000	6400	
		2400	3000	3600	7600	3000
		3000		4200	8800	
		3600		4200		

В прокатных цехах для прокладки водопроводных труб рекомендуется использовать туннели для смыва окалины.

Примечание. Прокладка водопроводных труб в вентиляционных и дымовых каналах не допускается.

Водопроводы в бороздах, каналах, бетонных блоках, шахтах, кабинах, туннелях при совместной прокладке с теплосетями, а также в помещениях с повышенной влажностью в необходимых случаях изолируют от конденсации влаги на их поверхности.

Для спуска труб и арматуры в туннеле предусматривают монтажные люки, от которых труба транспорти-

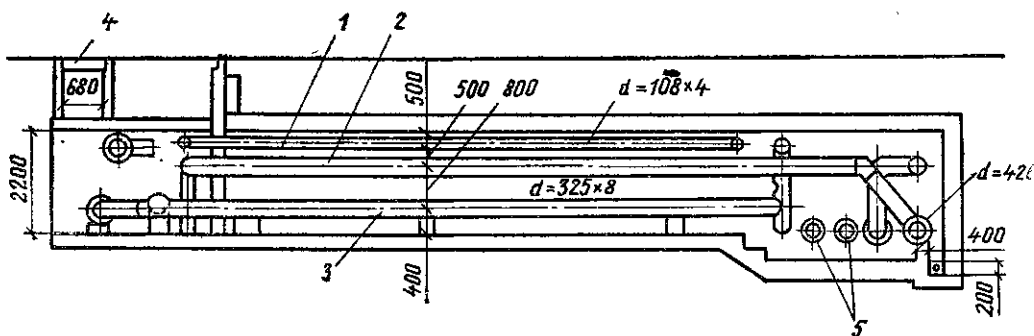


Рис. 28.1. Схема укладки в туннеле водопроводных и технологических трубопроводов  
1 — хозяйственно-питьевой водопровод; 2 — производственный водопровод; 3 — водопровод повторно используемой воды; 4 — смотровой люк; 5 — технологические трубопроводы

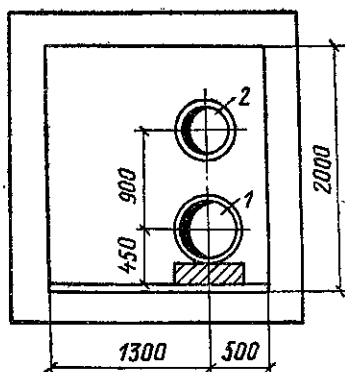


Рис. 28.2. Схема укладки в туннеле водопроводных труб большого диаметра  
1 — противопожарный водопровод ( $d=599 \times 9$ );  
2 — водопровод повторно используемой воды

руется к месту их укладки либо по монорельсу, прикрепляемому к перекрытию туннеля, либо на тележке. Основные размеры туннелей приведены в табл. 28.2.

Заглубление верха перекрытия принимается не менее 0,7 м и не более 2 м от поверхности грунта.

При прокладке в туннеле стальных трубопроводов длиной более 30 м необходимо проектировать мероприятия по компенсации возникающих напряжений. Для этого трубы укладывают на роликовые или скользящие опоры и на них устанавливают компенсаторы. Для эффективной работы компенсаторов трубопровод между ними должен быть закреплен неподвижными опорами — «мертвыми точками», которые рекомендуется предусматривать также в местах ответвлений труб от магистралей, проходящих вдоль туннеля.

ТАБЛИЦА 28.3

## РАССТОЯНИЕ ОТ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБ

Условный диаметр труб, мм	Расстояния, мм				
	до дн. туннеля с	до ст. туннеля а	до перекр. т. е	между трубопроводами (без прохода) г	между трубами или стеной (проход) к
300—400	500	500	600	500	800
500—600	500	500	600	500	800
700—800	600	600	600	600	1000—1250
1000—1200	700	700	700	700	1300—1600

Примечание Размеры указаны для трубопроводов без теплоизоляции.

В табл. 28.3 приведены рекомендуемые расстояния от наружной поверхности труб до стенок, дна и перекрытия туннеля, а также между трубопроводами.

## 28.3. Вводы

Участок трубопровода от ввода до наружной сети укладывают с уклоном не менее 0,003 в сторону наружной сети.

При прохождении ввода под стеной (ленточные фундаменты, большая глубина заложения ввода) стояк трубопровода прокладывают (для предохранения от промерзания) на расстоянии от внутренней поверхности стены до наружного края борта раструба трубопровода не менее 0,2 м (рис. 28.3).

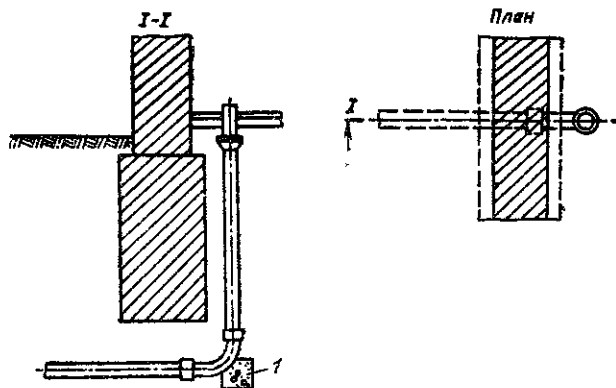


Рис. 28.3. Ввод водопровода при ленточном фундаменте  
1 — бетонный или кирпичный упор

При пересечении ввода со стеной или фундаментом его необходимо предохранять от повреждения. Для этого оставляют зазор над трубой 0,1 м и заполняют водонепроницаемым эластичным материалом (мятой глиной).

В сухих грунтах при пересечении стен или фундаментов вводы рекомендуется прокладывать в футлярах из стальных труб (табл. 28.4) с последующей заделкой смоляной прядью и мятой глиной, а снаружи — цементным раствором (рис. 28.4).

Вводы в подвалы при влажных и мокрых грунтах прокладывают с применением ребристых патрубков, а при наличии грунтовых вод используют сальники (рис. 28.5 и 28.6). Размеры сальников приведены в табл. 28.4.



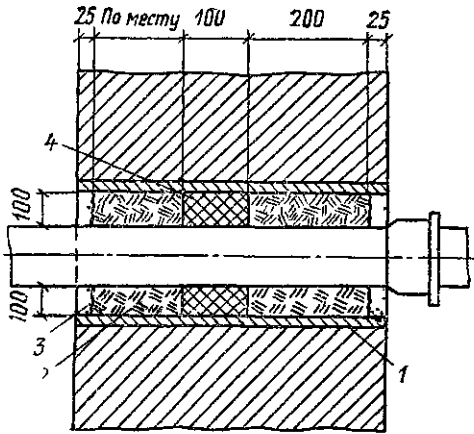
ТАБЛИЦА 284

ДИАМЕТР ФУТЛЯРОВ И САЛЬНИКОВ ДЛЯ ВВОДОВ

Диаметр трубы ввода	Диаметр, мм		
	ввода	футляра	сальника
25	25	219	—
	40	245	—
	50	273	—
	75	299	—
	100	325	—
50	50	273	89
	75	299	114
	100	325	152
	125	351	180
	150	377	194

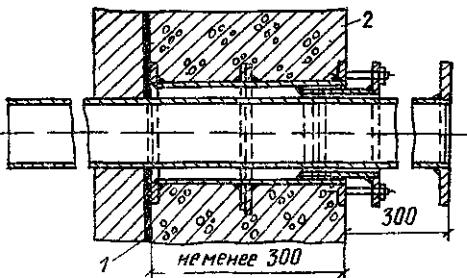
закрепляя отвод в его стенке, и при поворотах в вертикальной плоскости на 30° и более

При давлении в наружной сети более 5 кгс/см<sup>2</sup> в случае применения чугунных труб необходимо устраивать упоры на вводе у места подъема стояка



284 Ввод водопровода через стену подвала в сухих грунтах

1 — стальная труба 2 — мягкая глина 3 — заделка цементным раствором 4 — смоляная прядь



285 Ввод водопровода с сальником через стену подвала при наличии грунтовых вод

1 — гидроизоляция, 2 — бутобетон

На поворотах трубопроводов в горизонтальной или вертикальной плоскости, стыки которых (раструбы, фланги) не выдерживают осевых усилий, устраивают упоры, рассчитанные на максимальное давление при использовании трубопровода

На стальных трубопроводах упоры следует предусматривать при расположении угла поворота в колодце,

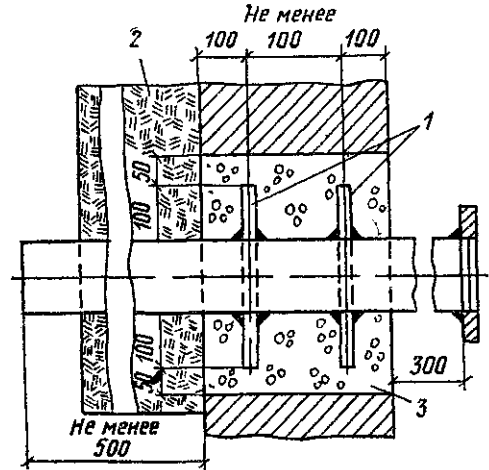


Рис 286 Ввод водопровода с ребристым патрубком через стену подвала во влажных и мокрых грунтах

1 — ребра приварные, 2 — замок из мягкой глины, 3 — заделка бетонным раствором

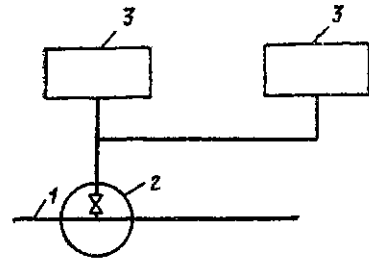


Рис 287 Схема водопроводного ввода на два здания

1 — водопроводная магистраль 2 — водопроводный колодец 3 — здание

Расстояние по горизонтали между вводами хозяйственно-питьевого водопровода и выпусками канализации должно быть не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200 мм включительно и не менее 3 м при диаметре более 200 мм. При тех же условиях, но при расположении водопроводных линий ниже канализационных это расстояние следует увеличивать на разность глубин заложения трубопроводов. Расстояние в свету между вводами и другими водопроводами при пересечении их между собой должно быть не менее 0,15 м.

Вводы хозяйственно-питьевого водопровода, как правило, укладывают выше канализационных линий и трубопроводов, транспортирующих ядовитые и пахучие жидкости, при этом расстояние между стенками труб по вертикали должно быть не менее 0,4 м. При необходимости укладки вводов ниже канализационных

трубопроводов применяют стальные вводы, заключенные в футляр.

Допускается совместная прокладка вводов водопровода различного назначения.

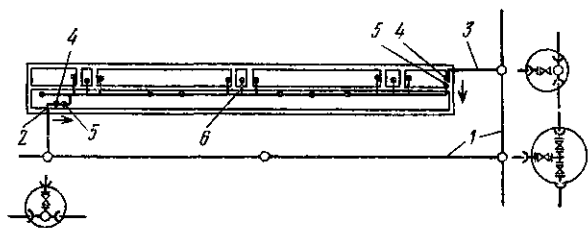


Рис. 28.8. Схема кольцевания хозяйственно-противопожарной сети вводами

1 — наружная водопроводная кольцевая сеть; 2 — ввод № 1; 3 — ввод № 2; 4 — водомерный узел; 5 — обратный клапан; 6 — закольцованная вводами внутренняя водопроводная сеть

и более вводов их следует присоединять к различным участкам наружной сети.

При установке в здании насосов для повышения давления во внутренней водопроводной сети вводы, как правило, объединяют перед насосами. На соединительном трубопроводе предусматривают установку задвижек для обеспечения водой каждого насоса от любого ввода.

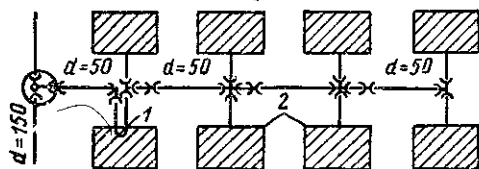


Рис. 28.11. Устройство одного ввода на группу малоэтажных зданий

1 — водомерный узел; 2 — четырехквартирные жилые дома

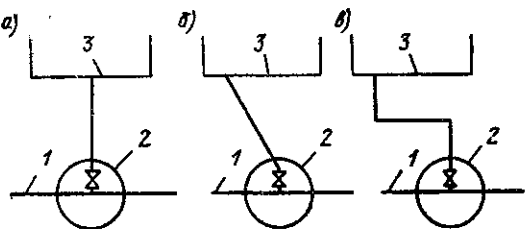


Рис. 28.9. Типы вводов

а — перпендикулярно направленный; б — косой; в — с поворотом; 1 — водопроводная магистраль; 2 — водопроводный колодезь; 3 — здание

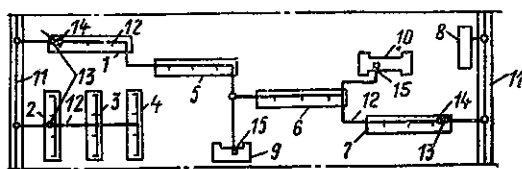


Рис. 28.12. Фрагмент плана микрорайона с водопроводной сетью

1—7 — жилые дома; 8 — магазин; 9 — ясли; 10 — детский сад; 11 — городская водопроводная сеть; 12 — последоводная водопроводная сеть, прокладываемая в непроходных каналах ил технических подвалах; 13 — водомерный узел; 14 — обратный клапан; 15 — водомер

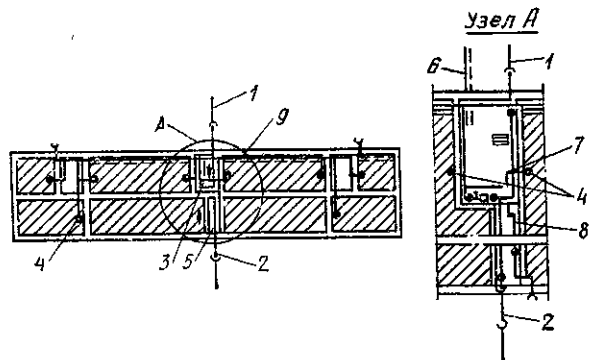


Рис 28.10. Устройство вводов в жилые дома без подвалов

1 и 2 — вводы водопровода (соответственно I и II варианты); 3 — водомерный узел; 4 — водопроводный стояк; 5 — полупроходной канал; 6 — ввод теплосети; 7 — помещение для узла управления системой отопления и водомерного узла; 8 — полупроходной канал при II варианте ввода; 9 — подпольный канал

Один ввод может обслуживать два вспомогательных или небольших производственных здания, допускающих перерыв в подаче воды на производственные нужды, для чего устанавливают дополнительное ответвление после задвижки (рис. 28.7). При устройстве двух

При установке на каждом вводе самостоятельных насосов объединение вводов не требуется.

Между вводами в одно и то же здание на наружной водопроводной сети должна быть установлена задвижка для обеспечения подачи воды в здание при аварии на одном из участков наружной сети (рис. 28.8).

К наружной сети вводы присоединяют под прямым углом (рис. 28.9, а). Если такое присоединение невозможно, применяют следующие типы устройства вводов: а) по диагонали (рис. 28.9, б), когда линия стены пересекается под углом не менее  $45^\circ$  и ввод не пересекает каких-либо туннелей; б) с двумя поворотами (рис. 28.9, в), когда при присоединении по диагонали образуется угол менее  $45^\circ$  или имеются какие-либо препятствия для косо направленного ввода.

Два и более вводов для жилых и общественных зданий применяют в том случае, когда снижается стоимость внутреннего водопровода, а также в зданиях, где перерыв в подаче воды недопустим.

При питании внутренней водопроводной сети здания от наружной, расположенной с противоположной стороны здания, предусматривают полупроходной канал для прокладки водопроводной трубы к водомерному узлу (рис. 28.10). При этом не требуется установка дополнительной запорной арматуры на сети, прокладываемой в полупроходном канале.

В районах малоэтажной застройки допускается установка одной отключающей задвижки (рис. 28.11) и одного водомера на группу жилых зданий.

ТАБЛИЦА 28

## СОРТАМЕНТ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТРУБ

Трубы	Условный проход $D_y$ мм	Область применения
Стальные оцинкованные водогазопроводные (газовые) трубы по ГОСТ 3262-62		
а) обыкновенные	10—65	Системы водопровода для подачи воды питьевого качества при $P_y$ до 10 кгс/см <sup>2</sup>
б) усиленные	10—65	То же, при $P_y$ до 16 кгс/см <sup>2</sup>
Трубы водогазопроводные (газовые) не оцинкованные, усиленные по ГОСТ 3262-62	10—50	Системы производственного и противопожарного водопровода при $P_y$ до 16 кгс/см <sup>2</sup>
Трубы электросварные по ГОСТ 10705-63 для районов с расчетной температурой (средней наиболее холодной пятидневки согласно указаниям главы СНиП II А 6 62) до -40 °С, для районов с расчетной температурой от -40 до -65 °С из обыкновенной стали классов В и Б по ГОСТ 380-71	65—500	Системы хозяйственно питьевого, хозяйственно противопожарного, производственного водопровода при $P_y = 10—16$ кгс/см <sup>2</sup> (сети и вводы)
Трубы электросварные по ГОСТ 10704-63 и 10705-63 (класса А) для районов с расчетной температурой до -40 °С, для районов с расчетной температурой от -40 до -65 °С из обыкновенной стали класса В по ГОСТ 380-71	10—500	Системы производственного и противопожарного водопровода при $P_y = 10—25$ кгс/см <sup>2</sup>
Трубы чугунные напорные по ГОСТ 5525-61 (классов А и Б) и по ГОСТ 9583-61 (классов А и Б)	50—500	Вводы водопровода при $P_y$ до 10 кгс/см <sup>2</sup>
Трубы асбестоцементные водопроводные марок ВТ 6 ВТ 9, ВТ-12 по ГОСТ 539-65	50—500	Вводы водопроводов кроме противопожарных водопроводов при $P_y$ до 6 кгс/см <sup>2</sup>
Трубы напорные из полиэтилена высокой плотности по МРТУ 6 05 917 67 для районов с расчетной температурой до -30 °С	10—300	Системы хозяйственно питьевого и производственного водопровода при $P_y$ до 10 кгс/см <sup>2</sup>
Трубы стеклянные для наземных трубопроводов по ГОСТ 8894-58	45—122 (наружный диаметр)	Системы производственного водопровода при $P_y$ до 4—1 кгс/см <sup>2</sup>

Примечания 1 Допускается применять стальные трубы, не включенные в таблицу при условии соответствия их требованиям ГОСТа по качеству стали стенки трубы и сварного шва, механическим свойствам и химическому составу.

2 Не допускается применять пластмассовые трубы для внутреннего противопожарного водопровода а также прокладывать пластмассовые трубопроводы с другими коммуникациями в полупроходных каналах и туннелях по условиям пожарной безопасности.

Водопроводные стояки можно присоединять непосредственно к магистральной сети, проходящей транзитом через здания (рис 28 12). На группу компактно расположенных стояков (обслуживающих одну жилую секцию) следует предусматривать одно ответвление.

Для четырех зданий и более питание их от наружной сети возможно через два и более закольцованных стояка. При питании внутренней водопроводной сети из донаторных баков, располагаемых внутри здания, и в наличии связи ввода с разводящей сетью из бака, также при устройстве двух и более вводов с водомерными узлами необходимо устанавливать обратные клапаны на вводах.

Примечание При подаче воды в здание через два стояка, присоединенных к одному колодцу (с разделительной движкой), а также в тех случаях, когда водомеры на вводах предусматриваются, обратные клапаны не устанавливаются.

## 28.4. Материал трубопроводов сетей внутреннего водопровода

Материал трубопроводов сетей внутреннего водопровода выбирают в зависимости от требований к прочности материала и к качеству воды, ее температуре и давлению с учетом экономии материалов. Трубы для различных систем водопровода принимают по табл. 28 5, а фасонные и соединительные части — по табл. 28 6 и приложениям 1, 2, 3, 4.

Стальные трубы из коррозионно-стойкой стали по ГОСТ 9940-72 и 9941-72 применяют для подачи агрессивной по составу воды во избежание внутренней коррозии труб.

Чугунные трубы, согласно ГОСТ 5525-61, изготовляют двух классов класса А — на давление при испытании 25 кгс/см<sup>2</sup> и класса Б — на давление 35 кгс/см<sup>2</sup>. Чугунные трубы соединяют со стальными трубами одного и того же диаметра без применения каких-либо дополнительных частей (табл. 28 7).

Стальные трубы меньшего диаметра соединяют с чугунными трубами большего диаметра путем навинчивания прямой муфты на конец стальной трубы, вставляемой в раструб (табл. 28 8).

Стеклянные трубы можно применять для внутренних хозяйственно-питьевых водопроводов по согласованию с органами Госсанэпиднадзора и для производственных сетей (не противопожарных) с давлением до 5 кгс/см<sup>2</sup> в зданиях без значительных тепловыделений (менее 20 ккал/(м<sup>3</sup>·ч) и не подверженных вибрации.

Для соединения стеклянных труб и фасонных частей применяют газовую сварку, фланцы с резиновыми прокладками и муфты. Соединение сваркой герметично, но очень жестко, поэтому требуется надежное закрепление труб на опорах. Соединение труб может быть эластичным и жестким.

Эластичное соединение получается при применении цилиндрической муфты, резиновых колец и двух металлических фланцев, стягиваемых болтами, жесткое соединение — при использовании фланцев.

Пластмассовые трубы Для внутренних водопроводов могут быть применены напорные трубы из винилпласта и полиэтилена. Все пластмассовые трубы изготовляют трех типов в зависимости от допускаемого давления — 2,5, 6 и 10 кгс/см<sup>2</sup>.

Винилпластовые трубы используют в отдельных случаях для производственных водопроводов. Для противопожарных и хозяйственно-питьевых водопроводов их не применяют.

ТАБЛИЦА 28.5

## НОМЕНКЛАТУРА ФАСОННЫХ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ТРУБОПРОВОДОВ

Фасонные и соединительные части	Условный проход $D_y$ , мм	Назначение
Из ковкого чугуна и стали с цилиндрической резьбой по ГОСТ 8943—59 и 8964—59	10—65	Соединение стальных труб на резьбе: а) тонкостенных диаметром 10—50 мм с накатанной цилиндрической резьбой при $P_y$ до 16 кгс/см <sup>2</sup> б) водогазопроводных обычных и усиленных при $P_y$ до 16 кгс/см <sup>2</sup>
Стальные штампованные части	50—300	Соединение стальных труб на сварке при $P_y$ до 100 кгс/см <sup>2</sup>
Стальные фланцы по ГОСТ 1255—67 (плоские приварные)	50—400	Соединение стальных труб при $P_y = 10—16$ и 25 кгс/см <sup>2</sup>
Стальные фланцы по ГОСТ 12830—67 (приварные встык)	50—400	Соединение стальных труб при $P_y = 40 \dots 64$ и 100 кгс/см <sup>2</sup>
Чугунные напорные фасонные части по ГОСТ 3525—61*	50—400	Соединение чугунных напорных труб при $P_y$ до 10 кгс/см <sup>2</sup>
Асбестоцементные самоуплотняющиеся муфты САМ по МРТУ 21-36-68 и резиновые кольца к ним по ТУ 38-5-243-67	50—500	Соединение асбестоцементных водопроводных труб
Детали трубопроводов из полиэтилена высокой плотности по МН 3005-61 до МН 3018-61	10—150	Соединение напорных труб из полиэтилена высокой плотности
Части фасонные стеклянные термостойкие по ГОСТ 11192—65	45—122 (наружный диаметр)	Соединение стеклянных труб при $P_y = 4 \dots 7$ кгс/см <sup>2</sup>

Примечания: 1. Оцинкованные стальные трубы необходимо соединять на резьбе; допускается соединение оцинкованных труб полуавтоматической дуговой сваркой в защитном слое углекислого газа.

2. Фланцевые соединения фасонных частей или труб, укладываемых в грунт, не применяют. При необходимости размещения фланцевых соединений в грунте болты следует тщательно защищать от коррозии.

3. Диаметр ввода при расходе воды до 1 л/с принимают 25—40 мм; при расходе более 1 л/с — не менее 50 мм.

Полиэтиленовые напорные трубы изготовляют двух типов: низкого давления — из полиэтилена высокой плотности и высокого давления — из полиэтилена низкой плотности.

По полиэтиленовым трубам допускается проток воды с температурой до 20°С. Трубы соединяют между собой, а также с полиэтиленовыми фасонными частями сваркой, с помощью накладной гайки или с применением фланцев.

Трубы из полиэтилена высокой плотности изготовляют условным диаметром 6—300 мм, а из полиэтилена низкой плотности — диаметром 6—150 мм.

ТАБЛИЦА 28.7

## СОЕДИНЕНИЕ ЧУГУННЫХ И СТАЛЬНЫХ ТРУБ ОДИНАКОВОГО УСЛОВНОГО ДИАМЕТРА

Внутренний диаметр чугунных труб, мм	Диаметр раструбы, мм	Наружный диаметр стальных труб, мм	Ширина кольцевого зазора в раструбе, мм, для соединения труб	
			чугунных	чугунных со стальными
50	81	60	8	10,5
75	107	88,5	8	9,25
100	133	114	8	9,5
125	159	140	8	9,5
150	185	168	8	9,5

ТАБЛИЦА 28.8

## СОЕДИНЕНИЕ ЧУГУННЫХ ТРУБ СО СТАЛЬНЫМИ ТРУБАМИ МЕНЬШЕГО ДИАМЕТРА

Внутренний диаметр чугунных труб, мм	Условный диаметр стальной трубы, мм	Диаметр раструбы, мм	Наружный диаметр муфты стальной трубы, мм	Ширина кольцевого зазора в раструбе, мм
50	40	81	62	9,75
75	70	107	92,5	7,75
100	80	133	104,5	14,25
125	100	159	134	12,50
150	125	185	160	12,50

## 28.5. Защита трубопроводов от коррозии

Как известно, под воздействием внешней среды и протекающей воды трубопроводы подвергаются коррозии. Наиболее значительно корродируют стальные трубы, что приводит к резкому сокращению срока их службы и возникновению аварий.

Все стальные трубопроводы, укладываемые в грунт, необходимо защищать от почвенной коррозии и коррозии блуждающими токами в соответствии с «Правилами защиты подземных металлических сооружений от коррозии» (СН 266-63). При выборе средств защиты следует учитывать условия прокладки трубопроводов и данные о коррозионной активности (агрессивности) среды по отношению к металлу защищаемого трубопровода. Коррозионная активность грунтов по отношению к стальным конструкциям оценивается по величине удельного сопротивления грунта:

Величина удельного сопротивления грунта, Ом·м	>100	100—20	20—10	10—5	<5
Коррозионная активность	низкая	средняя	повышенная	высокая	весьма высокая

От грунтовой коррозии подземные стальные трубопроводы защищают путем устройства изоляционного покрытия; в необходимых случаях, кроме того, применяют катодную поляризацию (при прокладке трубопро-

ТАБЛИЦА 28 9  
ПРИМЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ БИТУМНО-РЕЗИНОВЫХ ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Тип изоляции	Конструкция покрытия	Толщина покрытия, мм
Нормальный	Грунтовка, мастика слоем 3 мм, стеклохолст или крафт-бумага	3
Усиленный	Грунтовка, мастика слоем 4 мм, брызол слоем 1,5 мм	5,5
Весьма усиленный	Грунтовка, мастика слоем 5,5 мм, стеклохолст или крафт-бумага	5,5
	Грунтовка, мастика слоем 7 мм, брызол слоем 1,5 мм	8,5
	Грунтовка, мастика слоем 4 мм, брызол слоем 1,5 мм, мастика слоем 3 мм, стеклохолст или крафт-бумага	8,5
	Грунтовка, мастика слоем 3 мм, брызол слоем 1,5 мм, мастика слоем 2,5 мм, брызол слоем 1,5 мм	8,5

ТАБЛИЦА 28 10

ПРИМЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ БЕЗ БИТУМНОЙ МАСТИКИ С МИНИМАЛЬНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ НАПОЛНИТЕЛЕЙ И АРМИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ (ГИДРОИЗОЛА, СТЕКЛОВОЛОКНИСТОГО ХОЛСТА ИЛИ СТЕКЛОТКАНИ)

Тип изоляции	Конструкция покрытия	Толщина покрытия, мм
Нормальный	Грунтовка, мастика слоем 3 мм, стеклохолст или крафт-бумага	3
Усиленный	Грунтовка, мастика слоем 3 мм, армирующая обмотка, мастика слоем 4 мм, стеклохолст или крафт-бумага	7
Весьма усиленный	Грунтовка, мастика слоем 3 мм, армирующая обмотка, мастика слоем 3 мм, армирующая обмотка	9

ТАБЛИЦА 28 11

ПРИМЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ЛИПКИХ ПЛАСТМАССОВЫХ ЛЕНТ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА ИЛИ ПОЛИЭТИЛЕНА ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Тип изоляции	Конструкция покрытия	Толщина покрытия, мм
Нормальный	Липкая лента в один слой	0,35
Усиленный или весьма усиленный	То же, в два слоя	0,7

водов в грунтах со средней, повышенной, высокой и весьма высокой коррозионной активностью).

Тип изоляционного покрытия выбирают в зависимости от коррозионной активности грунта:

а) в грунтах низкой и средней коррозионной активности — нормальные битумные или другие равноценные по изоляционным свойствам покрытия;

б) в грунтах повышенной и высокой коррозионной активности — усиленные битумные или другие равноценные им по изоляционным свойствам покрытия;

в) в грунтах весьма высокой коррозионной активности — весьма усиленные битумные или другие равноценные им по изоляционным свойствам покрытия.

Примерные конструкции противокоррозионных изоляционных покрытий приведены в табл. 28 9—28 11.

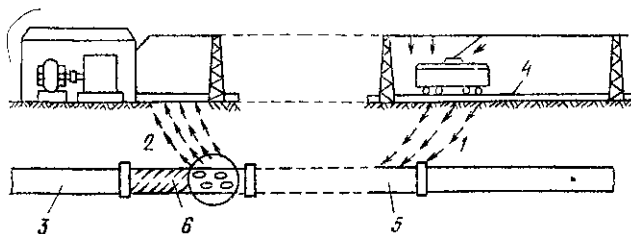


Рис. 28.13. Схема распространения блуждающих токов  
1 — входящие блуждающие токи; 2 — выходящие токи; 3 — стальная труба; 4 — рельсы; 5 — катодная зона; 6 — анодная зона — зона воздействия на трубопровод

Трубопроводы с изолированными покрытиями из липких пленок, прокладываемые в скальных и щебенистых грунтах, кроме подсыпки мягким грунтом необходимо защищать оберткой из прочных рулонных материалов.

По возможности следует избегать прокладки труб в зонах блуждающих токов (рис. 28 13)

При прокладке стальных трубопроводов в зонах воздействия блуждающих токов трубы должны иметь, как правило, весьма усиленную противокоррозионную изоляцию. Для предохранения трубопроводов от блуждающих токов применяют катодную и анодную защиту, защиту электрическим дренажем и дополнительное заземление трубопроводов.

Для защиты от коррозии железобетонные трубы покрывают цементом специальных марок. Рекомендуется применять поверхностную изоляцию трубопровода покрытием битумным раствором или кузбасс-лаком

Для предохранения трубопроводов от внутренней коррозии применяют футеровку труб пластиками, эмалями, стеклом, резиной, цементным раствором.

Для борьбы с химической коррозией внутри трубопроводов используют обработку воды гексаметафосфатом натрия, который способствует постоянному образованию на внутренней поверхности защитной метафосфатной пленки. Этот же реагент применяют для предупреждения карбонатных отложений

## 28.6. Водопроводная арматура и оборудование

Для систем хозяйственно-питьевого водопровода трубопроводную, водоразборную и смесительную арматуру изготавливают на рабочее давление 6 кгс/см<sup>2</sup>, для противопожарных систем водопровода или объединенных си-

стем противопожарного и питьевого водоснабжения — на давление 9 кгс/см<sup>2</sup>.

**Примечание** Для отдельных производственных систем водопровода рабочее давление устанавливается исходя из технологических требований

Водоразборная и запорная арматура принимается вертикального типа. Задвижки можно устанавливать на трубопроводах диаметром 50 мм и более. Пробковые краны допускается применять при напорах не более 1 кгс/см<sup>2</sup>.

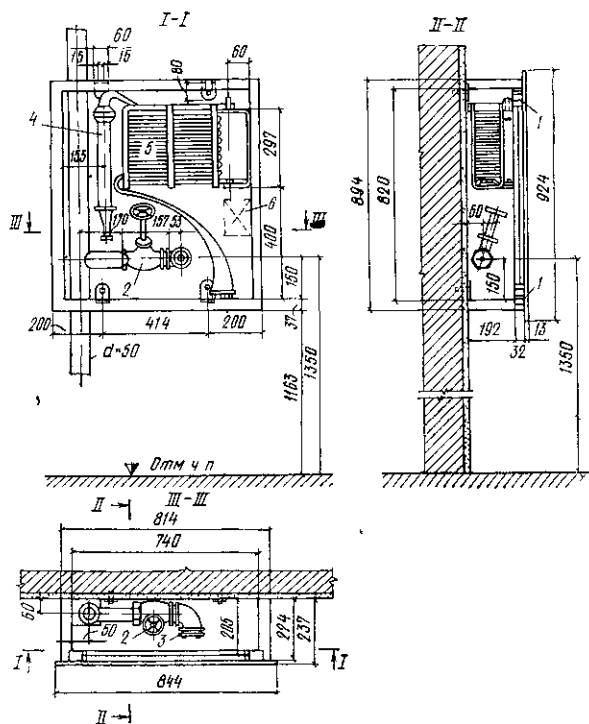


Рис 28 14 Установка пожарного крана  $d_у = 50$  мм в шкафчике

1 — шкаф деревянный 814×814×192, 2 — вентиль запорный пожарный, 3 — головка соединительная рукавная  $d = 50$  мм, 4 — ствол пожарный ручной, 5 — рукав пожарный выкидной льняной  $d = 50$ , 6 — место установки дистанционного пускателя пожарного на ося

На внутренних водопроводных сетях запорную арматуру устанавливают на каждом вводе; на кольцевой разводящей сети для возможности выключения на ремонт отдельных участков ее (не более чем полукольца); на кольцевой сети противопожарного водопровода из расчета выключения не более пяти пожарных кранов на одном этаже и не более одного стояка в зданиях высотой более 50 м; на кольцевой сети производственного водопровода из расчета обеспечения двухсторонней подачи воды к агрегатам, не допускающим перерыва в подаче воды, у основания пожарных стояков при наличии пяти и более пожарных кранов; у основания стояков хозяйственно-питьевой или производственной сети в зданиях высотой три этажа и более; на ответвлениях, питающих пять и более водоразборных точек; на ответвлениях в каждую квартиру; на подводах к смывным бачкам, смывным кранам и водонагре-

вательным колонкам; на ответвлениях к групповым душам и умывальникам; перед наружными поливочными кранами; перед приборами, аппаратами и агрегатами специального назначения (производственными, лечебными, опытными и др.), на всех ответвлениях от магистральных линий водопровода

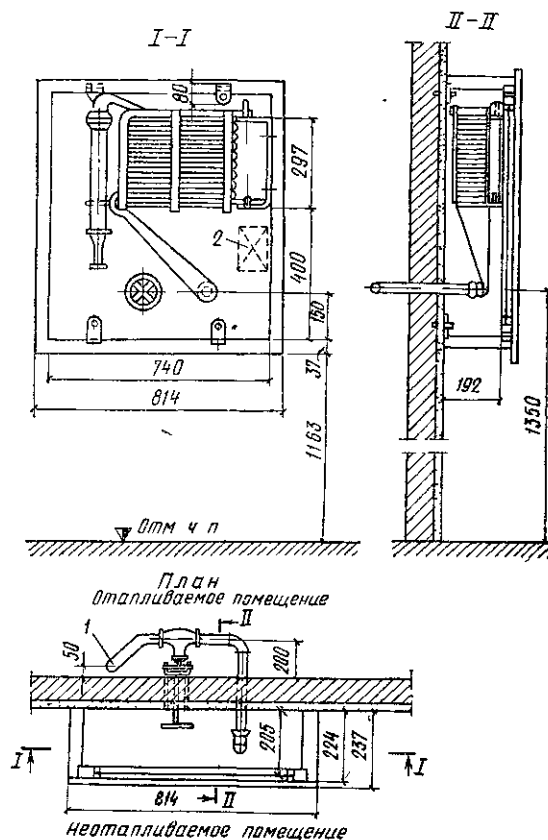


Рис 28 15 Установка пожарного крана в неотапливаемом помещении

1 — пожарный стояк, 2 — место установки дистанционного пускателя пожарного насоса

**Примечания** 1 На закольцованных по вертикал стояках запорную арматуру устанавливают у основания и в верхних концах стояков

2 На кольцевых участках сети применяют арматуру, обеспечивающую пропуск воды в двух направлениях

3 На водопроводных стояках, проходящих через встроенные магазины, столовые, рестораны и другие помещения, недоступные для осмотра в ночное время, запорную арматуру размещают в подвале или техническом подполье, которые имеют постоянный доступ

При выборе типа запорной арматуры руководствуются следующими указаниями: как правило, применяют муфтовые вентили (как наиболее дешевые); при необходимости установки крупной запорной арматуры используют фланцевые задвижки; на кольцевых или закольцованных вводах водопроводных сетей с переменным движением воды и при частом включении запорной арматуры применяют только задвижки; вентили бронзовые и из ковкого чугуна устанавливают для давлений более 10 кгс/см<sup>2</sup>.

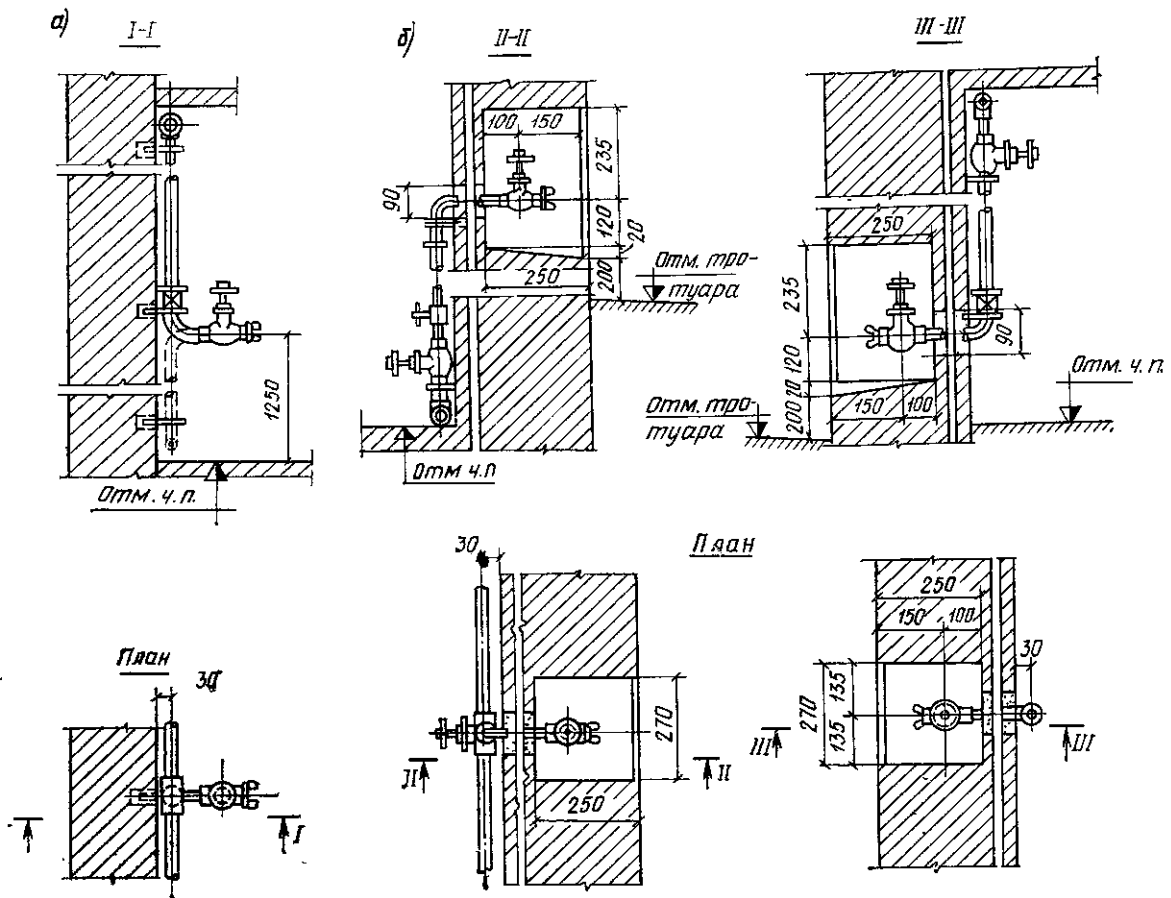


Рис. 28.16. Установка поливочных кранов

а — внутренних; б — наружных

Для уплотнений используют резину, фибру, кожу и бронзу.

Задвижки в зависимости от конструкции затвора подразделяются на два основных типа: параллельные и клиновые. Рекомендуется применять параллельные задвижки, так как в них обработка и притирка уплотняющих колец проще и легче, чем в клиновых задвижках.

В задвижках с выдвигным шпинделем можно производить очистку и смазку резьбы шпинделя, однако для их размещения требуется большая высота. На трубопроводах хозяйственно-питьевой сети не рекомендуется устанавливать задвижки с выдвигным шпинделем по санитарным соображениям.

Малые задвижки при малых давлениях приводятся во вращение вручную с помощью маховика (за исключением тех случаев, когда задвижки включены в систему автоматического управления). Для задвижек больших диаметров, а также задвижек, работающих под большими давлениями, применяют механический, гидравлический или электрический привод. Для выравнивания давления по обе стороны корпуса у крупных задвижек, а также у малых, работающих при больших давлениях, используют обводные приспособления.

Задвижки, как правило, устанавливают в помещениях, доступных для управления, осмотра и ремонта их (в насосных станциях, камерах, колодцах, прямых и на открытых трубопроводах).

Пожарные краны располагают на сетях противопожарного водопровода, преимущественно у выходов, на площадках отапливаемых лестничных клеток, в вестибюлях, коридорах, проходах и других наиболее доступных местах. Пожарные краны размещают в опломбированных шкафчиках с отверстиями для проветривания и надписью ПК, в которых должны находиться: пожарный рукав диаметром, равным диаметру пожарного крана, и длиной 10 или 20 м; ствол со sprыском, диаметр которого определяется расчетом.

Примечания: 1. Для получения пожарных струй производительностью до 4 л/с следует применять пожарные рукава и краны диаметром 51 (50) мм, а для струй большей производительности — 66 (70) мм.

2. Запрещается применять в одном здании пожарные столбы со sprысками различных диаметров. Схемы установки пожарных кранов приведены на рис. 28.14 и 28.15.

В помещениях, оборудованных спринклерными устройствами, пожарные краны можно размещать на спринклерной сети после контрольных сигнальных клапанов.

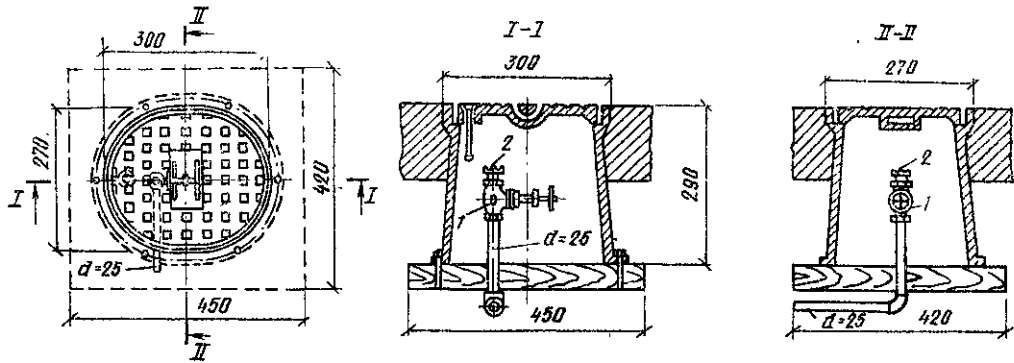


Рис. 28.17. Установка наружного поливочного крана в колодце (ковере)

1 — венчик  $d=25$  мм; 2 — быстросмыкающаяся полугайка  $d=25$  мм

Пожарные краны устанавливают на наружных стенах и на колоннах.

Поливочные краны размещают как внутри помещений, так и вне их.

Внутри здания для технологических нужд и уборки помещений применяют поливочные краны диаметром 26 и 19 мм (рис. 28.16, а). Наружные поливочные краны диаметром 25 мм устанавливают, как правило, в нишах наружных стен здания по одному на каждые 60—70 м периметра здания (рис. 28.16, б).

Если невозможно установить поливочные краны в стене или у стены и колонны здания, их располагают в небольших чугунных колодцах — коверах (рис. 28.17). Трубопроводы к этим кранам прокладывают в грунте с уклоном, обеспечивающим их опорожнение на зимний период.

Высота расположения водоразборной арматуры приведена в табл. 28.12.

ТАБЛИЦА 28.12

## ВЫСОТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ВОДРАЗБОРНОЙ АРМАТУРЫ

Водоразборная арматура	Высота от пола до оси крана, м	Допускаемое отклонение, мм
Водоразборные краны над умывальником . . .	0,2 (выше бортиробора)	15
Смеситель в душевых . . .	1	15
Душевые сетки . . .	2,15—2,25	30
Пожарный кран . . .	1,35	30

## 28.7. Раздача питьевой воды

Питьевые фонтанчики или установки для снабжения газированной водой ставят в производственных зданиях, институтах, спортивных и общественных зданиях. Наибольшее расстояние от рабочих мест до питьевых фонтанчиков или до местных установок раздачи газированной воды составляет 75 м.

В административно-бытовых комбинатах горнорудных предприятий для снабжения рабочих питьевой, газированной или кипяченой водой устраивают питьевые станции, где предусматривают помещения: для приема и мытья (стерилизации) фляг и сосудов (при обозначенных флягах), для хранения фляг и сосудов, для при-

готовлении газированной и кипяченой воды. Количество приготавливаемой питьевой воды составляет 3 л в смену на 1 рабочего открытых разработок руды (карьеры, штольни), из которых 2 л доставляются в баллонах в обогреваемые помещения и по 0,5 л расходуется до и после смены. В зимний период температура воды в баллонах не должна быть ниже 8° С.

Питьевые станции планируют по принципу самообслуживания. Для раздачи питьевой воды с температурой 8—20° С предусматривается одно устройство на 100 чел. самой многочисленной смены на производственных процессах групп I б и II г и на 200 чел. при производственных процессах остальных групп.

Приготавливают газированную воду в сатураторах.

Одному рабочему на подземных работах выдается 1 л воды во фляге, 1,5 л подается в шахту в баллонах и 0,5 л расходуется до и после смены из питьевых фонтанчиков.

Вода в шахту подается охлажденная и газированная в баллонах емкостью 25 л.

Питьевые фонтанчики устанавливают перед спуском в шахту, при выходе из шахты, в гардеробной и в сборном зале.

В помещении питьевой станции размещают умывальник. В горячих цехах питьевую воду в соответствии с санитарными нормами подсаливают, для чего используют сатураторные установки или киоски газированной воды, в которых вместо сиропа добавляется соленый раствор.

## 28.8. Регулирование давления в системах внутреннего водопровода зданий

На участках с избыточным давлением в водопроводной сети, а также в многэтажных зданиях для снижения давления и уменьшения потерь воды на вводе водопровода или на ответвлениях к точкам разбора воды на каждом этаже здания рекомендуется устанавливать:

а) при постоянных расходах — дисковые диафрагмы с центральным отверстием;

б) при переменных расходах — регуляторы давления прямого действия «после себя».

При стабилизации давления более 10 м вод. ст. увеличивается уровень шума.

Для регулирования давления в водопроводной сети



зданий различной высоты в табл. 28.13 приведены различные рекомендации.

Расход воды, л/с, протекающей через регулятор при полном открытии дроссельного органа, определяется по формуле

$$q = \frac{0,001407 D_p \sqrt{h_{изб}}}{1,25} \quad (28.1)$$

где  $D_p$  — условный проход регулятора, мм;

1,25 — коэффициент запаса;

$h_{изб}$  — избыточный напор, который может быть погашен в дроссельном органе регулятора давления при полном его открытии, м вод. ст.:

$$h_{изб} = H_B - H_T - h_B - \Sigma h_c - h_c \quad (28.2)$$

$H_B$  — напор на вводе в здание, м вод. ст.;

$H_T$  — геометрическая высота расположения наиболее высокой и удаленной водоразборной точки, м;

$h_B$  — потери напора в водомерном узле, м вод. ст.;

$\Sigma h_c$  — потери напора в трубопроводах, арматуре и оборудовании до расчетной водоразборной точки, м вод. ст.;

$h_c$  — необходимый свободный напор у расчетной водоразборной точки, м вод. ст.

ТАБЛИЦА 28.13

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ДАВЛЕНИЯ  
В СЕТИ

Высота здания, м	Рекомендация
20	Установка стабилизаторов давления на вводах водопровода $D_y = 50 \dots 150$
40 (при колебаниях напора в течение суток более 1 м вод. ст.)	Установка стабилизаторов давления на вводах водопровода $D_y = 50 \dots 250$ и диафрагм у водоразборной арматуры, приборов, оборудования при пожарных кранах
> 40	Установка стабилизаторов давления $D_y = 15 \dots 20$ мм на подводах к водоразборной арматуре отдельных групп санитарно-технических приборов и технологического оборудования

Расчетный условный проход регулятора давления определяется по формуле

$$D_p = c \sqrt{\frac{q}{V h_{изб}}} \quad (28.3)$$

где  $c$  — коэффициент, принимаемый равным 29,9 для регуляторов давления типа 24ч10нж и 47,4 для регуляторов типа 21ч2бр.

Стабилизатор напора можно подбирать по номограмме (рис. 28.18), принимая свободный напор в начале сети после стабилизатора на основании гидравлического расчета внутреннего водопровода. Расположение стабилизаторов приведено на рис. 28.19.

Отбор импульса давления от прямого участка трубопровода регулируемой сети должен быть на расстоянии не менее 10Д после регулятора давления типа 25ч10нж. Для изменения величины подаваемого импульса и отключения мембранной головки регулятора

давления на линии отбора давления необходимо установить игольчатый (пробочный) кран диаметром 6—10 мм.

В зависимости от заданного давления в регулируемой сети стабилизаторы давления типа 25ч10нж следует комплектовать мембранными головками соответствующих номеров.

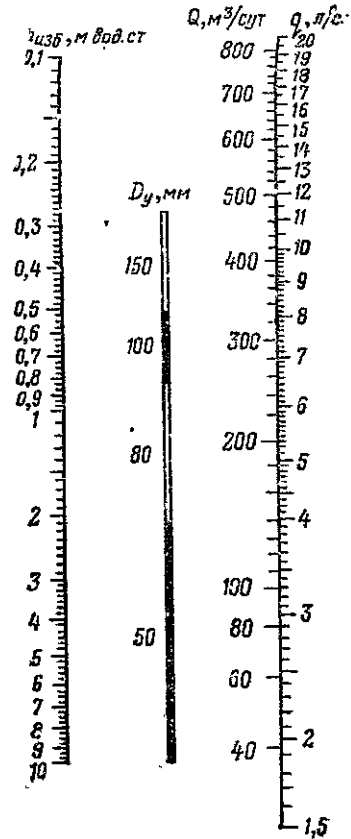


Рис. 28.18. Номограмма для подбора стабилизаторов напора типа 25ч10нж  $D_y = 50 \dots 150$  мм

В зданиях высотой 20—40 м для снижения избыточного давления у водоразборных точек, обеспечения бесперебойной работы внутреннего водопровода и пропуска расчетных расходов воды устанавливаются тонкие диафрагмы с центральным отверстием. Диафрагмирование водоразборной арматуры применяется в зданиях высотой до 50 м. Запрещается применять гидравлические сопротивления в виде втулок с рассверленным отверстием.

Расходы воды в каждой подводке к смесительной арматуре рекомендуется принимать в размере 70% расчетных расходов.

Запрещается устанавливать диафрагмы на трубопроводах, обслуживающих отдельные группы санитарных приборов, где расходы колеблются в широких пределах, а также в подводках к арматуре газовых нагревателей.

ТАБЛИЦА 28.14

ДИАМЕТР ОТВЕРСТИЯ ДИАФРАГМ

Минимальный напор на вводе, м вод. ст.	Санитарный прибор	Диаметр отверстий диафрагм, мм, при этажности здания											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20	Умывальники Мойки, души Ванны	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
25	Умывальники Мойки, души Ванны	2,5	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	
		3	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	
		4	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	
30	Умывальники Мойки, души Ванны	2,5	2,5	3	3	—	—	—	—	—	—	—	
		3	3	4	4	—	—	—	—	—	—	—	
		4	4	5	4	—	—	—	—	—	—	—	
35	Умывальники Мойки, души Ванны	2,5	2,5	2,5	3	3	3	—	—	—	—	—	
		3	3	3	4	4	4	—	—	—	—	—	
		4	4	4	5	5	5	—	—	—	—	—	
40	Умывальники Мойки, души Ванны	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	—	—	—	
		2,5	3	3	3	4	4	4	4	—	—	—	
		3	4	4	4	5	5	5	5	—	—	—	
45	Умывальники Мойки, души Ванны	2	2	2	2	2,5	2,5	3	3	3	—	—	
		2,5	2,5	2,5	3	3	3	4	4	4	—	—	
		3	3	3	4	4	4	5	5	5	—	—	
50	Умывальники Мойки, души Ванны	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3	
		2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	4	4	4	
		3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	
55	Умывальники Мойки, души Ванны	2	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	
		2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	4	4	
		3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	

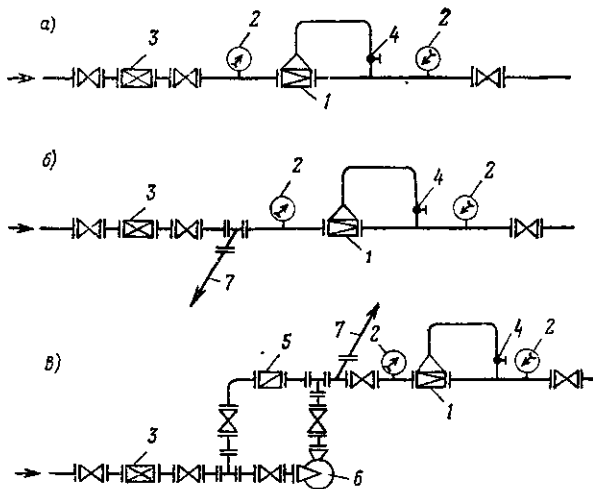


Рис 28.19. Схемы установки стабилизаторов напора «после себя» на вводах водопровода в здания

а — при напоре в наиболее удаленной точке сети холодного водопровода 10 м вод. ст. и более; б — то же, менее 10 м вод. ст.; в — при наличии насосов для повышения напора в водопроводе здания; 1 — стабилизатор напора; 2 — манометры; 3 — водомер; 4 — игольчатый (или пробочный) кран; 5 — обратный клапан; 6 — насос; 7 — ответвление водопровода к водонагревателям системы централизованного горячего водоснабжения

ТАБЛИЦА 28.15

РАЗМЕРЫ ДРОССЕЛЬНЫХ ШАЙБ

$L_y$ трубы, мм	$D_H$ , мм	Толщина шайбы, мм
25	67	1—2
40	85	
50	95	
70	115	
76	132	
90	142	
100	152	3—4
125	182	
150	207	
200	262	

Диаметры отверстий диафрагм принимают в зависимости от минимального напора на вводе, типа и количества санитарных приборов и этажности здания (табл. 28.14).

Размеры дроссельных шайб, устанавливаемых между фланцами, приведены в табл. 28.15.

При необходимости снижения давления перед водоразборными кранами диаметр отверстий дроссельных шайб принимается по табл. 28.16.

Условные проходы и основные строительные раз-

ТАБЛИЦА 28 16

**ДИАМЕТР ОТВЕРСТИЯ ДРОССЕЛЬНЫХ ШАЙБ  
ВОДРАЗБОРНЫХ КРАНОВ (ВЕНТИЛЕЙ)**

Диаметр отверстия, мм	Диаметр отверстий шайб водоразборных кранов, мм		
	для смесителя ванны	для смесителя душа	для водораз- борных кра- нов
10	10	8,6	7
12	8,5	7,5	6
15	7,5	6,5	5,5
20	7	6,5	5
25	7	6	5
30	6,5	5,5	4,5
40	6	5	4
50	5,5	5	4
60	5,5	4,5	3,5
80	5	4,5	3,5
100	5	4	3
125	4,5	4	3
150	4	3,5	2
200	3,5	3	2
250	3	3	2
300	2,5	2,5	2
400	2,5	2,5	2

Примечание. Таблица составлена для максимальных расходов воды на ванну 800 л/ч, душевую сетку 600 л/ч и водоразборный кран 250 л/ч.

ТАБЛИЦА 28 17

**ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РЕГУЛЯТОРОВ  
ДАВЛЕНИЯ «ПОСЛЕ СЕБЯ» ТИПА 21ч26р**

Диаметр главного про- хода, мм	Строитель- ная дли- на, мм	Высота, мм		Масса, кг
		от оси во- допровода до ниж- него фланца	от головки регулято- ра до оси трубобро- вода	
25	160	60	350	9,5
50	230	90	505	21
80	310	135	665	48
100	350	150	700	70
125	400	180	850	103
150	450	195	975	149

ТАБЛИЦА 28 18

**ДАНИЕ ДЛЯ ВЫБОРА ГРУЗОВ  
К РЕГУЛЯТОРУ ТИПА 21ч10нж В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ ПРЕДЕЛА НАСТРОЙКИ ДАВЛЕНИЯ**

Предел настройки давления, кгс/см <sup>2</sup>	Груз			
	масса	количество гирь		
		5	3	1
1—2	8	1	1	—
2—2,5	11	—	—	1
2,5—3,5	18	3	1	—
3,5—5	30	6	—	—

Массы грузов регулятора давления «после себя» типа 21ч26р приведены в табл. 28 17.

Массу грузов для регулятора давления «после себя» типа 21ч10нж  $D_1=50$ —150 мм со вторым номером мембранной головки ( $D=225$  мм) следует принимать по табл. 28 18.

**Глава 29. СЧЕТЧИКИ  
РАСХОДА ВОДЫ (ВОДОМЕРЫ)**
**29.1. Размещение счетчиков**

Для учета расхода воды (более 0,5 л/с) на вводах в здания или ответвлениях сети подводящих воду потребителям, устанавливают счетчики расхода воды.

При расположении счетчиков на вводах разность между максимальным и минимальным расходами должна быть допустимой для принятого типа и калибра счетчика, чтобы все расходы воды учитывались с допустимой точностью.

Счетчики необходимо размещать по возможности ближе к вводу от внешней сети и в легко доступном помещении с температурой не ниже 2° С. Если в помещении невозможно обеспечить положительную температуру, счетчики утепляют, а трубопроводы теплоизолируют, либо счетчики выносят за пределы здания в специальные камеры.

В здании счетчики можно размещать открыто у стен или в шкафах. В южных районах страны счетчики рас полагают за пределами здания в колодцах с гидроизолирующей во избежание проникания грунтовых и атмосферных вод. Глубину колодцев принимают равной глубине заложения водопроводной сети, а размеры в плане — не менее 1,2×1,2 м или диаметром не менее 1,25 м. При малой глубине заложения водопроводной сети глубина колодцев назначается исходя из возможности обслуживания счетчиков. Запрещается устанавливать счетчики в жилых помещениях, а также в кухнях жилых домов секционного типа.

Обводные линии у счетчиков, рассчитанных на пропуск полного расхода воды, предусматриваются в зданиях, оборудованных хозяйственно-противопожарным водопроводом, и в зданиях, в которых недопустим перерыв в подаче воды во время смены счетчика (больницы с хирургическим отделением и т. п.).

В жилых и общественных зданиях, оборудованных хозяйственно-питьевым водопроводом, обводных линий, как правило, не устраивают. В системах хозяйственно-противопожарных водопроводов под водомером предусматривают обводной трубопровод с запломбированной задвижкой.

**29.2. Выбор и расчет счетчиков**

Применяют счетчики следующих типов: скоростные крыльчатые, скоростные турбинные, диафрагмы. Для учета больших расходов, а также при необходимости передачи показаний расходомера на расстояние используют вставки с сужающими устройствами, в частности сопла Вентури.

Скоростные крыльчатые счетчики устанавливают при максимальном расчетном расходе воды до 2,8 л/с, скоростные турбинные счетчики — при большом расходе воды. Счетчики расхода воды (крыльчатые и турбинные), предназначенные для установки на вводах внутренних водопроводных сетей, подбирают по максимальному суточному расходу воды (табл. 29.1).

Потери напора в счетчиках определяют по формуле

$$H = Sq^2. \quad (29.1)$$

где  $S$  — сопротивление счетчика, зависящее от его конструкции.

Калибр водомера, мм . . . . .	15	20	30	40	50
Сопротивление счетчика, м . . . . .	14,4	5,1	1,3	0,32	0,0265
Калибр водомера, мм . . . . .	80	100	150	200	
Сопротивление счетчика, м . . . . .	0,00207	0,000675	0,00013	0,0000453	

Примечание. При пропуске расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды потери напора не должны превышать 2,5 м в крыльчатых счетчиках и 1 м в турбинных, при пожаре — соответственно 5 и 2,5 м.

ТАБЛИЦА 29.1

## ТИПЫ И КАЛИБРЫ СЧЕТЧИКОВ РАСХОДА ВОДЫ

Типы счетчиков расхода воды	Калибр счетчика, мм	Номинальный расход, м <sup>3</sup> /ч	Допускаемые расходы	
			максимальный, м <sup>3</sup> /сутки	нижний предел измерения, м <sup>3</sup> /ч
Крыльчатые	15	1	6	0,04
	20	1,6	10	0,05
	25	2,5	14	0,03
	32	4	20	0,105
	40	6,3	40	0,170
	50	10	60	0,22
Турбинные	50	15	140	3
	80	45	500	6
	100	75	880	8
	150	160	2000	12
	200	165	3400	18
	250	410	5200	50

$q$  — расход воды, принимаемый для крыльчатых водомеров в л/с, для турбинных в м<sup>3</sup>/ч или л/с.

Счетчики, устанавливаемые в жилых домах, должны удовлетворять условию

$$Q_{сут} \leq 2Q_x.$$

где  $Q_{сут}$  — суточный расход воды, м<sup>3</sup>;

$Q_x$  — характерный расход счетчика (расход, при котором потеря напора в счетчике равна 10 м).

## 29.3. Схемы и конструкции счетчиков расхода воды

Диаметр счетчика обычно меньше диаметра трубопровода, однако при обосновании гидравлическим расчетом устанавливают счетчики диаметром, равным диаметру трубопровода.

Крыльчатые счетчики присоединяют к трубопроводам на фланцах (рис. 29.1) или муфтах (рис. 29.2). При соединении муфтами у водомера должен быть предусмотрен сгон для быстрого снятия его без повреждения трубопровода. Крыльчатые водомеры необходимо устанавливать только горизонтально.

Турбинные водомеры присоединяют к трубопроводам на фланцах (рис. 29.3). Турбинные водомеры можно устанавливать как в горизонтальном, так и в наклонном положении, а также вертикально при условии движения воды снизу вверх. С каждой стороны водомера должны быть расположены запорные вентили или задвижки. Между водомером и вторым по движению воды запорным вентилем или задвижкой размещают контрольный кран для проверки точности показаний водомера. Для крыльчатых водомеров диаметр контрольного

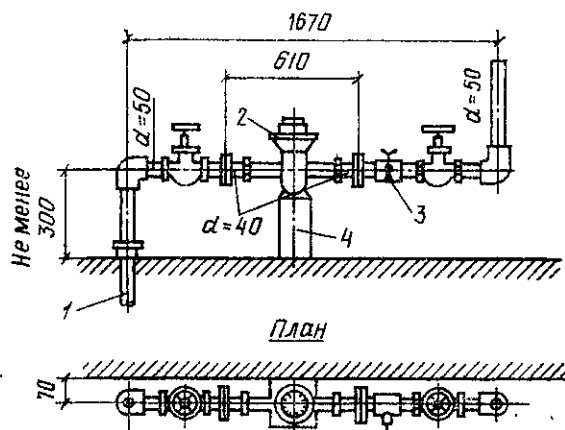


Рис 29.1. Присоединение крыльчатого водомера к трубопроводу на фланцах

1 — ввод, 2 — водомер; 3 — контрольный кран, 4 — кирпичная и бетонная опора

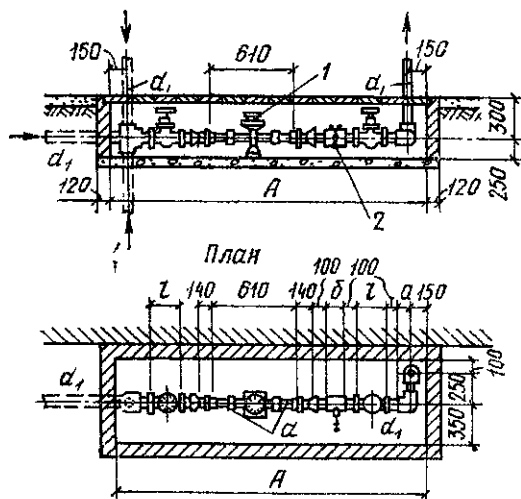
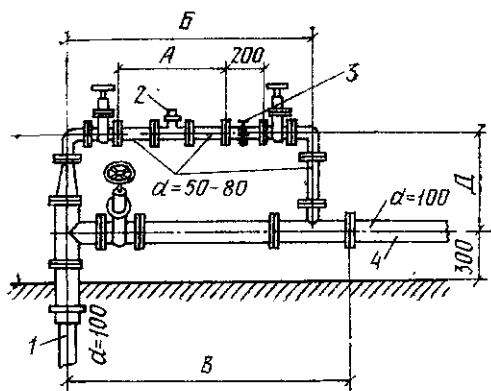


Рис 29.2 Присоединение крыльчатого водомера к трубопроводу на муфтах

1 — водомер, 2 — контрольный кран

Диаметр водомера $d$ , мм	Диаметр трубы $d_1$ , мм	$l$	$a$	$b$	$A$
15	20	74	20	36	1930
20	25	84	22	32	1950
20	32	100	26	32	2002
30	40	126	30	34	2056
30	50	152	36	34	2128
40	50	152	36	34	2124
40	70	236	45	36	2326

ного крана 15 мм, для турбинных (до 100 мм) — 20 мм. Для турбинных водомеров диаметром 150 мм и более вместо контрольных кранов следует на ответвлении устанавливать тройники и вентили



293 Присоединение турбинного водомера к трубопроводу на фланцах

1 — ввод, 2 — водомер, 3 — контрольный кран, 4 — подача воды в сеть

Диаметр водомера	А	Б	В	Г	Д
50	610	1360	1560	875	575
80	800	1640	1840	850	550

При отсутствии струевыпрямителей перед турбинными водомерами рекомендуется иметь прямой участок трубы, равный  $8d$ , а после водомера —  $3d$  (где  $d$  — диаметр трубы).

### Глава 30. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

#### 30.1. Методика расчета

Гидравлический расчет сетей внутренних водопроводов производится по наибольшему расчетному секунднему расходу воды

Хозяйственно-питьевые и производственные водопроводные сети, предназначенные также для пожаротушения, рассчитывают на подачу расчетного пожарного расхода воды при наибольшем расчетном секундном расходе воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.

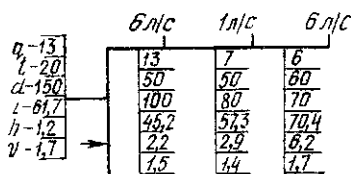


Рис 301 Расчет водопроводной магистральной линии, питаемой одним вводом; потеря напора  $1,2+2,2+2,9+6,2=12,5$  м

Примечание При определении расчетного секундного расхода воды с учетом противопожарного в производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий расход воды на души, мытье и полив территории не учитывают

Хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные водопроводные сети рассчитывают на действие водоразборных кранов, расположенных в самом высоком месте и в наибольшем отдалении от ввода.

Тупиковые магистрали, имеющие один ввод, рассчитывают на действие этого ввода (рис. 30.1). Схема кольцевой сети с тремя вводами приведена на рис. 30.2.

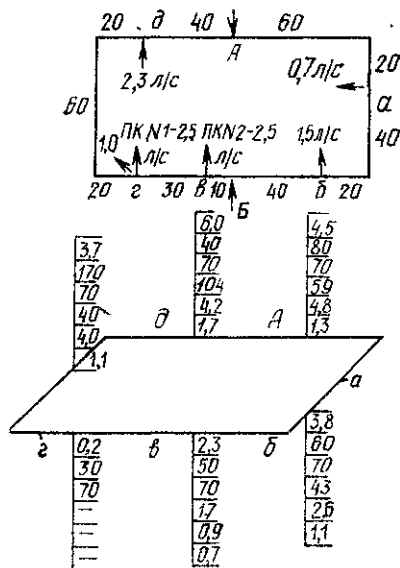


Рис 302. Расчет водопроводной кольцевой сети

А — ввод действующий; Б — ввод недействующий; потери напора  $AaBb = 4,8+2,5+0,9=8,3$  м, потери напора  $AdBb = 4,2+4=8,2$  м

Все исходные и расчетные данные надо выписывать по каждому расчетному участку в такой последовательности: расход воды, л/с; длина участка, м; диаметр трубы, мм; потери напора на 1 м, мм; потери напора на участке, м; скорость воды, м/с

#### 30.2. Расчетные формулы

Расчетные расходы воды во внешних водопроводных сетях, прокладываемых в микрорайонах или кварталах, определяют по указаниям главы СНиП «Водоснабжение. Нормы проектирования».

Расчетный секундный расход воды  $q_n$ , л/с, на хозяйственно-питьевые нужды в производственных зданиях и бытовых помещениях определяют по формуле

$$q_n = \sum q_o nk \quad (30.1)$$

где  $q_o$  — расчетный расход воды однотипными приборами, л/с;

$n$  — число однотипных приборов;

$k$  — коэффициент одновременного действия однотипных приборов (табл. 30.1).

Расчетный расход воды, л/с, в жилых домах квартирного и гостиничного типов с числом эквивалентов водоразбора до 5000 определяют по формуле

$$q_n = 0,2 \sqrt{N} + kn, \quad (30.2)$$

где  $a$  — величина, зависящая от принятой нормы водопотребления на 1 человека в сутки;

**КОЭФФИЦИЕНТЫ ОДНОВРЕМЕННОГО ДЕЙСТВИЯ САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ  
В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ И БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Санитарные приборы	Коэффициент одновременного действия при различном числе установленных приборов								
	1	3	6	10	20	40	60	100	200
Умывальники	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Душевые сетки	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Писсуары									
с автоматическими смывными бачками	1	1	1	1	1	1	1	1	1
настенные с кранами	1	0,7	0,5	0,4	0,34	0,3	0,3	0,25	0,25
Унитазы									
со смывными кранами	1	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1	0,1	0,1	0,05
» бачками	1	0,75	0,65	0,6	0,5	0,45	0,4	0,4	0,4

Примечания 1 При определении расчетного секундного расхода воды поливочными кранами расход воды питьевыми фонтанчиками и биде не учитывается  
2 Коэффициент одновременного действия раковин моек и других приборов не указанных в таблице принимается по данным технологической части проекта  
3 Для автоматической промывки трех четырех писсуаров устанавливают один бачок

Норма водопотребления на 1 человека л/сутки	100	125	150	200	250	300	350	400
$\alpha$	2,2	2,16	2,15	2,14	2,05	2	1,9	1,85

Примечания 1 За одну эквивалентную единицу принят расход воды 0,2 л/с водоразборным краном диаметром 15 мм (у раковины)

2 В жилых зданиях оборудованных централизованным горячим водоснабжением расчетные секундные расходы воды в сети холодного водопровода определяют по формулам и принимают с коэффициентом 0,7

$k$  — коэффициент, зависящий от числа эквивалентов водоразбора

Количество эквивалентов	До 300	301—500	501—800	801—1200	1201 и более
$k$	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006

$N$  — общее количество эквивалентов в здании или на участке сети (табл 30 2)

Расчетный секундный расход воды на хозяйственных питьевые нужды в административных зданиях, общежитиях, гостиницах и бытовых помещениях, банях и детских садах яслях, магазинах, больницах и санаториях, домах отдыха, учебных заведениях и общеобразовательных школах, школах интернатах, пионерских лагерях, поликлиниках и амбулаториях определяют по формуле

$$q_B = a \cdot 0,2 \sqrt{N} \quad (30.3)$$

где  $N$  — суммарное число водоразборных кранов или приборов на расчетном участке в эквивалентных единицах.

$a$  — коэффициент принимаемый в зависимости от назначения зданий

бани и детские сады ясли	1,2
поликлиники, амбулатория	1,4
административные здания магазины	1,5
учебные заведения, школы	1,8
больницы санатории дома отдыха пионерские лагеря	2
общежития гостиницы школы интернаты пансионаты	2,5

Расчетные расходы воды в жилых домах приведены в табл 30 2

Расчетные секундные расходы воды на хозяйственных питьевые нужды в общественных зданиях в зависимости от количества эквивалентных единиц на расчетном участке можно принимать по табл 30 3

На предприятиях общественного питания на технологические нужды принимают следующие расчетные расходы воды (л/с)

Моечная ванна	0,2
Раковина производственная	0,1
Посудомоечная машина	0,5
Картофелечистка	0,5
Картофелемелка	0,2
Котел варочный	0,3

Примечание Расход воды на холодильные установки принимают по техническим характеристикам оборудования

Расчетный расход воды в зрелищных предприятиях и спортивных сооружениях а также предприятиях общественного питания назначают с учетом коэффициента одновременного действия санитарных приборов и оборудования (табл 30 4)

Расчетный секундный расход воды  $q/c$  в бане и коммунальной прачечной определяют по формуле

$$q_B = \sum q_0 n a' \quad (30.4)$$

где  $q_0$  — расчетный расход одним однотипным санитарным прибором или машиной,

$n$  — количество однотипных санитарных приборов и машин,

$a'$  — одновременность действия санитарных приборов и машин смывных бачков и писсуаров — 50% душей нижних и ребристых — 100%, водоразборных колонок — 100%, ножных ванн и умывальников — 30%, до трех стиральных машин — 100%, от четырех до восьми стиральных машин — 80%, девять и более машин — 70%

Расчетный секундный расход воды для стиральных машин принимается в зависимости от способа стирки белья при стирке без протока моющей жидкости — 0,14 л/с холодной воды и 0,08 л/с горячей воды, при стирке с прогоном моющей жидкости — 0,02 л/с только холодной воды

ТАБЛИЦА 30.2

## РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ В ЖИЛЫХ ДОМАХ

Количество эквивалентных единиц	Расходы воды, л/с, при норме водопотребления на 1 человека, л/сутки						
	100	125	150	200	250	300	400
	при коэффициенте неравномерности водопотребления						
	2,2	2,16	2,15	2,14	2,05	2	1,85
2	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29
3	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,37
4	0,37	0,39	0,39	0,39	0,4	0,41	0,44
5	0,41	0,43	0,43	0,43	0,45	0,46	0,49
6	0,46	0,47	0,48	0,48	0,49	0,5	0,54
7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,53	0,54	0,58
8	0,53	0,54	0,55	0,55	0,57	0,59	0,63
9	0,56	0,57	0,58	0,58	0,6	0,62	0,67
10	0,57	0,6	0,61	0,63	0,64	0,65	0,71
12	0,64	0,66	0,66	0,66	0,7	0,71	0,78
14	0,7	0,72	0,73	0,74	0,77	0,78	0,86
16	0,74	0,75	0,76	0,78	0,81	0,83	0,92
18	0,78	0,8	0,81	0,81	0,86	0,89	0,99
20	0,82	0,84	0,85	0,85	0,9	0,93	1,04
25	0,91	0,93	0,94	0,95	1,01	1,05	1,18
30	1	1,02	1,02	1,04	1,11	1,15	1,32
35	1,08	1,11	1,12	1,12	1,21	1,25	1,36
40	1,15	1,19	1,19	1,2	1,29	1,34	1,38
45	1,22	1,25	1,27	1,28	1,37	1,43	1,64
50	1,28	1,32	1,33	1,34	1,44	1,52	1,75
60	1,4	1,46	1,46	1,47	1,58	1,67	1,96
70	1,5	1,57	1,58	1,6	1,73	1,81	2,12
80	1,61	1,68	1,7	1,71	1,86	1,95	2,24
90	1,7	1,79	1,79	1,81	1,98	2,07	2,43
100	1,82	1,88	1,91	1,92	2,1	2,2	2,62
110	2	2,06	2,09	2,12	2,3	2,43	2,88
120	2,21	2,29	2,3	2,32	2,51	2,65	3,17
130	2,38	2,42	2,44	2,48	2,7	2,85	3,42
140	2,47	2,56	2,58	2,62	2,84	3	3,64
150	2,63	2,74	2,76	2,78	3,04	3,23	3,89
160	2,77	2,86	2,9	2,94	3,22	3,41	4,08
170	2,91	2,92	3,06	3,06	3,38	3,58	4,34
180	3,08	3,14	3,18	3,2	3,52	3,75	4,52
190	3,15	3,28	3,33	3,34	3,7	3,91	4,74
200	3,26	3,4	3,43	3,46	3,83	4,07	4,93
220	3,74	3,87	3,9	3,92	4,3	4,54	5,46
240	3,87	3,99	4,02	4,06	4,46	4,71	5,67
260	3,99	4,12	4,14	4,2	4,58	4,88	5,88
280	4,12	4,28	4,32	4,32	4,72	5,04	6,07
300	4,25	4,42	4,44	4,48	4,94	5,2	6,4
350	4,63	4,77	4,8	4,88	5,31	5,59	6,73
400	4,93	5,06	5,08	5,16	5,51	5,97	7,14
450	5,73	5,92	5,94	6,02	6,53	6,89	8,25
500	6,08	6,26	6,3	6,34	6,9	7,3	8,68
550	6,46	6,6	6,67	6,7	7,3	7,7	9,22
600	6,76	7	7,03	7,06	7,7	8,09	9,69
700	7,07	7,33	7,36	7,4	8,08	8,48	10,1
800	7,4	7,63	7,71	7,8	8,36	8,86	10,56
850	8,58	8,81	8,87	8,95	9,63	10,08	11,85
900	8,93	9,19	9,22	9,30	9,99	10,50	12,28
950	9,25	9,55	9,63	9,65	10,34	10,91	12,86
1000	9,64	9,92	9,96	10,04	10,64	11,32	13,34
1100	10,2	10,46	10,68	10,78	11,56	12,14	14,83
1200	11,02	11,16	11,41	11,48	12,34	12,93	15,15
1300	13	13,32	13,4	13,46	14,36	15,01	17,38
1400	13,8	14,12	14,2	14,32	15,26	15,83	18,2
1500	14,54	14,9	14,98	15,08	16,02	16,74	19,1
1600	15,32	15,69	15,78	15,88	16,91	17,6	20,4
1700	16,08	16,46	16,57	16,66	17,73	18,45	21,34
1800	16,84	17,23	17,34	17,44	18,54	19,29	22,3
1900	17,57	18	18,1	18,21	19,35	20,12	23,24
2000	18,33	18,75	18,86	18,97	20,15	20,94	24,17
2200	19,81	20,25	20,37	20,49	21,74	22,58	26,01
2400	21,28	21,74	21,87	22	23,31	24,2	27,83
2600	22,73	23,22	23,35	23,48	24,86	25,8	29,62
2800	24,18	24,69	24,82	24,96	26,41	27,38	31,4

Продолжение табл 30.2

Количество эквивалентных единиц	Расходы воды, л/с, при норме водопотребления на 1 человека, л/сутки						
	100	125	150	200	250	300	400
	при коэффициенте неравномерности водопотребления						
	2,2	2,16	2,15	2,14	2,05	2	1,85
3000	25,61	26,14	26,28	26,43	27,94	28,95	33,15
3200	27,04	27,59	27,74	27,89	29,46	30,51	34,89
3400	28,46	29,03	29,18	29,34	30,96	32,06	36,62
3600	29,87	30,46	30,62	30,78	32,46	33,6	38,32
3800	31,28	31,88	32,05	32,22	33,95	35,13	40,02
4000	32,68	33,30	33,47	33,65	35,43	36,65	41,71
4200	34,07	34,72	34,89	35,06	36,9	38,16	43,38
4400	35,46	36,12	36,3	36,48	38,38	39,67	45,04
4600	36,83	37,53	37,71	37,89	39,84	41,16	46,7
4800	38,22	38,82	39,11	39,3	41,3	42,66	48,34
5000	39,6	40,32	40,51	40,7	42,75	44,14	49,97

ТАБЛИЦА 30.3

## РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Количество эквивалентных единиц	Расчетные расходы, л/с, в общественных зданиях						
	баня и детский сад-ясли	поликлиника, амбулатория	административных зданий, магазинов	учебных заведений, общеобразовательных школ	больница, санатория, дома отдыха, пионерских лагеря	общественных, гостиниц, школ-интернатов, пансионатах	таж
1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
2	0,35	0,39	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
3	0,42	0,48	0,52	0,6	0,6	0,6	0,6
4	0,48	0,56	0,6	0,72	0,8	0,8	0,8
5	0,54	0,63	0,67	0,81	0,9	1	1
6	0,59	0,69	0,74	0,88	0,98	1	1,22
7	0,64	0,74	0,8	0,96	1,06	1,32	1,32
8	0,67	0,79	0,85	1,02	1,13	1,41	1,41
9	0,72	0,84	0,9	1,08	1,2	1,5	1,5
10	0,76	0,88	0,95	1,13	1,26	1,58	1,58
12	0,83	0,97	1,04	1,24	1,38	1,73	1,73
14	0,9	1,05	1,12	1,34	1,5	1,87	1,87
16	0,96	1,12	1,2	1,44	1,6	2	2
18	1,02	1,19	1,27	1,52	1,69	2,12	2,12
20	1,07	1,25	1,34	1,61	1,79	2,23	2,23
25	1,2	1,4	1,5	1,8	2	2,5	2,5
30	1,31	1,53	1,64	1,97	2,2	2,74	2,74
35	1,42	1,66	1,78	2,14	2,37	2,96	2,96
40	1,52	1,77	1,9	2,28	2,53	3,16	3,16
45	1,61	1,88	2,01	2,42	2,68	3,35	3,35
50	1,7	1,98	2,12	2,54	2,83	3,54	3,54
55	—	2,03	2,22	2,67	2,97	3,71	3,71
60	—	2,17	2,32	2,79	3,1	3,88	3,88
65	—	2,26	2,42	2,9	3,22	4,03	4,03
70	—	2,34	2,51	3,02	3,33	4,18	4,18
75	—	2,42	2,6	3,12	3,46	4,33	4,33
80	—	2,5	2,68	3,22	3,58	4,47	4,47
85	—	2,58	2,77	3,32	3,69	4,61	4,61
90	—	2,66	2,84	3,42	3,8	4,75	4,75
95	—	2,73	2,93	3,51	3,9	4,88	4,88

Продолжение табл. 30.3

ТАБЛИЦА 30.3

Количество эквивалентных единиц	Расчетные расходы, л/с, в общественных зданиях					
	банях и детских садах-яслях	в поликлиниках, амбулаториях	административных зданиях, магазинах	учебных заведений, общеобразовательных школах	больницах, санаториях, домах отдыха, пионерских лагерях	общественных, гостиницах, школах-интернатах, пансионатах
100	—	2,8	3,00	3,60	4	5
120	—	—	3,29	3,94	4,38	5,48
140	—	—	3,56	4,26	4,73	6,91
160	—	—	3,8	4,55	5,06	6,33
180	—	—	4,03	4,82	5,38	6,71
200	—	—	4,24	5,08	5,65	7,07
220	—	—	4,45	5,34	5,93	7,42
240	—	—	4,64	5,57	6,2	7,74
260	—	—	4,84	5,81	6,45	8,06
280	—	—	5,02	6,02	6,69	8,36
300	—	—	5,2	6,24	6,93	8,66

ТАБЛИЦА 30.4

**КОЭФФИЦИЕНТ ОДНОВРЕМЕННОГО ДЕЙСТВИЯ САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ В ЗРЕЛИЩНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ, СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЯХ И ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ**

Санитарные приборы	Коэффициент одновременного действия санитарных приборов		
	в кинотеатрах, клубах, спортивных сооружениях	театрах, цирках	предприятиях общественного питания
Умывальники	0,8	0,6	0,8
Смывные бачки	0,7	0,5	0,6
Писсуары	1	0,8	0,5
Души	1	1	1
Мойки в буфетах	1	1	—
Машины посудомоечные	—	—	1

Расчетный расход воды, подаваемой в запасные бачки бань и прачечных, определяют по формуле

$$q = \frac{Q}{3600 \cdot 1000} \quad (30.5)$$

где  $Q$  — расчетный часовой расход воды, м<sup>3</sup>.

### 30.3. Определение диаметров трубопроводов

Диаметр труб отдельных ответвлений от магистральных трубопроводов определяется не по расчетным формулам, а по табл. 30.5.

Диаметр труб отдельных участков водопроводной сети предварительно можно подобрать в зависимости от суммарной нагрузки, выраженной в эквивалентных единицах:

**ДИАМЕТР ТРУБ ОТВЕТВЛЕНИЙ, РАСЧЕТНЫЙ РАСХОД ВОДЫ И ВЕЛИЧИНА ЭКВИВАЛЕНТА САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ**

Санитарный прибор	Диаметр труб, мм	Расход воды, л/с	Эквивалент
Кран:			
раковины или мойки в квартире	15	0,2	1
мойки в предприятиях общественного питания	15—20	0,2—0,3	1—1,5
банный	20	0,4	2
лабораторной раковины	10—15	0,1	0,5
лабораторной мойки	15	0,2	1
лабораторный для водоструйных насосов	15	0,15	0,7
Туалетный кран умывальника	10—15	0,07	0,33
Умывальник круглый с веерным разбрызгиванием воды на 1 место	10—15	0,07	0,33
Кран писсуара настенного	10—15	0,035	0,17
Смеситель ванны при централизованном горячем водоснабжении	15	0,3	1,5
Ванна с водонагревателем:			
на твердом топливе	15	0,2	1
на газовом топливе	15	0,2	1
Ванна ножная	15	0,12	0,6
Ребристый душ	25—32	0,4	2
Нижний (восходящий) душ	20	0,3	1,15
Смывной бачок	10—15	0,1	0,5
Кран:			
смывной унитаза видуара (слива)	25—32	1,2—1,4	6—7
15	15	0,2	1
Биде и гигиенический душ	10—15	0,07	0,33
Душ:			
в групповых установках	15	0,2	1
в квартирах	15	0,14	0,67
Питьевой фонтанчик	10—15	0,035	0,17
Писсуары с автоматической промывкой	15	0,3	1,5
25	25	0,5	2,5

Сумма эквивалентов	1	3	6	12	20
Диаметр труб, мм	10—15	15	20	25	32

Примечания: 1 Диаметр подводящей трубы к двум водонагревателям (колопкам), работающим на газовом или твердом топливе, а также к двум душам должен быть не менее 20 мм

2 Диаметр подводящей трубы к двум водоразборным кранам в мойках, устанавливаемых в предприятиях общественного питания, принимается 25 мм.

3 В жилых зданиях высотой от трех до пяти этажей стояки на всей высоте могут иметь одинаковый диаметр.

Водопроводные сети, питаемые несколькими вводами, рассчитывают с учетом выключения одного из них. Диаметры труб внутренних водопроводных сетей назначают из расчета наибольшего использования гарантийного напора в наружной водопроводной сети.

Скорости движения воды в стальных трубах внутренних водопроводных сетей диаметром до 400 мм при



венно-питьевом водоразборе не должны превышать в магистралях и стояках 1,5 м/с, в подводах к сборным точкам 2,5 м/с; при производственном водоразборе в магистралях и стояках не более 1,2 м/с. Производческих расходах скорости могут быть увеличены до 3 м/с, при пожаре — до 4—5 м/с).

### 30.4. Потери напора и удельные сопротивления в трубопроводах

Потери напора в трубопроводах можно определять по формуле

$$h = Aiq^2, \quad (30.6)$$

$l$  — длина трубопровода, м;  
 $Q$  — расход воды, л/с или м<sup>3</sup>/с;  
 $A$  — удельное сопротивление труб.

Для стальных труб диаметром 10—400 мм удельные сопротивления принимают по табл. 30.6.

ТАБЛИЦА 30.6  
УДЕЛЬНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ  $A$  ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ТРУБ

$D_n$ , мм	$A$	$D_n$ , мм	$A$
Для расходов, л/с			
10	32,95	50	0,01108
15	8,809	70	0,002893
20	1,643	80	0,001188
26	0,4367	100	0,000267
32	0,09386	125	0,00008623
40	0,04453	150	0,00003395
Для расходов, м <sup>3</sup> /с			
175	18,96	300	0,9392
200	9,273	325	0,6088
225	4,822	350	0,4078
250	2,583	400	0,2062

Для чугунных труб диаметром 50—300 мм принимают следующие значения удельных сопротивлений для расходов, м<sup>3</sup>/с):

Диаметр условного прохода, мм	50	80	100	125
$A$	13,360	1,044	339,1	103,5
Диаметр условного прохода, мм	150	200	250	300
$A$	39,5	8,6	2,64	0,986

Примечание. Формула (30.6) применима при скоростях движения воды в трубах более 1,2 м/с; при меньших скоростях величина  $A$  принимается с коэффициентом  $k$

Скорость движения воды, м/с	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
$k$	1,41	1,28	1,2	1,15	1,115
Скорость движения воды, м/с	0,7	0,8	0,9	1	1,1
$k$	1,085	1,06	1,01	1,035	1,015

Для стальных труб (ГОСТ 8732—70) необходимо вводить поправочные коэффициенты на толщину стенок, так как удельные сопротивления  $A$  принимались из расчета толщины стенок труб 10 мм, кроме того, для этих труб вводятся поправочные коэффициенты на скорость движения в зависимости от толщины стенок.

При применении чугунных водопроводных труб необходимо вводить поправочные коэффициенты на величину  $A$  и скорость движения воды.

Потери напора в пластмассовых трубах рекомендуется определять по формуле

$$1000 i = 0,25 \frac{Q^{1,774}}{d^{4,774}}, \quad (30.7)$$

где  $i$  — гидравлический уклон;  
 $Q$  — расход воды, л/с;  
 $d$  — внутренний диаметр трубы, мм.

### 30.5. Требуемый напор в наружной водопроводной сети

Требуемый напор  $H$  в наружной сети у ввода в здание определяют по формуле

$$H = h_1 + h_2 + h_3, \quad (30.8)$$

где  $h_1$  — высота расположения расчетной точки водопотребления от поверхности земли, м;  
 $h_2$  — потери напора во внутренней сети, включая потери на преодоление местных сопротивлений и потери во вводе и в водомере, м;  
 $h_3$  — необходимый свободный напор у точки водопотребления, в том числе и пожарного крана, м вод. ст.

Примечание. Расчет производят для самой неблагоприятной точки водоразбора (наиболее отдаленной и высокорасположенной с наибольшим необходимым свободным напором).

Если давление в наружной сети  $H_0$  меньше требуемого  $H$ , можно принять одно из следующих решений:

- 1) выделить водопотребителей, требующих высокого напора, в отдельную сеть и повысить давление только в этой сети;
- 2) увеличить диаметр труб внутренней сети с целью уменьшения потерь напора в сети и уменьшения  $H$  до величины  $H_0$ ;
- 3) повысить давление в наружной сети;
- 4) установить насос внутри здания для повышения давления во всей внутренней сети или в сети, обслуживающей верхние этажи, с устройством зонного водопровода.

Решения по пп. 1, 2 и 3 применимы для водопроводов производственных и вспомогательных зданий. Для жилых и общественных зданий следует использовать решения по пп. 2 и 4.

Давление, развиваемое насосами, должно быть равно разности давлений потребного  $H$  и располагаемого (гарантируемого) в наружной сети  $H_0$ .

Если давление в наружной сети значительно превышает требуемое  $H_0 > H$ , можно уменьшить диаметры труб на некоторых участках внутренней водопроводной сети.

При расчете внутренних водопроводных сетей необходимо дополнительно учитывать потери напора на преодоление местных сопротивлений, выраженные в процентах от потерь напора на трение в сети:

- для производственных и вспомогательных зданий:
- в сети хозяйственно-питьевого водопровода — 20%;
  - в сети производственного и объединенного противопожарно-хозяйственного или противопожарно-производственного водопровода — 15%;
  - в сети противопожарного водопровода — 10%;
- для жилых и общественных зданий:
- в сети хозяйственно-питьевого водопровода — 30%;

в сети объединенного противопожарного и хозяйственно-питьевого водопровода — 20%,

в сети противопожарного водопровода — 10%.

Для противопожарных водопроводов общественных зданий, а также для сетей, работающих под небольшим напором (сети, питаемые от баков), потери напора на преодоление местных сопротивлений учитывают особо и определяют по формуле

$$h = \zeta \frac{v^2}{2g}, \quad (30.9)$$

где  $\zeta$  — коэффициент местного сопротивления;  
 $v$  — скорость воды, м/с,  
 $g$  — ускорение свободного падения

## Глава 31. НАСОСЫ и НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ

### 31.1. Типы насосов

Центробежные насосы классифицируются следующим образом

по числу колес — одноколесные и многоколесные,  
 по создаваемому напору — низконапорные ( $H < 20$  м), средненапорные ( $H = 20-60$  м), высоконапорные ( $H > 60$  м);

по способу подвода воды к колесу — односторонние и двухсторонние;

по расположению вала — горизонтальные и вертикальные;

по способу соединения с двигателями — приводные (со шкивом или редуктором), соединенные непосредственно с двигателями при помощи муфты, и моноблок насосы, в которых рабочее колесо установлено на конце вала электродвигателя;

по признаку погружения под уровень воды — артезианские (глубинные) и погружные

Каждой частоте вращения насоса соответствует своя характеристика, изменяющаяся при изменении частоты вращения. Новую характеристику строят на основании следующих зависимостей

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{n}{n_1}; \quad \frac{H}{H_1} = \left(\frac{n}{n_1}\right)^2;$$

$$\frac{N}{N_1} = \left(\frac{n}{n_1}\right)^3, \quad (31.1)$$

где  $Q, H, N$  — расход воды, напор и мощность насоса при исходной частоте вращения  $n$ ,  
 $Q_1, H_1, N_1$  — расход воды, напор и мощность насоса при новой частоте вращения  $n_1$

Для повышения производительности насосной станции насосы включают в сеть водопровода параллельно; для повышения напора насосы включают последовательно

При обточке колес подача воды и напор центробежного насоса изменяются по зависимостям

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{D_{обт}}{D_{норм}}; \quad \frac{H}{H_1} = \left(\frac{D_{обт}}{D_{норм}}\right)^2, \quad (31.2)$$

где  $Q$  и  $H$  — параметры насоса при нормальном колесе диаметром  $D_{норм}$ ,

$Q_1$  и  $H_1$  — параметры насоса при обточенном колесе диаметром  $D_{обт}$

Если насос установлен выше уровня воды в приемном резервуаре, необходима заливка его водой. Он может быть залит из напорного трубопровода, или на всасывающем трубопроводе устанавливают обратный клапан с сеткой. Применяют также отсос воздуха эжектором, который присоединяют к верхней части корпуса насоса. Перед пуском эжектора задвижку на напорном трубопроводе закрывают, работы эжектора используется вода из чапорового бпропровода

Для пуска насоса в работу можно отсасывать воду вакуум-насосом

Продолжительность заполнения всасывающей водой не должна превышать для производственных и хозяйственных насосов 5 мин, пожарных — 3 мин

### 31.2. Основные технические данные и конструктивные особенности насосов

По конструктивным особенностям современные центробежные насосы подразделяются следующим образом: одноколесные с односторонним подводом воды, многоколесные с двухсторонним подводом воды, многоколесные, в основном с односторонним подводом воды (могут быть секционные или спирального типа). Насосы указанных типов могут быть горизонтальными и вертикальными

Многоколесные секционные насосы имеют большое осевое усилие. Достоинством их является возможность изменения напора путем увеличения или уменьшения числа колес

Вертикальные насосы используют при больших глубинах уровня воды в источнике, а также для подачи подземных вод из водяных скважин

Осевые насосы просты, компактны, имеют меньшую массу по сравнению с центробежными, их можно использовать для перекачки загрязненной жидкости. Устанавливают на вертикальной, горизонтальной или наклонной трубе. Пуск осевых насосов следует производить при открытой задвижке. Регулирование подачи воды при помощи задвижки невыгодно, так как в этом резко падает коэффициент полезного действия

Регулирование подачи осевого насоса возможно при применении двигателей, допускающих изменение частоты вращения гидромuft, рабочих колес с поворотными лопастями. Осевые насосы работают с отрицательной высотой всасывания (с подпором)

### 31.3. Расположение насосных установок

При постоянном или периодическом недостатке напора в наружной водопроводной сети для повышения напора во внутренних сетях зданий предусматривают насосные установки для одного или нескольких зданий.

Применяют насосные установки следующих типов: а) с бесперебойно или периодически действующими насосами,

б) с периодически действующими насосами, работающими совместно с водонапорными или гидроневматическими баками

Резервные агрегаты для тушения внутреннего пожара не устанавливают в следующих случаях: а) в про-

в зданиях, когда расход воды на тушение пожара не превышает 20 л/с; б) в вспомогательных зданиях и складах, не оборудованных средствами автоматического пожаротушения, где для тушения внутреннего пожара предусматривается только ручная струя; в) в жилых, общественных и вспомогательных зданиях при расчетном действии одной пожарной установки.

При установке до четырех рабочих насосов принимается резервный агрегат; при установке четырех — насосов — два агрегата.

**Примечание.** Для производственных водопроводов, подающих воду в подаче воды может привести к значительному падению давления в резервных агрегатах при числе рабочих насосов от одного до шести.

В жилых домах высотой 17—25 этажей пожарные насосы включаются дистанционно и автоматически.

В насосных установках противопожарных водопроводов зданий с зонным водопроводом, особо ответственных зданий, зданий кинотеатров, клубов, домов культуры, конференц-залов, актов залов и зданий, оборудованных спринклерными и дренчерными установками, предусматривают автоматический и дистанционный пуск насосов, кроме ручного включения насосов из помещений насосной станции.

При заборе воды насосами непосредственно из водопроводной сети должно обеспечиваться постоянное давление в сети во избежание образования вакуума на входе насосов, при этом минимально допустимое давление на входе должно быть не менее 0,7 м вод. ст. Насосы в этом случае рассчитывают на меньшее давление в водопроводной сети и проверяют работу при наибольшем давлении в наружной сети.

При давлении в наружной сети более 15 м вод. ст. возможна установка насоса принятой конструкции, которая подтверждается заводом-изготовителем.

Насосы (кроме пожарных) запрещено располагать непосредственно под жилыми квартирами, детскими или другими помещениями детских садов и яслей, классов общеобразовательных школ, больничными помещениями, рабочими комнатами административных зданий, лабораториями учебных заведений и другими подобными помещениями.

Пожарные насосы и пневматические установки можно размещать в первых и подвальных этажах, в изолированных отапливаемых помещениях I и II степени огнестойкости, имеющих отдельный выход наружу или на лестничную клетку.

**Примечание.** Гидропневматические баки допускается располагать в верхних технических этажах.

Производительность хозяйственно-питьевых и производственных насосных установок без регулирующей емкости определяют по расчетному секунднему расходу воды, а установок с регулирующей емкостью — по максимальному часовому расходу воды.

При заборе воды насосами из резервуаров принимается не менее двух всасывающих линий независимо от числа групп насосов (с учетом пожарных насосов). Всасывающие линии рассчитывают на пропуск полного расчетного расхода воды при условии выключения одной из всасывающих линий на ремонт.

Устройство одной всасывающей линии допускается при установке насосов без резервных агрегатов.

Насосы необходимо соединять с электродвигателем на одном валу. У каждого насоса на напорной линии устанавливаются манометр, обратный клапан и задвижку.

При питании насосов из резервуара и расположении их ниже уровня воды в резервуаре «под залив» необхо-

димо на всасывающих линиях установить задвижки, а при размещении насосов выше уровня воды в резервуаре следует предусматривать устройство по обеспечению заливки насосов (водопроводный бачок, вакуум-насос и др.).

Вокруг насосов должны быть свободные проходы. Между оборудованием насосных установок принимают следующие наименьшие расстояния:

а) от бокового среза фундамента электродвигателя с насосом до стены помещения, а также между соседними фундаментами — 700 мм;

б) от торцевого среза фундамента электродвигателя с насосом до стены помещения — 1000 мм, а со стороны электродвигателя — не менее расстояния, необходимого для вытаскивания ротора электродвигателя без снятия последнего с фундамента.

**Примечание.** Насосы с диаметром нагнетательного патрубка до 100 мм включительно допускается устанавливать вдоль стен и перегородок без прохода между агрегатом и стеной или перегородкой, но на расстоянии не менее 200 мм от фундамента здания. Допускается размещение двух агрегатов на одном фундаменте без прохода между ними, но предусматривается проход шириной не менее 0,7 м вокруг двойного устройства. Фундаменты под насосы должны выступать над полом не менее чем на 0,2 м.

Насосы производственных водопроводов в отдельных случаях размещают на рамах без фундаментов.

Насосы с диаметром напорного патрубка до 100 мм включительно, приводимые в действие низковольтными электродвигателями, можно располагать у стены без прохода между агрегатом и стеной.

В необходимых случаях для снижения шума насосные агрегаты оборудуют надежными звукоизолирующими устройствами, состоящими из эластичных патрубков (длиной не менее 1 м), на всасывающем и напорном трубопроводах и устанавливают на виброизолирующих основаниях. Насосы хозяйственно-питьевого водоснабжения жилых и общественных зданий должны быть обязательно снабжены звукоизолирующими устройствами.

В зависимости от площади помещения насосы могут быть установлены или параллельно друг другу (рис. 31.1), или цепочкой (рис. 31.2).

При питании насосов из водопроводной сети следует предусматривать обводную линию с задвижками и обратным клапаном для подачи воды во внутреннюю сеть, минуя насосы.

При постоянном повышении давления во внутренней сети и для создания более высокого давления на отдельных участках сети устанавливают насосы двух групп: хозяйственные и пожарные. Вводы перед насосами объединяют.

При установке перед насосами водомера устраивают обводную линию для возможности работы насосов при снятом водомере.

При неравномерном давлении во внутренней сети и периодическом выключении насосов необходимо автоматизировать их работу для обеспечения требуемого давления.

Для уменьшения шума требуется тщательно заделывать отверстия и неплотности в строительных конструкциях, а также применить акустическую штукатурку стен и потолков насосных помещений.

Трубы, проходящие через стены и перекрытия, отделяющие насосные от других помещений, обертывают резиновым пологом или асбестовым картоном и прокладывают в гильзах. Зазоры между прокладками и трубами заделывают мастикой.

Ввиду того что пожарные насосы работают лишь в особых случаях, меры по борьбе с шумом не предусматривают.

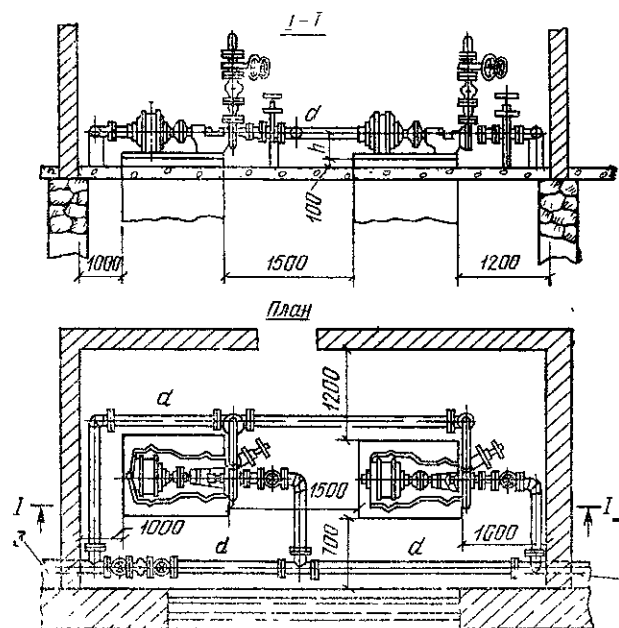


Рис. 31.1. Параллельное расположение насосов  
 1 — насос, 2 — подающий трубопровод, 3 — напорный трубопровод

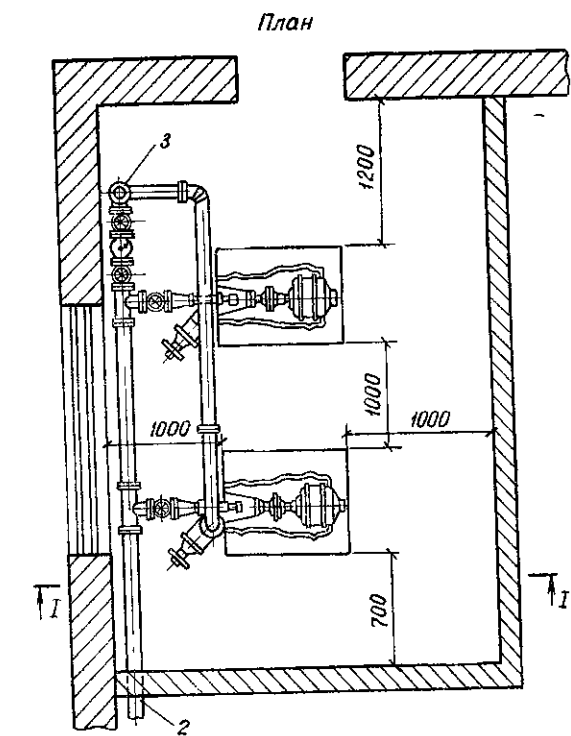
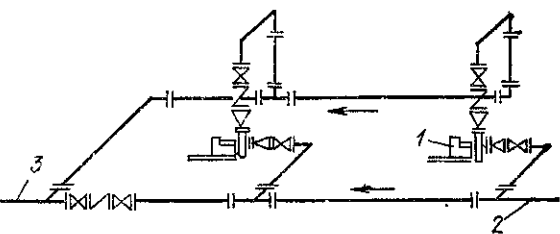
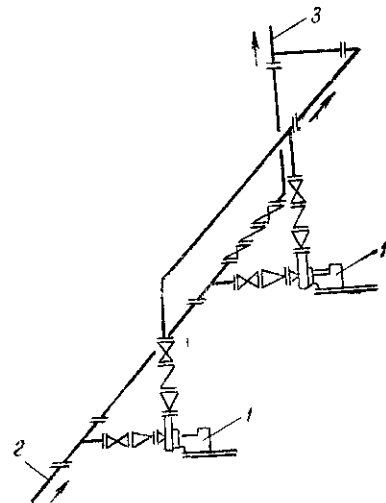
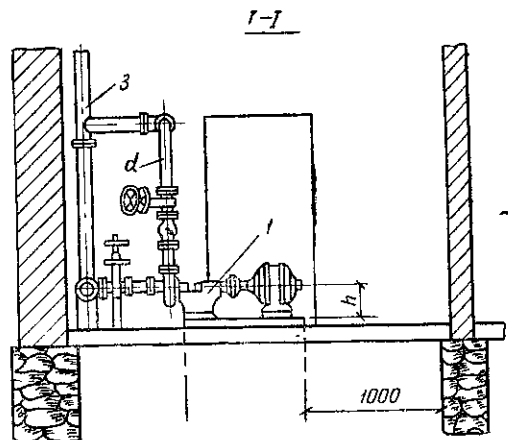


Рис. 31.2. Расположение насосов цепочкой  
 1 — насос, 2 — подающий трубопровод, 3 — напорный трубопровод



Фундаменты под насосами не должны быть связаны конструкциями здания; их закладывают на подушках или под основание прокладывают прокладку из звукоизолирующих материалов (например, войлок шириной 15—20 см из сухого песка).

Трубопроводы в насосных станциях, а также всасывающие линии за пределами насосных станций выполняются из стальных труб на сварке с применением фланцевых соединений для присоединения к арматуре и на-

стен установке насосов в котельных, работающих на жидком топливе, занимаемую насосами площадку отделяют перегородкой высотой не менее 1 м; в котельных, работающих на твердом топливе, перегородка должна быть до потолка.

Взрывные помещения для насосов проектируют в том случае, когда в зданиях недопустимо распространение шума и невозможно размещение насосной подстанции в обычных помещениях.

Высота помещения насосной станции, оборудованной подъемными механизмами, принимается с таким расчетом, чтобы обеспечивался просвет не менее 0,5 м между верхом установленных агрегатов и низом перевозимого груза.

Высота помещения насосной станции, не оборудованной подъемными механизмами, должна быть не менее 2,2 м от пола до выступающих частей перекрытия. В насосных станциях предусматривают место для размещения щита управления электродвигателями.

Для монтажа и демонтажа насосных агрегатов, арматуры и трубопроводов насосные станции должны быть снабжены подъемно-транспортными механизмами.

Для насосных установок, перерыв в работе которых не допускается, должно предусматриваться бесперебойное снабжение энергией путем присоединения к независимым источникам электроэнергии. При наличии одного источника электроэнергии можно устанавливать резервные пожарные насосы с приводами от двигателей внутреннего сгорания.

### 31.4. Пневматические насосные установки

Системы пневматического водоснабжения могут быть постоянного и переменного давления. Пневматические станции переменного давления более экономичны в эксплуатации и получили наибольшее распространение.

Пневматические установки целесообразно применять для расхода воды до 100 м<sup>3</sup>/ч.

Пневматическая установка включает насосы, подающие воду в водовоздушные баки (один или несколько) и создающие требуемый напор, и компрессор, подающий периодически необходимое количество воздуха в водовоздушный бак для пополнения утечки.

Давление в баках пневматических установок переменного давления должно обеспечивать расчетный напор в сети при наименьшем уровне воды в них.

Для пневматических установок переменного давления устанавливают один компрессор с питанием электроэнергией от одного источника. Для пневматических установок постоянного давления принимают не менее двух компрессоров (один из них резервный), питаемых электроэнергией по двум фидерам.

Можно использовать общезаводскую компрессорную станцию при условии бесперебойной подачи сжатого воздуха.

Для пневматических установок переменного давле-

ния, не используемых для противопожарного водоснабжения, пополнение баков сжатым воздухом можно производить от привозных компрессоров. Пневматические баки оборудуют спускными трубами, предохранительными клапанами, манометрами, указателями уровня воды.

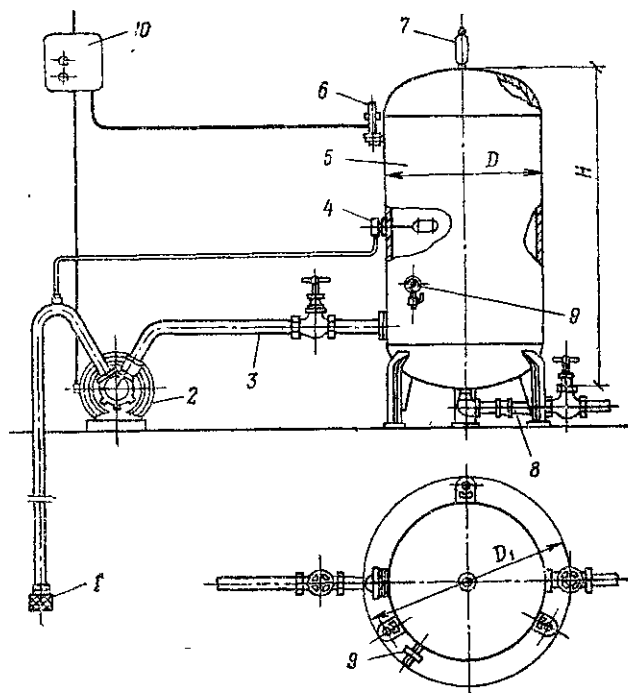


Рис 31.3. Схема автоматической водоподъемной установки с самовсасывающим вихревым электронасосом

1 — приемный клапан с сеткой; 2 — самовсасывающий вихревой электронасос; 3 — напорный трубопровод; 4 — поплавковый регулятор запаса воздуха; 5 — воздушно-водяной бак; 6 — реле давления; 7 — предохранительный клапан; 8 — водоразборный трубопровод; 9 — водопроводный кран с манометром; 10 — станция управления

В отдельных случаях для хозяйственно-питьевого и пожарного водоснабжения зданий применяют пневматические установки автоматического действия преимущественно с переменным давлением. Запас воздуха в баке пополняется бескомпрессорными автоматическими регуляторами запаса воздуха и компрессорами с автоматическим или ручным пуском.

Воздушные баки гидропневматических установок размещают за пределами здания по возможности с его северной стороны. Насосные установки с гидропневматическими баками должны удовлетворять требованиям Госгортехнадзора.

Вода и сжатый воздух могут находиться в одном резервуаре или различных резервуарах.

Пневматические установки, используемые для тушения пожара, можно размещать в подвалах или в первых этажах зданий, в отдельных отопляемых помещениях I и II степени огнестойкости, имеющих отдельный выход наружу или на лестничную клетку.

В многоэтажных зданиях пневматические установки допускается располагать в верхних этажах. Расстоя-

Рис. 31.4. Схема пневматической установки, предназначенной для подъема воды из шахтного колодца лопастным насосом

1 — приемный клапан с сеткой; 2 — всасывающий трубопровод; 3 — электронасос; 4 — воздушно-водяной бак с регулирующей арматурой и управляемой аппаратурой; 5 — водопроводная сеть

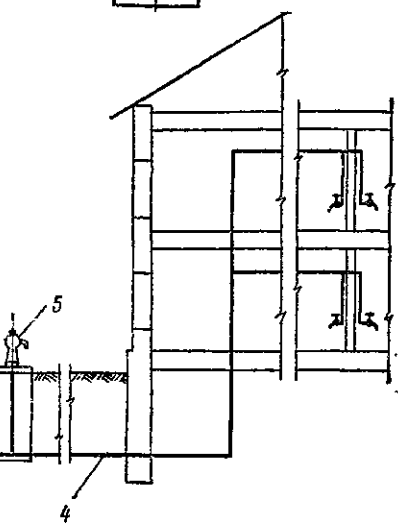
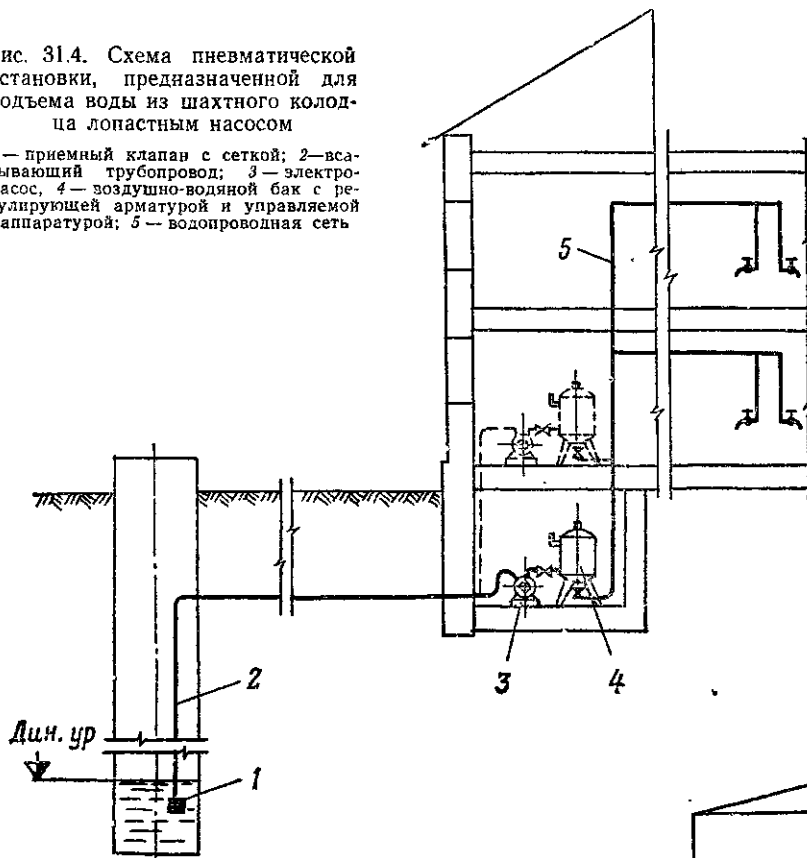


Рис. 31.5. Схема пневматической установки, предназначенной для подъема воды из трубчатого колодца водоструйным насосом

1 — водоструйный насос; 2 — центробежный двухлопастный электронасос; 3 — воздушно-водяной бак с регулирующей арматурой и управляемой аппаратурой; 4 — водопроводная сеть; 5 — водоразборная колонка

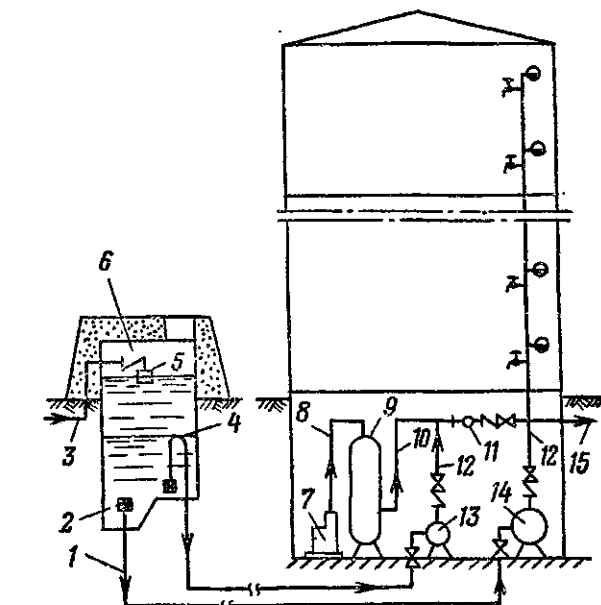


Рис. 31.6. Принципиальная схема насосно-пневматической установки с редукционным клапаном, находящимся в общем помещении

1 — всасывающая труба; 2 — подземный резервуар; 3 — трубопровод для подачи воды из источника водоснабжения (городской сети); 4 — отверстие для засасывания воздуха; 5 — запорный поплавковый клапан; 6 — регулирующая емкость; 7 — компрессор; 8 — воздуховод; 9 — воздушно-водяной бак; 10 — подводяще-отводящий трубопровод; 11 — редукционный клапан; 12 — напорная труба; 13 — хозяйственно-питьевой насос; 14 — пожарный насос; 15 — наружная разводящая водопроводная сеть

— верха резервуаров пневматической установки до потолка должно быть не менее 1 м, а между резервуарами и от резервуара до стен — не менее 0,7 м. На рис. 31.3 приведена схема автоматической установки с самовсасывающим вихревым электронасосом. Схема установки для подъема воды из шахтного колодезя глубиной до 8 м лопастным насосом показана на рис. 31.4, а для подъема воды из трубчатого колодезя — на рис. 31.5. Схемы пневматических установок приведены на рис. 31.6.

## Глава 32. ВОДОНАПОРНЫЕ БАКИ И РЕЗЕРВУАРЫ

### 32.1. Назначение водонапорных баков и резервуаров

Водонапорные и гидропневматические баки содержат запас воды для регулирования неравномерности потребления, а при наличии противопожарных установок, кроме того, и неприкосновенный противопожарный запас воды.

**Примечание.** Не рекомендуется применять гидропневматические баки для одновременного хранения в них регулирующего и противопожарного запасов воды.

Водонапорные баки в зданиях применяют для создания запаса воды, необходимого в случае периодического снижения давления в наружной сети, в часы отключения насосов при постоянном недостаточном давлении в наружной сети, в системах производственных водопроводов при повышенных расходах воды, а также при необходимости создания строго определенного давления в сети.

В системах хозяйственно-питьевых и производственных водопроводов промышленных зданий водонапорные баки устанавливают при обосновании необходимости применения.

В коммунальных прачечных и банях для создания запаса воды и возможности применения водоразборных кранов пробочного типа устанавливаются водонапорные баки для холодной и горячей воды.

### 32.2. Расчет водонапорных баков и резервуаров

Регулирующий объем водонапорного или гидропневматического бака насосных установок хозяйственно-питьевого или производственного водопровода определяют по формуле

$$W = \frac{Q_n}{4n}, \quad (32.1)$$

где  $W$  — регулирующий объем бака, м<sup>3</sup>;

$Q_n$  — номинальная производительность одного насоса или наибольшего по производительности в группе поочередно включающихся рабочих насосов, м<sup>3</sup>/ч;

$n$  — максимальное число включений в 1 ч: для установок с открытым баком  $n=2..4$ , для установок с гидропневматическим баком  $n=6..10$ . Большие значения  $n$  принимают для установок небольшой мощности (до 10 кВт).

Неприкосновенный противопожарный запас воды назначают исходя из следующих условий:

а) при ручном включении пожарных насосов — из расчета 10-минутной продолжительности тушения пожара внутренними пожарными кранами и спринклерами или дренчерами при одновременном наибольшем расходе воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды. При этом расход воды для спринклерных установок принимается 10 л/с, а для дренчерных установок принимают расход воды, обеспечивающий одновременную работу всех дренчеров расчетной секции;

б) при автоматическом включении насосов — из расчета 5-минутной продолжительности тушения пожара внутренними пожарными кранами в зданиях высотой до 16 этажей и 10-минутной продолжительности тушения пожара в зданиях высотой более 16 этажей при одновременном наибольшем расходе воды на хозяйственные и производственные нужды;

в) при автоматическом включении насосов для подачи воды в спринклерные и дренчерные системы запас воды в гидропневматических резервуарах или водонапорных баках должен приниматься 0,5 м<sup>3</sup> при расчетном расходе воды на внутреннее пожаротушение 35 л/с и менее и 1 м<sup>3</sup> при расчетном расходе воды более 35 л/с.

**Примечание.** При определении объема неприкосновенного противопожарного запаса воды расход воды на душ и мытье полов не учитывается.

Полный объем гидропневматического бака следует определять по формуле

$$V = W \frac{\beta}{1-a}, \quad (32.2)$$

а объем водонапорного бака с автоматической насосной установкой — по формуле

$$V = \beta (W + W_1 + W_2), \quad (32.3)$$

где  $W$  — регулирующий объем, м<sup>3</sup>;

$W_1$  — противопожарный объем бака, м<sup>3</sup>;

$W_2$  — объем бака для запаса воды на хозяйственные нужды, принимаемый в зависимости от назначения здания равным 1—2% суточного расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды, м<sup>3</sup>;

$a$  — соотношение абсолютного минимального и максимального давлений, принимаемое равным 0,7—0,8;

$\beta$  — коэффициент запаса емкости бака, принимаемый в пределах 1—1,3.

Высота расположения открытого водонапорного бака и минимальное давление в гидропневматическом баке должны обеспечивать необходимый напор у всех потребителей, а в системах противопожарного или объединенного водопровода — потребный напор у внутренних пожарных кранов или спринклеров до полного израсходования противопожарного запаса воды.

В промышленных зданиях для производственных нужд емкость водонапорных баков и резервуаров, устанавливаемых без насосов, определяют по технологическому заданию проекта или по графику часовых расходов (табл. 32.1).

В производственных зданиях емкость баков для запаса воды на хозяйственно-питьевые нужды принимают равной: при автоматическом включении насосов 5% суточного расхода, при неавтоматическом включении 20% суточного расхода.

В жилых зданиях емкость баков достигает: при неавтоматическом включении насосов 20—25% суточного расхода, при автоматическом 5—10% суточного расхода.

ТАБЛИЦА 32.1

**ФОРМА ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕМКОСТИ РЕГУЛИРУЮЩЕГО ВОДОНАПОРНОГО БАКА**

Часы	Подача воды в бак, м <sup>3</sup>	Расход воды из бака, м <sup>3</sup>	Приток воды в бак или расход из бака, м <sup>3</sup>	Запас воды в баке, м <sup>3</sup>

Емкость водонапорных баков в коммунальных банях при централизованном водоснабжении принимают равной 1-часовому расходу воды, при местном водоснабжении — 1,5-часовому расходу воды.

Емкость водонапорных баков в коммунальных прачечных при централизованном водоснабжении и производительности прачечной до 3000 кг белья в смену принимают равной 45-минутному расходу воды, при большей производительности — 30-минутному расходу воды; при местном водоснабжении независимо от производительности прачечной — 1-часовому расходу воды.

В банях емкость баков для холодной и горячей воды принимается равной 50% расчетной емкости.

В механизированных прачечных при стирке белья без протока моющей жидкости емкость баков для холодной и горячей воды назначается из условия, что при общем расходе 60—90 л воды на стирку 1 кг белья расход горячей воды составляет 20—25 л. При стирке белья с протоком моющей жидкости устанавливают только баки для холодной воды, причем емкость их определяют из расчета 10—15 л воды на 1 кг сухого белья.

В тех случаях, когда наружное тушение пожара осуществляется водой из водоемов, а в здании требуется устройство противопожарного водопровода, бак должен содержать противопожарный запас воды, необходимый для работы одного внутреннего пожарного крана в течение 1 ч при одновременном расходе воды на прочие нужды.

Необходимый запас воды в резервуарах насосно-пневматических установок определяют по формуле

$$V = V^I + V^{II} + V^{III}, \quad (32.4)$$

где  $V^I$  — запас воды на хозяйственно-питьевые нужды, принимаемый равным 5% суточного расхода воды при автоматическом включении и 20% при ручном пуске насоса;

$V^{II}$  — запас воды на производственные нужды, принимаемый по технологическому заданию;

$V^{III}$  — неприкосновенный запас воды для противопожарных целей, определяемый также и для водонапорных баков.

Объем сжатого воздуха в резервуарах  $V^{II}$  при максимальном давлении определяют по формуле

$$V^{II} = \frac{aV^I}{1-a}, \quad (32.5)$$

где  $V^I$  — необходимый запас воды в резервуаре;

$a$  — коэффициент, характеризующий соотношение максимального и минимального давления сжатого воздуха в резервуарах. Теоретиче-

ски значение  $a$  можно принимать равным 0,1—0,9; для систем внутренних водопроводов  $a = 0,5 \dots 0,6$ .

В резервуарах создается давление от  $H_1$  до  $H_2$  в зависимости от принятого коэффициента  $a$ .

Максимальное давление определяют по формуле

$$H_2 = \frac{H_1 + 10}{a} - 10, \quad (32.6)$$

где  $H_1$  — минимальное давление сжатого воздуха в резервуарах при их опорожнении, обеспечивающее необходимый напор у расчетных точек расхода воды (в том числе у пожарных кранов при объединенных водопроводах), м;

$H_2$  — максимальное давление, которое нужно создавать в резервуарах при их полном заполнении, м.

### 32.3. Оборудование водонапорных баков

Помещения, где устанавливают водонапорные баки, должны иметь высоту не менее 2,2 м и расстояние от верха бака до перекрытия не менее 0,6 м.

Минимальные расстояния между баками, а также между стенками баков и строительными конструкциями помещения принимают по табл. 32.2.

ТАБЛИЦА 32.2

**МИНИМАЛЬНОЕ РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ БАКАМИ И СТРОИТЕЛЬНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ**

Форма бака	Расстояние между стенами помещения и баками, м		Расстояние между баками, м	Расстояние от верхней крышки баков до потолка, м
	без поплавкового клапана	со стороны расположения клапана		
Круглая	0,5	0,8	0,7	0,6
Прямоугольная	0,7	1	0,7	0,6

Примечание. При наличии какого-либо трубопровода у бака указанные в таблице расстояния принимают от наружной поверхности трубопровода.

Водонапорные баки для питьевой воды устанавливают на специальные поддоны (рис. 32.1), они должны быть снабжены крышками с вентиляционными отверстиями и сетками.

Отвод переливаемой воды в канализацию должен осуществляться с разрывом струи, для чего устанавливается сливная воронка или бачок.

Сливная воронка (рис. 32.2) должна иметь диаметр не менее 300 мм и высоту (от верха канализационной трубы) не менее 300 мм. В случае установки бачка переливная труба заканчивается над ним на высоте 25 мм. Как сливная воронка, так и бачок присоединяют к канализационному стояку сифоном с водяным затвором (рис. 32.3). В водонапорных баках, предназначенных для хранения воды питьевого качества, необходимо предусматривать устройства, обеспечивающие циркуляцию воды.

Водонапорные баки, устанавливаемые в системах производственных водопроводов, можно располагать в



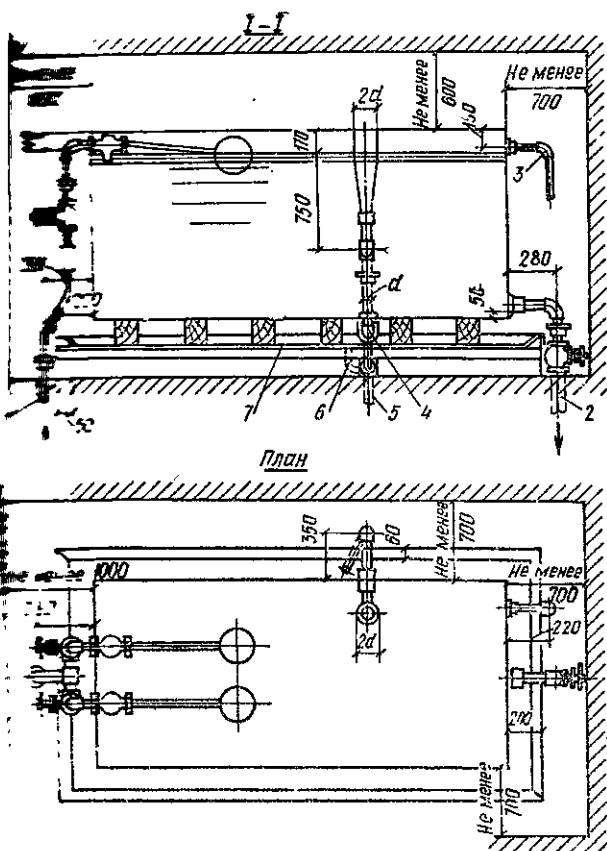


Рис. 32.1. Оборудование водонапорных баков

1 — подающий трубопровод; 2 — отводящий трубопровод; 3 — сигнальная труба; 4 — спускная труба; 5 — переливная спускная труба; 6 — водоотводящий трубопровод с поддона; 7 — оцинкованное железо с пропайкой швов

Рис. 32.2. Установка сливной воронки для разрыва струи

1 — водонапорный бак; 2 — поддон; 3 — спускная труба; 4 — переливная труба; 5 — сливная воронка

дехе у стены на консолях (рис. 32.4). В этом случае оборудование баков обуславливается технологическим процессом: поддоны не применяют. Спускные трубы могут отсутствовать, оборудование бака переливной трубой обязательно.

Водонапорные баки из листовой стали необходимо окрашивать с наружной и внутренней сторон суриком или другими нетоксичными красками и покрытиями в соответствии с перечнем ГСИ СССР.

Поддон изготавливают из листовой оцинкованной стали с двойным фальцем и пропайкой швов. При использовании неоцинкованной стали поддон окрашивают масляной краской двумя слоями.

Доски, рейки и брусья должны быть антисептированы и окрашены масляной краской.

Водонапорные баки для питьевой воды устанавливают в вентилируемом и освещенном помещении с положительной температурой. Гидропневматические баки оборудуют подающей, расходной и спускной трубами, а также предохранительными клапанами, манометрами, датчиками уровня или давления и устройствами для пополнения и регулирования запаса воздуха в баке.

Резервуары для воды непитьевого качества (системы оборотного водоснабжения, системы с повторным использованием воды и др.) располагают как внутри, так и за пределами здания в зависимости от местных условий. Резервуары могут быть установлены и в подвальном помещении.

Резервуары сооружают из водонепроницаемых материалов (железобетона, металла), они должны быть оборудованы подводящими, отводящими, спускными и переливными трубами, указателями уровня воды и устройствами для передачи показаний в насосные станции или диспетчерские пункты.

Диаметр переливного трубопровода на участке после приемной воронки, диаметр которой принимается равным 1,5—2 диаметрам подающей трубы, может быть уменьшен по сравнению с последней на два-три размера сортамента труб.

Диаметр спускного трубопровода определяется в зависимости от продолжительности опорожнения; обычно он принимается равным 100—300 мм. Принятый диаметр рекомендуется проверять по формуле

$$T = \frac{2W \sqrt{\Sigma S}}{\sqrt{H_1 + V H_2}}, \quad (32.7)$$

где  $T$  — продолжительность опорожнения резервуара, с;

$W$  — емкость резервуара, м<sup>3</sup>;

$\Sigma S$  — сумма сопротивлений выпускного трубопровода и фасонных частей, включая участок трубы внутри резервуара;

$H_1$  и  $H_2$  — высота расположения высшего и низшего уровней воды в резервуаре над осью отверстия выпускного трубопровода, м.

Для возможности осмотра и ремонта резервуары должны быть снабжены люками и лестницами или скобами для спуска, а также оборудованы вентиляцией (колонки, закрытые сетками). В резервуарах, предназначенных для хранения воды питьевого качества, необходимо обеспечивать обмен всей воды в течение не более 5 суток при температуре воздуха  $> 18^\circ \text{C}$  и не более 10 суток при температуре  $< 18^\circ \text{C}$ .

Для обеспечения циркуляции воды применяют подвод и отвод воды с противоположных сторон резервуара или устраивают струнауправляющие перегородки в резервуарах большой емкости.

Сброс воды непитьевого качества от резервуаров производственного водопровода воды допускается в канализацию любого назначения с разрывом струи, а также в водостоки и открытые канавы.

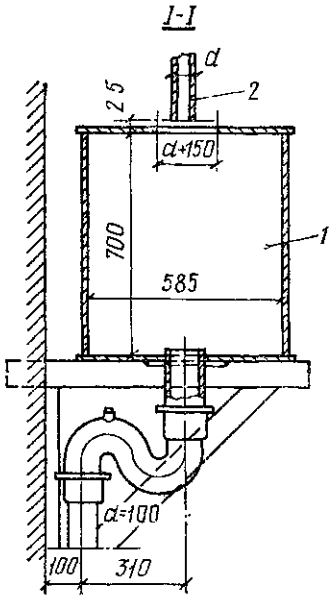


Рис. 32.3. Установка бачка разрыва струи

1 — бак для разрыва струи;  
2 — переливная труба

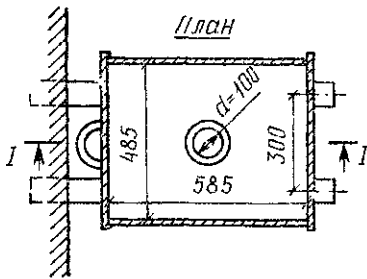
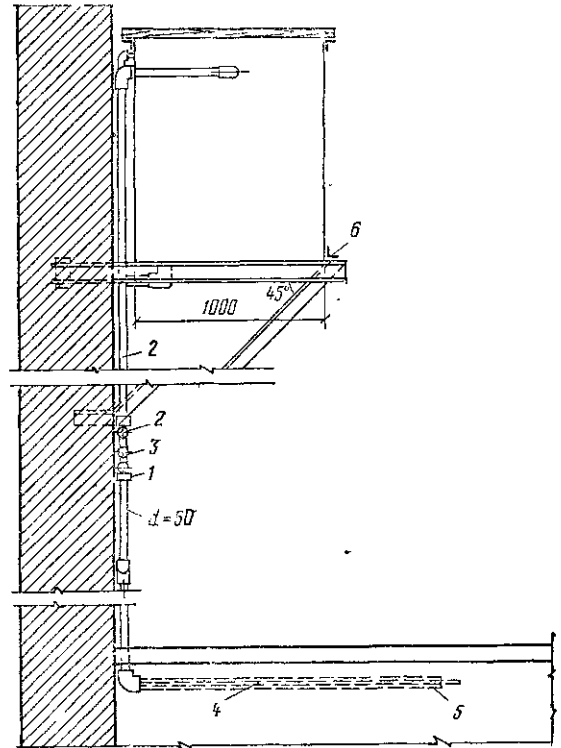


Рис. 32.4 Установка водонапорного бака на консолях

1 — подающий трубопровод; 2 — переливная труба; 3 — трубопровод подачи воды в гальваническое отделение; 4 — трубопровод подачи воды от маслоохладителей; 5 — трубопровод подачи воды в термическое отделение; 6 — канал



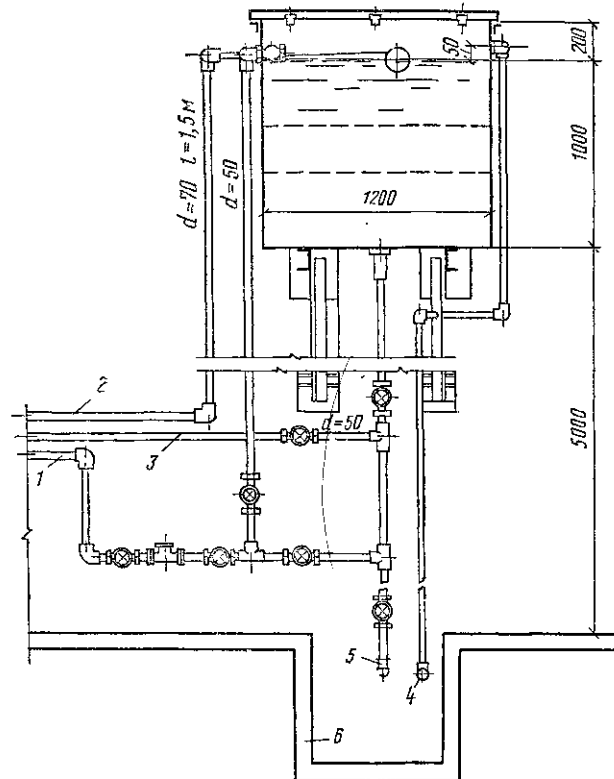
Спускные и переливные трубы от резервуаров питьевой воды допускается присоединять только к водосточной сети, открытой канаве или водоему с разрывом струи и установкой на конце трубопровода обратного клапана (захлопки) и решеток с прозорами между прутьями 10 мм.

В резервуарах с внутренним диаметром 800 мм и менее устраивают смотровые люки (круглые, овальные) с размером по наименьшей оси 80 мм.

## Глава 33. СТРОИТЕЛЬСТВО ВОДОПРОВОДА В ОСОБЫХ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

### 33.1. Строительство водопровода в сейсмических районах, на подрабатываемых территориях и в районах набухающих грунтов

При строительстве водопровода в районах с сейсмичностью выше 9 баллов, на подрабатываемых территориях и в районах набухающих грунтов не допускается жесткая заделка трубопроводов в стенах и фундаментах сооружений.



При прокладке труб через стены и фундаменты трубой и стеной необходимо устраивать зазоры: не менее 10 см в песчаных грунтах, не менее 15 см в глинистых и не менее 20 см в макропористых. Зазоры заполняют эластичным материалом. Трубопроводы на фундаментах зданий прокладывают в стальных трубах. Расстояние между футляром и подошвой фундамента принимают не менее 10 см в песчаных грунтах и 15 см в глинистых.

В местах пересечения деформационных швов здания трубопровода устанавливают компенсаторы или вставки.

Вводы водопровода выполняют из стальных или чугунных труб. Допускается применение чугунных водопроводных труб с раструбными соединениями и резиновыми уплотнителями, компенсирующими возникающие напряжения.

В местах присоединения вводов к внешней водопроводной сети устанавливают компенсаторы.

### 33.2. Строительство водопровода на просадочных грунтах

Просадочные явления характерны для лессовидных глин, обладающих специфическими свойствами пылеватый состав (50—80% и более содержат частиц размером 0,05—0,002 мм), легкая размываемость, потеря прочности при увлажнении. Лессовидные грунты обладают сравнительно малым коэффициентом фильтрации (0,3—1,2 м/сутки). Просадки лессовидных пород возникают при воздействии на них свободной воды, когда стволы скелета грунта теряют структурную связь.

Грунтовые условия строительных площадок, согласно СНиП II-Б 2-72, в зависимости от проявления просадки грунта под действием собственного веса при зачивании подразделяются на два типа.

I тип — просадка грунта под действием собственного веса практически отсутствует или не превышает 5 см;

II тип — возможна просадка грунта под действием собственного веса и величина ее превышает 5 см.

Устойчивость зданий и сооружений обеспечивается применением комплекса конструктивных вешений. Возможность просадки сооружения полностью устраняется при исключении попадания воды в грунт основания или более уязвимым местом в основании здания являются вводы водопровода.

Водопровод внутри зданий прокладывают, как правило, выше поверхности пола первого или подвального этажей открыто, обеспечивая доступ для осмотра и ремонта. Допускается прокладка трубопроводов внутри зданий в водонепроницаемых каналах с отводом аварийных вод в специальные водонепроницаемые прямки. Из прямков вода отводится в контрольные колодцы или систему ливнеотводов.

Вводы водопровода при II типе грунтовых условий прокладывают в водонепроницаемых каналах с уклоном 0,02 в сторону контрольных колодцев.

При траншейной прокладке наружных водопроводных сетей в грунтовых условиях II типа минимальное расстояние в плане от наружной поверхности труб до бреза фундаментов зданий и сооружений (т. е. длина каналов вводов) принимается по табл. 33.1.

При возведении здания в грунтовых условиях I типа, а также в грунтовых условиях II типа с полным устранением просадочных свойств грунтов вводы и сети внутреннего водопровода прокладывают как на непросадочных грунтах. Прокладка водопроводных вводов ниже подошвы фундамента не допускается.

ТАБЛИЦА 33.1

Толщина слоя просадочного грунта, м	Длина канала, м, при диаметре труб, мм		
	<100	100—300	>300
5—12	5	7,5	10
>12	7,5	10	15

Примечание. При прокладке наружных трубопроводов, к которым присоединяют вводы, длина каналов для вводов может быть уменьшена.

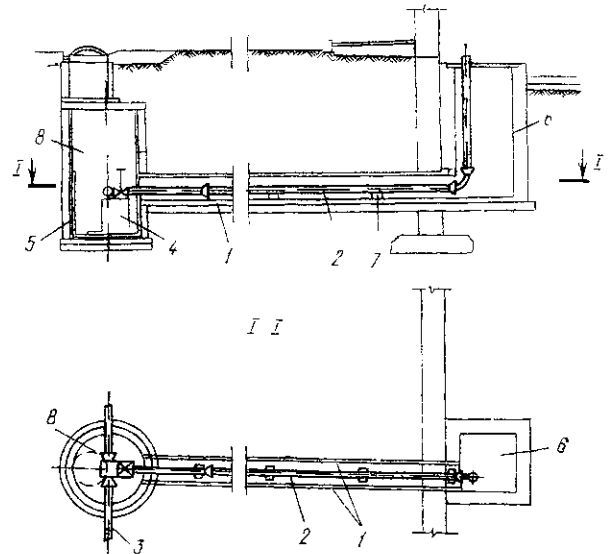


Рис. 33.1 Вариант устройства ввода водопровода в здание при строительстве на просадочных грунтах

1 — железобетонный лоток, 2 — трубопровод ввода, 3 — трубопровод наружной сети, 4 — подставка под арматуру, 5 — гидроизоляция в колодце, 6 — прямик, 7 — подкладка под трубу, 8 — контрольный колодец.

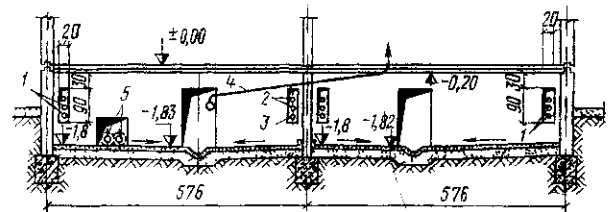


Рис. 33.2 Схема размещения коммуникаций в техническом подполье здания при строительстве на просадочных грунтах

1 — подающий и обратный трубопроводы отопления, 2 — трубопроводы горячего водоснабжения, 3 — водопровод, 4 — канализационный трубопровод, 5 — трубопровод тепловой сети.

Фундаменты в местах пересечения их трубопроводами заглубляются не менее чем на 0,5 м ниже основания трубопровода.

Для контроля за утечками воды из трубопроводов, проложенных в каналах, устраивают контрольные колодцы диаметром 1 м, глубиной от дна канала до дна

колодца не менее 0,7 м. Стенки колодца на высоту 1,5 м и его днище должны быть водонепроницаемыми. При устройстве колодцев в грунтовых условиях II типа основания под колодцы уплотняют на глубину 1 м.

Примечание. Контрольные колодцы рекомендуются оборудовать автоматической сигнализацией, извещающей о появлении в них воды.

Примыкания каналов к фундаментам здания должны быть герметичными, а конструкция их назначается с учетом неравномерной просадки каналов и фундамента. Поэтому в фундаментах или стенах подвалов отверстия для прокладки трубопроводов заделывают эластичным материалом. Расстояние от верха трубы до верха отверстия должно быть равным  $\frac{1}{3}$  расчетной величины просадки основания здания, но не менее 0,2 м.

Ниже поверхности пола при отсутствии подвалов вводы к внутренним сетям присоединяют в водонепроницаемых приямках.

Вариант устройства ввода водопровода в здания, сооружаемые на просадочных грунтах, приведен на рис. 33.1. Схема размещения коммуникаций в техническом подполье зданий, сооружаемых на просадочных грунтах, показана на рис. 33.2.

### 33.3. Строительство водопровода в северной строительной-климатической зоне

#### А СХЕМЫ ПРОКЛАДКИ СЕТЕЙ

Северная строительная-климатическая зона определена по климатическому районированию территории СССР согласно СНиП II-A.6-72.

При проектировании предусматривают:

а) обеспечение устойчивости сооружений на вечномерзлых грунтах при использовании их в качестве оснований по одному из двух принципов: в мерзлом состоянии и в оттаявшем или оттаивающем состоянии;

б) предохранение транспортируемой воды от замерзания;

в) применение оборудования, конструкций и материалов, обеспечивающих повышенную надежность и долговечность сооружений при минимальной массе производного оборудования и материалов;

г) использование схем и конструктивных решений, обеспечивающих минимальные затраты труда при строительстве и в процессе эксплуатации.

Глубину проникания нулевой изотермы, см, определяют по формуле

$$h = k [0.09 \Sigma (-t) + 70], \quad (33.1)$$

где  $\Sigma (-t)$  — сумма морозоградусо-дней, т. е. сумма среднесуточных отрицательных температур за год;

$k$  — коэффициент, зависящий от характера грунта.

Для супесей и суглинков с влажностью до 30%  $k=1$ ; для тех же грунтов с влажностью более 30%  $k=0,75$ ; для гравелистых песков и крупнообломочных грунтов  $k=1,33$ .

Строительство внешних сетей предусматривается наземным, надземным и подземным способами, что следует учитывать при устройстве вводов водопровода.

При наземной прокладке ограничивается тепловое воздействие трубопроводов на грунты оснований. На поверхности земли трубопроводы прокладывают в каналах на сплошных подсыпках и в каналах полуглубленного типа.

При прокладке в каналах следует учитывать возможное пучение сезоннопротаивающего слоя грунтов оснований.

На участках с высокой степенью льдонасыщения применяют свайные опоры.

В полуглубленных каналах трубы прокладывают с кольцевой термоизоляцией, а при строительстве на сухих грунтах применяют засыпную термоизоляцию.

При надземной прокладке ограничивается или полностью исключается тепловое воздействие трубопроводов на грунты оснований. Трубопроводы прокладывают на низких пульсирующих и заанкеренных опорах. На мачтах, эстакадах или по конструкциям зданий и сооружений, в проветриваемых подпольях, в утепленных каналах.

Прокладка на низких пульсирующих опорах проектируется в тех случаях, когда сезонное пучение грунтов по трассам прокладки (или их участкам) не вызывает вертикальных перемещений трубопроводов, угрожающих механической прочности и расчетно-эксплуатационному режиму последних (разрушение теплоизоляции, нарушение уклонов и др.).

Прокладка в вечномерзлых грунтах на заанкеренных опорах, как правило, сваях, может проектироваться на участках трасс с сильным сезонным пучением и другими грунтовыми явлениями, способными нарушать механическую прочность, на болотистых участках и др.

Прокладка трубопроводов на мачтах, эстакадах и конструкциях зданий и сооружений полностью исключает тепловое воздействие трубопроводов на грунты оснований и рекомендуется для промышленных площадок, а также допустима и в населенных пунктах, застраиваемых двух-трехэтажными зданиями.

В проветриваемых подпольях зданий трубопроводы целесообразно подвешивать к цокольным перекрытиям. В подпольях под трубами следует устраивать водоотводящие лотки.

Прокладку внешних сетей внутри отапливаемых помещений рекомендуется применять во всех технически возможных случаях (в промышленных зданиях, соединительные коридорах и т. п.).

При подземной прокладке (без каналов, в непроходных каналах, в полупроходных и проходных каналах) устойчивость трубопроводов обеспечивается регулированием теплового воздействия их на грунты оснований с целью сохранения их в мерзлом состоянии.

Вводы из внешних сетей в здания следует проектировать с учетом следующих факторов:

а) принципов использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований фундаментов зданий;

б) максимального ограничения теплового воздействия трубопроводов на основания фундаментов зданий, а также воздействия воды при аварии на трубопроводе.

Для зданий, строящихся по принципу сохранения мерзлоты в основаниях фундаментов, наиболее надежным является совмещение трубопроводов различного назначения в одном вводе, подвод труб к зданию выше поверхности земли и ввод их в узлы управления под перекрытием цокольного этажа (рис. 33.3).

В проветриваемых подпольях на трубопроводах не следует устанавливать запорную и регулировочную арматуру, сальниковые компенсаторы, спускные и воздушные краны. Нужно максимально ограничить число соединений труб, не следует применять сварные отводы.

Рекомендуется максимальная блокировка саузлов, прокладка разводящих трубопроводов в конструкциях цокольных перекрытий и т. д.

Для зданий, строящихся по принципу допущения

в грунтах оснований в процессе строительства вентиляция, основным условием обеспечения герметичности вводов является устройство в местах подключения трубопроводов через конструкции зданий эластичных соединений, рассчитанных на разность вертикальных перемещений здания и трубопровода, а также на осадочных швах (рис 334). При проектировании подогрева водопроводной воды следует соблюдать санитарно-гигиенические требова-

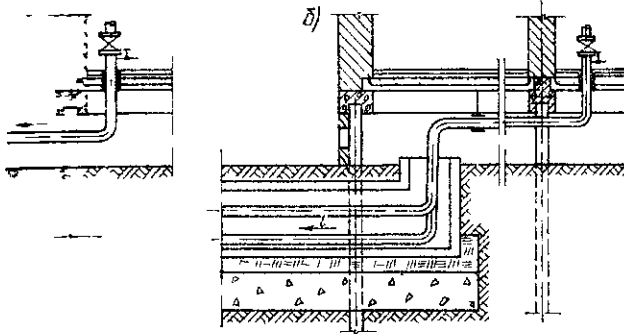


Рис 333 Вводы трубопроводов в здание с проветриваемым подпольем при прокладке труб

а — выше поверхности земли, б — в каналах (термоизоляция труб условно не показана)

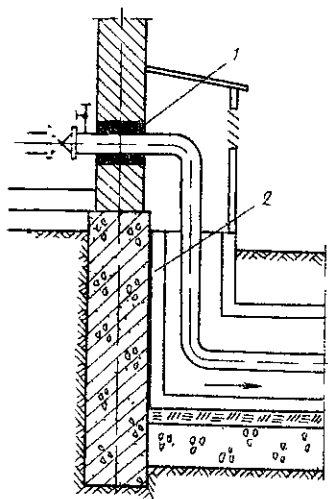


Рис 334 Ввод трубопровода, проложенного по принципу сохранения мерзлоты в основаниях, в здание, допускающее протаявание оснований

1 — мягкое уплотнение, 2 — осадочный шов (термоизоляция труб условно не показана)

исключающие возможность загрязнения воды питьевого качества. Температуру подогрева воды определяют технико-экономическими расчетами с учетом плотности тепла и термоизоляции

Максимальная температура подогретой воды у потребителя не должна превышать  $20^{\circ}\text{C}$ . Минимально допустимую температуру воды в конечных участках производственных и хозяйственно-питьевых водопроводов рекомендуется принимать для труб диаметром до 300 мм  $-5^{\circ}\text{C}$ , более 300 мм  $+3^{\circ}\text{C}$

Для водопроводов диаметром более 800 мм допускается образование ледяной корки, толщину которой определяют теплотехническими и технико-экономическими расчетами.

При установлении необходимого температурного режима воды в трубопроводах, укладываемых непосредственно в грунт, за расчетную температуру окружающей среды принимают минимальную сезонную температуру грунта на минимальной глубине заложения

труб, а для трубопроводов, прокладываемых на открытом воздухе, в проветриваемых подпольях и вентилируемых каналах, принимают расчетную температуру воздуха в наиболее холодной пятидневке

Водопроводную воду можно подогревать следующими способами

а) подмешиванием теплой воды из сетей охлаждения технологического оборудования промышленных предприятий или ТЭЦ,

б) подогревом ее в специальных коммунальных или промышленных котельных и бойлерных установках.

Подогрев трубопроводов позволяет снизить температуру подогрева воды, а также предотвратить замерзание участков трубопроводов, в которых нельзя обеспечить непрерывности движения жидкости. Трубопроводы можно подогревать тепловым спутником — специальным или сопровождающим (теплосеть и др) или греющим электрокабелем

В качестве греющего электрокабеля рационально применять гибкий стальной провод толщиной 1—2 мм в хорошей гидро- и электроизоляции типа телефонного кабеля ТГВШ с теплосъемом не более 10 ккал/м

Кабель используют в виде отдельных нагревательных элементов, рассчитанных на напряжение осветительной сети соответствующего района и снабженных терморегуляторами, реагирующими на температуру транспортируемой жидкости в контрольной точке. Навивку кабеля на трубопровод или прокладку его под трубами можно применять только в том случае, когда нельзя обеспечить подачу требуемого количества тепла от кабелей, протянутых над трубами. Не допускается непосредственное соприкосновение кабеля с поверхностью обогреваемой трубы

Для предохранения воды от замерзания в трубопроводах можно предусматривать автоматический выпуск воды в конечных точках водопроводной системы. Температура воды, при которой включается в работу автоматическое устройство, определяется по формуле

$$t = - \frac{F_B k_B}{F_H k_H} t_R^D \quad (33.2)$$

где  $F_B$  — теплоотдающая поверхность камеры (датчика),  $\text{м}^2$ ;

$F_H$  — поверхность части камеры, погруженная в трубопровод,  $\text{м}^2$ ;

$k_B$  и  $k_H$  — полный коэффициент теплопередачи соответственно для верхней и нижней частей камеры,  $\text{ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ;

$t_R^D$  — расчетная температура воздуха.

Температуру воды в водопроводе  $t$ , при которой начинается ее сброс, задают, изменяя положение регулятора тепловых потерь, т. е. величину

$$\frac{F_B k_B}{F_H k_H}$$

В зависимости от диаметра трубопровода рекомендуется принимать значение  $t$  в пределах  $0,1$ — $3^{\circ}\text{C}$ , при этом необходимо предусматривать отвод сбрасываемой воды

## Б РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ

Для устройства сетей водопровода используют преимущественно стальные трубы. Чугунные водопроводные разрубные трубы можно применять при подземной прокладке в проходных каналах, а также при бес-

канальной подземной прокладке в благоприятных мерзлотно-грунтовых условиях. В перспективе предусмотрено широкое применение пластмассовых труб

При выборе труб необходимо учитывать их массу и соответствующие затраты на их доставку в отдаленные районы Севера.

При решении схем внутренних систем водоснабжения зданий в условиях крайне низких температур окружающей среды с учетом особенностей строительства на вечномерзлых грунтах предусматриваются максимальная сборность сетей, минимум мокрых процессов при производстве работ, применение для сварных конструкций спокойных сталей.

При проектировании вводов и магистральных участков (внутренних) водопроводов, прокладываемых в вентилируемых подпольях и подвалах, необходимо учитывать следующие особенности:

а) необходимость предохранения транспортируемой воды от замерзания под воздействием отрицательных температур воздуха и грунта;

б) тепловое воздействие трубопроводов на окружающие грунты и особенно на вечномерзлые грунты оснований близ расположенных зданий и сооружений,

в) механическое воздействие оттаивающих и промерзающих грунтов на трубопроводы;

г) необходимость защиты вечномерзлых грунтов оснований от воздействия на них воды (при авариях трубопроводов).

Внутренние сети водопроводов зданий необходимо

проектировать с минимальным количеством вводов. Воды водопроводов следует, как правило, совмещать с вводами теплофикации, горячего водоснабжения

При строительстве зданий по I принципу предусматривается надземная прокладка вводов или в грунтах в вентилируемых непроходных каналах. Минимальная длина ввода при надземной или канальной прокладке (до стен здания) принимается 6 м. Надземную прокладку трубопровода с надежной теплоизоляцией можно предусматривать по низким опорам и по стенам зданий.

При отсутствии проходных или технологических коридоров между зданиями прокладка водопровода может осуществляться надземным способом совместно с другими трубопроводами. При этом трубы укладывают на опорные конструкции или делают подсыпку из грунтов для устранения теплового воздействия трубопровода на грунт, что должно проверяться теплотехническими расчетами.

**Примечания** 1. Подземную прокладку трубопроводов следует проектировать только при нецелесообразности по конструктивно-строительным или производственным соображениям применения надземной прокладки.

2. При строительстве по II принципу предусматривается земная прокладка вводов водопровода без каналов. Мероприятиям по предохранению воды от замерзания назначают на основании теплотехнических расчетов. При переменных расходах воды резких изменениях наружной зимней температуры воздуха следует обеспечивать сохранение талого грунта вокруг трубопровода в зимнее время.

**BOOKS.PROEKTANT.ORG**

**БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОННЫХ  
КОПИЙ КНИГ**

**для проектировщиков  
и технических специалистов**

Глава 34. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

34.1. Основные требования санитарных норм технологии и благоустройства

Проектирование внутренней канализации зданий и сооружений осуществляется в соответствии с требованиями СНиП и СН, предъявляемыми к конкретным зданиям и промышленным производств с учетом производственных процессов предприятий. В проектах канализационных систем канализации должны быть соблюдены следующие требования органов санитарного надзора: обеспечение минимального содержания в сточных водах вредных и неприятно пахнущих веществ, максимальное снижение шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн радиочастот, статического электричества и ионизирующих излучений; обеспечение безопасности процессов производства; сокращение количества сточных вод за счет оборотного и повторного использования воды.

Из оборотных систем водоснабжения сточные воды, как правило, сбрасывают в производственную канализацию промышленного предприятия.

Загрязненные производственные сточные воды (из оборотных систем и др.) допускается сбрасывать в дождевую или производственную канализацию.

Сточные воды от душей и умывальников следует направлять в сеть бытовой или производственной канализации предприятия.

При отводе производственных сточных вод, выделяющих газы, следует предусматривать меры по предотвращению проникания газов в помещения. Не допускается смешивание стоков, при котором происходят химические реакции с выделением вредных газов (сероводорода, цианистого водорода, мышьяковистого водорода и др.).

Спуск в городскую канализационную сеть сточных вод, содержащих вредные вещества, разрешается в том случае, если после смешения с основной массой сточных вод концентрация в них вредных веществ не превышает установленной нормами и не влияет на ход биохимической очистки стоков.

Установки для очистки сточных вод допускается размещать в производственных зданиях в том случае, если в сточных водах, а также при их смешивании и очистке не образуются и не выделяются вредные или неприятно пахнущие пары и газы (меркаптаны, сероводород и др.).

Все здания, оборудуемые хозяйственно-питьевым водопроводом, должны иметь внутреннюю систему бытовой канализации.

В неканализованных районах внутренней канализацией (с устройством местных очистных сооружений) оборудуются следующие здания: жилые дома высотой более двух этажей; гостиницы, дома для престарелых в сельской местности; больницы, родильные дома, поликлиники, амбулатории, диспансеры, санэпидемстанции; санатории, дома отдыха, пансионаты, пионерские лагеря; детские ясли-сады, школы-интернаты, общеобразовательные школы, учебные заведения; клубы, кинотеатры; стадионы на 5000 зрителей и больше; бани и душевые; спортивные сооружения.

В неканализованных районах допускается размещать следующие здания с устройством люфт-клозетов: наружных уборных с выгребами: одно- и двухэтажные общежития вместимостью до 50 человек; поликлиники с числом посетителей до 200 человек; школы

на 320 ученических мест; пионерские лагеря на 240 мест, используемые только в летнее время; клубы I типа; предприятия общественного питания; производственные и вспомогательные здания при наличии работающих в них до 25 человек в смену; открытые плоскостные спортивные сооружения.

Люфт-клозеты допускается устраивать в зданиях различного назначения, строящихся в I, II и III климатических районах СССР.

34.2. Объемно-планировочные требования

А. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ

В производственных зданиях уборные, умывальные и душевые размещают в бытовых помещениях, располагаемых или в пристройке к производственному зданию, или в отдельно стоящем здании, но с максимальным приближением их к рабочим местам.

Душевые рекомендуется размещать смежно с гардеробными, но не у наружных стен здания. Душевые кабины оборудуют, как правило, индивидуальными смесителями холодной и горячей воды с арматурой управления, расположенной у входа в кабину.

Число душевых сеток определяется по расчетному количеству человек, обслуживаемых одной душевой сеткой, работающих в наиболее многочисленной смене, в зависимости от групп производственных процессов (табл. 34.1).

Расчетная продолжительность работы душевых составляет 45 мин после каждой смены.

Вместо кабин можно применять групповые душевые установки.

Размеры между осями перегородок душевых кабин должны быть 0,9×0,9 м.

Ширина прохода принимается равной (не менее, м):

между рядами душевых кабин или между душевыми установками квадратного сечения	1,5
между рядом кабин и стеной (перегородкой)	0,9
между душевыми установками круглого очертания в плане	1
между установками и стеной (перегородкой)	0,7

Уклон пола в душевых помещениях в сторону лотка или трапа принимается равным 0,01—0,02.

В индивидуальных и групповых душевых, расположенных на междуэтажных перекрытиях, рекомендуется применять душевые поддоны.

При наличии производственных процессов со значительным тепловыделением (IIб), преимущественно в виде лучистого тепла, помимо душей дополнительно вблизи рабочих мест устанавливают полудуши-умывальники с душевыми сетками, отделяемые экранами из водонепроницаемых и водостойких материалов, из расчета один полудуш на 15 человек.

При определении количества кранов в умывальных кранах в столовых и уборных не учитываются.

Устройства для мытья рабочей обуви следует предусматривать при производствах групп IIг и IIд.

**Уборные.** Расстояние от рабочих мест до уборных, размещаемых в здании, должно быть не более 75 м и не более 150 м до уборных, размещаемых вне здания.

В многоэтажных производственных зданиях уборные должны быть на каждом этаже.

**Примечание.** Исключения составляют следующие случаи: при количестве работающих на двух смежных этажах до 30 человек уборные размещают через этаж, при отсутствии работающих на одном этаже, а также при количестве работающих на трех этажах не более 10 человек — через два этажа.

**КОЛИЧЕСТВО РАБОТАЮЩИХ, ОБСЛУЖИВАЕМЫХ ОДНИМ САНИТАРНЫМ ПРИБОРОМ,  
В РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ**

Санитарная характеристика производственных процессов	Группа производственных процессов	Производственные процессы	Расчетное количество работающих		
			на 1 душевую сетку	на 1 кран умывальника	на 1 ножную ванну
<b>I. Производственные процессы, протекающие при нормальных метеорологических условиях и при отсутствии вредных газов и пылевыведений</b>					
Не вызывающие загрязнения одежды и рук	Иа	Основные процессы швейного производства (кроме процессов, связанных с применением синтетических мехов и тканей), точного приборостроения, часовых заводов	Души не требуются	7	Ножные ванны не требуются
Вызывающие загрязнение одежды и рук	Иб	Основные процессы машиностроения в цехах: механосборочных, инструментальных, модельных; холодная обработка металлов (кроме чугуна) без применения охлаждающих жидкостей	15	15	50
Вызывающие загрязнение одежды, рук и тела	Ив	Холодная обработка пластмасс, металлов (кроме чугуна) с применением охлаждающих жидкостей; наладка станков; ремонтно-механические работы	5	7	40
<b>II. Производственные процессы, протекающие при неблагоприятных метеорологических условиях либо связанные с выделением пыли или с напряженной физической работой</b>					
С выделением конвективного тепла	IIа	Основные процессы прядильных и ткацких производств текстильных фабрик, сушильные отделения различных производств	7	20	50
С выделением лучистого и конвективного тепла	IIб	Основные процессы в цехах: доменных, сталеплавильных, прокатных, термических, кузнечных, литейных, огнеупоров, отделений обжига кирпичных и цементных заводов	3	20	—
С применением воды	IIв	Процессы в мокрых цехах, связанные с намочением рабочей одежды (в моечных и красильных отделениях текстильных фабрик и других производств), в отделочных цехах производств искусственных волокон; при гидравлической очистке изделий	5	20	40
С выделением больших количеств пыли либо особо загрязняющих веществ, кроме вредных	IIг	Основные процессы в трепальных отделениях хлопчатобумажных фабрик, в составных цехах стекольных заводов, на фосфоритовых мельницах, в пенько-джутовом и хлопчатобумажном производствах, на мельницах и крупозаводах; процессы дробления различных материалов и руд; погрузочно-разгрузочные работы, на складах пылящих материалов, в заготовительных отделениях заводов асбестоцементных изделий, в сырьевых отделениях цементных заводов при сухом способе производства цемента; процессы по размолу и просеиванию угля, производству сажи; холодная обработка чугуна	3	7	—
Протекающие при совместном выделении пыли и влаги	IIд	Подземные работы; процессы на заводах железобетонных изделий; процессы при глазуровке фарфоровых изделий; процессы мокрого обогащения	3	20	—



Продолжение табл. 34.1

Характеристика вредных процессов	Группа производственных процессов	Производственные процессы	Расчетное количество работающих		
			на 1 душевую сетку	на 1 край умывальника	на 1 ножную ванну
Работы на открытом воздухе в помещениях с высокой влажностью воздуха на территории ниже 5°С	IIc	Работы в карьерах, на открытых складах, в доломитильниках; процессы закалки стали при низких температурах	5	20	10
<b>III. Производственные процессы с резко выраженными выделениями вредных веществ и с загрязнением ими рабочей одежды</b>					
Работы с производственными выделениями или применением сильно- и умеренно-вредных веществ	IIIa	Процессы, связанные со значительными выделениями хлора, фенола, тиосоединений, меркаптана; процессы с применением свинца, мышьяка, ртути, бериллия, фосфора и их соединений, бензидина, тетраэтилсвинца; просеивание и расфасовка антибиотиков и алколондов	3	7	—
Работы с производственными выделениями или применением сильно- и умеренно-вредных веществ	IIIб	Работы в окрасочных цехах с пульверизацией, в пропиточных отделениях толесувороборондных заводов, в ксантатных и прядильных цехах вискозных фабрик; основные процессы в производствах кислот, целюлозы, при переработке нефтяных продуктов	3	15	—
Работы, связанные с обработкой раздражающих материалов	IIIв	Процессы по первичной переработке утиля и животного сырья и его продукции (кожи, шерсти, кости)	3	15	—
Работы, связанные с применением радиоактивных источников ионизирующего излучения	IIIг	Процессы по дозировке, расфасовке и применению радиоактивных веществ, по приготовлению и нанесению светящихся красок	3	15	—
<b>IV. Производственные процессы, требующие особого режима для обеспечения необходимого качества продукции</b>					
Работы, связанные с переработкой пищевых продуктов	IVa	Основные процессы на хлебо- и молокозаводах, макаронных и кондитерских фабриках, мясо-рыбокомбинатах, фабриках-кухнях, в столовых, на консервных и сахарных заводах	5	15	—
Работы, связанные с производством стерильных перевязочных материалов, сывороток, вакцин	IVб	Процессы по производству стерильных перевязочных материалов, сывороток, вакцин	5	15	—
Работы, связанные с производством продукции любой чистоты при изготовлении	IVв	Процессы при производстве радиотехнических приборов и изделий электронной промышленности (за исключением процессов, связанных с применением свинца, эпоксидных смол и других токсических веществ)	Души не требуются	7	—

Примечание. В одном помещении размещают не более 30 душевых сеток.

На промышленных предприятиях уборные, как правило, оборудуют напольными чашами; допускается установка и унитазов. При числе кабин более трех одна из них должна быть оборудована унитазом. В мужских уборных необходимо устанавливать писсуары.

Число напольных чаш (или унитазов) и писсуаров в уборной назначается в зависимости от количества че-

ловек в наиболее многочисленной смене из расчета одна напольная чаша (или один унитаз) на 15 женщин и одна напольная чаша (или один унитаз) и один писсуар на 30 мужчин. Количество напольных чаш (или унитазов) и писсуаров в одной уборной должно быть не более 16.

Если в наиболее многочисленной смене работает

менее 10 человек, допускается устройство одной уборной для мужчин и женщин

Кабина или уборная на одну напольную чашу (или унитаза) должна иметь размеры в плане 1,2×0,9 м

Рекомендуется устанавливать индивидуальные настенные писсуары, но допускаются и индивидуальные напольные писсуары. При установке писсуаров принимаются следующие расстояния (м)

между настенными писсуарами	0,7
ширина прохода между двумя рядами кабин	2
расстояние между крайним рядом кабин уборных и стеной или перегородкой	1,3
ширина прохода при расположении писсуаров против кабин	2

В шлюзах при уборных устанавливают один умывальник на четыре кабины, а при меньшем количестве кабин — один на каждую уборную

**Помещения для личной гигиены женщин** предусматривают в том случае, если в наиболее многочисленной смене работает более 14 женщин (одна кабина на каждые 100 женщин); располагают их смежно с женскими уборными. При размещении помещений для личной гигиены женщин отдельно от уборных следует предусматривать в них унитаз и умывальник с подводом к нему холодной и горячей воды

Размеры индивидуальной кабины 1,8×1,2 м, ширина прохода между рядами кабин 2 м, между рядом кабин и стеной или перегородкой 1,3 м

**Умывальные** размещают смежно с гардеробными рабочей одежды. Рекомендуется размещать умывальники в гардеробных при расстоянии от них до шкафов не менее 2 м. Допускается применять групповые круглые умывальники с подачей воды от групповых смесителей. При установке умывальников принимаются такие расстояния (м):

между рядами умывальников	0,65
ширина прохода между рядами умывальников	2
между крайним рядом умывальников и стеной или перегородкой	0,65
между групповыми круглыми умывальниками и стеной или перегородкой	0,9
между круглыми групповыми умывальниками	1,2

Если в ряду четыре умывальника или менее, ширина прохода между рядами принимается 1,8 м, а между крайним рядом и стеной или перегородкой — 1,35 м

Число кранов в умывальных определяется по расчетному количеству человек на один кран, работающих в наиболее многочисленной смене, в зависимости от групп производственных процессов (см табл. 34 I).

**Ручные ванны** устанавливают на производствах, где процессы связаны с вибрацией, передающейся на руки. Число ванн определяют из расчета пользования ими 35% работающих в наиболее многочисленной смене и обслуживания одной ванной 3 человек за смену. До десяти ручных ванн можно размещать в производственных помещениях, более десяти — в умывальных или отдельных помещениях

При количестве ручных ванн более пяти можно использовать умывальники размером 600×500 мм с групповыми смесителями холодной и горячей воды.

Температура воды для процедур принимается 37—38°С

**Ножные ванны** устанавливают в преддушевых или умывальных; количество их принимается по табл. 34 I. Ножные ванны должны иметь индивидуальные смесители холодной и горячей воды. Ширина прохода между рядами ножных ванн должна быть 2 м, а между крайним рядом ножных ванн и стеной или перегородкой — 1,2 м; расстояние между кранами ножных ванн должно быть 0,7 м

**Б. ЖИЛЫЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ**

Санитарные узлы в жилых и общественных зданиях, как правило, располагают один над другим

В жилых и общественных зданиях нельзя размещать санитарные узлы над жилыми комнатами, кухнями, больничными палатами, кабинетами врачей, спальными комнатами, лечебными кабинетами, обеденными

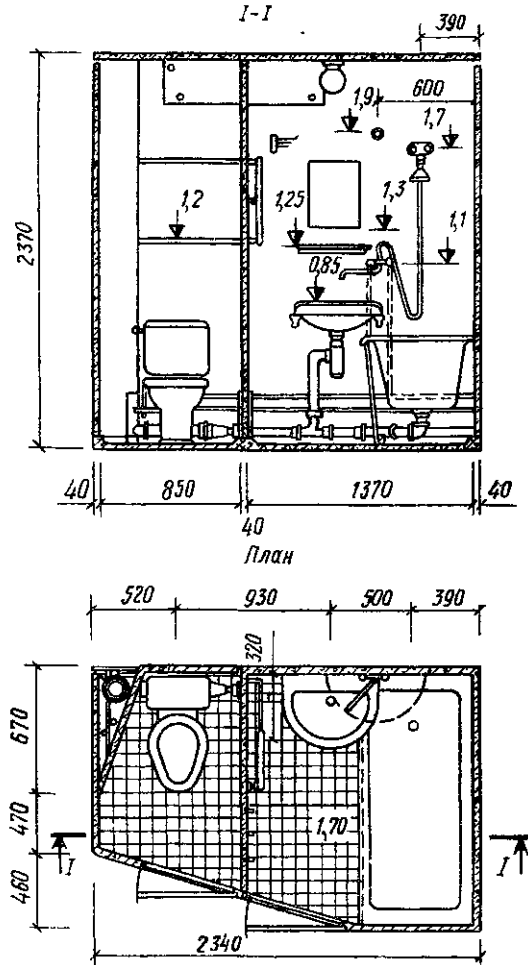


Рис 34 I Объемная санитарно-техническая кабина жилого крупнопанельного дома

торговыми залами, складами пищевых продуктов и иных товаров, рабочими комнатами административных зданий, помещениями, имеющими ценное художественное оформление, залами заседаний, зрительными залами аудиториями, классами, приточными вентиляционными камерами и трансформаторными

Индивидуальные уборные и умывальные в жилых домах квартирного и гостиничного типов, а также общежитиях должны иметь следующие внутренние минимальные размеры (в чистоте, м)

при открывании дверей наружу	0 8×1
» » » внутрь	0 8×1
при открывании дверей внутрь и при применении унитазов с низко расположенными смывными бачками	0 8×1

Кабины в общих уборных общежитий должны иметь размер в осях 0,8 м.  
 В общественных уборных размеры кабин должны быть увеличены по длине и ширине на 100 мм. Ширина прохода вдоль ряда кабин при открывании дверей принимается не менее 1,1 м, при открывании — не менее 1,3 м. Если с противоположной стороны кабин уборных расположены писсуары, указанные размеры должны быть увеличены на 0,7 м.

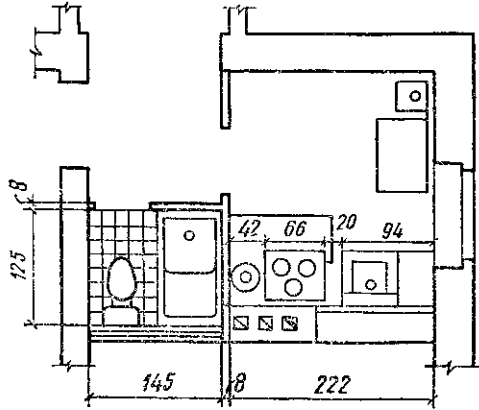


Рис. 34.2 Санитарно-кухонный узел квартиры для посельного заселения с установкой сидячей ванны, унитаза и раковины

В общежитиях и гостиницах общие уборные и умывальные необходимо размещать на каждом этаже в отдельных помещениях с самостоятельными входами из общих коридоров.

При совмещенной уборной с умывальной, в которой более двух умывальников, предусматривают шлюзы. В крупнопанельном строительстве применяют объемные санитарно-технические кабины (совмещенные и отдельные), изготавливаемые на заводах и доставляемые на строительную площадку в готовом виде (рис. 34.1). Работы размещают с внешней стороны кабин, что обеспечивает поэтажное соединение их без захода в кабины.

**Размещение санитарных приборов.** В жилых домах квартирного типа устанавливают (из расчета на одну квартиру): а) унитаз и сидячую ванну размером 0,7×1,2 м в совмещенном санитарном узле и раковину или мойку в кухне (рис. 34.2), б) ванну, умывальник и унитаз (причем унитаз может быть установлен в отдельной кабине) (рис. 34.3) и раковину или мойку в кухне.

В жилых домах гостиничного типа с квартирами на 2 человека устанавливают умывальники и сидячие ванны или душевые поддоны в санитарных узлах и мойки в кухнях (рис. 34.4 и 34.5).

В общежитиях принимают следующее количество санитарных приборов:

в мужских и женских умывальных	1 кран на 8 чел
в мужских уборных	1 унитаз и 1 писсуар на 18 чел.
в женских	1 унитаз на 12 чел и 1 гигиеническая кабинка на 50 чел
в душевых	1 душевая сетка на 30 чел

В гостиницах число санитарных приборов зависит от категории номеров:

I категория — ванна или душ, унитаз и умывальник, устанавливаемые в объединенном санитарном узле;

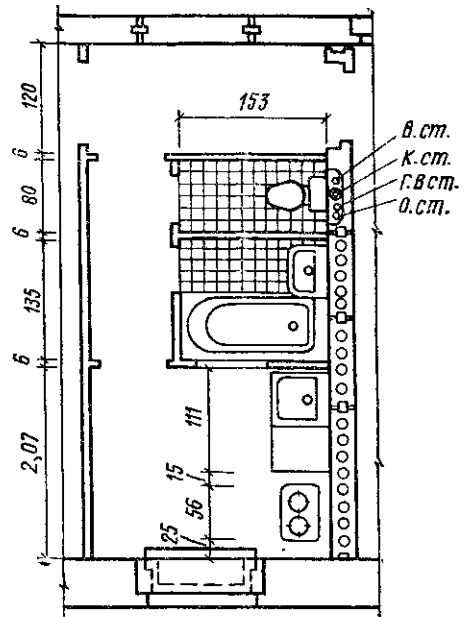


Рис. 34.3 Санитарно-кухонные узлы квартиры для посельного заселения с раздельным санитарным узлом

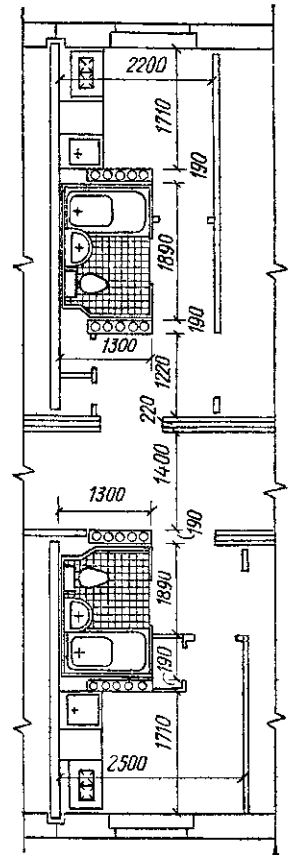


Рис. 34.4 Санитарно-кухонные узлы квартир домов гостиничного типа с сидячими ваннами в санитарных узлах

II категория — унитаз и умывальник, устанавливаемые в объединенном санитарном узле,

III категория — умывальник.

В гостиницах, не имеющих санитарных узлов в номерах, количество санитарных приборов определяют ис-

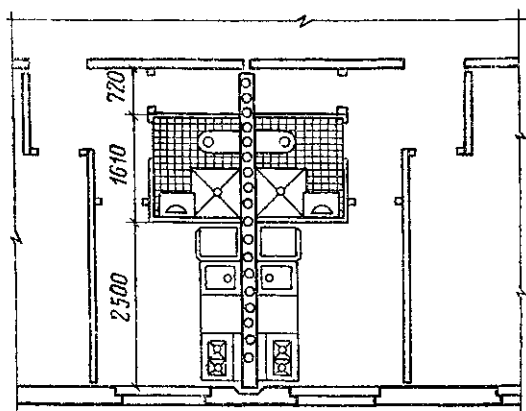


Рис 345 Санитарно-кухонные узлы квартир домов гостиничного типа с глубокими душевыми поддонами в санитарных узлах

ходя из суммарного числа мест в номерах с учетом обслуживающего персонала

в мужских уборных	1 унитаз и 1 писсуар на 18 чел
» женских	» 1 унитаз на 12 чел
» ванн или душевых	1 ванна или 1 душевая сетка на 30 чел

В клубах (кроме спортивного зала и уборных при сцене) устанавливают следующие санитарные приборы

в мужских уборных	1 унитаз и 1 писсуар на каждые 150 зрительских мест
» женских	» 1 унитаз на каждые 75 зрительских мест
	1 унитаз на каждые 100 посетителей

В общих уборных устанавливают

в мужской	1 унитаз и 2 писсуара на каждые 150 чел
» женской	1 унитаз на 75 чел

ТАБЛИЦА 34 2

**КОЛИЧЕСТВО САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ В ЗДАНИЯХ КИНОТЕАТРОВ**

Приборы	Количество санитарных приборов при числе мест в кинотеатре			
	1600—1200	800	600—400	300—200
Унитазы в уборных				
мужских	3	2	1	1
женских	4	3	2	1
Писсуары в мужских уборных	3	2	2	1
Умывальники в мужских и женских уборных	2	1	1	1

Примечания 1 Мужские и женские уборные должны устраиваться отдельно и иметь шлюзы. В шлюзах устанавливаются 1 умывальник на 150 зрительских мест и 1 умывальник на 100 посетителей клуба

2 В уборных при сцене и спортивном зале, а также в уборных для обслуживающего персонала допускается открывание дверей внутрь, причем глубина кабины должна быть не менее 1,4 м

3 Умывальники, кроме уборных, необходимо устанавливать в артистических комнатах кабинета врача, фотолаборатории и студии изобразительных искусств

4 В подсобном помещении буфета должна быть установлена мойка

В зданиях кинотеатров количество санитарных приборов принимают по табл 34 2

В школах количество санитарных приборов принимают из расчета

для девочек	1 унитаз на 30 чел и 1 умывальник на 60 чел
» мальчиков	1 унитаз и 1 писсуар на 40 чел и 1 умывальник на 60 чел
» учителей в школах до 400 ученических мест	1 уборная (1 унитаз и 1 умывальник)
то же, в школах с числом ученических мест 400	2 уборные (1 унитаз и 1 умывальник в каждой)

Примечания 1 Мужские и женские уборные должны устраиваться раздельно и иметь шлюзы

2 Унитазы необходимо размещать в отдельных кабинетах с дверями, открываемыми наружу

3 Кабины следует отделять перегородками высотой не менее 1,75 м, не доходящими на 0,2 м до пола

4 В уборных для обслуживающего персонала допускается открывание дверей внутрь, причем глубина кабины должна быть не менее 1,4 м

Уборные для учащихся предусматривают на каждом этаже, имеющем классные помещения. В двухэтажном здании допускается устройство уборных для учеников в одном из этажей. В лабораториях, классных комнатах I—IV классов, лаборантских, мастерских, кабинетах основ производства и домоводства, кабинетах черчения, рисования и географии, а также в буфетной устанавливают умывальники дополнительно к расчетному их количеству. Кроме того, устанавливают раковины на демонстрационных столах.

В лечебно-профилактических учреждениях (больницы различного профиля, поликлиники и фельдшерско-акушерские пункты) количество санитарно-технических приборов принимается в зависимости от профиля лечебного учреждения и назначения помещений и определяется технологической частью проекта.

Для прочих общественных зданий количество санитарных приборов принимается по соответствующим нормам проектирования

**Выбор типа санитарных приборов.** В лечебно-профилактических учреждениях следует применять санитарные приборы из фаянса. Чаши хирургических умывальников должны быть плоские, без стенок и бочков, кронштейны — круглые и простые по форме, сифоны — бутылочные, краны-смесители — локтевого типа

Для лечебных процедур с агрессивными водами необходимо устанавливать ванны с кислотоупорной эмалью или фаянсовые, покрытые белой глазурью, обеспечивая подход к ним с трех или четырех сторон

В водолечебных отделениях при групповой установке ванн выпуски из них располагают над сборными лотками с трапами без установки сифонов

Для обмывания горшков и подкладных суден устанавливают видуары, при отсутствии специальных чаш — обычные клозетные

Для обмывания клеенок предусматривают чугунный эмалированный желоб с наклонной плитой, по верх-

...о которой прокладывают дырчатую трубу диаметром 20 мм. Воду к трубе подводят от смесителя... чьи воды от моек для мытья брезента, душевой... грязелечебного отделения во избежание засорения... канализационной сети следует направлять в грязе... с сифоном (гидравлическим затвором), дей... щий по принципу песколовок. Под умывальниками... в грязелечебницах гидравлические затворы... предусматривают.

В предприятиях общественного питания, прачечных... общественных зданиях типы и количество са... нитарных приборов и специальных приемников незагряз... нных или загрязненных производственных сточных... определяются технологическим проектом.

Во всех зданиях следует применять санитарные... приборы, позволяющие прокладывать отводные трубы... диаметром (унитазы с боковыми выпусками, ванны с... гидравлическими затворами — сифонами...).

**Расположение санитарных приборов.** Санитарные... приборы следует располагать в отапливаемых и вентил... яемых помещениях с естественным или искусствен... ным освещением.

**Писсуары.** Групповые мужские уборные необходи... мо оборудовать писсуарами из расчета один писсуар... на один унитаз. Расстояние между осями писсуаров... должно быть не менее 0,7 м. Стены, на которых уста... навливают групповые писсуары, требуется облицовать... на высоту не менее 1,5 м.

**Умывальники.** Расстояние от умывальников до дру... гих санитарных приборов и строительных конструкций... должно быть (не менее, м):

между осями умывальников при групповой установке	0,65
от боковой стороны умывальника до стены в бытовых помещениях	0,15
то же, в жилых домах (при длине умывальника 0,65 м)	0,05
от передней стенки умывальника до стены	0,8
то же, при групповой установке умывальников	1,25
между двумя рядами умывальников	2
между боковой стороной умывальника и осью kloзетной чаши унитаза	0,4
от оси унитаза до наружного края ванны	0,45

Для группы умывальников (не более шести), расположенных в одном помещении, можно предусматривать один сифон-ревизию диаметром 50 мм.

Сифоны бутылочного типа устанавливают только под индивидуальные умывальники. Не допускается объединение двух умывальников, расположенных в разных помещениях, к одному сифону.

**Мойки.** Мойки, устанавливаемые в кухнях, столовых и буфетах, должны иметь между выпуском и сифоном (гидравлическим затвором) воздушный разрыв не менее 20 мм.

Для одной мойки с несколькими отделениями предусматривается один сифон. Бутылочный сифон устанавливают для моек с одним отделением.

**Душевые и ваннные комнаты.** Ванны можно устанавливать на чугунных ножках и бетонных подставках (встроенные ванны). При облицовке боковых поверхностей ванн требуется обеспечивать доступ к сифону, устраивая люк размером 0,3×0,3 м. При покрытии боковых поверхностей ванн съемными асбестоцементными листами люки не устраивают.

В полу ваннных комнат общего пользования нужно устанавливать трапы диаметром 50 мм. В ваннных комнатах или совмещенных санитарных узлах в жилых

квартирах и ваннных комнатах при отдельных номерах гостиниц трапы не устанавливают.

Для индивидуальных и групповых душевых, располагаемых на междуэтажных перекрытиях, рекомендуется применять душевые поддоны.

Диаметр отводной трубы и гидравлического затвора у питьевых фонтанчиков должен быть не менее 25 мм.

Высота установки санитарных приборов приведена в табл. 34.3.

ТАБЛИЦА 34.3

ВЫСОТА УСТАНОВКИ САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ

Приборы	Высота установки санитарных приборов от пола, м			
	в жилых домах и административных зданиях	школах	детских садах-яслях	общественных уборных
Унитазы (без борта)	0,4—0,42	0,3—0,4	0,3	0,3—0,4
Писсуары	0,65		0,45—0,65	0,45—0,65
Раковины и мойки	0,85	0,85	0,85	—
Умывальники	0,8	0,7—0,8	0,4—0,5	0,7—0,8

Примечание. В общественных уборных некоторые унитазы необходимо устанавливать на высоте 0,3 м, кроме того, отдельные умывальники располагают на высоте 0,7 м (до борта).

## Глава 35. СИСТЕМЫ И СХЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ

### 35.1. Классификация и характеристика систем канализации

В зависимости от назначения здания и предъявленных требований к сбросу сточных вод проектируют следующие системы внутренней канализации:

а) *бытовая* — для отведения сточных вод от санитарных приборов (унитазов, раковин, умывальников, ванн, моек, душев и др.);

б) *производственная* — для отведения производственных сточных вод (одна или несколько в зависимости от состава сбрасываемых сточных вод);

в) *объединенная* — для отведения бытовых и производственных сточных вод при возможности их совместной очистки;

г) *сеть внутренних водосточков* — для удаления атмосферных осадков с крыш зданий.

В производственных зданиях с различными технологическими процессами могут быть применены все указанные системы канализации.

В жилых и общественных зданиях обычно проектируют только бытовую канализацию и в отдельных общественных и коммунально-бытовых зданиях предусматривают дополнительно дождевую или вторую сеть канализации для отвода производственных сточных вод.

В предприятиях общественного питания на 200 мест и более сточные воды из моечных, мясо-рыбных заготовочных и кухонь отводят по отдельной сети к жирословителю, расположенному вне здания, а после жирос-

уловителя направляют в наружную сеть бытовой канализации

В зданиях магазинов и предприятий общественного питания устраивают отдельные сети производственной и бытовой канализации

В банях на 100 мест и более при устройстве теплоуловителей бытовая канализация должна быть отдельной от производственной сети канализации В прачечных также устраивают отдельные выпуски для технологических стоков

Не допускается сбрасывать: бытовые сточные воды в наружную сеть производственной канализации и загрязненные производственные сточные воды в наружную сеть производственной канализации, отводящую незагрязненные стоки

В отдельных случаях, при соответствующем технико-экономическом обосновании, допускается отведение некоторых производственных сточных вод (высококон-

центрированных, ядовитых, радиоактивных и др) в выгреб или бункер для последующего их вывоза.

Не допускается сброс атмосферных вод в сеть бытовой канализации, а также производственной канализации, стоки которой требуют очистки.

### 35.2. Схемы канализации зданий различного назначения

При проектировании внутренней производственной канализации предусматривается устройство нескольких отдельных сетей в зависимости от агрессивности стоков, температуры, характера их последующей обработки, наличия в составе стоков химических компонентов, которые при смешивании с другими сточными водами способны вступать в реакции, сопровождающиеся выделением вредных или взрывоопасных смесей, газов или осадков В необходимых случаях производят обезвреживание стоков перед выпуском их в наружную сеть

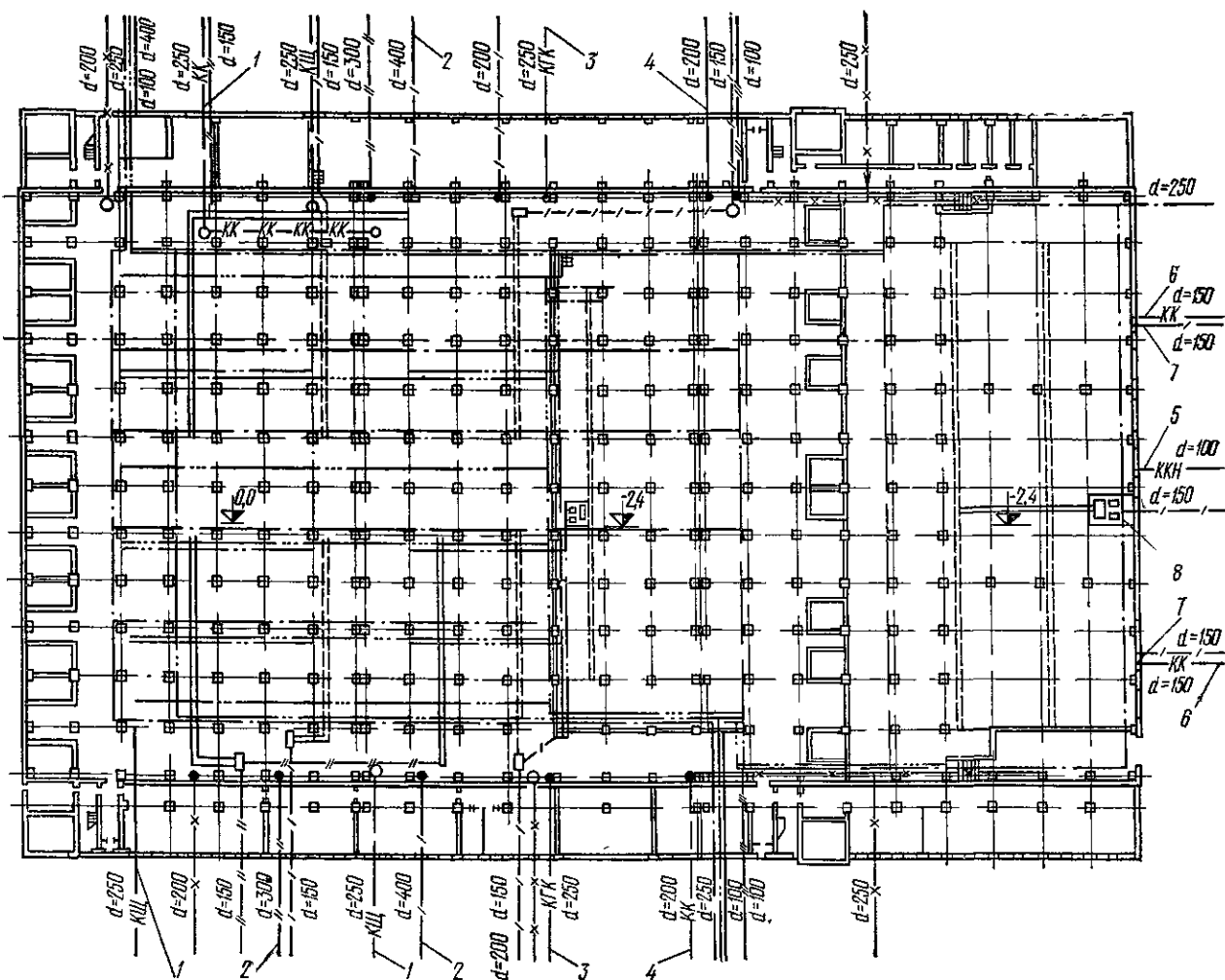


Рис. 351 Схема канализации корпуса производства штапеля (схема вводов водопровода, выпусков канализации и трасс основных сетей)

1 — спуск из технологических баков (КЖ), 2 — отводная линия от отделочных машин, 3 — отводная линия от утилизационных бойлеров (КЖ), 4 — отводная линия от первых отжимных вальцов (КК) 5 — отводная линия от баков (ККН), 6 — отводная линия от кварцевых фильтров и баков, 7 — отводная линия от трапов на отметках 4, 8 и 9 м, 8 — место установки бака и насоса

... (стоки гальванических цехов, термических  
...  
... производственных зданий с большим  
... сетей канализации могут служить корпус вис-  
... шелка и главный корпус производства штапеля.

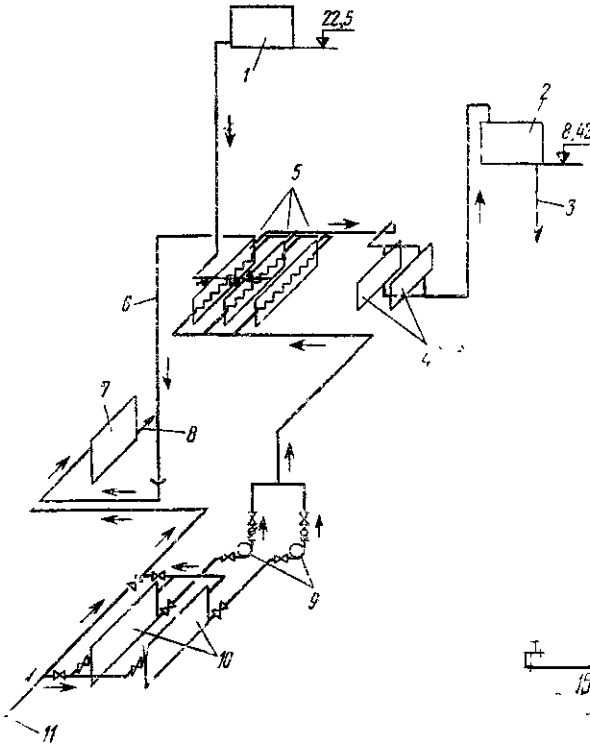


Рис. 35.2. Схема канализации с использованием тепла производственных сточных вод

1 — бак холодной умягченной воды; 2 — бак горячей умягченной воды; 3 — пароводяной агрегат; 4 — пароводяные бойлеры; 5 — водоводяные бойлеры; 6 — трубопровод производственной сточной воды с  $t=35^\circ\text{C}$ ; 7 — резервирующий резервуар аварийного сброса производственных сточных вод с  $t=95^\circ\text{C}$ ; 8 — спуск в канализационную сеть; 9 — насосы; 10 — баки для горячей воды с  $t=95^\circ\text{C}$ ; 11 — отвод производственных сточных вод от отделочных агрегатов

В корпусе вискозного шелка имеется пять канализационных сетей: бытовая, производственно-дождевая, кислых стоков, щелочных стоков, вискозных стоков.

В бытовую канализацию сбрасываются сточные воды от санитарных приборов, душевых и лабораторий; в производственно-дождевую канализацию — дождевые воды от оборудования и камер кондиционирования.

В систему канализации кислых стоков поступают сточные воды из цехов отделочных агрегатов, отработавшие растворы из технологических баков и смыв с пола (стоки собирают лотковой канализацией в сборный резервуар и откачивают насосами); из отделочного цеха — от оборудования и смыв с пола (два выпуска); из прядильного цеха — от оборудования и смыв с пола (две раздельные сети, два выпуска); из кислотной станции — при промывке кварцевых фильтров (самостоятельный выпуск), смыв с пола, от оборудования (два

выпуска), из подвала (откачивают насосами) и отработавшие растворы.

В канализацию щелочных стоков сбрасываются сточные воды из отделочного цеха — при промывке шелка и сброс воды от центрифуг; из цеха отделочных растворов — при промывке оборудования (откачивают насосом); в канализацию вискозных стоков — сточные воды от прядильных машин, из вискозного цеха, из отделения приготовления крашеной вискозы при промывке оборудования и смыв с пола (четыре выпуска с гидрозатворами на выпусках).

В главном корпусе производства штапеля (рис. 35.1) имеется восемь систем канализации. В бытовую канализацию поступают сточные воды от санитарных приборов и лабораторий; в производственно-дождевую — дождевые воды с крыш зданий и незагрязненные производственные воды; в производственную канализацию кислых сточных вод — кислые воды из различных отделений. Отдельные системы канализации устроены для приема кислых концентрированных, кислых горячих (от утилизационной бойлерной), щелочных, щелочных концентрированных и вискозных сточных вод.

Примером использования незагрязненных производ-

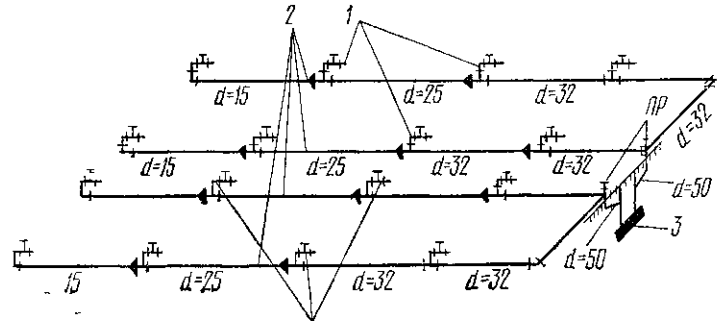


Рис. 35.3. Схема канализации для отвода воды от конденсаторов

1 — отводная линия от конденсаторов; 2 — прокладка по полу; 3 — колодец; ПР — прочистка

ственных сточных вод с температурой  $95^\circ\text{C}$  непосредственно в самом здании может служить одна из канализационных систем завода искусственного волокна (рис. 35.2). В данной системе сточные воды поступают в сборные баки, откуда их подают насосами в водонагреватели для подогрева холодной умягченной воды.

Производственная канализация цеха железобетонных изделий, предназначенная для отвода воды от конденсаторов и из приемных пропарочных камер, приведена на рис. 35.3. Сточные воды от конденсаторов ввиду небольшого их количества и необходимости установки вентиля отводят от каждой камеры. Сточные воды от четырех приемков пропарочных камер отводят только из одного отделения. Остальные отделения соединяются отверстиями, в которые заделывают стальные патрубки диаметром 50 мм. Для предотвращения поступления пара из пропарочных камер в канализационный коллектор устанавливают гидрозатворы.

### 35.3. Нормы водоотведения, коэффициенты неравномерности и расходы сточных вод

Нормы водоотведения хозяйственно-фекальных сточных вод и коэффициенты неравномерности прини-

ТАБЛИЦА 35.1

РАСЧЕТНЫЕ СЕКУНДНЫЕ РАСХОДЫ СТОЧНОЙ ВОДЫ  
ОТДЕЛЬНЫМИ САНИТАРНЫМИ ПРИБОРАМИ

Санитарные приборы	Водоотведение, л/с	Диаметр отводного трубопровода, мм	Минимальный уклон трубопровода
Раковина . . . . .	0,33	50	0,025
Унитаз со смывным бачком:			
присоединенный непосредственно к стояку . . . . .	1,5—1,6	100	—
присоединенный к горизонтальному трубопроводу по этажной разводке длиной более 1,5 м . . . . .	0,8—0,4	100	0,02
Унитаз с промывным краном . . . . .	1,2—1,4	100	0,02
Писсуар . . . . .	0,05	50	0,02
Писсуар с автоматической промывкой . . . . .	0,3	50	0,02
Умывальник (без пробки) . . . . .	0,07	40—50	0,02
Мойка:			
на одно отделение . . . . .	0,67	50	0,025
> два отделения . . . . .	1	50	0,025
5 . . . . .	5	100	0,02
Моечная ванна . . . . .	1,1	50	0,02
Ванна . . . . .	0,2	50	0,025
Душ . . . . .	0,15	50	0,02
Биде . . . . .	0,07	50	0,02
Гигиенический душ . . . . .	0,07	50	0,02
Питьевой фонтанчик . . . . .	0,035	25—50	0,01—0,02

мают аналогично нормам водопотребления (см. главу 27).

Количество производственных сточных вод принимают по данным технологических проектов в соответствии с требованиями технологии производства, учитывая различную продолжительность наполнения и опорожнения ванн, баков и т. п.

Расчетные секундные расходы сточной жидкости отдельными санитарными приборами приведены в табл. 35.1.

## Глава 36. ПРИЕМНИКИ СТОЧНЫХ ВОД

## 36.1. Назначение приемников

Приемники сточных вод служат для непосредственного приема бытовых, производственных и атмосферных вод в системах внутренней канализации зданий и подразделяются следующим образом:

1) *приемники для бытовых сточных вод* — санитарные приборы, устанавливаемые в санитарно-бытовых помещениях (санузлах) жилых, общественных и производственных зданий;

2) *приемники для производственных сточных вод* (от технологических процессов производства, гидроборки помещений и вентиляционных установок) — воронки для приема охлаждающей воды от машин и аппаратов; колодцы и лотки с решетками в цехах, трапы, сливы и раковины, а также бачки для разрыва струи; устанавливают их в производственных зданиях и помещениях;

3) приемники для атмосферных вод — водосточные воронки;

4) приемники специального назначения — медицинские санитарные приборы, устанавливаемые в больницах, госпиталях, клиниках (лечебные души, ванны, лабораторные приборы (специальные раковины, умывальники, мойки, унитазы с подачей воды без прикосновения рук).

Основные требования, которые предъявляются к санитарным приборам всех видов, — это удобство и простота прочистки их приемных отверстий, а также полная промывка их рабочей поверхности. Во избежание засорения приемные отверстия всех санитарных приборов, кроме унитазов и напольных клозетных чаш, должны иметь решетки. Поверхности санитарных приборов защищают покрытиями против разрушающего воздействия сточной жидкости, слабых растворов щелочей и кислот, а также попеременного воздействия холодной (до 90° С) воды.

Санитарные приборы изготовляют из различных материалов — чугуна, керамики (фаянса, полуфарфора, шамотного фаянса), листовой стали, цветных металлов и сплавов, а также пластмасс. Рабочую поверхность санитарных приборов, изготовленных из чугуна (ванны, мойки, раковины, клозетные чаши, трапы и др.), покрывают стекловидной эмалью, нерабочие поверхности — водоустойчивой краской или грунтовой эмалью. Поверхности санитарных приборов из стали защищают стекловидной эмалью с двух сторон.

Поверхности чугунных и стальных приборов, предназначенных для принятия лечебных процедур в различных растворах или морской воде, а также для специальных лабораторий, покрывают химически стойкой стекловидной эмалью.

Внутренние и видимые наружные поверхности керамических изделий (умывальников, моек, сифонов и др.) защищают глазурью.

Санитарные приборы, а также приемники производственных сточных вод, присоединяемые к бытовой или производственной канализации, стоки которой имеют неприятные запахи или выделяют вредные газы и пары, должны иметь гидравлические затворы (сифоны) либо в конструкции приборов (унитазы, писсуары и др.), либо устанавливаемые на выпуске от прибора.

## 36.2. Оборудование по технике безопасности отдельных производств

В производственных помещениях, где возможны воспламенение одежды (при выбросе пламени из печей и др.) или химические ожоги, необходимо устанавливать аварийные души, раковины самопомощи или ванны с водой.

Аварийные души, ванны и раковины самопомощи размещают на видных легкодоступных местах через каждые 25 м и подключают к хозяйственно-питьевому водопроводу. Аварийные души должны иметь педальное выключение и душевую сетку пропускной способностью 5 л/с. К водопроводу аварийные души подключают через бак емкостью 0,8—1 м<sup>3</sup>.

Вместо раковин самопомощи можно использовать питьевые фонтанчики или умывальники; в качестве ванн самопомощи — обыкновенные или сидячие чугунные ванны, заполняемые водой перед началом рабочей смены.



## Глава 37. КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ СЕТИ

ТАБЛИЦА 37.1

## 37.1. Трубопроводы и лотки

Отвод сточных вод предусматривается, как правило, самотечным трубопроводам. Материал труб выбирают в зависимости от состава и температуры сточных вод, требований к прочности материала трубопровода и экономии металла (табл. 37.1).

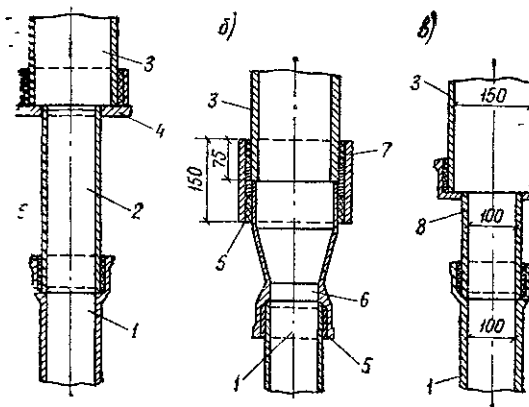


рис. 37.1. Соединение чугунных канализационных труб с асбестоцементными

а — с помощью стального патрубка; б — с применением чугуно-канализационного перехода; в — с помощью патрубка; 1 — чугунная канализационная труба, 2 — стальной патрубок, 3 — асбестоцементная труба; 4 — приварной фланец; 5 — асбестоцементная заделка раструба; 6 — чугунный канализационный переход; 7 — асбестоцементная муфта, 8 — чугунный патрубок

Фасонные и соединительные части трубопроводов, используемые для соединения труб разных диаметров, изменения направления и присоединения приборов, применяются по табл. 37.2.

Раструбы чугунных канализационных труб заделывают смоляной прядью или просмоленным канатом, после чего зачеканивают раструб асбестоцементом или цементом на глубину 20 мм. Можно заливать раструбы раствором расширяющегося цемента или нагретой смолы по предварительной заделке двумя витками смоляной пряди, препятствующей вытеканию цемента внутрь трубы.

Чугунные канализационные трубы соединяют с асбестоцементными при помощи стального сварного патрубка с переходом диаметром 50×150 и 100×150 мм (рис. 37.1, а), чугунного перехода диаметром 50×100 и 100×150 мм (рис. 37.1, б), патрубка с переходом диаметром 100×150 мм (рис. 37.1, в).

При повышенных требованиях по прочности и герметичности самотечных трубопроводов канализации диаметром более 150 мм применяют чугунные водопроводные трубы.

Керамические кислотоупорные трубы изготовляют двух сортов; для ответственных систем канализации используют трубы первого сорта.

Трубы бетонные и железобетонные применяют двух видов: гладкие, соединяемые цилиндрическими железобетонными муфтами, и раструбные, кольцевой зазор в раструбе которых заделывают цементным раствором. Для агрессивных производственных сточных вод

## НОМЕНКЛАТУРА ТРУБ

Материал и виды труб	Условный проход $D_y$ , мм	Назначение
Чугунные трубы: а) канализационные (по ГОСТ 6942—3 69) б) водопроводные напорные (по ГОСТ 5525—61)	50—150 50—1200	Сети внутренней бытовой и производственной канализации Сети внутренней производственной напорной канализации
Керамические трубы: а) канализационные (по ГОСТ 286—64) б) кислотоупорные (по ГОСТ 585—67)	150—500 50—200	Сети внутренней бытовой и производственной канализации Сети внутренней самотечной канализации агрессивных сточных вод
Пластмассовые трубы: а) из полиэтилена высокой плотности (ПВП) (по МРТУ 6-05-917-67 и ТУ 21-01-279-69) для районов с расчетной температурой (средней холодной пятидневки согласно указаниям главы СНиП II-A 6-72) до $-30^\circ\text{C}$ б) поливинилхлоридные (ПВХ) по МН 1427—61 для районов с расчетной температурой до $-20^\circ\text{C}$ (монтаж трубопроводов при температуре не ниже $5^\circ\text{C}$ )	50—300 100	Сети внутренней бытовой и производственной канализации Сети производственной самотечной канализации
Асбестоцементные трубы: а) безнапорные (ГОСТ 1839—48) б) напорные (по ГОСТ 539—73)	100—150 50—500	Сети внутренней бытовой и производственной канализации слабых и слабощелочных сточных вод (рН=6..9) Сети внутренней производственной канализации слабых и слабощелочных сточных вод (рН=6..9)
Трубы бетонные и железобетонные безнапорные (ГОСТ 6482—71)	300—1500	Сети внутренней (подземной безнапорной) бытовой и производственной канализации (если по составу сточные воды не агрессивны по отношению к бетону)
Трубы стеклянные для надземных трубопроводов (по ГОСТ 8894—58)	45—122 (наружный диаметр)	Сети внутренней канализации агрессивных сточных вод (за исключением плавиковой кислоты)
Трубы стальные водогазопроводные (газовые) (по ГОСТ 3262—62)	25—65	Сети внутренней бытовой канализации (отводы от группы умывальников и др.)

Примечания: 1. Лотки, предназначенные для транспортирования химически агрессивных сточных вод, выполняют из кислотоупорных материалов.

## Продолжение табл. 37.1

2 Для транспортирования слабокислых ( $\text{pH}=6,5$ ) или слабощелочных ( $\text{pH}=8,9$ ) сточных вод можно применять чугунные трубы

3 Для отвода химически агрессивных сточных вод под давлением применяют трубы кислотоупорные — пластмассовые, стальные гуммированные, эмалированные и футерованные пластмассой

ТАБЛИЦА 37.2

## НОМЕНКЛАТУРА ФАСОННЫХ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ

Соединительные и фасонные части	Условный проход, мм	Назначение
Чугунные канализационные (по ГОСТ 6942 0 — ГОСТ 6942 30—69)	50—150	Соединение чугунных канализационных труб
Чугунные напорные (по ГОСТ 5525—61)	50—40	Соединение чугунных напорных труб
Керамические кислотоупорные (по ГОСТ 585—67)	50—200	Соединение керамических кислотоупорных труб
Полиэтиленовые высокой плотности (ПВП) канализационные (по ТУ 21-01-279-69)	50—100	Соединение полиэтиленовых канализационных труб высокой плотности (ПВП) систем бытовой и производственной канализации
Стеклопластиковые термостойкие (по ГОСТ 11192-65)	45—122 (наружный диаметр)	Соединение стеклопластиковых труб, изготовляемых по ГОСТ 8894—58

используют виниловые трубы диаметром 20—150 мм, выдерживающие давление до 2,5 кгс/см<sup>2</sup>. Соединяют виниловые трубы с помощью подвижных муфт или фланцев

Для отвода производственных сточных вод, не выделяющих паров или газов, можно применять лотковую канализацию. В некоторых общественных зданиях (например, прачечных) канализация выполняется в виде лотков или смешанного типа.

Лотковая сеть применяется в следующих случаях:

- при необходимости уменьшения до предела глубины заложения выпуска особенно для отвода стоков, загрязненных легкоосаждающимися, взвешенными и другими веществами, быстро заиливающими трубопроводы;
- при невозможности прочистки трубопроводов и др.

Лотки выполняют из кирпича, бетона или железобетона и перекрывают съемными плитами.

### 37.2. Места и особенности прокладки сетей канализации

Внутренние канализационные сети можно прокладывать

- открыто — в подпольях, подвалах, цехах, подсобных и вспомогательных помещениях, коридорах, технических коридорах и этажах и в специально предназначенных для сетей помещениях, прикрепляя их к конструкциям зданий (стенам, колоннам, потолкам, фермам и др.), а также на специальных опорах;
- скрыто — с заделкой в строительные конструкции перекрытия, под полом (в грунте, каналах), в сбор-

ных блоках, панелях, бороздах стен, под облицовкой колонн (в приставных коробах у стен), в подшивных потолках, санитарно-технических кабинках, вертикальных шахтах, под плинтусом в полу

Внутренние канализационные сети не разрешается прокладывать:

- под потолком, в стенах и в полу жилых комнат, спальных помещений, детских учреждений, больничных палат, лечебных кабинетов, обеденных залов, рабочих комнат административных зданий, залов заседаний, зрительных залов, библиотек, учебных аудиторий, электроощитовых и трансформаторных пультов управления автоматики, приточных вентиляционных камер и производственных помещений, требующих особого санитарного режима;

- под потолком (открыто и скрыто) кухонь; помещений предприятий общественного питания, торговых залов, складов пищевых продуктов и ценных товаров, вестибюлей, помещений, имеющих ценное художественное оформление; производственных помещений в местах установки производственных печей, на которые не допускается попадание влаги; помещений, где производятся ценные товары и материалы, качество которых снижается от попадания влаги

Примечания 1 Сети производственной и бытовой канализации магазинов, столовых, кафе, расположенных в зданиях иного назначения, должны иметь отдельные выпуски. Не допускается объединять сети канализации магазинов, столовых, кафе с общедомовыми сетями канализации.

2 В отдельно стоящих зданиях магазинов с кафе, буфетными или столовыми предусматривают самостоятельный выпуск для производственных сточных вод

Отводные трубопроводы от приборов в уборных административных и жилых зданий, от раковин и моек в кухнях, умывальников в лечебных кабинетах, больничных палатах и других подсобных помещениях, как правило, прокладывают над полом с последующей облицовкой и устройством гидроизоляции

Трубопроводы производственных стоков в помещениях для приема, хранения и подготовки товаров к продаже и в подсобных помещениях магазинов можно прокладывать в коробах без установки ревизий

Напротив ревизий на стояках при скрытой прокладке предусматривают лючки с дверцами размером не менее 30—40 см. Внутри лючка устраивают перегородки (диафрагмы) во избежание попадания стоков из ревизий во внутреннее пространство борозд, коробов и подшивных потолков

Подпольные трубопроводы, транспортирующие сильно агрессивные и токсичные сточные воды, прокладывают в непроходных каналах с контрольными колодцами в местах установки ревизий

Во взрывоопасных цехах трубопроводы следует прокладывать в соответствии со специальными указаниями, согласно которым все системы канализации для них предусматривают закрытыми. Лишь на открытых площадках технологических установок для отвода смывных вод и водосточных можно применять лотки

При присоединении отводных трубопроводов от производственного оборудования к канализационным сетям, как правило, обеспечивают разрыв струи не менее 0,02—0,03 м. Переливные трубы от баков воды питьевого качества присоединяют к канализации с разрывом струи и с применением переливных бачков. Нижний конец переливной трубы от бака должен располагаться на 25 мм выше верха приемного переливного бачка, присоединяемого к канализации

Подземную прокладку трубопроводов обычно применяют для систем канализации больших (блокированных) цехов и общественных зданий.

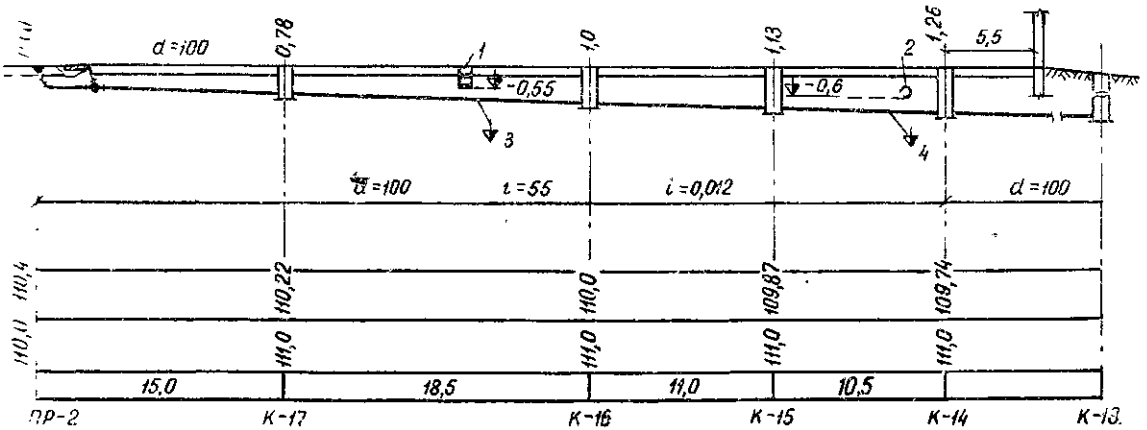


Рис. 37.2. Профиль производственной канализации со смотровыми канализационными колодцами  
1 — лоток; 2 — трубопровод сжатого воздуха; 3 — отметка верха трубы 0,80; 4 — отметка верха трубы 1,04

На профиле внутреннего коллектора (рис. 37.2) показывают его пересечения с другими подземными сетями и сооружениями.

Канализационные трубопроводы крепят к строительным конструкциям стальными хомутами, подвешивают к кронштейнам. Расстояния между креплениями стальных горизонтальных трубопроводов должны быть не более 2 м.

Для канализационных стояков в помещениях высотой до 4 м предусматривают одно крепление, более 4 м — по одному креплению на каждые 3 м высоты. Крепления располагают под раструбами.

Допускается прокладка труб под подошвами фундаментов технологического оборудования или в самих фундаментах при условии соответствующей защиты труб от раздавливания.

Наименьшая глубина заложения канализационных труб в производственных зданиях в зависимости от материалов труб и пола приведена в табл. 37.3.

ТАБЛИЦА 37.3

**ЗНАЧЕНИЯ НАИМЕНЬШЕЙ ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ  
КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ  
ЗДАНИЯХ**

Трубы	Наименьшая глубина заложения, м. от верха трубы до поверхности полов различных типов	
	земляных, глинобитных, щебеночных, клинкерных, булыжных, торцевых	бетонных, асфальтовых, ксилолитовых
Чугунные и стальные	0,7	0,4
Бетонные	0,7	0,5
Керамические, асбестоцементные, пластмассовые	1	0,6

Примечания: 1. Наименьшая глубина заложения канализационных труб принимается из условия предохранения труб от разрушения под действием постоянных и временных нагрузок.

2. В производственных помещениях под железнодорожными путями следует укладывать стальные или чугунные водопроводные трубы на глубину не менее 1 м.

3. В бытовых помещениях допускается прокладка труб на глубине 0,1 м от поверхности пола до верха трубы.

### 37.3. Стояки

Сети бытовой и производственной канализации, предназначенные для отвода сточных вод, выделяющих запахи, зредные газы и пары, вентилируются через стояки, вытяжные части которых выводятся на 0,7 м выше кровли здания и заканчиваются обрезом трубы (без флюгарки). Не допускается устройство стояков без вытяжной части.

Раковины, устанавливаемые в подвалах котельных или тепловых пунктов, в виде исключения, можно присоединять к дворовой сети канализации самостоятельным выпуском без устройства стояков.

Запрещается соединять вытяжную часть канализационных стояков с вентиляционными системами здания и дымоходами. Выводимые выше кровли вытяжные части стояков необходимо удалять от открываемых окон и балконов не менее чем на 4 м (по горизонтали). На плоских эксплуатируемых кровлях вытяжные стояки выводятся на высоту не менее 3 м над поверхностью кровли и соответственно декорируют.

Диаметр вытяжной части одного канализационного стояка должен быть равен диаметру этого стояка. Одной вытяжной частью рекомендуется объединять не более шести канализационных стояков. Диаметр вытяжной части стояка для группы объединяемых стояков должен равняться диаметру наибольшего из стояков, увеличенному на 50 мм.

Если расход сточных вод в канализационных стояках превышает допустимые расходы, указанные в табл. 38.4, следует устраивать дополнительный вентиляционный стояк (рис. 37.3).

Вентиляционный стояк необходимо присоединять к канализационному стояку через один этаж. Диаметр вентиляционного стояка следует принимать на один размер меньше диаметра канализационного стояка. Вентиляционные перемычки требуются прокладывать с уклоном не менее 0,02 в сторону канализационного стояка.

Отвод стоков по вентиляционному стояку не допускается.

Для отводных трубопроводов, к которым присоединяется более шести унитазов, нужно предусматривать вентиляционные трубопроводы диаметром более 40 мм, присоединяемые к высшей точке отводных трубопроводов.

Вентиляционные трубопроводы от санитарных приборов и технологического оборудования магазинов следует присоединять под потолком магазина к стоякам общедомовой канализации к направленному вверх отводу косого тройника. Допускается изгиб стояка на толщину кирпичной стены (рис. 37.4) для обхода встречающихся труб и каналов.

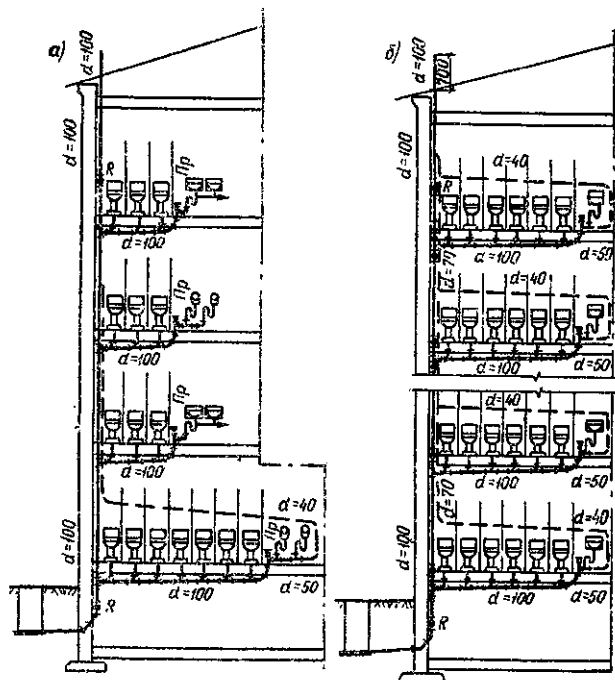


Рис. 37.3. Схема канализационной сети с вентиляционными стояками

а — при установке более шести унитазов в одном этаже; б — при установке шести унитазов в каждом этаже

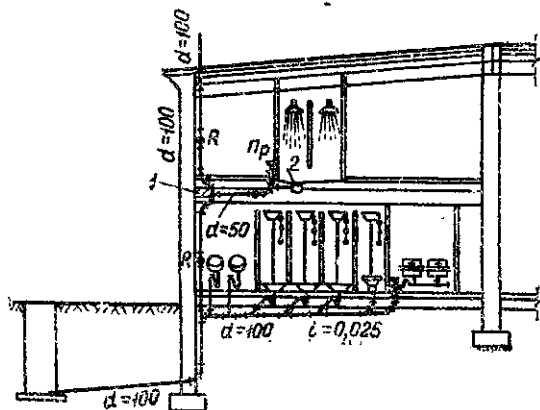


Рис. 37.4. Схема изгиба канализационного стояка

1 — железобетонный ригель; 2 — трап диаметром 50 мм; Пп — прочистка

Канализационные стояки должны иметь по всей высоте одинаковый диаметр не менее 50 мм и не менее наибольшего диаметра отводной линии, присоединяемой к данному стояку.

Канализационные стояки можно прокладывать скрыто в сборных блоках.

### 37.4. Ревизии и прочистки

На сетях внутренней бытовой и производственной канализации для прочистки трубопроводов устанавливают ревизии или прочистки (рис. 37.5, а).

На стояках при отсутствии на них отступов ревизии размещают в нижнем и верхнем этажах, а при наличии отступов, — кроме того, и в выше расположенных над отступами этажах, причем ревизии необходимо размещать на высоте 1 м от пола, но не менее чем на 0,15 м выше борта присоединения прибора. В жилых зданиях высотой более пяти этажей ревизии на стояках должны быть установлены не реже чем через три этажа.

Ревизии плотно закрывают крышками на болтах с резиновыми прокладками толщиной 4—5 мм. Прочистки плотно закрывают заглушками на легкоплавкой мастике или сурико-меловой замазке (рис. 37.5, б).

На начальных участках отводных труб (по движению сточных вод) при присоединении трех и более приборов, под которыми нет ревизии, устанавливают прочистку.

На поворотах горизонтальных участков сети под углом более 30° предусматривают ревизии или прочистки.

На горизонтальных участках сети наибольшие допускаемые расстояния между ревизиями или прочистками принимают по табл. 37.4.

ТАБЛИЦА 37.4

НАИБОЛЬШИЕ ДОПУСКАЕМЫЕ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ РЕВИЗИЯМИ ИЛИ ПРОЧИСТКАМИ НА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УЧАСТКАХ СЕТИ

Диаметр трубопровода, мм	Расстояние между ревизиями или прочистками при пропуске различных сточных вод, м			Вид прочистного устройства
	производственных неаграрных	бытовых и производственных, близких к ним по составу	производственных, содержащих большое количество взвешенных веществ	
50	15	12	10	Ревизия
50	10	8	6	Прочистка
100—150	20	15	12	Ревизия
100—150	15	10	8	Прочистка
200 и более	25	20	15	Ревизия

На подвесных линиях сетей канализации, прокладываемых под потолком, как правило, вместо ревизии устанавливают прочистки, выводимые в вышележащий этаж, и устраивают лючок в полу или открыто (в зависимости от назначения помещения).

На сетях бытовой канализации, прокладываемых в магазинах, столовых, кафетериях и буфетах, ревизии не применяют.

При присоединении к горизонтальному участку сети канализации трех унитазов, шести умывальников или

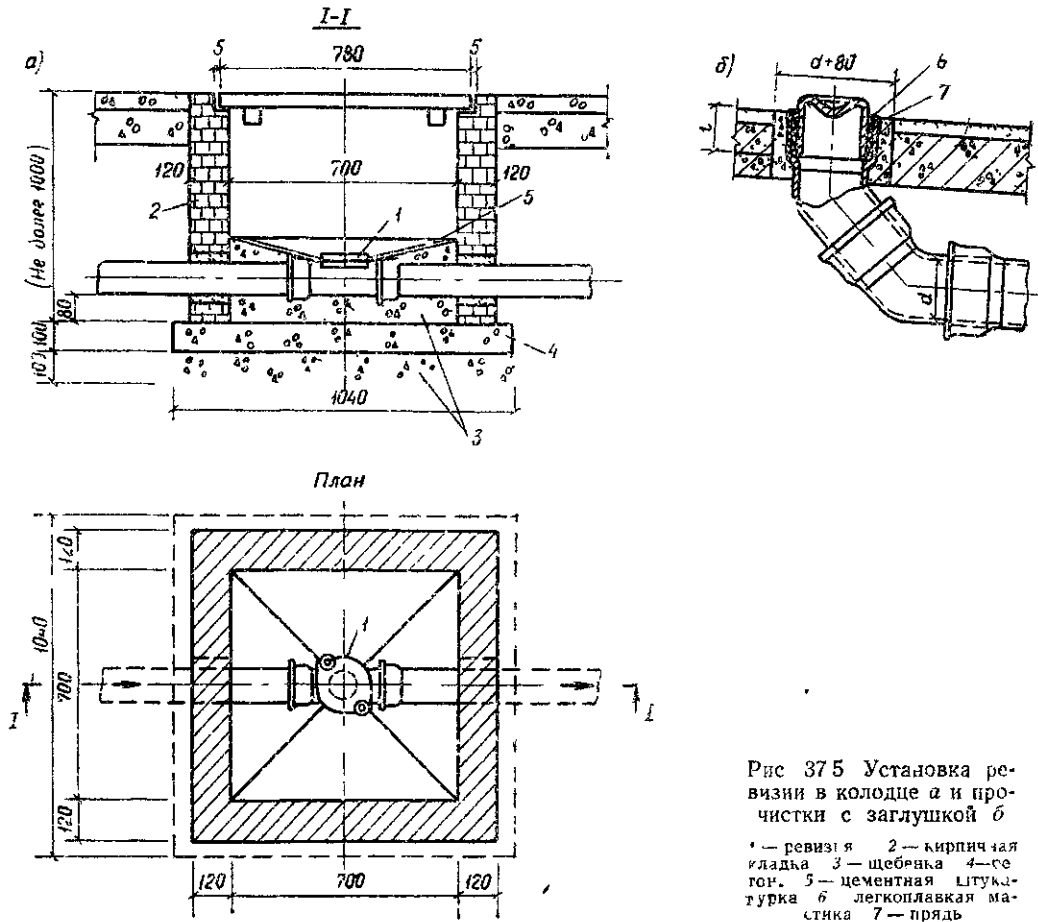


Рис 375 Установка ревизии в колодце а и прочистки с заглушкой б

1 — ревизия 2 — кирпичная кладка 3 — щебенка 4 — бетонная конструкция 6 — легкоплавкая мастика 7 — прядь

их санитарных приборов не имеющих ревизий в этих участках необходимо предусматривать прочистку. Прочистки, как правило, должны иметь наструбы диаметром 50 мм).

Ревизии и прочистки следует располагать в местах удобных для их обслуживания.

На водосточных стояках ревизии нужно размещать на нижнем этаже здания и при наличии на стояках отводов — над ними.

На подземных сетях канализации ревизии следует предусматривать в ревизионных колодцах круглого или квадратного сечения с диаметром или стороной квадрата не менее 0,7 м. Днища колодцев должны иметь уклон к фланцу ревизии не менее 0,05.

Смотровые колодцы на сети внутренней производственной канализации необходимо размещать на поворотах трубопроводов в местах изменения уклонов или диаметров труб, в местах присоединения ответвлений также на длинных прямолинейных участках трубопроводов на расстоянии не более 40 м один от другого при вводе незагрязненных и на расстоянии не более 30 м один от другого загрязненных производственных сточных вод. На сетях бытовой и производственной канализации сточных вод, выделяющих неприятные запахи, вредные газы и пары, смотровые колодцы внутри зданий не устраивают.

### 37.5 Выпуски канализации

В местах присоединения выпусков к наружной канализационной сети предусматривают смотровые колодцы следующих внутренних диаметров для труб диаметром до 200 мм при глубине их заложения до 2 м — 700 мм, для труб диаметром более 200 мм при глубине заложения более 2 м — 1000 мм.

Минимальная глубина заложения выпуска (в здании) назначается на основании опыта эксплуатации канализационных сетей в данной местности, но не менее 0,7 м от верха трубы. Допускается принимать заложение труб менее наибольшей глубины промерзания грунта в данном районе на 0,3 м при диаметре труб до 500 мм и на 0,5 м при диаметре более 500 мм.

Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца назначается в зависимости от диаметра труб

Диаметр труб, мм	50	100 и более
Длина выпуска, м	6	8

Выпуски следует присоединять к наружной сети «шелыга в шелыгу» под углом не менее 90° (по направлению движения сточных вод). При большом заглублении трубопроводов наружной сети канализации на выпусках можно устраивать перепады (перепадные колодцы).

а) открытые — в виде бетонных водосливов — лотков, входящих с плавным поворотом в колодец наружной сети канализации (при высоте перепада до 0,35 м),  
 б) закрытые — с применением канализационных чугунных труб (при высоте перепада 0,35—2 м)

При перепаде высотой более 0,3 м допускается присоединение выпуска к наружной сети под любым углом. Для прокладки выпуска в фундаменте здания или в стене подвала устраивают проемы высотой не менее

ные фундаменты во многих случаях имеют небольшое заглубление, поэтому выпуски и отводные линии, закладываемые параллельно фундаментам, следует соответственно отдалять от них с учетом угла естественного откоса грунта

Пример устройства выпусков из здания с поперечными несущими стенами и с прокладкой канализационной сети ниже пола подвала приведен на рис 377.

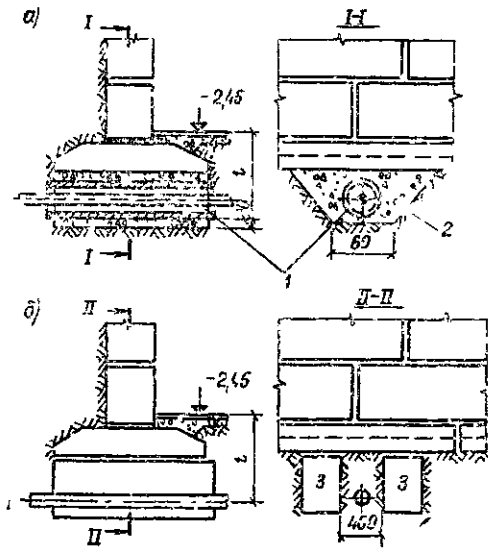


Рис 376. Пересечение вводов и выпусков с фундаментами из сборного железобетона

а — в футлярах; б — путем местного заглубления фундаментов. 1 — футляр, 2 — бетон, 3 — бетонные блоки (расстояние уточняется по месту)

0,4 м. Расстояние от верха трубы до верха проема должно быть не менее 0,15 м. После укладки труб проемы в фундаменте необходимо заделывать мягкой глиной со щебнем.

При расположении уровня грунтовых вод выше выпуска в стене подвала следует закладывать стальную или чугунную гильзу с сальниковой набивкой.

Проклад выпуска через наружные стены здания рекомендуется осуществлять пологими отводами под углом, близким к прямому.

В фундаментах здания в местах пересечения с выпуском необходимо предусматривать отверстия следующих размеров

Диаметр труб выпуска, мм	50—100;	125—150
Размер отверстий в фундаменте, мм	300 × 300;	400 × 400

При прокладке канализационных выпусков и отводных линий ниже подошвы сборных фундаментов следует устраивать футляры из бетонных или железобетонных труб (рис 376, а) либо предусматривать местное заглубление фундаментов не менее чем на 0,1 м ниже основания трубы (рис 376, б). В жилых домах, а также в общественных зданиях с подвалами сборные фундаменты, как правило, закладывают на 0,3—0,5 м ниже отметки пола подвала. В домах без подвалов сбор-

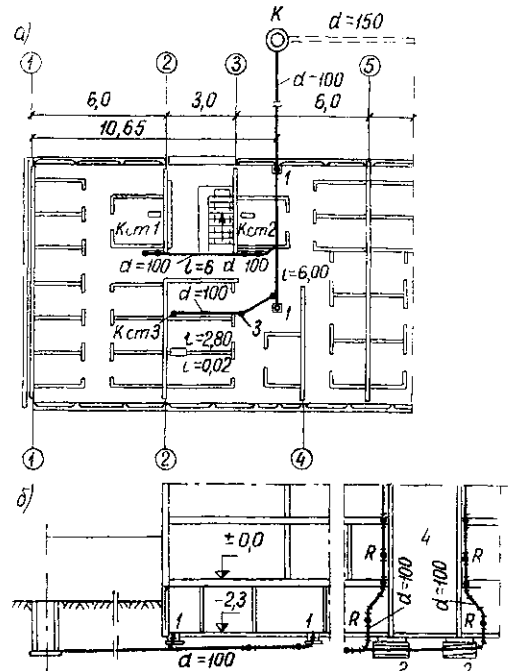


Рис 377. Прокладка канализационной сети ниже пола подвала в крупнопанельном жилом доме с сараями и с несущими поперечными стенами

а — фрагмент плана подвала с сетью канализации, б — разрез по канализационной сети, 1 — прочистки, 2 — футляр из трубы диаметром 400 мм, 3 — спуск канализационного стояка, 4 — лестничная клетка, R — ревизия, Kст — канализационный стояк, K — канализационный колодец (цифры в кружках обозначают ось здания)

Диаметр выпуска должен быть не менее наибольшего диаметра стояка, присоединяемого к данному выпуску. При устройстве общего выпуска от нескольких стояков диаметр выпуска определяется расчетом.

При наличии под жилыми домами технических подпольев высотой не менее 1,6 м и несложной трассировке внешней канализационной сети устраивают укрупненные, обычно торцевые выпуски.

Устройство укрупненных выпусков целесообразно в тех случаях, когда достигается сокращение длины внешней сети, и не допускается тогда, когда наружная канализационная сеть проходит вдоль здания, а также в домах, имеющих эксплуатируемые подвалы (хозяйственные сараи, складские помещения магазинов, столовых, аптек и т. п.). При наличии в доме более пяти жилых секций или при длине дома более 90—100 м необходимо устраивать два выпуска.

Канализационную магистраль располагают непосредственно под одним из рядов канализационных стоя-

второй ряд канализационных стояков при канализационной магистрали на косых склонах отводных линий не менее 0,05. Количество горизонтальных присоединений должно быть минимальным. При присоединении к магистральной сети необходимо устанавливать на магистральном трубопроводе диаметром не менее 100 мм и не более 30 квартир присоединяемый трубопровод должен быть 150 мм и минимальным уклоном не менее 0,01. При присоединении к коллектору большого диаметра лоток присоединяемой трубы должен быть расположен на уровне не ниже средней трети диаметра коллектора и не ниже расчетной поверхности воды в коллекторе. При присоединении лотков к коллектору сточных вод, выделяющих газы и неприятные запахи, устраивают гидрозатворы.

**Глава 38. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ**

**38.1. Расчетные формулы**

Расчетный расход бытовых стоков в жилых и общественных зданиях определяется по формуле

$$q = q_b + q_{пр}; \tag{38.1}$$

$q$  — расчетный расход сточных вод, л/с;  
 $q_{пр}$  — расход стоков прибором с максимальным водоотведением, принимаемый по табл. 35.1,  
 $q_b$  — расчетный расход в сети водопровода здания, определяемый по формулам:

а) для жилых зданий

$$q_b = 0,2 \sqrt{N} + kN; \tag{38.2}$$

б) для общественных зданий

$$q_b = \alpha \cdot 0,2 \sqrt{N}; \tag{38.3}$$

ТАБЛИЦА 38.1

**ОДНОВРЕМЕННОСТЬ ДЕЙСТВИЯ САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ И БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Санитарные приборы	Одновременность действия, %, при числе установленных санитарных приборов								
	1	3	6	10	20	40	70	100	200
Умывальники всех видов, душевые сетчатые	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Писсуары с автоматическими смывными бачками	100	100	60	40	15	10	10	10	10
Писсуары настенные с кранами	100	70	50	40	35	30	30	25	25
Унитазы со смывными кранами или плавными бачками	100	30	25	20	15	10	10	10	5

Примечания: 1. При определении расхода сточные воды санитарных приборов, туалетов, ванн и питьевых фонтанчиков не учитываются. 2. Одновременность действия раковин, моек и других приемников сточных вод, не указанных в табл. 38.1, принимается по данным технической части проекта.

в) для производственных зданий и бытовых помещений промышленных предприятий

$$q = \sum \frac{q_n n p}{100} \tag{38.4}$$

где  $q_n$  — расчетный расход сточных вод одного однотипного санитарного прибора, л/с;  
 $n$  — количество однотипных санитарных приборов;  
 $p$  — одновременность действия приборов, % (табл. 38.1).

**38.2. Уклоны и наполнения трубопроводов**

Уклоны и допускаемые наибольшие расчетные наполнения трубопроводов бытовой канализации принимают по табл. 38.2. Расчетный расход производственных сточных вод принимается по технологической части проекта с учетом режима поступления стоков от оборудования.

ТАБЛИЦА 38.2

**УКЛОНЫ И ДОПУСКАЕМЫЕ НАИБОЛЬШИЕ НАПОЛНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ БЫТОВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ**

Диаметр труб, мм	Наполнение	Уклоны	
		нормальные	наименьшие
50	Не более 0,5 диаметра трубы	0,035	0,025
100		0,02	0,012
125		0,015	0,01
150	Не более 0,6 диаметра трубы	0,01	0,007
200		0,008	0,005

Примечания: 1. Для трубопроводов диаметром 50 мм, отводящих стоки от ванн, допускаемое наполнение следует принимать равным 0,8 диаметра. 2. Отводные трубопроводы от группы умывальников и питьевых фонтанчиков до общего сифона допускается прокладывать с уклоном 0,01. 3. Минимальные уклоны допускаются принимать при наполнении, указанных в табл. 38.3

ТАБЛИЦА 38.3

**УКЛОНЫ И ДОПУСКАЕМЫЕ НАИБОЛЬШИЕ НАПОЛНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ КАНАЛИЗАЦИИ И ВОДОСТОКОВ**

Диаметр труб, мм	Трубопроводы производственной канализации незагрязненных сточных вод и водосток		Трубопроводы производственной канализации загрязненных сточных вод	
	наполнение	уклон минимальный	наполнение	уклон минимальный
50	0,8 диаметра трубы	0,02	диаметра трубы	0,5
100		0,008		0,7
125		0,006		0,7
150		0,005		0,7
200		0,004		0,8
				0,03 0,012 0,01 0,007 0,0005

Примечания: 1. Для труб диаметром более 200 мм наименьшие уклоны назначаются по наименьшей самосочищающей скорости при расчетном наполнении.

Продолжение табл 38 3

Наименьшую самоочищающую скорость для бытовых и аналогичных им по содержанию взвешенных веществ принимают равной 0,7 м/с. Максимальное расчетное наполнение 0,8 диаметра.

2 Уклоны для трубопроводов производственной канализации, отводящей сточные воды с большим содержанием механических, взвешенных веществ (окалины, металлической стружки, извести, гипса и др.), следует определять гидравлическим расчетом исходя из условия обеспечения в трубах самоочищающих скоростей.

3 Наибольший уклон трубопроводов канализационной сети не должен превышать 0,15, за исключением ответвлений от приборов длиной до 1,5 м.

4 Размеры и уклоны лотков назначаются из условия обеспечения самоочищающей скорости. Наполнение лотка принимается не более 0,8 высоты, ширина лотка — не менее 0,2 м.

Пропускную способность расчетных горизонтальных участков канализационных сетей рекомендуется определять по таблицам для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров, составленным по формуле акад. Н. Н. Павловского (см. главу 48).

Уклоны и допускаемые наибольшие наполнения трубопроводов производственной канализации и водосточков приведены в табл. 38 3.

Ширина лотка назначается на основании гидравлического расчета и конструктивных данных, при высоте лотка более 0,5 м ширина должна быть не менее 0,7 м.

### 38.3. Диаметры стояков и отводных линий

Диаметр канализационного стояка по всей высоте должен быть одинаковым (табл. 38 4).

ТАБЛИЦА 38 4

ДИАМЕТР КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СТОЯКОВ И РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УГЛА ПРИСОЕДИНЕНИЯ ОТВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Диаметр стояка, мм	Допускаемый расход сточной жидкости, л/с, при угле присоединения, град		
	90	60	45
50	0,65	0,81	1,3
100	3,8	4,75	7,5
150	6,5	8,1	13
150	10,1	12,6	21

Примечания 1 Диаметр стояка следует принимать не менее наибольшего диаметра отводной линии, присоединяемой к данному стояку.

2 При установке одиночных унитазов в нижних этажах многоэтажных зданий диаметр вентиляционного стояка принимается равным 50 мм.

Диаметр отводной трубы от группы одноименных санитарных приборов и диаметр стояка (при непосредственном присоединении отводной трубы к стояку) в производственных зданиях рекомендуется определять по табл. 38 5.

ТАБЛИЦА 38 5

ДИАМЕТРЫ ОТВОДНЫХ ТРУБ И СТОЯКОВ, ПРИНИМАЕМЫЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЛИЧЕСТВА УСТАНОВЛЕННЫХ ОДНОИМЕННЫХ САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Санитарные приборы	Диаметр отводных труб, мм			Диаметр стояков, мм		
	50	75	100	50	75	100
Раковины	1—3	4—5	7—11	1—6	7—12	13—22
Мойки на одно отделение	1—2	2—3	4—6	1—3	4—6	7—12
Души (через трап)	1—4	5—10	11—18	1—8	9—20	21—36
Унитазы со смывными бачками	Не принимаются		1—30	Не принимаются		1—50
Умывальники	1—11	12—28	Более 28	1—22	23—56	Более 56
Писсуары с автоматической промывкой	1—5	6—12	13—22	1—10	11—24	25—44
без автоматической промывки	1—15	16—39	40—73	1—30	31—78	Более 78

Примечание. Указанные в таблице диаметры труб определены для следующих условий: наполнение труб — 0,5 диаметра, уклоны труб нормальные (по табл. 38 2), коэффициент одновременности действия унитазов 0,1, остальных приборов 1.

## Глава 39. НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ

### 39.1. Характеристика установок

В насосные установки кроме насосов входят приемный резервуар и напорный трубопровод. Приемный резервуар служит для сбора стоков, поступающих в него самотеком от приемников и подлежащих перекачке в наружную сеть канализации.

Для сбора сточных вод, содержащих органические загрязнения, емкость резервуаров принимается по возможности минимальной во избежание загнивания стоков.

Емкость сборных резервуаров при насосных установках определяется в соответствии с часовым графиком притока сточных вод и режимом работы насосов. При насосных установках, работающих автоматически, емкость резервуаров принимают из условия включения насосов не более 6 раз в 1 ч, а при отсутствии графика притока сточных вод — в зависимости от назначения здания и технологии производства из расчета на 5—10%-ную производительность насосов, определенную по максимальному часовому расходу стоков.

В сборных резервуарах устанавливаются решетки с прозорами 20 мм, указатели уровней, устройства по взмучиванию выпадающего осадка, предусматривают приточно-вытяжную вентиляцию.



### 39.2 Места расположения резервуаров и насосов

- при расположении за пределами здания на 2—3 м от его наружной стены с целью со-  
длины всасывающего трубопровода от на-  
вливаемого в здании
- оков, не содержащих органические и взры-  
компоненты приемный резервуар можно  
- в внутри здания

При проектировании насосных станций для пере-  
качки загрязненных производственных сточных вод, вы-  
деляющих взрывоопасные газы, необходимо соблюдать  
следующие требования

- а) насосные станции следует размещать в отдель-  
но стоящих зданиях,
- б) приемный резервуар для сточных вод должен  
находиться на расстоянии не менее 5 м от здания на-  
сосной станции,

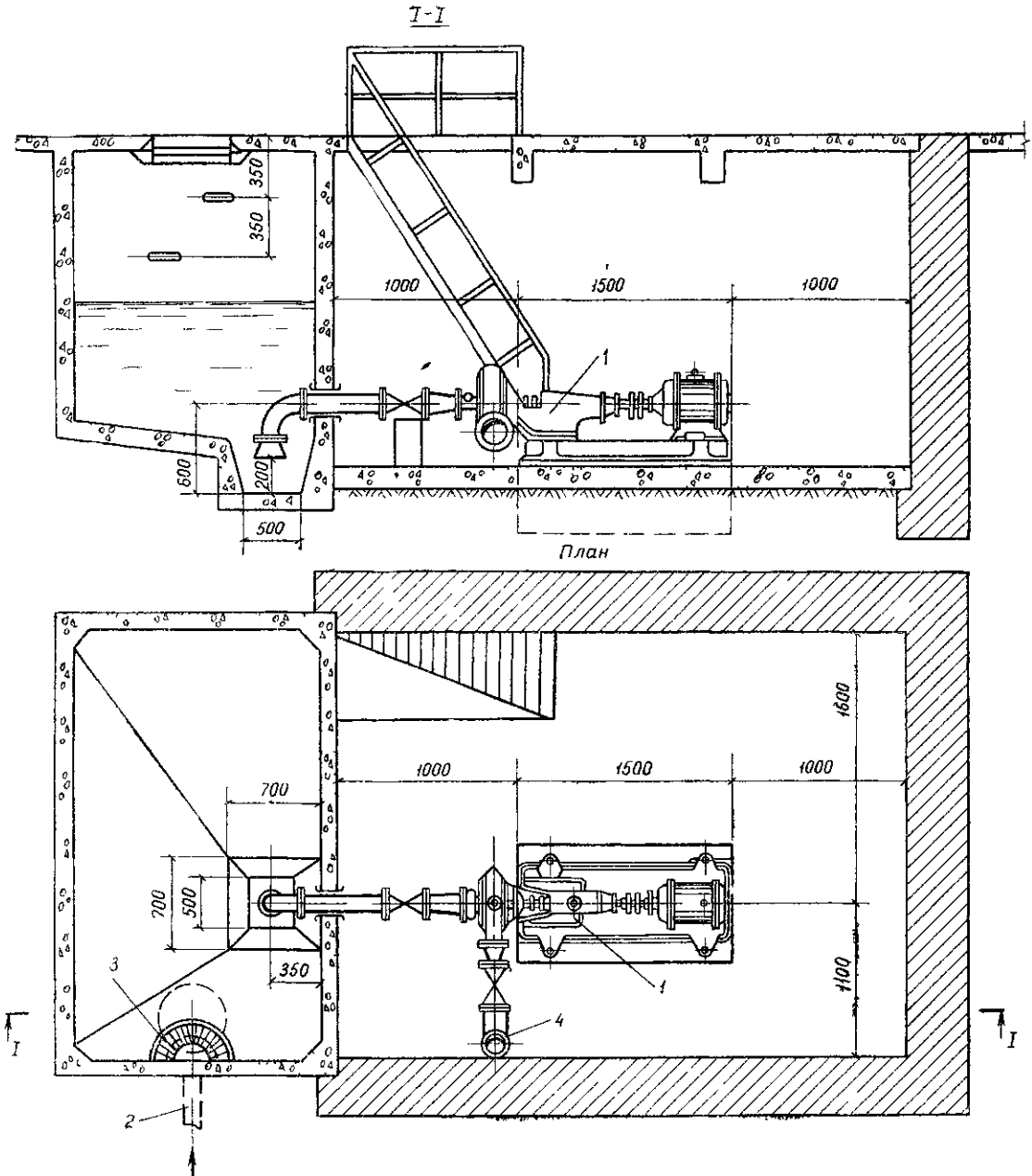


Рис 39.1 Размещение канализационных насосов в здании

1 — насос, 2 — прогонная труба, 3 — решетка, 4 — напорный трубопровод

в) электрооборудование насосных станций должно быть во взрывозащищенном исполнении в соответствии с категорией и группой взрывоопасной смеси;

г) не допускать размещения бытовых и вспомогательных помещений (мастерских электроподстанций, щитовых, диспетчерских) над заглубленным машинным залом.

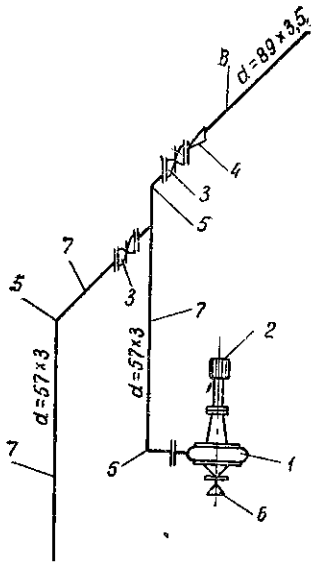


Рис. 39.2. Схема трубопроводов насосной установки с вертикальным насосом

1 — насос вертикальный фекальный; 2 — электродвигатель вертикальный; 3 — задвижка; 4 — переход; 5 — колено; 6 — приемная воронка; 7 — трубопровод для взмучивания осадка; 8 — напорный трубопровод

В зависимости от состава сточных вод для перекачки их выбирают насосы: фекальные, песковые, кислотоупорные и др.

Насосы устанавливают, как правило, под залив перекачиваемых сточных вод. При необходимости расположение насосов выше уровня сточных вод в резервуаре высота всасывания не должна превышать величины, допускаемой для насосов данного типа; при этом необходимо предусматривать надежно действующее устройство для залива насосов водой.

Для перекачки сточной жидкости применяют центробежные канализационные горизонтальные и вертикальные насосы, в которых зоры между лопатками увеличены для свободного прохождения твердых частиц, содержащихся в стоках. Эти насосы оборудованы крышками (на шарнирах и болтах) для осмотра и очистки колес, а также приспособлениями для очистки лопастей от грязи. Канализационные насосы устанавливают, как правило, ниже уровня жидкости в приемном резервуаре — под залив сточными водами (рис. 39.1). Схема трубопроводов насосной установки с вертикальным насосом показана на рис. 39.2. Приемные клапаны обычно не устанавливают, так как они быстро засоряются.

При перекачке производственных сточных вод, содержащих крупные примеси, в приемном резервуаре устанавливают решетку (под углом 30—40° к вертикальной плоскости) с зазорами 20—50 мм.

Насосная установка должна быть оснащена системой сигнализации, действующей при переполнении резервуара.

Насосы для перекачки бытовых и производственных стоков, имеющих в своем составе токсические и быстро загнивающие загрязнения, а также для перекачки стоков, выделяющих вредные запахи, газы и пары, располагают в отдельно стоящем здании или в подвале изолированного помещения, а при отсутствии подвала — в отдельном отапливаемом помещении первого этажа с самостоятельным выходом наружу или на лестничную клетку. Помещение насосной станции должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией. Сборные резервуары для указанных стоков размещают, как правило, за пределами зданий или в изолированных помещениях совместно с насосами.

Выход из насосной на лестничную клетку допускается в зданиях, к которым не предъявляются повышенные требования звукоизоляции.

Не разрешается размещать насосы в жилых зданиях, детских учреждениях, больницах, предприятиях общественного питания, предприятиях пищевой промышленности, под рабочими помещениями административных зданий, учебных заведений, а также в зданиях и помещениях, где недопустим повышенный уровень шума.

Насосы для перекачки сточных вод, содержащих нефтепродукты или другие горючие примеси, необходимо устанавливать в отдельно стоящем здании.

В насосных станциях кроме рабочих насосов устанавливают резервные насосы: при двух однотипных рабочих насосах — один резервный; при наличии более двух однотипных рабочих насосов — два резервных.

Для перекачки кислых и шламодержащих сточных вод при одном рабочем насосе принимают один резервный и один хранящийся на складе; при наличии двух и более рабочих насосов — два резервных.

**Примечание.** В отдельных случаях при периодическом поступлении в резервуар малого количества стоков допускается установка одного рабочего насоса при наличии запасного насоса на складе.

Насосные агрегаты и трубопроводную арматуру следует размещать таким образом, чтобы обеспечивался свободный доступ к ним для монтажа, обслуживания и ремонта.

Высота помещения насосной станции должна быть не менее 2,2 м от пола до выступающих частей перекрытия.

Насосные установки рекомендуется проектировать с автоматическим управлением.

Для каждого канализационного насоса следует предусматривать отдельную всасывающую линию, прокладываемую с подъемом к насосу (уклон не менее 0,005). На всасывающем и напорном трубопроводах каждого насоса должны быть установлены задвижки.

Не допускается установка всасывающих клапанов на всасывающих линиях насосов, перекачивающих хозяйственно-фекальные и загрязненные, производственные сточные воды.

На напорной линии, как правило, устанавливают обратный клапан, особенно в том случае, когда емкость напорного трубопровода более 25% емкости приемного резервуара насосной.

Технические характеристики и основные размеры наиболее часто применяемых насосов приведены в приложении XXII.

### 39.3. Пневматическая эжекторная установка

- обеспечения бесперебойной работы пневматической установки обычно предусматривают два приемных резервуара. Расход сжатого воздуха при давлении составляет 3 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> перекачиваемой жидкости
- пневматические эжекторные установки часто применяются в метрополитене для удаления сточных вод из глубоко расположенных станциях

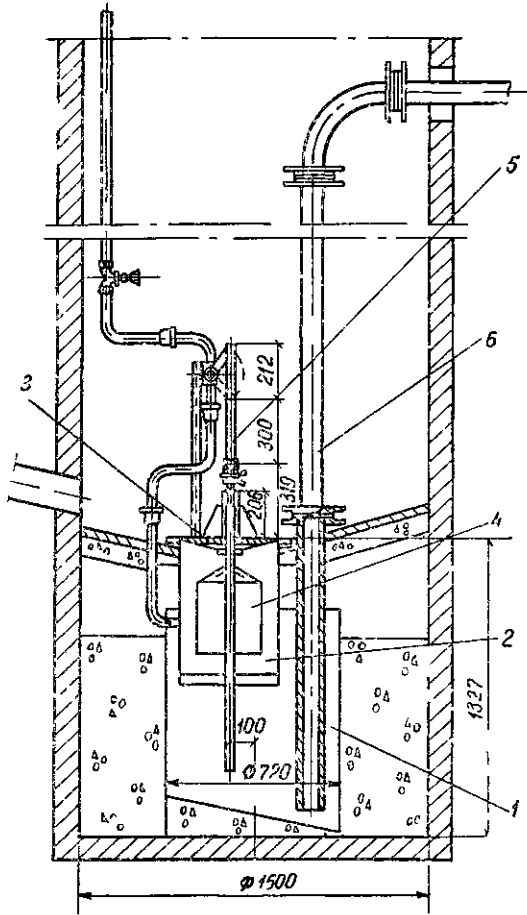


Рис 39.3 Пневматическая установка системы Гребнева для перекачки сточных вод

1 — стальной резервуар 2 — цилиндр 3 — крышка 4 — поплавок 5 — трубопровод подающий сжатый воздух 6 — напорный трубопровод сточных вод

Помещения где расположены насосные установки для перекачки сточных вод должны быть оборудованы приточной и вытяжной вентиляцией

Для удаления сточной жидкости, содержащей различные загрязнения иногда применяют пневматические установки системы инж Н А Гребнева по типовому проекту, разработанному Союзводоканалпроектом (рис 39.3), и по проекту Ленгипрогаза с переработкой заводом КАТЭК и изменениями Уралмашзавода

Пневматическая установка системы инж Н А Гребнева состоит из стального резервуара 1 с внутренним цилиндром 2 и крышкой 3. Сточная жидкость поступает в резервуар через отверстие в крышке 3, приподнимая поплавок 4. При заполнении жидкостью резервуар разобщается с атмосферой и в него поступает сжатый воздух по трубе 5, вытесняя сточную жидкость по трубе 6. Эта установка может перекачивать до 20 м<sup>3</sup>/ч сточных вод с подачей на высоту до 7 м и на расстоянии до 10 м.

Вторая установка по проекту, переработанному Уралмашзаводом, предназначена для перекачки как чистых, так и загрязненных жидкостей с содержанием до 50% песка, шлама, ила и пр.

Производительность установки для напорной трубы  $d_y = 100$  мм — 36 м<sup>3</sup>/ч, для  $d_y = 75$  мм — 20 м<sup>3</sup>/ч

Установка рассчитана на эксплуатацию при рабочих давлениях 0,7—6 кгс/см<sup>2</sup>

Количество расходуемого воздуха на 1 м<sup>3</sup> перекачиваемой жидкости определяется по формуле

$$q_{\text{в}} = \frac{V + \pi d_y^3 (H_0 + l)}{V_a} \cdot \frac{10^4 + \gamma H}{10 H}, \quad (39.1)$$

где  $V$  — полный объем аппарата для данной установки, равный 0,39 м<sup>3</sup>,

$V_a$  — полезный объем аппарата, равный 0,35 м<sup>3</sup>,

$d_y$  — диаметр напорной трубы, м,

$H_0$  — геометрическая высота подъема жидкости, м,

$H$  — давление воздуха в аппарате в м вод ст. жидкости с учетом сопротивления в напорной трубе,

$l$  — длина горизонтального отводящего трубопровода, м,

$\gamma$  — удельный вес перекачиваемой жидкости, кг/м<sup>3</sup>

Корпус аппарата рассчитан на давление до 6 кгс/см<sup>2</sup>. Габариты аппарата  $D_{\text{н}} = 720$  мм,  $H = 1513$  мм, масса аппарата 700 кг

## Глава 40 МЕСТНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ДРУГИЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

### 40.1. Назначение установок

Местные установки для очистки сточных вод и другие специальные устройства в системах внутренней канализации зданий проектируются лишь в тех случаях, когда необходимо предохранить наружную или внутреннюю сеть канализации от вредного воздействия стоков, засоров и зарастания и когда требуется предварительная обработка сточных вод перед выпуском их в общезаводские или городские канализационные сети с целью выделения ценных компонентов загрязнений или обеспечения нормальной эксплуатации общей системы канализации (сетей и сооружений) и водоемов.

При наличии в производственных сточных водах только минеральных загрязнений целесообразно присоединять их к городской канализации.

Производственные сточные воды не должны содержать взвешенные примеси (окалину металлическую стружку, известь, песок, гипс и др.) и плавающие вещества (волокна мездры, канугу, смогу, жиры и т. п.), вызывающие засорение труб городской канализации, вещества, оседающие на дне и стенках труб, горючие при

меси (бензин, нефть), а также растворимые газообразные вещества, вызывающие взрывы; примеси, оказывающие разрушающее (корродирующее) действие на материал труб и элементы сооружений канализации. Температура сточных вод не должна быть выше 40° С.

В здании или вблизи него предусматривается установка следующих местных сооружений: решеток, песколовков, грязеотстойников, отстойников, жиро-, бензо- и маслоуловителей, сетчатых фильтров, барботажных устройств для охлаждения воды, сооружений по очистке сточных вод гальванических, литейных и других производств, усреднителей, фильтров нейтрализаторов, нейтрализационных установок, установок по обезвоживанию осадка и др.

С целью уменьшения выноса в канализацию кислот, щелочей, соединений цинка, хрома, солей никеля, кадмия, свинца и других ценных продуктов, а также различных вредных веществ в технологической части проекта должны предусматриваться соответствующие мероприятия. По возможности следует возвращать отработавшие растворы на регенерацию или собирать их в специальные емкости и использовать в качестве реагента для очистки других сточных вод; в иных случаях их можно подмешивать к промывным или другим сточным водам, а при невозможности совместной очистки направлять на сжигание.

Рациональная конструкция печи, предназначенной для сжигания стоков, зависит от их свойств. Для сжигания концентрированных сточных вод, представляющих собой смеси жидких органических веществ с незначительным содержанием (10—15%) воды, могут быть использованы печи шахтного типа. Для сжигания более разбавленных стоков (с количеством воды 15—20%) целесообразно применять печь циклонного типа. Для сжигания сильно разбавленных стоков с содержанием органических веществ менее 10% и при ХПК около 50 000 мг/л рекомендуется использовать установку, состоящую из интенсифицированного испарителя (аппарат кипящего слоя, пенный аппарат и др.) и контактного аппарата для окисления органических веществ в парогазовой фазе.

Сточные воды перед сжиганием необходимо подвергать химической обработке, обеспечивающей разрушение органических соединений.

## 40.2. Классификация установок и сооружений

### А. РЕШЕТКИ

Решетки устанавливают в резервуарах насосных установок или на выпусках отдельных цеховых стоков, содержащих грубые примеси и волокнистые вещества, которые могут нарушить работу последующих канализационных устройств. Материал решеток выбирают с учетом активной реакции (рН) сточных вод.

Ширина прозоров решеток, устанавливаемых на выпусках цеховых стоков, принимается в каждом конкретном случае в зависимости от размеров механических примесей, содержащихся в этих стоках.

Решетки могут быть установлены (неподвижно или с возможностью перемещения) в приемных резервуарах, специальных камерах, колодцах и непосредственно в каналах, общих на всю систему канализации или отдельных для особых производств либо агрегатов. Угол наклона решетки к горизонтальной плоскости принимается не менее 60°.

Суммарная рабочая площадь отверстий решетки  $m^2$  определяется по формулам:

$$F = fK, \quad (40.1)$$

где  $f$  — живое сечение подводящего канала,  $m^2$ ;  
 $K$  — коэффициент, принимаемый равным: при ручной очистке 2, при механической 1,2;

или

$$f = Q/v, \quad (40.2)$$

где  $Q$  — расход сточных вод,  $m^3/c$ ;  
 $v$  — скорость движения сточных вод в прозорах решетки, принимаемая равной 0,8—1 м/с при максимальном притоке.

Величина подпора сточной жидкости перед решеткой определяется по формуле

$$h = a \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g}, \quad (40.3)$$

где  $a$  — коэффициент скорости, принимаемый равным 0,7;

$v_1$  и  $v_2$  — скорость движения воды соответственно в отверстиях решетки и в месте подхода к решетке, м/с.

### Б. ПЕСКОЛОВКИ

Песколовки — сооружения для задержания песка и других минеральных взвешенных веществ, устанавливаемые на выпусках производственной канализации из здания или у отдельных производственных агрегатов.

ТАБЛИЦА 40.1

РАЗМЕРЫ ПЕСКОЛОВКОВ

Суточная производительность сточной воды (чисто обвод)	Суточный расход карбофена, кг	Количество выпадающего песка, л	Размеры песколовки, мм			Продолжительность мытья, час—мин	Промежуток времени между чистками песколовки, сутки
			длина а	ширина б	глубина h		
<b>Песколовка стальная</b>							
500	200	3,36	900	600	276	00—50	3
1 000	400	6,72	900	600	276	1—40	3
1 500	600	10,08	900	600	276	2—20	3
2 000	800	13,44	900	600	276	3—20	3
<b>Песколовка бетонная</b>							
2 500	1000	16,8	900	700	290	4—10	2
5 000	2000	33,6	900	800	290	8—20	2
7 500	3000	50,4	900	800	290	12—30	2
10 000	4000	67,2	1200	1000	286	16—40	1
12 500	5000	84	1200	1000	286	20—50	1

Основные размеры горизонтальных песколовков, устанавливаемых на выпусках, определяются по формулам:

$$w = Q/v; l = vt, \quad (40.4)$$

где  $w$  — площадь живого сечения рабочей части песколовки,  $m^2$ ;

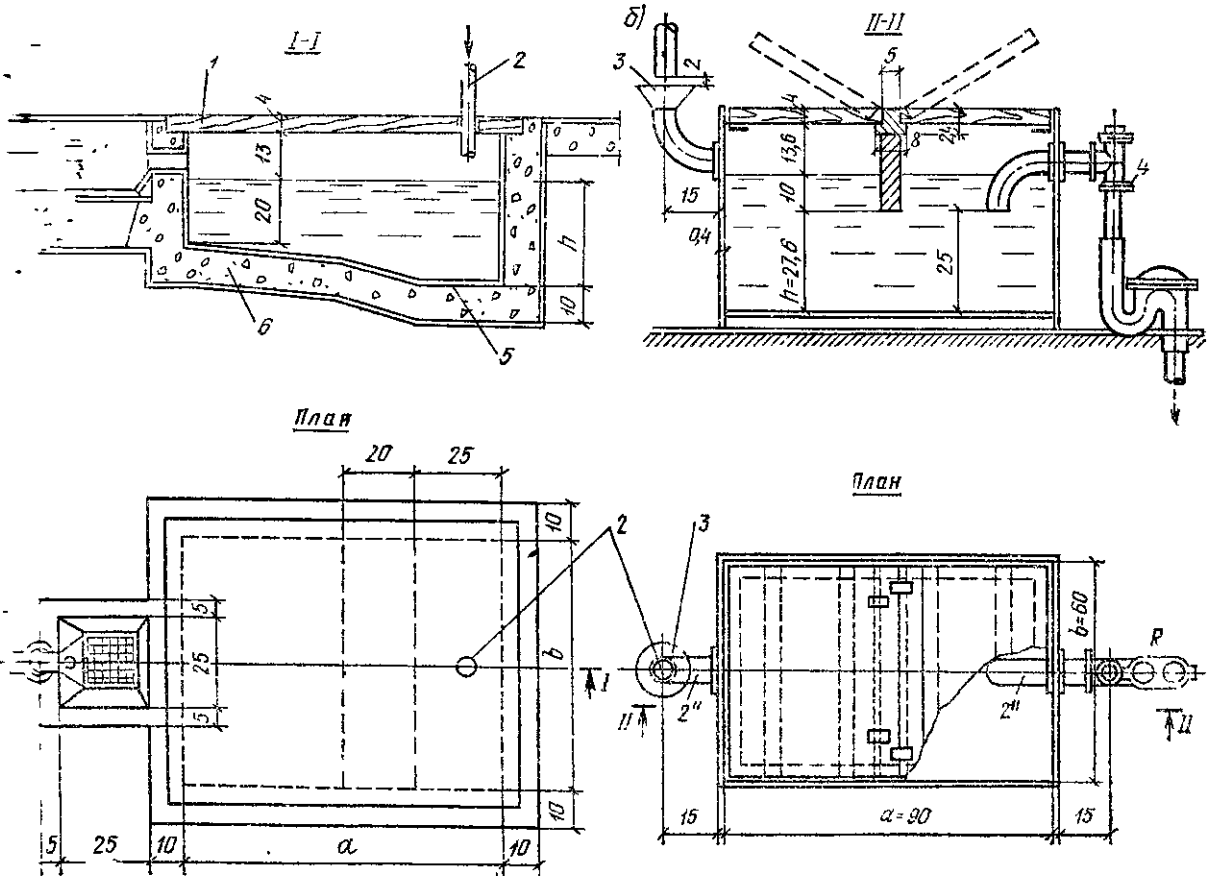


Рис. 40.1. Песколовки

а — бетонная; б — стальная; 1 — деревянная съемная крышка; 2 — резиновый шланг от картофелечистки; 3 — воронка из кровельной стали; 4 — футорка 2×1/4"; 5 — цементная затирка с железением; 6 — бетон марки 90

- $Q$  — расход сточных вод, м<sup>3</sup>/с;  
 $v$  — скорость протока сточных вод через песколовку, м/с (0,1—0,3 м/с);  
 $l$  — длина рабочей части песколовки, м;  
 $t$  — время протока сточных вод через песколовку (при максимальном протоке — 30 с, при минимальном — 60 с).

Объем осадочной части принимается в зависимости от количества выпадающего осадка и периода его напления (в промежутках между чистками). Механизованное удаление осадка предусматривается при объеме его более 0,5 м<sup>3</sup>/сутки

Конструкции местных песколовок приведены на рис. 40.1, а производительность и габаритные размеры песколовок для фабрик-кухонь и столовых — в табл. 40.1. Изготавливают их из бетона или металла и располагают непосредственно при мойках в столовых.

### В ГРЯЗЕОТСТОЙНИКИ

Для очистки сточных вод от гаражей и других аналогичных производств на канализационной сети этих зданий (внутри или на выпуске) устанавливают грязеотстойники.

18—224

Площадь поперечного сечения протока в грязеотстойнике, м<sup>2</sup>, определяют по формуле

$$F = q, v, \quad (40.5)$$

где  $v$  — расчетная скорость протока 0,003—0,005 м/с;  
 $q$  — расчетный расход, м<sup>3</sup>/с.

Расчетная длина рабочей части грязеотстойника, м, может быть определена по формуле

$$L = tv \cdot 60, \quad (40.6)$$

где  $t$  — продолжительность протока сточной жидкости в отстойнике, равная 10—15 мин.

В грязеотстойнике необходимо обеспечивать равномерное распределение стока по всей его ширине. Механизованную очистку грязеотстойника рекомендуется производить не реже 1 раза в три дня. Емкость грязевой части не должна превышать 1/3 рабочего объема отстойника, высота грязевой части должна быть не более 1 м

Конструкция грязеотстойника для небольших гаражей приведена на рис. 40.2.

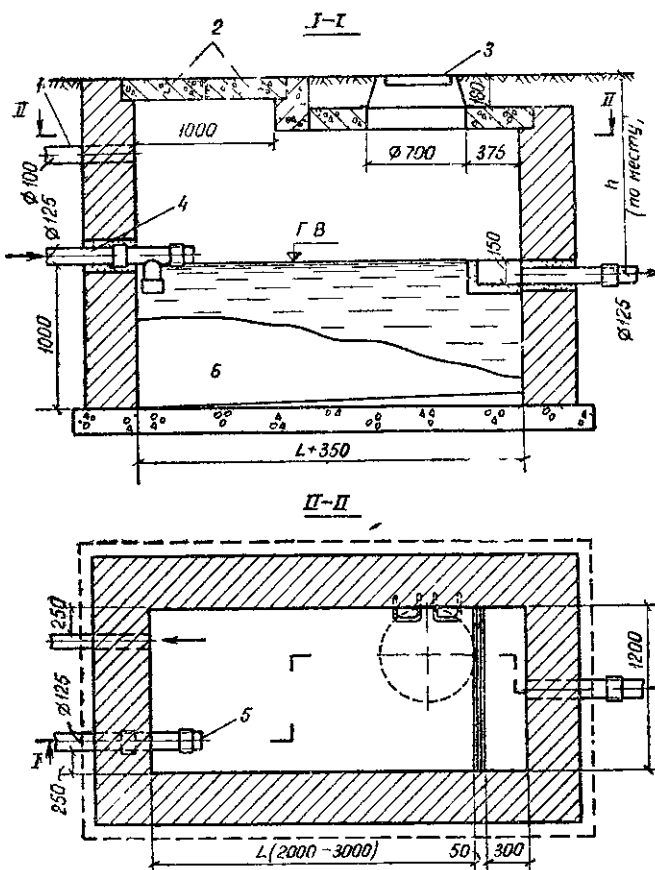


Рис 402 Грязеотстойник

1 — труба к вентиляционному стояку, 2 — съемные железобетонные плиты, 3 — канализационный люк, 4 — труба от мойки машин, 5 — деревянная пробка, 6 — осадок

### Г ОТСТОЙНИКИ

Для осветления производственных сточных вод используют отстойники любого типа (вертикальные, горизонтальные, радиальные, пускные и пр.), непрерывного или периодического действия. Тип отстойника выбирается в зависимости от количества сточных вод, режима их притока, характера взвешенных примесей и их концентрации, технико-экономических показателей строительства и эксплуатации, а также от способа дальнейшей обработки задерживаемого отстойником осадка.

В отстойнике должно быть не менее двух секций, пропускная способность каждой секции 0,5 расчетного расхода.

Отстойники рассчитывают по максимальному часовому притоку в них сточных вод ( $q_{\max}$ ), а при наличии усреднительных резервуаров и регулирующих емкостей — по среднему расходу ( $q_{\text{ср}}$ ). Обычно строят кривую зависимости степени осветления от времени отстаивания иламосодержащих сточных вод и кривую зависимости количества осаждаемых частиц от их гидравлической характеристики.

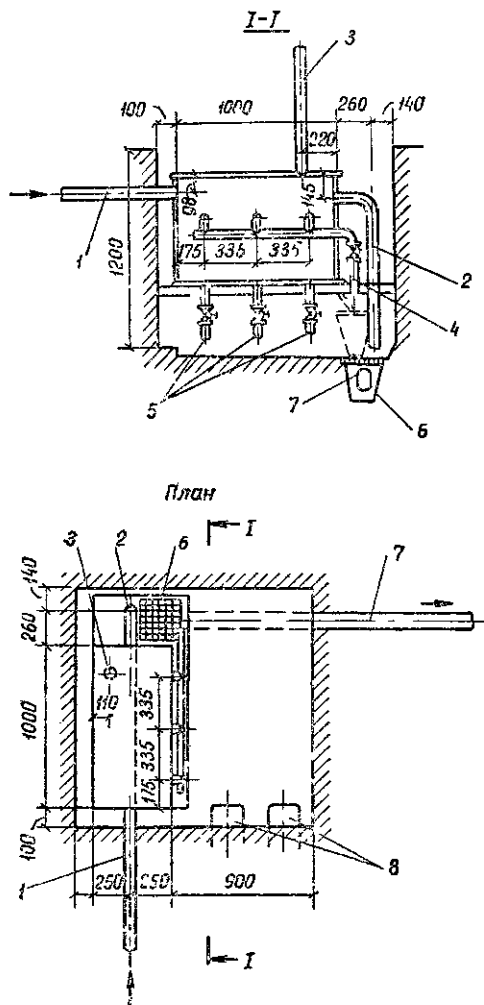


Рис 403 Маслоуловитель

1 — подающая труба  $d=50$  мм, 2 — стводная труба  $d=50$  мм, 3 — вентиляционная труба  $d=40$  мм, 4 — труба для спуска масла  $d=25$  мм, 5 — труба для выгуска грязи  $d=25$  мм, 6 — труба  $d=100$  мм, 7 — канализационная труба  $d=100$  мм, 8 — уловитель скобы

### Д БЕНЗОУЛОВИТЕЛИ

Бензоуловители устанавливают (за пределами здания после грязеотстойника) для улавливания масел, газолена, бензина, попавших в стоки при мытье автомашин, поливке и мытье полов и др., при содержании их до 500 мг/л. Бензин и другие горючие жидкости необходимо удалять во избежание попадания в канализационную сеть паров этих жидкостей, которые при воспламенении могут вызвать взрыв.

Бензоуловители должны быть небольших размеров, чтобы в одном резервуаре не скапливалось значительное количество горючих жидкостей. Время протока стока через бензоуловитель 4—5 мин, скорость 0,005—0,01 м/с. Рабочий объем бензоуловителя должен быть равен 30-кратному секунднему расчетному расходу сточной

необходимости устанавливают несколько емкостей. При очистке сточных вод от жиров и нефтепродуктов с целью предотвращения масляных примесей применяют нефтесепараторы (рис 40.3). Поступающая в маслоуловитель сточная вода разделяется на две фракции: жирная поднимается вверх, а масляные примеси оседают на дно. Каждая фракция собирается в воронку и отводится в соответствующий бак.

### Е. ЖИРОУЛОВИТЕЛИ

Жиросепараторы применяют для задержания жиров в канализационных сетях, в помещениях столовых и фабрик-кухонь, мясокомбинатах. Их устанавливают перед входом в канализационную сеть от жировых отложений, с целью утилизации жировых отходов. Обычно жиросепараторы устанавливают в помещениях. Жиросепараторы производятся по следующим параметрам:

$$L = KV, \quad (40.7)$$

$$V = L \cdot BH = KB^3, \quad (40.8)$$

- длина жиросепаратора, м;
- ширина жиросепаратора, м;
- коэффициент, принимаемый равным 2—3;
- объем воды в жиросепараторе,  $m^3$ ;
- глубина воды в жиросепараторе (обычно принимается равной  $B$ );

$$Q_n = nV = nKB^3, \quad (40.9)$$

- пропускная способность (расход сточных вод за 1 ч),  $m^3$ ;
- число оборотов воды за 1 ч, принимаемое равным 4—6.

Жиросепараторы устанавливают перед входом в канализационную сеть от жировых отложений. Жиросепараторы производятся по следующим параметрам: при максимальном расходе принимается 10—20 л/ч. Наименьшая емкость жиросепаратора 50 л. Жиросепараторы представляют собой бачки или кирпичный колодец-отстойник прямоугольной формы. Дно жиросепаратора устраивают с большим уклоном для сползания осадка, который удаляется через выпускную трубу. Жир всплывает вверх и удаляется другим способом. Канализационные трубопроводы должны быть снабжены прочистками и ревизиями для очистки их горячей водой или паром. Подводящая и выпускная трубы жиросепаратора должны быть заполнены сточной жидкостью не менее чем на 200 мм, считая от уровня жидкости до низа входящего и выпускного патрубков.

Для жиросепараторов емкость более 300 л необходимо предусматривать продувку сточных вод воздухом над поверхностью. При этом принимается: при распределении фильтров — 0,03  $m^3$ , а дырчатыми трубами — 0,05  $m^3$  на 1  $m^3$  сточных вод.

### Ж. УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДУШЕВЫХ МЫЛЬНЫХ ВОД

Сточные воды от душевых можно обрабатывать совместно с хозяйственно-фекальными стоками на сооружениях биологической очистки при соотношении суточных объемов сточных вод от душевых и хозяйственно-фекальных вод не более 1:1. При увеличении указанного соотношения сточные воды от душевых перед поступлением на сооружения биологической очистки необходимо

предварительно обрабатывать на контактных отстойниках с предварительным коагулированием примесей.

Допускается увеличение количества стоков от душевых в течение 1 ч не более чем на 20%, при большем возрастании часовых расходов стоков от душевых предусматривают устройство регулирующих резервуаров (усреднителей).

Контактные отстойники применяют вертикальные или горизонтальные (в зависимости от местных условий). Размеры контактного отстойника принимают исходя из условия создания объема отстойной части, равной максимальному часовому расходу стоков от душевых, объема осадочной части — из условия накопления ила в течение двух суток и объема нейтрального слоя высотой 0,2 м. Объем ила принимается равным 2% объема сточных вод. Продолжительность контакта реагента со сточными водами и отстаивания принимается не менее 4 ч.

Из контактного отстойника осветленные стоки выпускают периодически по выпускной трубе, расположенной в пределах высоты нейтрального слоя. Ил выпускается по иловой трубе диаметром 200 мм при высоте расположения выпускного патрубка не менее 1,5 м от поверхности сточной воды в отстойнике.

Для коагуляции мыльных сточных вод применяют известь в количестве 400 г (считая по активной окиси кальция) на 1  $m^3$  сточных вод.

Известкование сточных вод следует производить 5%—ным раствором извести путем перемешивания его со сточной жидкостью перед отстойником или в отстойнике. Известковый раствор готовят в затворных и растворных баках в закрытом помещении или под навесом (в зависимости от климатических условий). При необходимости обеззараживания мыльных вод одновременно с раствором извести вводят раствор хлорной извести.

### 3. НЕЙТРАЛИЗАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ

Сточные воды, содержащие кислоты (при  $pH < 6,5$ ), перед выпуском в наружную канализационную сеть должны быть нейтрализованы. Нейтрализация осуществляется путем смешивания сточных вод с реагентом в нейтрализаторах-отстойниках или путем фильтрования сточных вод через нейтрализующие материалы.

Для нейтрализации сернокислотных сточных вод и сточных вод травильных отделений в качестве реагента рекомендуется использовать гашеную известь, которую нужно добавлять в виде известкового молока с концентрацией 5—10% активной окиси кальция. Продолжительность контакта сточных вод с реагентом в отстойнике-нейтрализаторе следует принимать 15 мин для обычных кислых стоков и не менее 30 мин для кислых сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов. Время отстаивания принимается не менее 2 ч.

При нейтрализации производственных сточных вод необходимо учитывать количество взаимодействующих кислот и щелочей. Сточные воды травильных отделений перед спуском в городскую канализацию или в водоемы должны при нейтрализации полностью освободиться от солей ионов тяжелых металлов.

Для нейтрализации можно применять любой щелочной реагент, дающий в раствор гидроксил-ионы ( $OH^-$ ). Наиболее дешевый реагент — известь, содержащая более 30% окиси кальция. Доза реагента определяется из условия обеспечения полной нейтрализации свободной кислоты, а также выделения в осадок растворенных ионов тяжелых металлов.

При нейтрализации сернокислотных сточных вод известковым молоком доза активной окиси кальция берет-

ся на 5—10% больше расчетной; при использовании пасты или сухого известкового порошка — на 40—50%.

Резервуары, трубопроводы, лотки и аппараты, соприкасающиеся с кислой средой, изготавливают из кислотоупорного материала или защищают соответствующей изоляцией.

Ориентировочное количество осадка, образующегося при нейтрализации сточной воды, может быть определено по следующим формулам:

$$M = \left( \frac{X_1 + X_2 + X_3 + Y_1 + Y_2}{1 + Z} \right) - 2, \quad (40.10)$$

где  $M$  — количество сухого вещества, кг/м<sup>3</sup>;

$X_1$  — количество активной CaO, необходимое для осаждения катионов металлов, кг/м<sup>3</sup>;

$X_2$  — количество образующегося сульфата кальция, кг/м<sup>3</sup>;

$X_3$  — количество образующихся гидроокисей металлов, кг/м<sup>3</sup>;

$Y_1$  — количество активной CaO, необходимое для нейтрализации свободной серной кислоты, кг/м<sup>3</sup>;

$Y_2$  — количество образующегося сульфата кальция, кг/м<sup>3</sup>;

$Z$  — объем известкового молока, в котором содержится необходимое для нейтрализации количество CaO ( $X_1 + Y_1$ ), м<sup>3</sup>;

$$P = \frac{100}{W} \left[ \frac{p_{вл}}{\gamma_{ж}(100 - p_{вл})} + \frac{1}{\gamma_{т}} \right], \quad (40.11)$$

где  $P$  — объем осадка по отношению к объему очищаемой сточной воды, %;

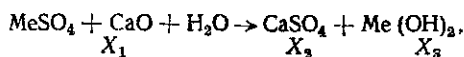
$W$  — объем очищаемой сточной воды, м<sup>3</sup>;

$p_{вл}$  — влажность осадка, %;

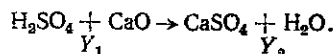
$\gamma_{ж}$  — удельный вес жидкой фазы (принимается равным 1);

$\gamma_{т}$  — удельный вес твердой фазы, т/м<sup>3</sup>.

Примечание. Значения  $X_1$ ,  $X_2$  и  $X_3$  определяются из реакции



а значения  $Y_1$  и  $Y_2$  — из реакции



Процессы приготовления реагентов и удаления осадка из отстойника рекомендуется механизировать.

Для нейтрализации солянокислых и сернокислых сточных вод, имеющих в своем составе не более 5 г/л H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и не содержащих солей тяжелых металлов, можно применять непрерывно действующие фильтры. В качестве загрузочного материала фильтра используют кусковой мел, известь, магнезит, мрамор, доломит и др. Крупность кусков загрузочного материала фильтра 3—8 см.

Расчетная скорость фильтрации принимается не более 5 м/ч, а продолжительность контакта — не менее 10 мин.

Сточные воды, загрязненные щелочами (при pH > 8,5), перед выпуском в наружную сеть канализации нейтрализуются техническими кислотами или отработавшими растворами.

## Глава 41. ВОДОСТОКИ ЗДАНИЙ

### 41.1. Назначение и схемы водостоков зданий

Отвод с кровель зданий дождевых и талых вод может осуществляться свободным сбросом воды по карнизу (рис 41.1, а), организованным отводом воды по наружным и внутренним водостокам (рис 41.1, б, в).

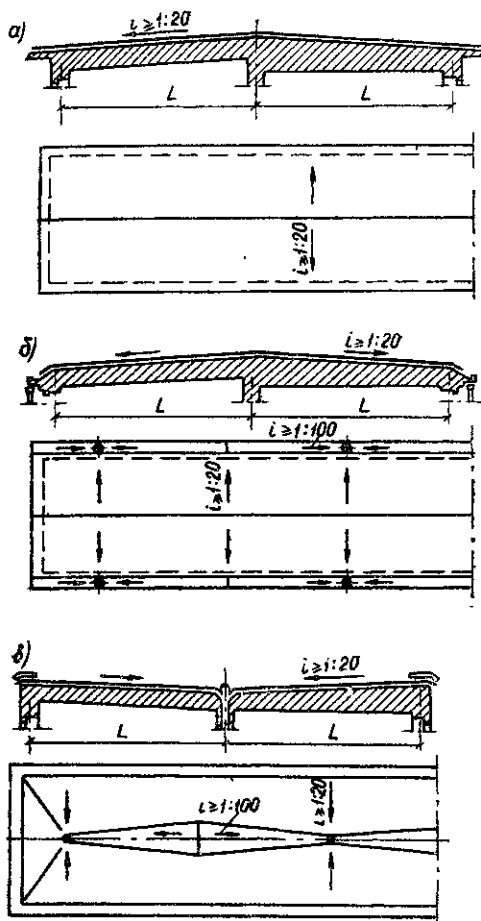


Рис. 41.1. Схема водоотведения с крыш зданий

а — неорганизованный наружный водосбор; б — организованный наружный водосбор; в — внутренние водостоки

Для зданий высотой до пяти этажей при устройстве совмещенных (бесчердачных) крыш целесообразно применять свободный сброс воды, за исключением зданий, выходящих на красную линию, для которых независимо от этажности рекомендуется организованный отвод воды по наружным или внутренним водостокам.

В зависимости от конструктивного решения бесчердачной крыши водоотвод может осуществляться на одну или обе стороны здания. С плоских крыш предусматривается водоотвод обязательно по наружным или внутренним водостокам, причем с плоских крыш наружные водо-



...скается устраивать лишь в южной полосе Б и IV климатические районы).  
 ...димость устройства внутренних водостоков  
 ...зается при решении архитектурно-строитель-  
 ...проекта здания. Внутренние водостоки долж-  
 ...деживать отвод дождевых и талых вод с кровель  
 ...любое время года. При устройстве внутренних  
 ...ств в неотапливаемых зданиях следует предус-  
 ...ать мероприятия, обеспечивающие положительную  
 ...туру в трубопроводах и воронках при отрица-  
 ...аружной температуре (электрообогрев, обогрев  
 ...а пара и т. д.).

...ажные водостоки состоят из желобов и водо-  
 ...ств труб. Трубы и детали к ним изготавливают из  
 ...ачной стали или пластмасс. Выпуск наружных  
 ...чных труб должен быть выше тротуара или от-  
 ...а 200 мм.

...симальная водосборная площадь крыши на одну  
 ...ую водосточную трубу в зависимости от ее диа-  
 ...для различных климатических районов приведена  
 ... 411

ТАБЛИЦА 411

ВОДОСБОРНАЯ ПЛОЩАДЬ КРЫШИ НА ОДНУ НАРУЖНУЮ ВОДОСТОЧНУЮ ТРУБУ

Диаметр водосточной трубы, мм	Площадь крыши для различных климатических районов, м <sup>2</sup>	
	I, II, III A	III B и IV
100	60	120
140	100	150
180	130	195
216	150	225

Система внутренних водостоков состоит из водо-  
 ...ных (приемных) воронок, стояков, отводных (под-  
 ...чных и подпольных) трубопроводов и выпусков. Из си-  
 ...м внутренних водостоков предусматривается отводить  
 ...ду в наружные сети дождевой канализации, а при  
 ...экономической целесообразности — в систему  
 ...зводственной канализации незагрязненных или по-  
 ...но используемых сточных вод.

Отвод воды из системы внутренних водостоков в сеть  
 ...товой канализации не допускается.

При отсутствии в районе строительства дождевой  
 ...и общесплавной канализации допускается открытый  
 ...пуск воды из внутренних водостоков в лотки. Лотки  
 ...зполняют железобетонными водонепроницаемыми с ук-  
 ...ном 0,02 до наружных водостоков; грунт под лотками  
 ...и обратной засыпке котлована должен быть уплотнен  
 ...а глубину 0,8—1 м. Места переходов лотков в преде-  
 ... тротуаров и проездов необходимо перекрывать  
 ...земными железобетонными плитами.

Запрещается объединять внутри здания водосточные  
 ...ти с сетями хозяйственно-фекальной или производст-  
 ...енной канализации, отводящей загрязненные сточные  
 ...ды. При устройстве открытых выпусков следует пред-  
 ...сматривать меры по предотвращению размыва поверх-  
 ...ности грунта около здания.

На рис. 412 и 413 приведены варианты выпусков  
 водостоков на поверхность грунта в зависимости от рас-  
 четной температуры наружного воздуха района строи-  
 тельства здания (средней наиболее холодной пятиднев-  
 -и, согласно главе СНиП «Климатология»).

Во избежание переохлаждения трубопроводов от-  
 крытых выпусков и образования наледей при отрица-

тельной температуре наружного воздуха устанавлива-  
 ют гидравлические затворы высотой 100 мм в помеще-  
 ниях с температурой не ниже 5°С. Открытый выпуск  
 в месте пересечения с наружной стеной должен быть  
 изолирован минеральной ватой или другим теплоизоля-  
 ционным материалом слоем не менее 50 мм, причём

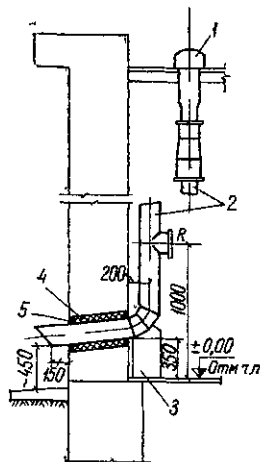


Рис. 412. Выпуск водо-  
 сток на отмостку при  
 расчетной температуре  
 наружного воздуха до  
 —5°С

1 — воронка; 2 — водосточ-  
 ный стояк; 3 — бетонный или  
 кирпичный упор; 4 — термо-  
 изоляция минеральной ва-  
 той; 5 — цементная штука-  
 турка

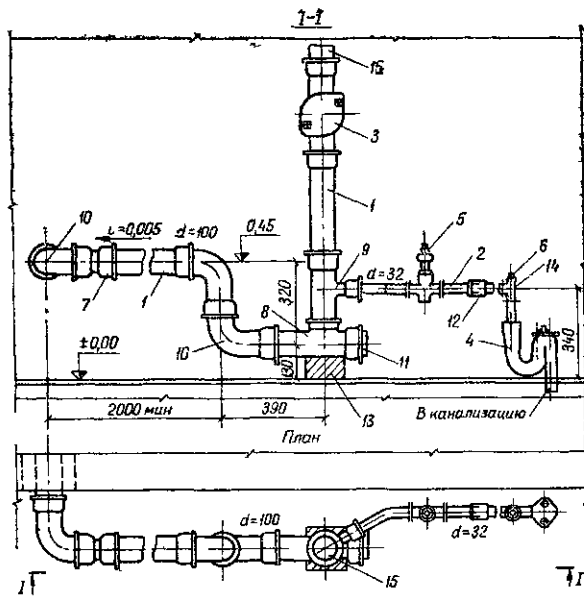


Рис 413 Выпуск водостоков на отмостку или поверх-  
 ности грунта при расчетной температуре наружного воз-  
 духа от —5 до —25°С с установкой чугунных гидравли-  
 ческих затворов

1 — труба канализационная  $d=100$  (ГОСТ 6942-69), 2 — труба  
 стальная водогазопроводная  $d=32$  (ЧМТУ УКРНТИ № 576-64)  
 3 — ревизия чугунная  $d=100$  мм (ГОСТ 6942-69), 4 — смфон реви-  
 зия чугунный двухоборотный  $d=50$  мм (ГОСТ 6924-69), 5 — кран  
 сальниковый муфтовый типа 11466к  $d=32$  (ГОСТ 2422-65),  
 6 — пробка из ковкого чугуна  $d=32$  мм (ГОСТ 8963-59); 7 — муфта  
 чугунная  $d=100$  мм (ГОСТ 6942-69), 8 — тройник прямой низ-  
 кий  $d=100 \times 100$  мм (ГОСТ 6942-69), 9 — тройник прямой  $d=100 \times$   
 $\times 50$  мм (ГОСТ 6942-69), 10 — колено  $d=100$  мм (ГОСТ 6942-69)  
 11 — заглушка чугунная  $d=100$  мм (ГОСТ 6942-69); 12 — сгон  
 стальной  $d=32$  мм (ГОСТ 3969-59), 13 — упор бетонный; 14 — трой-  
 ник из ковкого чугуна  $d=32$  мм (ГОСТ 8948-59), 15 — стояк  
 водосточный  $d=100$  мм

отверстие с внутренней и наружной сторон стены требуется заделывать цементным раствором. Открытые выпуски рекомендуется устраивать на солнечной стороне здания.

В проектах внутренних водостоков необходимо предусматривать мероприятия, обеспечивающие сохранность их в период строительства, особенно при отрицательной наружной температуре воздуха.

### 41.2. Размещение воронок

Водосточные воронки на кровле размещают с учетом ее рельефа, допустимого расхода воды на воронку (в зависимости от принятого диаметра ее), конструкции здания и интенсивности дождя.

Водосточные воронки необходимо устанавливать в наиболее низком месте ендовы или разжелобка (рис 414). На плоских кровлях зданий водосточные воронки следует располагать в рядах колонн не менее одной воронки в каждом ряду с целью обеспечения длины пути к воронке не более 60 м, а на скатных кровлях —

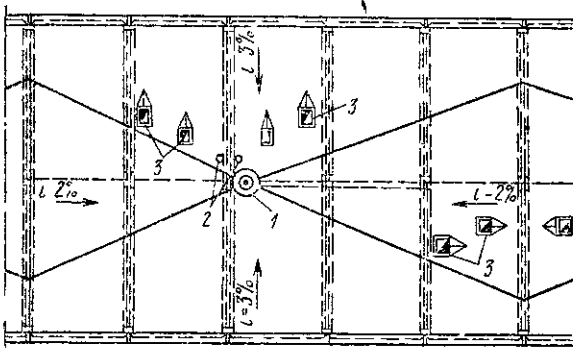


Рис 414 Фрагмент плана бесчердачной крыши

1 — водосток, 2 — канализационные стояки, 3 — вентиляционные шахты

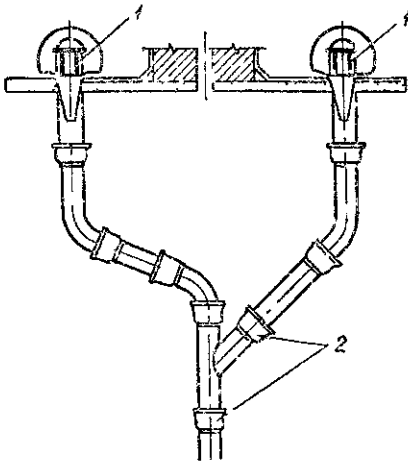


Рис 415 Компенсирующий стык

1 — водосточная воронка, 2 — компенсирующие стыки

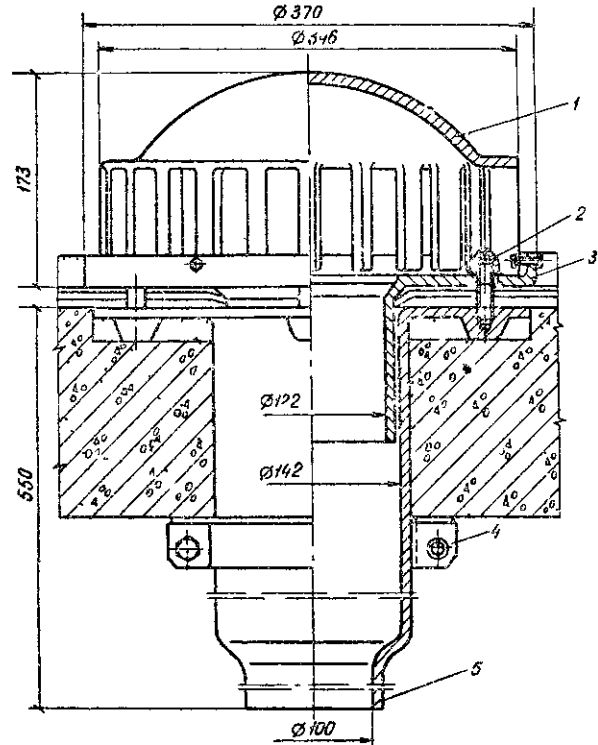


Рис 416 Водосточная воронка Вр9

1 — колпак, 2 — глухая гайка для крепления воронки, 3 — водосточная воронка, 4 — хомут, 5 — сливной патрубок

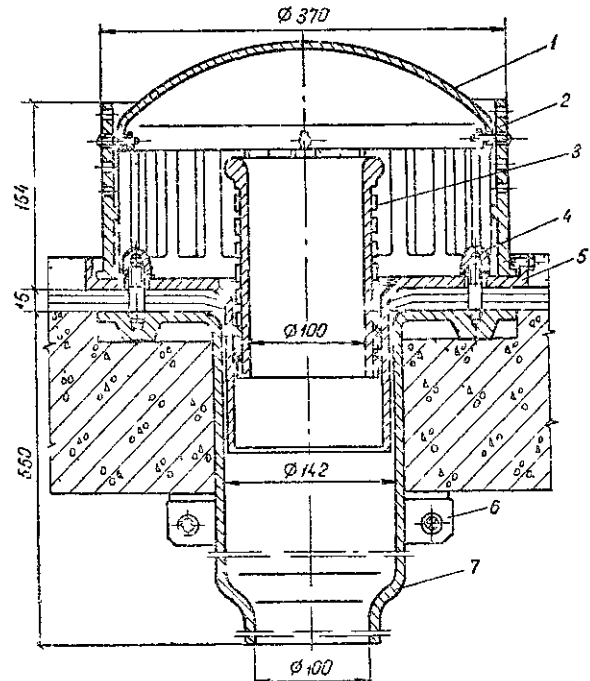


Рис 417 Водосточная воронка Вр8

1 — колпак, 2 — трапециевидная решетка, 3 — регулирующий патрубок, 4 — глухая гайка, 5 — водосточная воронка, 6 — хомут, 7 — сливной патрубок

местах ендов на расстоянии не более 48 м от ендов. На плоских кровлях жилых зданий следует предусматривать по одной воронке на каждую жилую секцию, а в го внутренней продольной оси здания в местах возвышающихся частях кровель водосточные воронки не устанавливаются. Сброс воды с этих

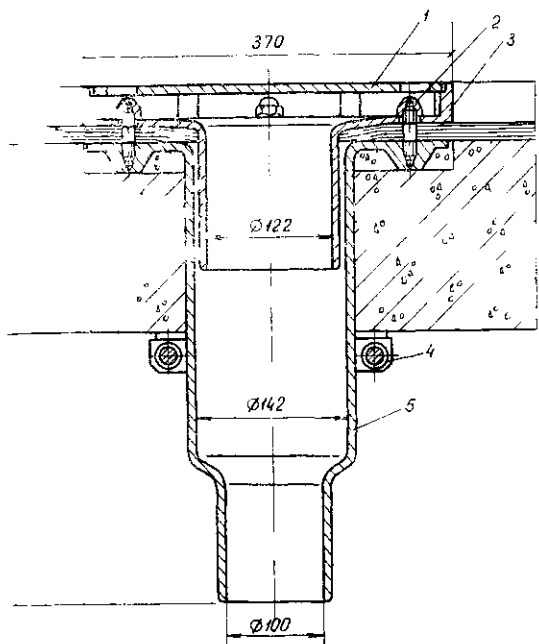


Рис 418 Водосточная воронка Вр10

1 — приемная решетка 2 — глухая гайка 3 — водосточная воронка 4 — комок 5 — сливной патрубок

твов принимается нижерасположенными воронками. В этом не допускается сброс воды с участков кровель, с которых происходит подтаивание снега под действием треного тепла здания, на участки, где подтаивание отсутствует или идет менее интенсивно.

К одному стояку или к общему подвесному трубопроводу воронки, расположенные на разных уровнях, присоединяют только в тех случаях, когда площадь обслуживаемая вышерасположенной воронкой, не превышает 100 м<sup>2</sup> или расход от нее составляет не более 1 л/с.

Волосборная площадь, приходящаяся на одну водосточную воронку, определяется расчетом в зависимости от типа кровли, расчетной интенсивности ливня и диаметра воронки.

У всех деформационных швов (температурных и осадочных) требуется устанавливать две воронки (по обе стороны шва). При присоединении этих воронок к одному стояку или общему подвесному трубопроводу следует предусматривать возможность некоторого сдвига труб, применяя компенсирующие стыки (компенсирующие патрубки с эластичной заделкой их) (рис 415), обеспечивающие герметичность всех соединений. В этом случае патрубок воронки должен быть наглухо прикреплен к несущей конструкции покрытия.

Конструкции водосточных воронок принимают в зависимости от назначения здания и конструкции кровли.

Рекомендуемые типы водосточных воронок для промышленных зданий приведены на рис 416—418, для жилых зданий с плоской неэксплуатируемой кровлей рекомендуется применять воронки типа Вр7м с условным диаметром патрубка 80 мм (рис 419). Воронки к подвесным

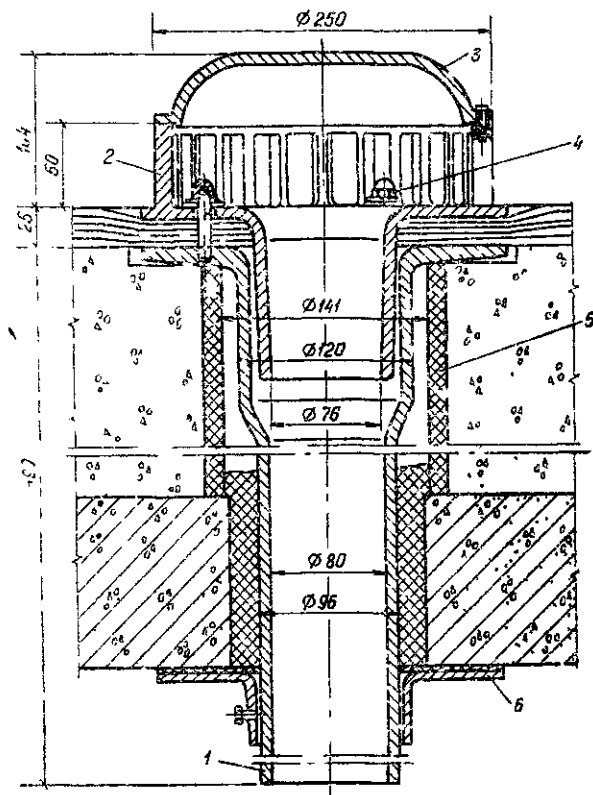


Рис 419 Водосточная воронка Вр7м условным диаметром патрубка 80 мм для жилых зданий

1 — сливной патрубок 2 — приемная решетка 3 — колок 4 — глухая гайка для крепления решетки, 5 — патрубок из асбестоцементной трубы  $d_y=150$  мм (только для совмещенных покрытий) 6 — фланец

трубопроводам присоединяют отводами и тройниками с полувододами.

Конструкция соединения воронки с покрытием должна обеспечивать плавный переход от покрытия к воронке, плотное соединение гидроизоляционного ковра с чашей воронки и надежность крепления воронки к конструкции крыши.

### 41.3. Расчет водостоков

Расчетный расход дождевых вод с водосборной площади определяется по формулам

а) для плоских кровель (с уклоном менее 3%)

$$Q_{\text{расч}} = \frac{\Gamma q_{20}}{10000}, \quad (41.1)$$

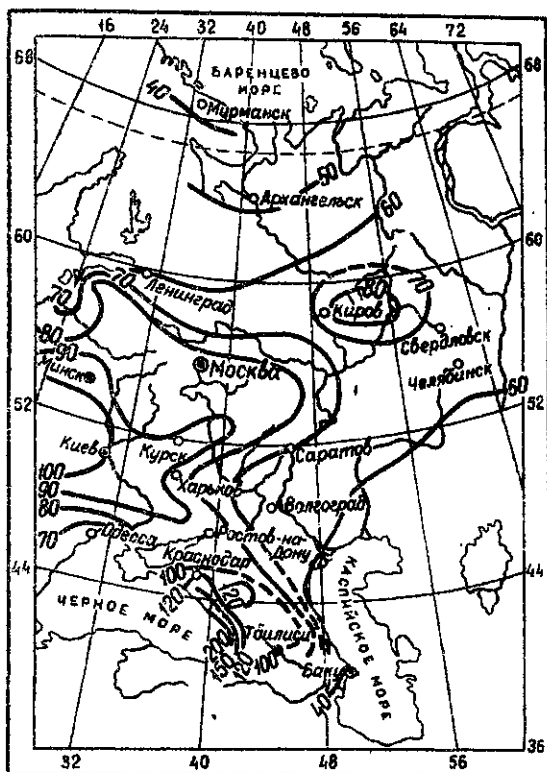


Рис. 41.10. Значения  $q_{20}$  для европейской территории СССР

б) для скатных кровель (с уклоном более 3%)

$$Q_{расч} = \frac{F q_3}{10\,000} \quad (41.2)$$

где  $Q_{расч}$  — расчетный расход дождевых вод, л/с;

$F$  — водосборная площадь, м<sup>2</sup>;

$q_{20}$  — интенсивность дождя, л/с, продолжительностью 20 мин с 1 га для данной местности при периоде однократного превышения расчетной интенсивности, равной 1 году (рис. 41.10);

$q_3$  — интенсивность дождя, л/с, продолжительностью 5 мин с 1 га (для данной местности) при периоде однократного превышения расчетной интенсивности, равной 1 году, определяемая по формуле

$$q_3 = 4^7 q_{20} \quad (41.3)$$

где  $n$  — параметр, принимаемый по рис. 41.11.

Систему внутренних водосточков рассчитывают, как правило, по самотечному режиму. Пропускную способность самотечных трубопроводов следует определять из условия их наполнения, равного 0,8 диаметра.

Расчетный расход дождевых вод с водосборной площади, приходящейся на водосточный стояк или одну водосточную воронку, не должен превышать следующих величин:

Диаметр водосточного стояка или воронки, мм	80	100	125	150	200 (для стояка)
Расчетный расход, л/с	5	10	20	35	80

Примечание Расчетный расход для стояка с одной воронкой, присоединяемого непосредственно к наружной дождевой сети выпуском длиной не менее 4 м, определяется из условия работы стояка в напорном режиме.

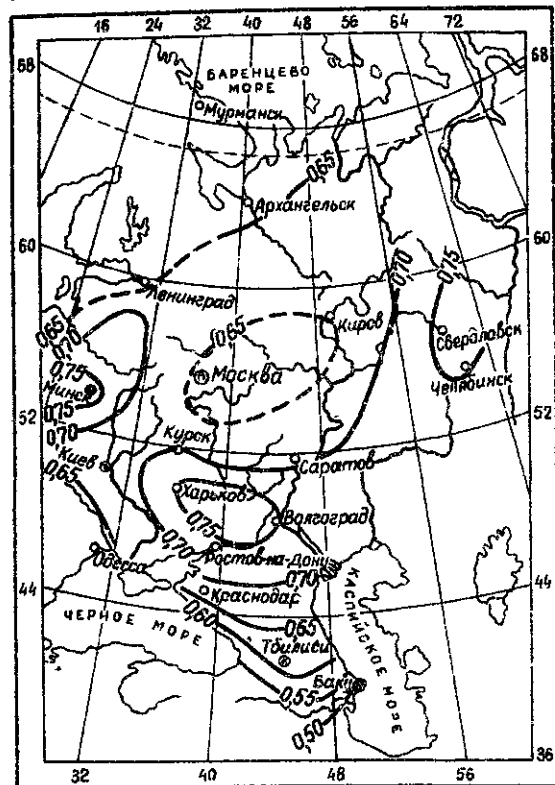


Рис. 41.11. Значения параметра  $n$  для европейской территории СССР

Для районов, для которых интенсивность дождя  $q_{20}$  не может быть определена по рис. 41.10, применяют формулу

$$q_{20} = 0.071 H \sqrt{d_b} \quad (41.4)$$

где  $H$  — среднегодовое количество атмосферных осадков за многолетний период, мм;

$d_b$  — средний дефицит влажности (за период не менее пяти лет), определяемый по местному количеству жидких атмосферных осадков, мм рт. ст.

Значение  $d_b$  определяется по формулам:

$$d_b = \frac{\Sigma dh}{\Sigma h}; \quad (41.5)$$

$$d = E_H - E_\phi \quad (41.6)$$

где  $d$  — среднемесячный дефицит влажности, мм рт. ст.;  
 $E_H$  — упругость водяных паров, соответствующая полному насыщению воздуха при среднемесячной температуре, мм рт. ст.;

— статическая среднемесячная упругость водяных паров (абсолютная влажность), мм рт. ст.;  
 — среднемесячное количество атмосферных осадков, мм;  
 — среднемесячные температур, величин  $H$ .  
 Рекомендуется принимать по данным главы «Специальная климатология и геофизика. Основы проектирования», климатологическим данным или данным метеослужб.  
 При определении расхода дождевых вод с водосборной площади следует дополнительно учитывать расход стекающей с примыкающих вертикальных поверхностей этот расход по указанным выше формулам умножить коэффициентом 0,4.  
 Максимально допустимые площади водосбора на одну точечную воронку для плоской кровли и значения заданы в табл 41.2

ТАБЛИЦА 41.2

МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМАЯ ВОДОСБОРНАЯ ПЛОЩАДЬ ВОРОНКУ ДЛЯ ПЛОСКОЙ КРОВЛИ И ЗНАЧЕНИЯ ЭТИХ РАЗЛИЧНЫХ ВЕЛИЧИНАХ  $q_{об}$  И ПАРАМЕТРА  $n$

Водосборная площадь, м <sup>2</sup> , при диаметре воронок, мм				Значения $q_{об}$ , л/с, с 1 га при различных параметрах $n$							
50	100	125	150	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	
250	2500	—	—	75	80	86	92	98	103	113	
200	2000	—	—	93	100	107	115	123	133	142	
150	1670	—	—	112	120	128	138	148	159	170	
110	1430	2860	—	131	140	150	161	172	186	198	
75	1250	2500	—	149	160	171	184	197	212	226	
55	1160	2320	—	168	180	193	207	221	239	255	
40	1000	2000	3500	187	200	214	230	246	265	283	
35	910	1820	3180	206	220	235	253	271	292	311	
30	840	1680	2940	224	240	257	276	295	318	340	
25	770	1540	2695	243	260	278	299	320	345	363	
20	720	1440	2520	262	280	300	322	344	371	396	
15	665	1330	2330	280	300	321	345	369	398	425	
10	625	1250	2190	299	320	342	368	394	424	453	
7	590	1180	2065	317	340	364	391	418	451	481	
5	560	1120	1960	336	360	385	414	443	477	507	
4	530	1060	1855	354	380	407	437	467	504	538	
3	500	1000	1750	373	400	428	460	492	530	566	

Максимальный (критический) расход, который прощает система без повышения уровня воды над воронкой при напорном режиме, следует определять по формуле

$$Q_{кр} = V \sqrt{\frac{H}{S_0}} \quad (41.7)$$

$Q_{кр}$  — критический расход, л/с;  
 $H$  — располагаемый напор, м,  
 $S_0$  — полное сопротивление системы, м·с<sup>2</sup>/л<sup>2</sup>

При расчете системы по напорному режиму располагаемый напор  $H$  в системе следует принимать равным разности геометрических отметок кровли у воронки и выпуска или оси самотечного трубопровода

Полное (суммарное) сопротивление системы определяется по формуле

$$S_0 = Al + A_m \Sigma \xi, \quad (41.8)$$

$A$  — удельное сопротивление трению;  
 $l$  — длина трубопровода, м;  
 $A_m$  — удельное местное сопротивление;

$\Sigma \xi$  — сумма коэффициентов местных сопротивлений в системе (включая вход в воронку и выпуск).

Для трубопроводов с различными диаметрами на отдельных участках величины  $S_0$  необходимо вычислять для каждого участка, а затем суммировать их.

Удельные сопротивления трения принимаются в зависимости от диаметра фасонных частей:

Внутренний диаметр фасонных частей, мм	75	80	100	125
Удельные местные сопротивления $A_m$	0,0026	0,002	0,00088	0,00034
Внутренний диаметр фасонных частей, мм	150	200	250	
Удельные местные сопротивления $A_m$	0,000165	0,000052	0,000021	

Конструкция водосточной системы должна обеспечивать при минимальных диаметрах труб пропуск расчетного расхода воды с принятой водосборной площади, т. е. должно быть соблюдено условие:  $Q_{расч} \leq Q_{кр}$ . Минимальный диаметр трубопроводов должен быть не менее диаметра патрубка воронки. В системах с несколькими воронками условие  $Q_{расч} \leq Q_{кр}$  должно быть выдержано по отношению к каждой воронке.

### 41.4. Сети водостоков

Внутренние водостоки, как правило, устраивают в виде подвесных сетей, отводящих дождевые воды от воронок к стоякам с учетом технологии производства. Не разрешается прокладывать подвесные трубопроводы над оборудованием и изготавливаемой продукцией, не допускающими попадания на них влаги. Если по условиям технологии производства устройство подвесных водостоков невозможно, принимают подземную прокладку водосточных сетей и выпусков

Подземные водосточные сети служат для отвода дождевых вод от водосточных стояков или для объединения нескольких стояков с устройством одного выпуска. Отводные трубы от стояков, расположенных у колонн здания, обычно прокладывают выше фундаментов колонн; при необходимости прокладки ниже фундаментов

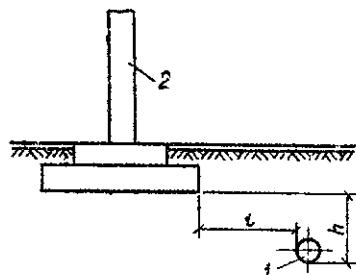


Рис. 41.12. Прокладка подземной водосточной сети вдоль колонн  
 1 — водосточная труба, 2 — колонна

колонн отводные трубы следует располагать от грани фундаментов на расстоянии  $l$ , равном не менее двойной разности ( $2h$ ) между глубиной заложения фундамента колонн и глубиной прокладки трубопроводов (рис 41.12).

В жилых, общественных и производственных зданиях ствольные трубопроводы от воронок можно прокладывать в чердачных помещениях, технических этажах, подвалах, подпольях и в грунте

Минимальные уклоны отводных трубопроводов следует принимать равными для подвесных трубопроводов 0,005, для подпольных трубопроводов — по табл 38 З

Стояки водостоков в отапливаемых помещениях рекомендуется располагать вдали от наружных стен для обеспечения естественной вентиляции стояков и во избежание обледенения воронок и верхних участков водосточных стояков

Водосточные стояки устанавливают у стен, перегородок или колонн из расчета уменьшения длины прокладки подземной водосточной сети в здании. Стояки располагают открыто или в бороздах стен, в коробах и шахтах, предусматривая у ревизий открывающиеся двери. Замоноличивание стояков в блоки или стеновые панели не допускается

В жилых зданиях стояки внутренних водостоков, как правило, располагают в лестничных клетках у стен, смежных с жилыми комнатами, с минимальным числом изгибов и поворотов

В общественных зданиях стояки внутренних водостоков можно размещать в лестничных клетках, коридорах и подсобных помещениях

На водосточном стояке должна быть установлена ревизия на высоте 1 м от пола, а при наличии отступов — также над отступами

Для прочистки подпольной водосточной сети ревизии или прочистки размещают в местах изменения направления линий более чем на 15° и на прямых участках на расстоянии не более 30 м одна от другой. Ревизии следует устанавливать в ревизионных колодцах

Для прочистки сети внутренних водостоков устанавливают ревизии, прочистки и смотровые колодцы

На прямолинейных участках подвесных трубопроводов принимают следующие наибольшие расстояния между ревизиями:

Диаметр трубопровода, мм	75—150	200 и более
Наибольшее расстояние между прочистными устройствами	20	25

Ревизии и прочистки размещают в местах, удобных для их обслуживания

В производственных и общественных зданиях, в которых позволяют условия эксплуатации, для прочистки подпольных трубопроводов устраивают смотровые колодцы на расстоянии не более 40 м один от другого

Выпуски внутренних водостоков допускается присоединять к наружным сетям как без перепада, так и с перепадом.

Стояки внутренних водостоков монтируют из чугунных канализационных, чугунных напорных, асбестоцементных напорных и пластмассовых труб в зависимости от схемы размещения внутренних водостоков, высоты и назначения здания

Подвесные трубопроводы собирают из чугунных канализационных, стальных, асбестоцементных и пластмассовых труб

Для прокладки подпольных водосточных сетей используют чугунные канализационные или водопроводные, асбестоцементные, пластмассовые, керамические, бетонные или железобетонные трубы.

Материал труб, фасонные и соединительные части для внутренних водостоков выбирают по табл 41 З

Максимальный диаметр подвесных водостоков рекомендуется принимать 300 мм

ТАБЛИЦА 4

## ТРУБЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЧАСТИ ДЛЯ ВНУТРЕННИХ ВОДОСТОКОВ

Виды и материал труб	Условный проход D <sub>y</sub> , мм	Назначение
Трубы и фасонные части чугунные раструбные		
канализационные по ГОСТ 6942 3—69	50—150	Стояки водостоков при давлении в сети до 10—15 м вод ст (стояки верхних этажей)
водопроводные напорные по ГОСТ 5525—61* (классов А и Б)	50—400	Стояки водостоков при давлении в сети более 10 м вод ст
Трубы керамические раструбные канализационные по ГОСТ 286—64	150—500	Подземные самотечные сети внутризданий водостоков промышленных зданий
Пластмассовые трубы — из полиэтилена высокой плотности (ПВП) по МРТУ 6 05 917-67 и ТУ 21 01 279 69 для районов с расчетной температурой (средней наиболее холодной пятидневки согласно главе СНиП II-A 6-72) до —30° С	50—300	Сети внутренние водостоков диаметром до 150 мм, монтируемые с применением соединительных частей, диаметр более 150 мм — с помощью сварки
Соединительные части канализационные по ВСН 6—65 поливинилхлоридные (ПВХ) по МН 1427—61 для районов с расчетной температурой до —20° С (монтаж трубопроводов при температуре не ниже 5° С)	50—150	Сети внутренние водостоков, монтируемые с применением соединительных сварных деталей непосредственно из сварки
фасонные части из винилпласта по ТУ 4251—54	100	
Трубы бетонные и железобетонные безнапорные по ГОСТ 6482—71	300—1500	Подземные самотечные сети внутренние водостоков промышленных зданий, раструбные, с заделкой цементом или гладкие с применением железобетонных муфт
Трубы стальные электро-сварные по ГОСТ 10704—63 (сортамент) и ГОСТ 10705—63 (технические требования) для районов с расчетной температурой (средней наиболее холодной пятидневки согласно главе СНиП II-A 6-72) от —40 до —65° С)	65, 80, 100, 150, 200, 300	Горизонтальные (подвесные) участки внутренних водостоков производственных зданий

Чугунные канализационные трубы используют при креплении подвесной сети к металлическим фермам, где трубы не подвергаются вибрации

Стальные трубы применяют при креплении подвесной сети к железобетонным фермам, где возможна вибрация. Стальные трубы защищают от коррозии оцинкованием, покрытием битумом и пр.

Для водосточных стояков и отводных трубопроводов следует принимать трубы, выдерживающие гидростатическое давление при засорах и переполнениях. Диаметр стояка, к которому присоединяют один или несколько подвесных трубопроводов, принимается не менее наибольшего диаметра подвесного трубопровода.

## Глава 42 СЕТИ КАНАЛИЗАЦИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ В ОСОБЫХ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

### 42.1. Сети канализации при строительстве в сейсмических районах, на подрабатываемых территориях и в районах набухающих грунтов

При прокладке стен и фундаментов сооружений не допускается заделка трубопроводов. При пропуске из стены и фундаменты между трубой и кладкой должны предусматривать зазоры не менее 10 см при основании песчаных грунтов и 15 см — глинистых грунтов. Не допускается пересечение канализационных трубопроводами деформационных швов.

При расположении выпуска канализации ниже по фундаменту на канализационном стояке перед ним следует устанавливать компенсатор. Выпуск рекомендуется прокладывать с наибольшими уклонами.

Соединения раструбных чугунных труб делают резиновыми уплотнительными кольцами или эластичными уплотнителями.

### 42.2. Сети канализации при строительстве на просадочных грунтах

Порные и самотечные трубопроводы внутри здания так же как и выпуски канализации из зданий в особых условиях II типа просадочности, проклады-

ТАБЛИЦА 42.1  
ДЛИНА КАНАЛОВ ДЛЯ ВЫПУСКОВ

Толщина слоя адочного этажа, м	Длина канала, м, при диаметре труб мм		
	до 100	100—300	>300
до 12	5	7,5	10
12	7,5	10	15

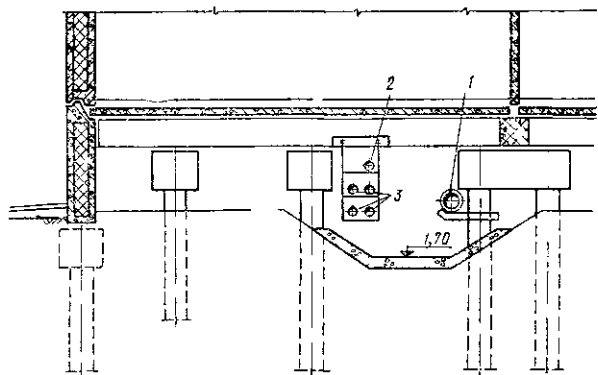
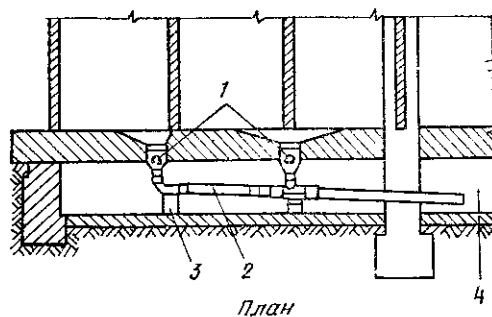


Рис. 42.1 Прокладка трубопроводов в техническом подполье  
1 — канализационный трубопровод, 2 — водопровод, 3 — трубопроводы горячей воды и отопления



План

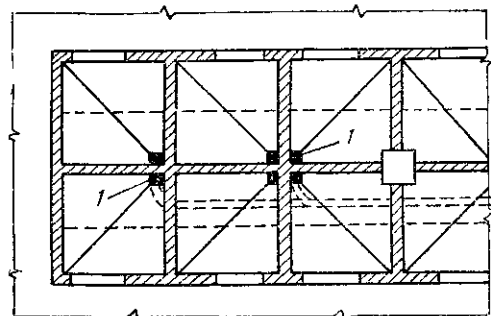


Рис. 42.2 Схема устройства душевых помещений на первом этаже

1 — трап, 2 — канализационная труба, 3 — столбик из кирпича, 4 — полупроходной канал

вают в водонепроницаемых каналах с уклоном 0,02 в сторону выпуска. Канал перекрывают съемными железобетонными плитами.

Длина водонепроницаемых каналов между обрезом фундаментов зданий и колодцем принимается в зависимости от толщины слоя просадочных грунтов и диаметров выпусков по табл. 42.1.

**Примечание.** При прокладке в канале наружных трубопроводов к которым присоединяются выпуски, длина каналов для выпусков может быть уменьшена.

Укладка выпусков в глухих футлярах не допускается. Для контроля за утечкой аварийных стоков из трубопроводов, проложенных в каналах, на выпусках устраивают контрольные колодцы диаметром 1 м. Расстояние от дна канала до дна колодца должно быть не менее 0,7 м. Стенки на высоту 1,5 м и днище колодца делают водонепроницаемыми.

В грунтовых условиях II типа просадочности грунты основания под колодцы уплотняют на глубину 1 м. Контрольные колодцы рекомендуется оборудовать автоматической сигнализацией, подающей сигналы при появлении воды в колодцах.

При возведении зданий в районах с грунтовыми условиями I типа просадочности, а также на грунтах II типа просадочности при полном устранении их просадочных свойств внутренние сети канализации и выпуски прокладывают как на непросадочных грунтах. Примыкание каналов к фундаментам зданий устраивают герметичным и с учетом возможной неравномерной просадки.

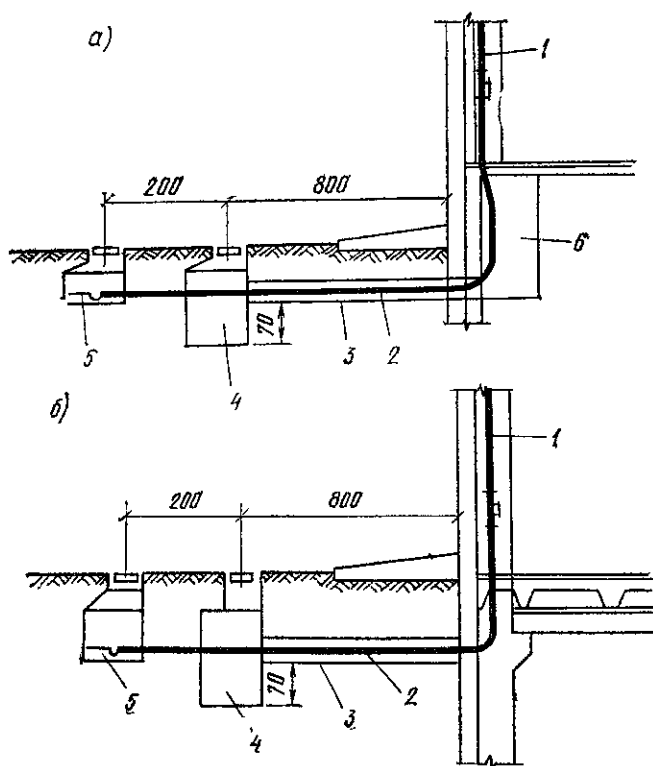


Рис 423 Устройство выпуска водостока

*a* — в бесподвальном здании, *б* — при наличии подвала, 1 — сток внутреннего водостока из стальных труб, 2 — выпуск водостока из чугунных труб, 3 — железобетонный канал диаметром 300—600 мм, 4 — контрольный колодец железобетонный, 5 — колодец на ливневочной сети, 6 — приямок размером 1×1 м

Ниже поверхности пола сети к выпускам присоединяют в водонепроницаемых приямках. Запрещается прокладывать выпуски ниже подошвы фундамента.

В местах прохождения труб через фундаменты последние необходимо заглублять не менее чем на 0,5 м ниже основания трубопровода. В фундаментах или стенах подвалов для прокладки трубопровода предусматривают отверстия или проемы. Расстояние от верха трубы до верха отверстия или проема должно быть равным  $1/3$  расчетной величины просадки основания здания, но не менее 0,1 м.

Стыковые соединения труб выполняют при помощи резиновых уплотнителей.

Водостоки, как правило, устраивают подвесными. Если по условиям технологии производства устройство подвесных водостоков невозможно, трубопроводы и выпуски прокладывают в каналах, как и другие сети канализации. Допускается устройство водостоков с выпуском на поверхность в железобетонные водонепроницаемые лотки, прокладываемые с уклоном 0,02 до наружных водостоков. При этом грунт под лотками уплотняют на толщину 1 м. Места переходов в пределах тротуаров и проездов перекрывают съемными железобетонными плитами.

Трубопроводы в условиях просадочных грунтов можно прокладывать в технических подпольях (рис 42.1).

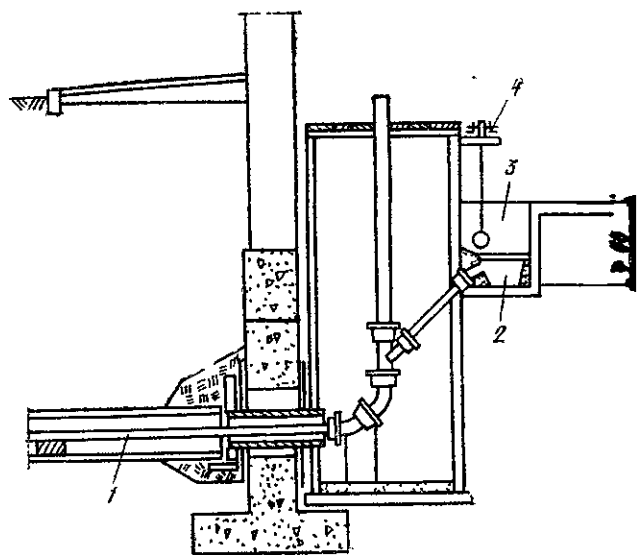


Рис 424 Устройство для удаления аварийных вод из подвала в канализацию

1 — выпуск канализации; 2 — трап; 3 — приямок; 4 — поплавковое реле

Устройство душевых на первом этаже зданий, сооружаемых на просадочных грунтах, приведено на рис 42.2. Схема выпуска водостока изведена на рис 42.3.

Пример устройства для удаления аварийных вод из подвала в канализацию показан на рис 42.4.

### 42.3. Сети канализации при строительстве в северной строительной-климатической зоне

На канализационных сетях рекомендуется предусматривать минимальное количество выпусков, прокладывая их по возможности в зоне нагрева грунта от трубопроводов горячей воды и теплосети.

Внутренние канализационные сети и выпуски из зданий, сооружаемых по I принципу строительства, рекомендуется прокладывать наземным способом или под землей в вентилируемых непроходных каналах с минимальным расстоянием от начала наземной или канальной прокладки выпусков до стен зданий, равным 6 м.

Подземная прокладка принимается при явной целесообразности по архитектурно-строительным или производственным соображениям наземной прокладки.

При строительстве на талых грунтах с глубоким промерзанием зимой применяют бесканальную прокладку подземных сетей и выпусков выше расчетной отметки промерзания грунтов, предусматривая мероприятия по предохранению сточков от замерзания и предотвращению недопустимых деформаций трубопроводов под действием пучения грунтов при замерзании.

При бесканальной прокладке выпусков в сильноувлажненных (льдистых) грунтах необходимо устраивать искусственное основание под трубы (глинобетон слоем 30—40 см и др.).



При заложении выпусков канализации при бес-  
шпильчатой прокладке следует принимать минимальной  
длину с теплотехническим расчетом, но не менее  
длины трубы (из условия наибольшего проявле-  
ния).

При заложении подземных каналов должна  
быть минимальная; допускается заложение каналов за-  
выше поверхности грунта.

Во всех способах прокладки выпусков следует пред-  
принять различные мероприятия по предотвраще-  
нию растрескивания стоков в соответствии с теплотех-  
ническим расчетом:

а) непрерывное движение воды в трубах, попуски

воды из водопровода или специальных аккумулирую-  
щих емкостей;

б) подогрев (добавление теплой воды и др.);

в) изоляция трубопроводов;

г) прокладка трубопроводов в канале с теплосетями  
или в зоне талого грунта близ теплосетей;

д) обогрев (газом, электрообогрев и др.).

В местах пересечения выпусков и внутренних тру-  
бопроводов со строительными конструкциями (стенами,  
перекрытиями и др.) необходимо предусматривать упру-  
гие уплотнения, допускающие осевое и вертикальное  
перемещение труб.

# Раздел VIII. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

## Глава 43 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

ТАБЛИЦА 43.1

НОМИНАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ГАЗА ПЕРЕД БЫТОВЫМИ ГАЗОВЫМИ ПРИБОРАМИ

Используемый газ	Номинальное давление газа, мм вод. ст.
Искусственные и смешанные газы с нижней теплотой сгорания 3500—4500 ккал/м <sup>3</sup> . . . . .	130
Сжиженные углеводородные газы с нижней теплотой сгорания 22 000—28 000 ккал/м <sup>3</sup> . . . . .	5

Проектирование, строительство и эксплуатация газового хозяйства, независимо от ведомственной принадлежности, должны осуществляться в соответствии с «Правилами безопасности в газовом хозяйстве», утвержденными Госгортехнадзором СССР

Правила безопасности обязательны для газораспределительных сетей и сооружений на них в городах и населенных пунктах, в том числе и в сельской местности. Они распространяются на газовое хозяйство сельскохозяйственных, коммунальных и промышленных предприятий (за исключением заводов черной металлургии, которые должны соблюдать «Правила безопасности в газовом хозяйстве заводов черной металлургии»), коммунально-бытовых объектов, общественных и административных зданий, детских и лечебных учреждений, учебных заведений, предприятий общественного питания, жилых зданий, использующих в качестве топлива газ из магистральных и городских газопроводов или сжиженные газы, а также на газораздаточные станции сжиженных газов

При составлении раздела «Газоснабжение» были использованы «Правила безопасности в газовом хозяйстве», главы СНиП II-Г 11-86 и СНиП I-Г 8-86, каталоги бытовой аппаратуры на газообразном топливе Главгаз межзаводов Мингазпрома СССР, Государственные стандарты СССР и другие материалы.

### 43.2. Классификация газопроводов, выбор давления газа перед приборами и расчетные перепады давлений в газовых сетях

Газопроводы на территории городов и населенных пунктов по допускаемому максимальному рабочему давлению газа делятся на газопроводы низкого давления (до 0,05 кгс/см<sup>2</sup>), среднего давления (от 0,05 до 3 кгс/см<sup>2</sup>) и высокого давления (от 3 до 12 кгс/см<sup>2</sup>)

Прокладка газопроводов более высоких давлений (свыше 12 кгс/см<sup>2</sup>) разрешается при обосновании их необходимости по согласованию с местными органами Госгортехнадзора СССР

У потребителей давление газа после газорегуляторного пункта (ГРП) и газорегуляторной установки (ГРУ) во всех случаях не должно превышать величины, требующей для нормальной работы горелок агрегатов

В газовых сетях жилых домов, общественных и административных зданий, детских и лечебных учреждений, учебных заведений, предприятий общественного питания, объектов коммунально-бытового назначения (парикмахерские, ателье, домовые прачечные, мастерские и др.) допускается использовать газ только низкого давления

Номинальное давление газа перед бытовыми приборами, устанавливаемыми в зданиях различного назначения, следует принимать в соответствии с табл. 43.1

Промышленные, сельскохозяйственные и коммунальные предприятия (в том числе отопительные котельные) могут снабжаться газом от распределительных газопроводов низкого, среднего и высокого давления

В помещениях цехов промышленных предприятий разрешается прокладка газопроводов с давлением до

\* Рекомендуется принимать в проектах при газоснабжении вновь газифицируемых городов, поселков или их микрорайонов а также районов новой застройки

\*\* Допускается принимать для ранее газифицированных городов, поселков или их микрорайонов с уже сложившимися системами газоснабжения, имеющими указанное давление перед бытовыми газовыми приборами

ТАБЛИЦА 43.2

РАСЧЕТНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ДАВЛЕНИЯ В ГАЗОПРОВОДАХ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЖДУ УЛИЧНЫМИ, ВНУТРИКВАРТАЛЬНЫМИ И ДОМОВЫМИ СЕТЯМИ, мм вод. ст.

Номинальное давление используемого газа перед газовыми приборами, мм вод. ст.	Перепад давления от ГРП до наиболее удаленного прибора			Распределение перепада давления между внутриквартальной и домовой сетью			
	всего	в том числе на сеть		многоэтажная застройка		одноэтажная застройка	
		улицную	внутриквартальную и домовую	внутриквартальная	домовая	внутриквартальная	домовая
200	180	20	60	25	35	35	5
130	115	80	35	10	25	20	15

6 кгс/см<sup>2</sup>. Устройство газопроводов с давлением газа более 6 кгс/см<sup>2</sup> допускается только в случаях, когда такое давление необходимо по условиям производства

В помещениях сельскохозяйственных и коммунальных предприятий (бани, фабрики-прачечные, фабрики химчистки, хлебопекарни и др.) разрешается прокладка газопроводов низкого и среднего давления

В отопительных котельных и коммунальных предприятиях, расположенных в отдельно стоящих зданиях, разрешается прокладка газопровода высокого давления с давлением, не превышающим 6 кгс/см<sup>2</sup>

Расчетный суммарный перепад в городских сетях низкого давления (от ГРП до наиболее удаленных горелок) следует принимать как разность между допускаем

ТАБЛИЦА 43.3

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОДНОВРЕМЕННОСТИ  $k_0$   
 ДЛЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧИСЛА  
 КВАРТИР И ТИПА ГАЗОВЫХ ПРИБОРОВ

Число квартир	Значения $k_0$					
	для одной плиты		для аппарата водо-нагревательного проточного и плиты		для аппарата водо-нагревательного емкостного и плиты	
	четырёх-горелочной	двухгорелочной	четырёх-горелочной	двухгорелочной	четырёх-горелочной	двухгорелочной
1	1	1	0,72	0,75	1	1
2	0,65	0,84	0,46	0,48	0,59	0,71
3	0,45	0,73	0,35	0,37	0,42	0,55
4	0,35	0,59	0,31	0,325	0,34	0,44
5	0,29	0,48	0,28	0,29	0,287	0,38
6	0,28	0,41	0,26	0,27	0,274	0,34
7	0,27	0,36	0,25	0,26	0,263	0,3
8	0,265	0,32	0,24	0,25	0,257	0,28
9	0,258	0,289	0,23	0,24	0,249	0,26
10	0,254	0,263	0,22	0,23	0,243	0,25
11	0,25	0,253	0,21	0,22	0,237	0,245
12	0,245	0,254	0,207	0,215	0,232	0,24
13	0,243	0,249	0,2	0,21	0,229	0,236
14	0,241	0,245	0,195	0,205	0,226	0,231
15	0,24	0,242	0,19	0,2	0,223	0,228
20	0,235	0,23	0,181	0,19	0,217	0,222
25	0,233	0,221	0,178	0,185	0,215	0,219
30	0,231	0,218	0,176	0,184	0,213	0,216
35	0,229	0,215	0,174	0,183	0,211	0,213
40	0,227	0,213	0,172	0,180	0,209	0,211
45	0,225	0,212	0,171	0,179	0,205	0,208
50	0,223	0,211	0,170	0,178	0,205	0,205
60	0,22	0,207	0,166	0,175	0,202	0,202
70	0,217	0,205	0,164	0,174	0,199	0,199
80	0,214	0,204	0,163	0,172	0,197	0,198
90	0,212	0,203	0,161	0,171	0,195	0,196
100	0,21	0,202	0,16	0,17	0,193	0,196
400	0,18	0,17	0,13	0,14	0,15	0,152

Примечания: 1. Для коммунальных квартир, укомплектованных несколькими однотипными приборами, при определении расчетных расходов газа принимают такие же коэффициенты одновременности, как и для нескольких квартир, каждая из которых укомплектована одним прибором данного типа.

2. Для квартир, оборудованных плитой бытовой газовой (двух-, трех- или четырехгорелочной) и отопительными печами, коэффициент одновременности принимается как для квартир, оборудованных такой же плитой и водонагревательным емкостным аппаратом.

Потери давления  $H$ , мм вод. ст., рассчитывают по следующим формулам.

1. Для газопроводов низкого давления:

а) для ламинарного режима при значениях числа Рейнольдса  $Re \leq 2000$  и коэффициента гидравлического сопротивления  $\lambda = 64/Re$

$$H = 115420 \frac{Q}{d^5} l \rho \nu; \quad (43.2)$$

б) для критического режима при  $Re = 2000 \dots 4000$  и  $\lambda = 0,0025 \sqrt[3]{Re}$

$$H = 0,0526 \frac{Q^{2,333}}{d^{5,333} \sqrt[3]{\rho}} \rho l; \quad (43.3)$$

максимальным и минимальным давлениями перед горелками.

Потери суммарного расчетного перепада давления распределяются в сетях низкого давления между распределительными газопроводами, дворовыми газопроводами (внутриквартальными газопроводами) и внутренними (домовыми) газопроводами по табл. 43.2.

Потери перепада давления для внутренних газопроводов промышленных предприятий и котельных зависят в зависимости от индивидуальных узлов давления, допустимого диапазона колебаний температуры агрегатов и располагаемого давления в трубопроводах.

Потери давления газа во внутренних сетях промышленных предприятий и котельных должны отрицательно сказываться на нормальной работе газогорелочных устройств.

Рекомендуется принимать расчетную величину перепада давления для указанных потребителей в следующих пределах: в случае расположения ГРП или узла редуцирования вне помещения цеха или котельной — до минимального выходного давления при применении низкого давления и до 15% при применении газа высокого давления; при устройстве узла редуцирования в помещении цеха или котельной нормы допускаемых потерь могут быть увеличены для низкого давления до 25% (включая сопротивление фильтров или измерительных диафрагм и другого газопроводного оборудования, установленного после регулятора).

### 43.3. Гидравлический расчет газопроводов

Расчетные расходы газа  $Q_p$ , м<sup>3</sup>/ч, для внутренних газопроводов с учетом коэффициента одновременности определяются по сумме номинальных расходов газа газопроводов и приборов или установками, присоединенными к данному газопроводу:

$$Q_p = \sum_{i=1}^m k_0 q_i n_i. \quad (43.1)$$

- $n_i$  — количество типов приборов или групп приборов;
- $k_0$  — коэффициент одновременности для однотипных приборов или групп приборов;
- $q_i$  — номинальный расход газа прибором или группой приборов, м<sup>3</sup>/ч;
- $m$  — количество однотипных газовых приборов или групп приборов.

Номинальные расходы газа приборами и горелочными устройствами следует принимать по паспортным данным по техническим характеристикам.

Ориентировочные данные по расчетным расходам газа наиболее распространенными приборами бытового и коммунально-бытового назначения приведены в табл. 44.1.

Часовые расходы газа на технологические нужды коммунально-бытовых и промышленных предприятий следует принимать по паспортным данным или техническим характеристикам установленного оборудования.

Коэффициенты одновременности в зависимости от числа квартир в жилых зданиях и типов газовых приборов приведены в табл. 43.3.

Гидравлический расчет газопроводов производится таблицами или номограммами<sup>1</sup> согласно формулам главы СНиП II-Г.11-66.

<sup>1</sup> Борисов С. Н. и Даточный В. В. Гидравлические расчеты газопроводов. М., «Недра», 1972.



Продолжение табл. 43.4

Потери давления  $\Delta p$ , кгс/м<sup>2</sup>, и эквивалентные длины  $l_э$ , м, в трубах стальных водопроводных обыкновенных, ГОСТ 3262-62 (при 0°С и 760 мм рт. ст.), при условном проходе\*, мм

15		20		25		32		40		50		70		80	
$\Delta p$	$l_э$	$\Delta p$	$l_э$	$\Delta p$	$l_э$	$\Delta p$	$l_э$	$\Delta p$	$l_э$	$\Delta p$	$l_э$	$\Delta p$	$l_э$	$\Delta p$	$l_э$
												3,385	2,78	1,448	3,31
												5,18	2,84	2,206	3,39
														3,119	3,45
														4,901	3,53
Для газообразного пропана, $\rho = 2 \text{ кг/м}^3$ и $\nu = 3,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$															
0,013	0,15														
0,027	0,3														
0,041	0,45	0,012	0,45												
0,07	0,46	0,016	0,59												
0,119	0,44*	0,024	0,65												
0,31	0,37*	0,062	0,57*	0,017	0,78										
0,525	0,39	0,121	0,51*	0,033	0,71*										
1,114	0,42	0,253	0,55	0,078	0,68*										
1,91	0,43	0,43	0,53	0,132	0,72	0,02	0,9								
4,119	0,45	0,913	0,61	0,278	0,77	0,033	0,92	0,017	1,03						
		1,568	0,64	0,474	0,81	0,07	1	0,036	1,12						
		2,394	0,65	0,718	0,83	0,118	1,05	0,06	1,19	0,017	1,48				
		3,391	0,66	1,012	0,85	0,178	1,09	0,091	1,24	0,026	1,55				
		4,557	0,67	1,354	0,87	0,25	1,12	0,127	1,28	0,036	1,6	0,01	1,98		
				1,745	0,88	0,332	1,15	0,168	1,31	0,047	1,65	0,014	2,04		
				2,184	0,89	0,426	1,17	0,216	1,33	0,061	1,69	0,018	2,1		
				2,671	0,9	0,531	1,19	0,268	1,36	0,075	1,73	0,022	2,15		
						0,648	1,2	0,326	1,38	0,091	1,76	0,027	2,19	0,012	2,53
						1,396	1,26	0,699	1,45	0,194	1,87	0,056	2,36	0,024	2,74
						2,421	1,29	1,207	1,49	0,331	1,94	0,096	2,48	0,041	2,89
						3,723	1,31	1,85	1,52	0,505	2	0,145	2,56	0,033	3
						5,301	1,32	2,628	1,54	0,713	2,03	0,204	2,62	0,088	3,09
								4,586	1,57	1,235	2,09	0,35	2,72	0,15	3,22
										1,897	2,13	0,534	2,78	0,228	3,31
												2,698	2,15	0,322	3,38
												3,64	2,17	0,432	3,44
												4,721	2,19	0,557	3,48
														1,315	2,9
														1,651	2,92
														2,024	2,94
														3,123	2,98
														4,458	3
															1,87
															2,524
															3,275
															3,7
															5,069
															3,74

\* Скачок при переходе от одной формулы к другой  
 \*\* Наружные и внутренние диаметры труб, см. табл. 11 приложения

в) для турбулентного режима при  $Re > 4000$  и  $\lambda = 0,11 (K_э/d + 68/Re)^{0,25}$

$$H = 7 \left( \frac{K_э}{d} + 1922 \frac{\nu d}{Q} \right)^{0,25} \frac{Q^2}{d^5} \rho l \quad (43.4)$$

2. Для газопроводов среднего и высокого давления во всей области турбулентного режима

$$\frac{p_н^2 - p_к^2}{l} = 1,45 \cdot 10^{-3} \left( \frac{K_э}{d} + 1922 \frac{\nu d}{Q} \right)^{0,25} \frac{Q^2}{d^5} \rho, \quad (43.5)$$

где  $p_н$  — абсолютное давление газа в начале газопровода, кгс/см<sup>2</sup>;

- $p_к$  — то же, в конце газопровода, кгс/см<sup>2</sup>;
- $l$  — расчетная длина газопровода, м;
- $K_э$  — эквивалентная абсолютная шероховатость стенки трубы, см;
- $d$  — внутренний диаметр газопровода, см;
- $\nu$  — кинематическая вязкость газа при 0°С и давлении 760 мм рт. ст., м<sup>2</sup>/с;
- $Q$  — расчетный расход газа, м<sup>3</sup>/ч;
- $\rho$  — плотность газа при 0°С и давлении 760 мм рт. ст., кг/м<sup>3</sup>.

Расчетная длина газопровода  $l$  с небольшим числом местных сопротивлений определяется увеличением действительной длины газопровода  $l_1$  на 5—10%:

$$l = (1,05 \dots 1,1) l_1 \quad (43.6)$$

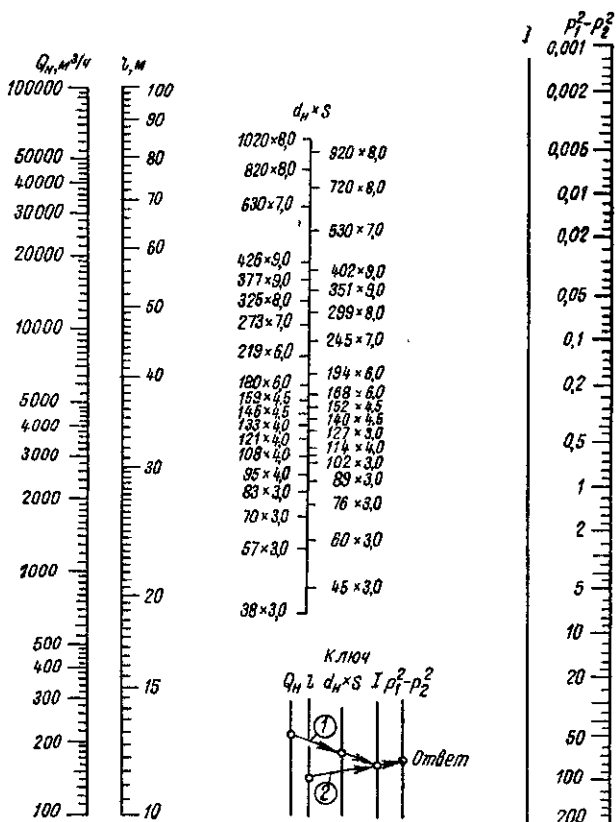


Рис. 43.1. Номограмма для определения потерь давления в газопроводах среднего и высокого давления (до 12 кгс/см<sup>2</sup>) для природного газа с  $\rho=0,73$  кг/м<sup>3</sup>,  $\nu=14,3 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с

При расчете газопроводов низкого давления для жилых зданий допускают, что потери давления в местных сопротивлениях пропорциональны потерям давления на прямолинейных участках газопроводов и составляют:

- а) на газопроводах от ввода в здание до стояка — 25% линейных потерь;
- б) на стояках — 20%;
- в) на внутриквартирной разводке при длине разводки 1—2 м — 450%; 3—4 м — 200%; 5—7 м — 120%; 8—12 м — 50%.

При расчете газопровода небольшой протяженности со сложной конфигурацией расчетная длина газопровода, м, определяется по формуле

$$l = l_1 + \sum \zeta l_{\text{экв}} \quad (43.7)$$

где  $\sum \zeta$  — сумма коэффициентов местных сопротивлений данного участка газопровода;

$l_{\text{экв}}$  — условная длина прямолинейного участка газопровода, м, линейные потери на котором равны потерям давления в местном сопротивлении со значением коэффициента  $\zeta=1$ .

Эквивалентная длина определяется по таблицам или по номограммам, составленным по следующим формулам в зависимости от режима движения газа: для ламинарного режима

$$l_{\text{экв}} = 5,5 \cdot 10^{-6} \frac{Q}{\nu} \quad (43.8)$$

для критического режима

$$l_{\text{экв}} = 12,15 \frac{d^{1,333} \nu^{0,333}}{Q^{0,333}} \quad (43.9)$$

для всей области турбулентного режима

$$l_{\text{экв}} = \frac{d}{11 \left( \frac{K_s}{d} + 1922 \frac{\nu d}{Q} \right)^{0,25}} \quad (43.10)$$

Потери давления и эквивалентные длины наиболее часто употребляемых труб для газопроводов низкого давления следует определять по табл. 43.4, а для газопроводов среднего и высокого давления — по номограммам на рис. 43.1—43.2\*.

Коэффициенты местных сопротивлений (приближенное значение) приведены в табл. 43.5.

При расчете газопроводов следует учитывать гидростатический напор  $H_T$ , кгс/м<sup>2</sup> (мм вод. ст.), определяемый по формуле

$$H_T = \pm (\rho_v - \rho_g) Z, \quad (43.11)$$

где  $\rho_v$  — плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_g$  — то же, газа, кг/м<sup>3</sup>;  
 $Z$  — разность абсолютных отметок начала и конца рассчитываемого газопровода, м.

При движении газа вверх значение  $H_T$  принимают со знаком минус, а при движении газа вниз — со знаком плюс.

Для расчета внутренних газопроводов составляется схема газопровода и предварительно принимаются диаметры труб. В расчетной схеме должны быть указаны длины и принятые диаметры газопровода и приведены фасонные части, запорная арматура и устанавливаемое оборудование.

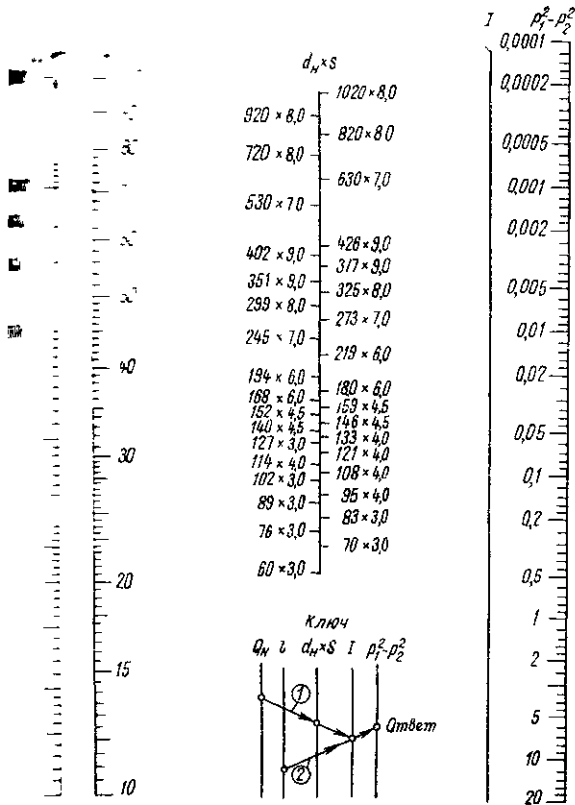
Газопровод разбивают на отдельные расчетные участки, характеризующиеся постоянными расходом газа и диаметром трубы.

Газопровод рассчитывают для наиболее удаленных приборов.

Полученные величины вносятся в расчетный бланк (табл. 43.6).

При расчете газопроводов среднего и высокого давления вместо графы 8 следует ввести три графы:  $(p_n^2 - p_k^2)/l$ ,  $p_n$  и  $p_k$ . Потери давления при этом выражаются в кгс/см<sup>2</sup>.

\* Борисов С. Н. и Датошный В. В. Гидравлические расчеты газопроводов. М., «Недра», 1972.



2 Номограмма для определения потерь давления в газопроводах среднего и высокого давления (до 6 МПа) для газообразного пропана с  $\rho = 2 \text{ кг/м}^3$ ,  $v = 3,7 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}$

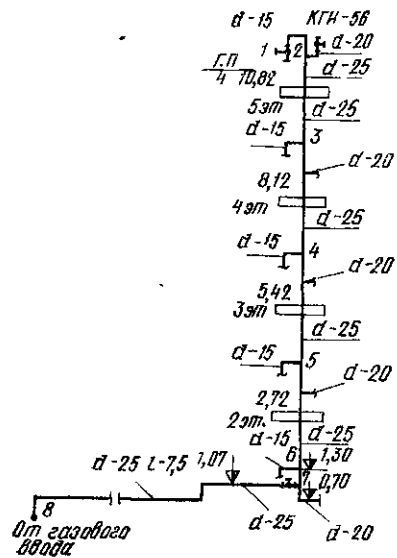


Рис. 43.3. Расчетная схема газового стояка  
1-8 — номера участков

ТАБЛИЦА 43.5  
КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Местное сопротивление	Значение $\zeta$
Полное сужение в пределах перехода на следующий меньший диаметр по ГОСТ (для участка с меньшим диаметром)	0,35
Входной вентиль (для участка с меньшим расходом газа)	1
Входной вентиль (для участка с меньшим расходом)	1,5
Полодная вентиль	2
Входной вентиль 90°	3
Вентиль 90° с $d$ , мм	0,3
Вентиль 90° с $d$ , мм	2,2
Вентиль 90° с $d$ , мм	2,1
Вентиль 90° с $d$ , мм	2
Вентиль 90° с $d$ , мм	1,6
Вентиль 90° с $d$ , мм	1,1
Вентиль 90° с $d$ , мм	4
Вентиль 90° с $d$ , мм	2
Вентиль 90° с $d$ , мм	0,5

В том случае, если общие расчетные потери давления в газопроводе будут больше рекомендуемой предельной величины или значительно меньше ее, следует соответственно изменить принятые диаметры газопровода и произвести повторно расчет газопровода нового диаметра.

**Пример 43.1.** Рассчитать газовый стояк (рис 43.3) для типового проекта пятиэтажного жилого дома на 119 квартир. Квартиры снабжены газовыми четырехгорелочными плитами и прочными газовыми водонагревателями КГИ 56 Газ природный, плотность  $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$

Номинальное давление газа в городской сети 130 мм вод. ст. Принимаем, что расход природного газа приборами составляет для четырехгорелочной плиты с духовым шкафом  $1,13 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а для водонагревателя КГИ-56— $2,94 \text{ м}^3/\text{ч}$  (см табл 44.1)

Расчетный расход газа определяем с учетом коэффициентов одновременности (см табл 43.3) Коэффициенты местных сопротивлений приведены в табл 43.5

Потери давления и эквивалентные длины стальных водопроводных труб определяем по табл 43.4 При отсутствии в таблице требуемого расчетного расхода определяемую величину находим путем интерполяции

Расчет проводим для наиболее удаленного прибора — газовой плиты на пятом этаже Определенные величины вносим в расчетный бланк (табл 43.6)

Потери давления газа в газопроводе от места присоединения к вводу в здание до наиболее удаленного газового прибора на пятом этаже составляют 11,1 мм вод. ст. Гидростатический напор в стояке равен 5,8 мм вод. ст., следовательно, расчетные потери давления в газопроводе составляют 5,3 мм вод. ст., что находится в пределах рекомендуемых величин (см табл 43.2).

РАСЧЕТНЫЙ БЛАНК ГАЗОВОГО СТОЯКА

Расчетный участок	Расчетный расход газа $Q$ , м <sup>3</sup> /ч	Принятый диаметр газопровода $d$ , мм	Действительная длина участка $l$ , м	Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\sum \zeta$	Эквивалентная длина на участке $l_{экв}$ , м	Расчетная длина участка $l$ , м	Потери давления, мм вод. ст. (кгс/м <sup>2</sup> )		Гидростатический напор $H$ , мм вод. ст. (кгс/м <sup>2</sup> )	Расчетные потери давления, мм вод. ст. (кгс/м <sup>2</sup> )	Перечень мест с суммарными сопротивлениями
							на 1 м длины газопровода	на всем участке			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1-2	1,18	15	1,5	8,75	0,4	5	0,23	1,2	—	1,2	1 кран ( $\zeta=4$ ), 2 угольника ( $\zeta=4$ ), 1 переход ( $\zeta=0,3$ ), 1 тройник ( $\zeta=1$ )
2-3	3	25	2,1	1	0,77	2,85	0,102	0,3	—	0,3	1 тройник ( $\zeta=1$ )
3-4	3,8	25	2,7	2	0,7	4,1	0,20	0,8	—	0,8	2 тройника ( $\zeta=2$ )
4-5	4,3	25	2,7	2	0,68	4,03	0,264	1,1	—	1,1	2 тройника ( $\zeta=2$ )
5-6	5,1	25	2,7	2	0,68	4,06	0,34	1,4	—	1,4	2 тройника ( $\zeta=2$ )
6-7	5,4	25	0,23	1	0,68	0,91	0,392	0,4	—	0,4	1 тройник ( $\zeta=1$ )
7-8	5,7	25	7,5	9,5	0,69	14,1	0,418	5,9	—	5,9	1 тройник поворота ( $\zeta=1,5$ ), 3 угольника ( $\zeta=6$ ), 1 кран ( $\zeta=2$ )
1-8								11,1	-5,8	5,3	

### 43.4. Трубы и арматура

Для сооружения внутренних газопроводов должны применяться стальные трубы и запорная арматура, номенклатура которых приведена в главе СНиП I-G.8-66.

Для подземных газопроводов должны применяться трубы с толщиной стенок не менее 3 мм, а для надземных — не менее 2 мм.

Соединение труб должно производиться сваркой. Резьбовые и фланцевые соединения допускаются в местах установки отключающих устройств, компенсаторов, регуляторов давления, контрольно-измерительных приборов и другой арматуры, а также при монтаже изолирующих фланцев. Кроме того, резьбовые соединения труб допускаются внутри зданий при монтаже газопроводов низкого давления из узлов, заготовленных на трубозаготовительных заводах или в мастерских.

Для присоединения контрольно-измерительных приборов и приборов автоматики к газопроводам с давлением газа выше 1 кгс/см<sup>2</sup> должны применяться металлические трубки.

При давлении газа от 0,05 до 1 кгс/см<sup>2</sup> разрешается присоединять контрольно-измерительные приборы с помощью резино-тканевых рукавов (по ГОСТ 8318—57 типа Б на рабочее давление до 10 кгс/см<sup>2</sup>, ГОСТ 9356—60 типа II на рабочее давление до 6 кгс/см<sup>2</sup> или по другим соответствующим ГОСТам).

Присоединение контрольно-измерительных приборов к газопроводам низкого давления (до 0,05 кгс/см<sup>2</sup>) допускается с помощью резиновых трубок, изготовленных из маслбензостойкой резины.

Длина резино-тканевых рукавов резиновых трубок не должна быть более 1 м; их закрепляют на штуцерах газопровода и прибора хомутами.

На отводах к приборам необходимо установить отключающие устройства.

Для монтажа газопроводов и газового оборудования следует применять соединительные и фасонные части, изготовленные из ковкого чугуна или стали.

### 43.5. Устройство внутренних газопроводов

Газопроводы в зданиях прокладываются открыто в местах, удобных для обслуживания и исключающих повреждения.

Разрешается прокладка газопроводов в бороздах стен, закрывающихся легко снимаемыми щитами, или в каналах пола промышленных предприятий со съемными несгораемыми перекрытиями.

Борозды и каналы должны иметь размеры, позволяющие осмотр, ремонт и обслуживание газопроводов. Следует обеспечить вентиляцию борозд и каналов.

Прокладка в каналах запрещается, если по условиям производства возможно попадание в них кислот или других жидкостей, корродирующих газопровод.

Резьбовые и фланцевые соединения, а также арматура на газопроводах, прокладываемых в каналах и бороздах, не допускаются. В каналах совместно с газопроводами разрешается прокладка воздухопроводов и трубопроводов инертных газов, труб водоснабжения и отопления.

Каналы для газопроводов не должны пересекать другие каналы и туннели. Если нельзя избежать пересечения, необходимо устанавливать перемычки и закладывать газопровод в футляр. Концы футляра должны быть выведены на 300 мм в обе стороны за пределы перемычки.

В помещениях сельскохозяйственных предприятий



Газопроводов с заделкой труб в пол, а также в полов не разрешается.

Газопроводы при пересечении фундаментов, перегородочных лестничных клеток, а также стен или перегородочных стоек или пористых материалов заключаются в футляры, изготовленные, как правило, из стальной трубы. Участки газопроводов в пределах футляра не должны иметь стыковых соединений.

Расстояние между газопроводом и футляром обеспечивается просмоленной пряжей с битумом или цементом. Конец футляра должен выступать над полом над лестничной площадкой на 50 мм. Прокладка газопроводов через вентиляционные каналы, воздуховоды, шахты и дымоходы не допускается.

В зданиях из крупных блоков или из панелей не допускается пересечение газопроводами каналов в блоках и панелях в неработающей части каналов (ниже ввода соединительной трубы для отвода продуктов сгорания от газовых приборов или места установки вентиляционной решетки), при этом газопровод должен быть заключен в футляр. Прокладка газопровода транзитом через помещение, где газ не используется, допускается только для газопроводов низкого и среднего давления при выполнении следующих условий: 1) соединения газопровода на сварке; 2) отсутствия какой-либо арматуры; 3) обеспечения беспрепятственного свободного доступа эксплуатационного персонала в помещение.

Не допускается прокладка газопроводов транзитом через помещения подвалов, взрывоопасных производств, трансформаторных устройств и подстанций, склады взрывоопасных и горючих материалов, вентиляционные камеры, а также через помещения, в которых возможна повышенная коррозионность труб.

При подводе газопроводов к газопотребляющим приборам и агрегатам промышленных и коммунально-бытовых предприятий и лабораторий допускается заделка газопроводов в бетонном полу. При этом газопроводы должны покрываться противокоррозионной эмалью. Заделка газопровода в штрабе производится тем сплошной заливки бетоном. В местах входа газопровода устанавливаются футляры, выступающие над полом не менее чем на 30 мм. В том месте, где газопровод заделан в пол, не должно быть каких-либо устройств и резьбовых соединений.

Газопроводы влажного газа должны иметь уклон не менее 0,003.

При наличии газовых счетчиков уклон газопровода должен предусматриваться от счетчика к стояку или к вводу и от счетчика к газовым приборам.

Газопроводы для влажного газа, прокладываемые в помещениях с температурой ниже  $+3^{\circ}\text{C}$ , должны иметь теплоизоляцию.

Внутри зданий в местах прохода людей под газопроводом последний должен прокладываться на высоте не менее 2,2 м.

Взаимное расположение газопроводов и электропроводов внутри помещений должно удовлетворять следующим требованиям.

1. При параллельной прокладке от открыто проложенного электропровода или кабеля до стенки газопровода должно быть не менее 250 мм. При скрытой прокладке электропровода или прокладке его в трубе это расстояние может быть уменьшено до 50 мм, считая соответственно от края заделанной борозды или от стенки трубы.

2. В местах пересечения газопровода с электропроводом или кабелем расстояние между ними должно быть не менее 100 мм. Для жилых и общественных

зданий допускается пересечение осветительных проводов с газопроводом без зазора при условии заключения электропровода в резиновую или эбонитовую трубку, выступающую на 100 мм с каждой стороны газопровода.

3. Расстояние газопровода от стенки распределительного или коммутационного электрощита или шкафа должно быть не менее 500 мм.

При пересечении газопровода, прокладываемого внутри здания, различными трубопроводами (водопроводом, канализацией и др.) трубы не должны соприкасаться.

Газопроводы, прокладываемые внутри помещения и в каналах, после окончания монтажа и испытаний следует окрашивать масляными или полиэтиленовыми красками в светло-коричневый цвет.

### 43.6. Отвод продуктов сгорания

Отвод продуктов сгорания газа от газовых водонагревателей и других приборов, требующих отвода газов в дымовую трубу, производится во вновь проектируемых зданиях от каждого прибора по обособленному дымоходу.

В существующих зданиях допускается присоединение к одному дымоходу двух газовых приборов, расположенных на одном или разных этажах.

Вводы продуктов сгорания газа в общий дымоход должны находиться на разных уровнях (не ближе 50 см один от другого). В случае необходимости устройства вводов в дымоход на одном уровне следует сделать в дымоходе рассечку высотой не менее 50 см.

При присоединении к дымоходу двух водонагревателей или печей проверяют достаточность сечения дымохода для пропуска дымовых (уходящих) газов, исходя из условия одновременного пользования приборами.

Дымоходы устраиваются, как правило, во внутренних капитальных стенах здания. При необходимости устройства их в наружных стенах толщина стенки дымохода со стороны наружной поверхности стены должна быть достаточной для предотвращения конденсации влаги в нем. Толщину стенки дымохода определяют расчетом. Температура продуктов сгорания на выходе из него должна быть выше точки росы. При опасности конденсации влаги использование неутепленных дымоходов для отвода продуктов сгорания газа не допускается и требуется их утепление.

Приборы коммунально-бытового назначения (ресторанные плиты, пищеварочные котлы и др.) могут присоединяться как к общему, так и к обособленным дымоходам.

У коммунально-бытовых потребителей при отводе продуктов сгорания от ресторанных плит и других газовых агрегатов допускаются горизонтальные участки дымоходов общей длиной не более 10 м. Для отвода продуктов сгорания разрешается применять стальные дымовые трубы. Вне здания трубы должны быть теплоизолированы.

Стенки у вводов должны быть гладкими и без выступов. На чердаках или в других холодных помещениях дымоходы следует утеплять.

Газовые приборы с дымоходами соединяются трубами из кровельной стали. Площадь сечения труб должна быть не менее площади сечения выходного патрубка газового прибора или установки.

Общая длина горизонтальных участков соединительной трубы во вновь строящихся домах не должна превышать 3 м, а в существующих домах — 6 м.

В соединительных трубах допускается не более трех поворотов, радиус закругления которых должен быть не менее диаметра трубы и уклон в сторону газового прибора или установки не менее 0,01

Длина вертикального участка соединительной трубы, считая от низа патрубка до оси горизонтального участка должна быть не менее 0,5 м. В помещениях высотой до 2,7 м для приборов с тягопрерывателями допускается уменьшение вертикального участка до 0,25 м, а для приборов без тягопрерывателей — до 0,15 м.

Дымоходы от газовых отопительных печей, ресторанных плит, кипятильников и других приборов, не имеющих тягопрерывателей, следует оборудовать шиберами (заслонками), позволяющими регулировать тягу в дымоходе.

Шиберы (заслонки) должны иметь сквозные незакрывающиеся отверстия диаметром не менее 15 мм.

Установка задвижек и шиберов на соединительных трубах от водонагревателя к дымоходам запрещается.

Ниже места ввода соединительных труб в дымоход оставляют «карман» с люком для прочистки. Глубина кармана должна быть не менее 250 мм.

В панельных и блочных домах устройство люков в каналах обязательно.

Дымовые трубы выводят на 0,5 м выше конька крыши при расположении их по горизонтали не далее 1,5 м от него, на одном уровне с коньком крыши, если они отстоят на 1,5—3 м от него, ниже конька крыши (но не ниже прямой, проведенной от конька вниз под углом  $10^\circ$  к горизонту) при расположении их от него далее 3 м.

Во всех случаях высота трубы над прилегающей частью крыши должна быть не менее 0,5 м.

Если вблизи дымовой трубы находятся более высокие части здания, строения или дерева дымовые трубы от газовых приборов и агрегатов выводят выше границы зоны ветрового подпора (пространства, которое находится ниже линии, проведенной под углом  $45^\circ$  к горизонту от наиболее высокой части здания или дерева).

Дымоходы должны быть защищены от воздействия атмосферных осадков.

Величина разрежения (тяги) в дымоходе должна обеспечивать отвод продуктов сгорания от газовых приборов в атмосферу.

Сечения дымоходов и соединительных труб определяют расчетом. Расчет дымоходов приведен во II части «Справочника проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений». Дымоходы должны устраиваться в соответствии с требованиями главы СНиП III-Г 11 62 «Отопительные печи, дымовые и вентиляционные каналы жилых и общественных зданий. Правила производства и приемки работ».

## Глава 44. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

### 44.1. Бытовые газовые приборы

**Плиты стационарные.** Выпускаются плиты бытовые газовые стационарные двух- и четырехгорелочные с духовым шкафом для работы на природном газе и трехгорелочные с духовым шкафом со встроенным баллоном для работы на сжиженном газе. Продукты сгорания газа поступают непосредственно в помещение.

Техническая характеристика и габаритные размеры

выпускаемых в настоящее время плит приведены в табл. XIX 1 приложения.

**Аппараты водонагревательные проточные.** Водонагревательные проточные газовые аппараты предназначены для непрерывного подогрева протекающей воды, потребляемой для бытовых нужд, и могут быть использованы для многоточечного водоразбора.

Все проточные водонагреватели оборудуются автоматикой безопасности, обеспечивающей прекращение подачи газа на основную горелку при отсутствии расхода воды или снижении ее давления ниже минимального, а также при погасании пламени запальной горелки.

Аппараты с тепловой нагрузкой более 8000 ккал/ч должны обязательно присоединяться к дымоходу, обеспечивающему полный отвод продуктов сгорания газа от водонагревателя.

Для предотвращения погасания основной горелки при опрокидывании тяги водонагреватели снабжены тягопрерывателем.

Техническая характеристика и габаритные размеры наиболее распространенных конструкций водонагревателей приведены в табл. XVIII 1 приложения.

**Аппараты водонагревательные емкостные.** Водонагревательные емкостные газовые аппараты предназначены для систем горячего водоснабжения и отопления квартир и небольших коммунально-бытовых помещений, оборудованных местными системами водяного отопления. Продукты сгорания газа отводятся в дымоходы. Аппараты снабжены тягопрерывателями. Водонагреватель АГВ-80М предназначен для отопления квартиры площадью до 50 м<sup>2</sup>, а водонагреватель АГВ-120 — до 100 м<sup>2</sup>.

Техническая характеристика и габаритные размеры водонагревателей приведены в табл. XVIII 2 приложения.

Ориентировочные расходы газа наиболее распространенными бытовыми газовыми приборами приведены в табл. 44 1.

ТАБЛИЦА 44 1

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ПО НОМИНАЛЬНЫМ РАСХОДАМ ТЕПЛА И ГАЗА НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ БЫТОВЫХ ГАЗОВЫХ ПРИБОРОВ

Прибор	Тепловая нагрузка, тыс ккал/ч	Расход газа, м <sup>3</sup> /ч	
		природного ( $Q_H = 8500$ ккал/м <sup>3</sup> )	сжиженного ( $Q_H = 22 000$ ккал/м <sup>3</sup> )
Плита бытовая газовая стационарная с духовым шкафом	двухгорелочная	5,6—6,2	0,66—0,73
	трехгорелочная	7 8—8,8	—
	четырегорелочная	9 6—10 4	1,13—1,22
Аппарат водонагревательный газовый бытовой	проточный	18—25	2,12—2,94
	емкостный АГВ 80М	6	0,71
	емкостный АГВ 120	12	1,41
			0,818—1,136
			0,255—0,282
			0,355—0,4
			0,437—0,472
			0,818—1,136
			0,273
			0,546

**Пересчет сопел газовых горелок.** Газовое оборудование обычно выпускают для сжигания природного газа, теплота сгорания которого составляет 8500 ккал/м<sup>3</sup>. При сжигании газа, имеющего другие параметры (давление или теплоту сгорания), следует изменить диаметр выходного отверстия сопла газовой горелки. При переходе на другое давление газа, имеющего ту же теплоту

новый диаметр выходного отверстия газового сопла, мм, определяют по формуле

$$d_2 = d_1 \sqrt[4]{\frac{p_1}{p_2}}, \quad (44.1)$$

- диаметр выходного отверстия сопла при работе на прежнем расчетном давлении газа, мм;
- прежнее расчетное номинальное давление газа перед соплом горелки, мм вод. ст.;
- новое расчетное номинальное давление газа перед соплом горелки, мм вод. ст.

При изменении теплоты сгорания, плотности и давления газа перед соплом новый диаметр сопла  $d_2$ , мм, определяют по формуле

$$d_2 = d_1 \sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}} \sqrt[4]{\frac{p_1 p_2}{p_2 p_1}}, \quad (44.2)$$

- $Q_1$  — расход газа, имеющего прежнюю теплоту сгорания, м<sup>3</sup>/ч;
- $Q_2$  — расход газа, имеющего новую теплоту сгорания, м<sup>3</sup>/ч;
- $\rho_1$  — плотность газа прежнего состава, кг/м<sup>3</sup>;
- $\rho_2$  — плотность газа нового состава, кг/м<sup>3</sup>.

#### 44.2. Требования к помещениям, в которых устанавливают газовые приборы

Газовые плиты и таганы (плиты без духовых шкафов) разрешается устанавливать в кухнях высотой не менее 2,2 м, имеющих окно с форточкой, фрамугой или выходящейся створкой, и вентиляционный канал.

Объем кухни должен быть не менее 15 м<sup>3</sup> для плиты на четыре конфорки, 12 м<sup>3</sup> для плиты на три конфорки и 8 м<sup>3</sup> для плиты или тагана на две конфорки.

Кроме того, если в существующих жилых зданиях высота и объем кухни соответствуют нормам, установка плит и таганов разрешается:

- а) в кухнях, не имеющих вентиляционных каналов; в этих случаях форточки или фрамуги должны быть расположены в верхней части окна;
- б) в кухнях без окон при наличии в них вентиляционных каналов и окон с форточками или фрамугами смежных нежилых помещениях, в которые из кухни имеются выходы;
- в) в коридорах индивидуального пользования при условии, что они имеют окна с форточками или фрамугами в верхней части.

Между плитой или таганом и противоположной стеной должен быть проход не менее 1 м.

Кухни, непосредственно сообщающиеся с жилыми комнатами, должны иметь дверь или раздвижную перегородку.

В кухнях, расположенных в подвальных помещениях без естественного освещения, установка газовых приборов не разрешается.

Газовые водонагреватели с отводом продуктов сгорания в дымоходы могут устанавливаться в кухнях квартир и ванных комнатах, имеющих вентиляционный канал. Двери должны открываться наружу.

Объем помещения должен быть не менее 7,5 м<sup>3</sup> при установке водонагревателя проточного типа и 6 м<sup>3</sup> при установке водонагревателя емкостного типа.

Газовые малометражные отопительные котлы (типа НИИСТО-М<sup>3</sup>) или емкостные газовые водонагреватели,

используемые для отопления, устанавливаются в нежилых помещениях объемом не менее 7,5 м<sup>3</sup>.

При установке в кухне котла или емкостного водонагревателя объем помещения должен быть на 6 м<sup>3</sup> больше необходимого для установки там газовых плит.

Помещения, в которых устанавливаются водонагреватели, должны иметь для притока воздуха решетку сечением не менее 0,02 м<sup>2</sup> в нижней части двери (стены) или зазоры такой же площадью, которые устраиваются между дверью и полом.

Не разрешается установка водонагревателей в ванных комнатах при номерах гостиниц, домов отдыха, санаториев и др.

Газовые бытовые холодильники могут устанавливаться в кухнях или в вентилируемых коридорах, изолированных от жилых помещений дверями или раздвижными перегородками.

Увеличения объема кухни при установке газового холодильника не требуется.

Кухни пищеблоков, детских, лечебных и учебных заведений, столовых, ресторанов и т. п. должны иметь естественное освещение и постоянно действующую приточно-вытяжную вентиляцию, обеспечивающую не менее чем трехкратный воздухообмен в 1 ч. Кроме специального газового оборудования с отводом продуктов сгорания в дымоход, в этих кухнях допускается применение в качестве вспомогательного оборудования не более двух бытовых газовых плит или таганов. При этом в детских и лечебных учреждениях установка бытовых газовых плит без отвода продуктов сгорания в дымоходы (через зонты) не допускается.

В кухнях, расположенных непосредственно под больничными палатами, аудиториями и классами учебных заведений, а также под фойе, зрительными, обеденными и торговыми залами, можно устанавливать только один газовый прибор — бытовую газовую плиту, рассчитанную на непрерывную многочасовую работу, газовый кипятильник или проточный водонагреватель. В этих кухнях не допускается установка баллонов сжиженных газов.

Под спальными и групповыми комнатами детских учреждений установка газовых приборов не разрешается.

В зданиях любого назначения топки газифицированных отопительных печей должны располагаться со стороны коридора или другого помещения, не предназначенного для длительного пребывания людей.

Помещения, в которые выходят топки газифицированных печей, должны иметь вентиляционный канал, окно с форточкой или дверь, выходящую наружу, в кухню или в тамбур.

Помещения, в которых устанавливаются газовые камины или калориферы, должны иметь окно с форточкой или вентиляционный канал; отвод продуктов сгорания производится через дымоход.

#### 44.3. Размещение газовых приборов

При размещении газовых приборов должны быть соблюдены следующие расстояния, мм (не менее):

от задней стенки плиты до стены	75
между плитой и противоположной стеной (проход)	1000
» выступающими частями плиты и водонагревателями (по горизонтали)	100
от плиты или тагана до баллона со сжиженным газом	500
от радиатора отопления или печи до баллона со сжиженным газом	1000
между печью и стеной (проход)	1000

между задней стенкой холодильника и стеной помещения . . . . . 50  
 между проточным водонагревателем или мало-  
 метражным котлом и несгораемой стеной . . . . . 150  
 между топкой емкостного водонагревателя или ма-  
 лометражного котла и стеной (проход) . . . . . 1000

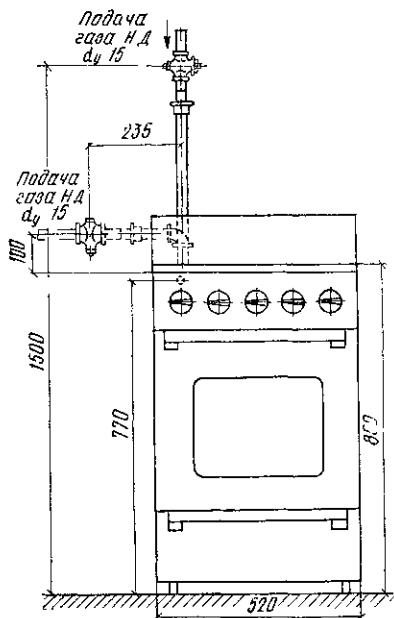


Рис. 44.1. Установ-  
 ка четырехго-  
 релочной бытовой  
 газовой плиты

Рис. 44.2. Установ-  
 ка проточного га-  
 зового водонагре-  
 вательного аппа-  
 рата

1 — смеситель; 2 — за-  
 щитный лист для  
 трудносгораемой сте-  
 ны, 3 — гофр R5

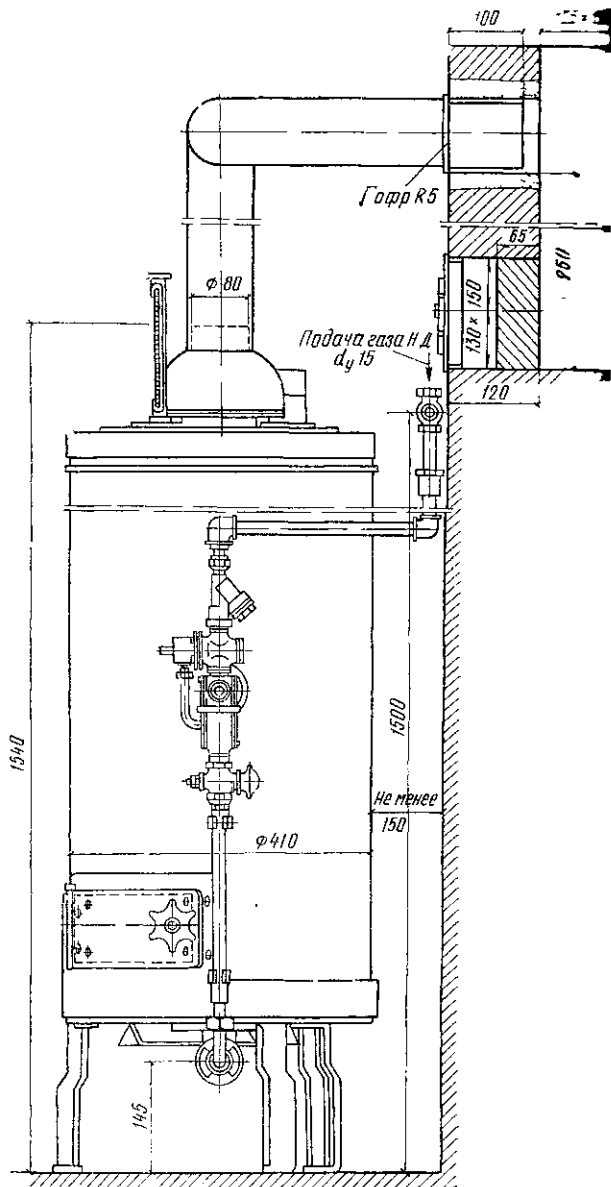
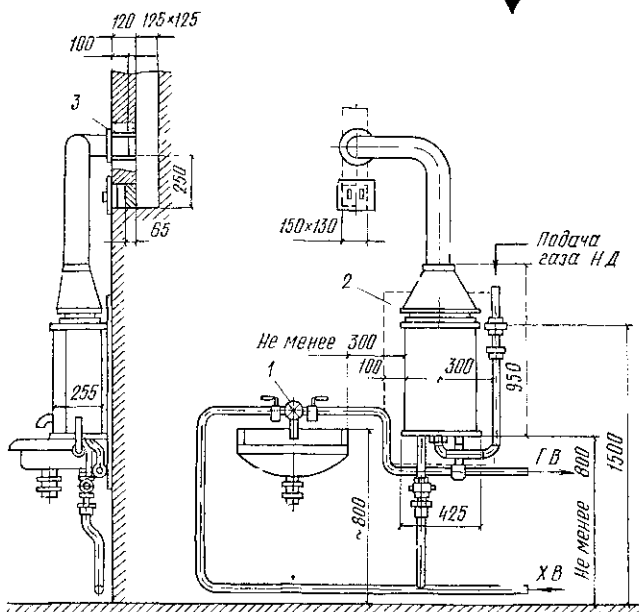


Рис. 44.3. Установка емкостного газового водонагрева-  
 тельного аппарата АГВ-80М

асбеста толщиной 3 мм или войлоку, пропитанному глиняным раствором.

Изоляция стены при установке плиты производится непосредственно от уровня пола, а при установке тагана — от нижнего его уровня; она должна выступать на 100 мм в стороны и не менее чем на 800 мм сверху.

Деревянные основания, на которые устанавливают таганы, обивают кровельной сталью по асбесту.

Расстояние от неизолированной боковой стенки духового шкафа до деревянных стенок встроенной мебели должно быть не менее 150 мм.

В кухнях с деревянными неоштукатуренными стенами в месте, где устанавливают водонагреватель, плиту или таган, следует предусматривать изоляцию стены штукатуркой, асбофанерой, кровельной сталью по листу

устанавливать проточные водонагреватели на несгораемых стенах следует с зазором 20 мм.

При установке на труднотгораемых стенах (деревянных, штукатуренных) расстояние от стены до водонагревателя должно быть не менее 30 мм.

Устанавливать водонагреватели на деревянных несгораемых стенах запрещается. Изоляция стен для водонагревателей выполняется так же, как для котлов.

Верхность стены для изоляции обивают кровельной изоляцией по асбесту толщиной 3 мм (обивка должна выступать за габариты корпуса водонагревателя на 20 мм).

При установке водонагревателя на стене, облицованной глазурованными плитками, тепловою изоляцию выполняют по плиткам.

При установке водонагревателя на деревянном полу под ним делают противопожарную изоляцию из кровельной изоляции по асбесту.

Газовые счетчики устанавливают в помещениях, оборудованных вытяжной вентиляцией (в местах, исключая возможность повреждения счетчика).

Установка счетчиков в жилых помещениях, ванных комнатах, санитарных узлах и лестничных клетках не разрешается.

Для учета расхода газа в коммунально-бытовых и общественных зданиях газовые счетчики (расходомеры) должны устанавливаться на общем вводе газопровода в ГРП. При необходимости учета расхода газа по этажу или агрегатам устанавливают дополнительные счетчики.

Варианты размещения четырехгорелочной газовой плиты, проточного водонагревателя для ванн, емкостного водонагревателя АГВ-80М приведены на рис. 44.3.

#### 44.4. Особенности устройства внутренних газопроводов в жилых и общественных зданиях и на коммунально-бытовых предприятиях

На газопроводах в жилых и общественных зданиях, детских учреждениях, учебных заведениях, магазинах, парикмахерских и т. п. отключающие устройства устанавливают:

- на вводах в здания;
- при устройстве от одного ввода двух и более стояков — на каждом стояке, обслуживающем более двух этажей;
- перед счетчиками (при их наличии);
- перед каждым газовым прибором, печью или другим агрегатом.

На газопроводах перед горелками газовых бытовых приборов, пищеварочных котлов, ресторанных плит, отопительных печей и другого оборудования устанавливают отключающее устройство: одно для отключения всего прибора (оборудования), а второе для отключения отдельных горелок.

Ввод газопроводов в жилые и общественные здания производят через нежилые, доступные для осмотра помещения (лестничные клетки, кухни и коридоры). Допускается устройство вводов непосредственно в помещения, где устанавливают газовые приборы, а также в подвалы зданий без специального технического коридора при условии, что длина прокладываемого по подвалу газопровода не будет превышать 12 м.

Допускается прокладка газопроводов (вводов) в

технических коридорах и технических подпольях в соответствии с требованиями «Временных указаний по проектированию внутриквартирных инженерных коммуникаций в коллекторах, технических подпольях и технических коридорах» (СН 338-65).

Вариант открытого цокольного ввода представлен на рис. 44.4.

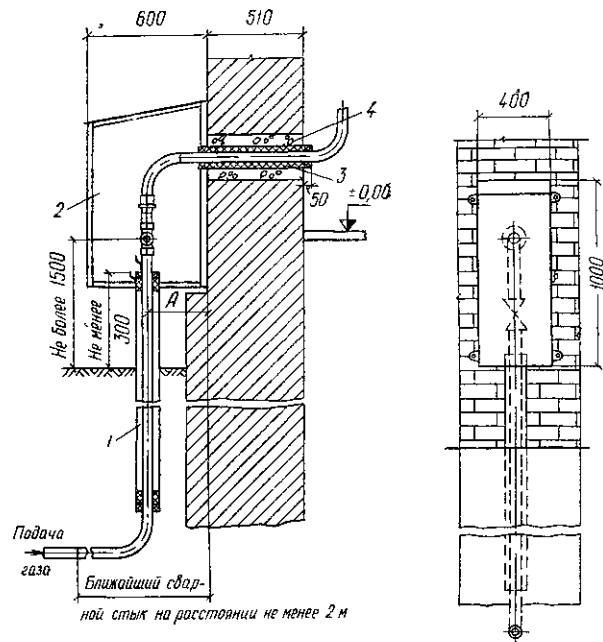


Рис. 44.4. Вариант цокольного ввода  
1 — труба защитная; 2 — шкаф; 3 — футляр; 4 — цементно-песчаный раствор

$d_{у.ввода}$ , мм	50	80	100
A, мм	375	500	550

Прокладка газопроводов сжиженного газа в технических коридорах, технических подпольях и подвалах не разрешается.

Газопровод в технических коридорах, технических подпольях и подвалах выполняется на сварке; установка запорной арматуры не разрешается.

Газопровод следует размещать в удобном для осмотра и ремонта месте.

Вводы газопроводов в жилые дома сельского типа должны быть цокольные (наружной прокладки).

Не допускается устраивать вводы газопроводов в машинные отделения, вентиляционные и лифтовые камеры и шахты, помещения складов мусоросборников, электрораспределительных устройств.

Газопроводы в жилых зданиях следует прокладывать открыто.

В жилых зданиях газовые стояки, как правило, прокладываются в лестничных клетках и кухнях. Прокладка стояков в жилых помещениях, ванных комнатах и санитарных узлах не разрешается.

В зданиях на стояках и разводящих газопроводах установка пробок не разрешается. На цокольных вводах газопроводов пробки можно устанавливать только снаружи здания. Пробки должны быть диаметром не более 25 мм.

Газопроводы, прокладываемые в жилых помещениях к отопительным приборам и печам, должны иметь минимальную длину.

Резьбовые соединения на газопроводах, прокладываемых в жилых помещениях, допускаются только у арматуры и горелок.

Газовые счетчики устанавливают в квартирах жилых домов только при наличии отопительных газовых приборов.

Газовые счетчики следует устанавливать в помещениях, оборудованных вытяжной вентиляцией в местах, исключающих возможность повреждения счетчика при открывании дверей, окон и т. п.

Установка счетчиков в жилых помещениях, санитарных узлах, коридорах, лестничных клетках жилых и общественных зданий не допускается.

В зданиях коммунально-бытовых предприятий газовые счетчики (расходомеры), как правило, устанавливают на общем вводе газопровода, а при наличии газорегуляторного пункта — непосредственно в его помещении.

## Глава 45. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

### 45.1. Основные требования, предъявляемые к газифицируемым цехам и газопотребляющим агрегатам промышленных предприятий

Расстояние между выступающими частями газовых горелок (или арматуры) и стенами или другими частями зданий должно быть не менее 1 м.

Топки и газоходы котлов, печей и других газопотребляющих агрегатов оборудуют взрывными клапанами, которые следует устанавливать в верхних частях топок и газоходов, а также в тех местах, где возможно образование газовых «мешков».

На промышленных печах с отводом продуктов сгорания под зонт или в цех установка взрывных предохранительных клапанов не обязательна.

Взрывные предохранительные клапаны должны располагаться в местах, безопасных для обслуживающего персонала. При невозможности установки взрывных клапанов в таких местах следует предусмотреть защитные устройства на случай срабатывания клапана. Площадь одного взрывного клапана, устанавливаемого на промышленных агрегатах, должна быть не менее 0,05 м<sup>2</sup>.

В котлах производительностью от 10 до 60 т/ч общее сечение взрывных предохранительных клапанов, устанавливаемых в верхней части обмуровки котла над топкой, должно быть не менее 0,2 м<sup>2</sup>. Для котлов другой производительности число, размеры и сечение взрывных клапанов устанавливаются проектом.

В обмуровке последнего газохода котла, экономайзера и золоуловителя устанавливают не менее двух предохранительных взрывных клапанов общим сечением не менее 0,4 м<sup>2</sup>.

Для проветривания топок неработающих котлов в верхней части шиберов, установленных в боровах, предусматривают отверстия. Диаметр отверстий зависит от конкретных условий, но он должен быть не менее 50 мм.

Отвод продуктов сгорания от агрегатов, использующих газ, в общий боров с агрегатами, работающими на других видах топлива, не допускается.

Для существующих объектов, переводимых на газовое топливо, допускается отвод продуктов сгорания в общий боров с агрегатами, работающими на других видах топлива. В этом случае пуск агрегатов на газовом топливе осуществляется при неработающих других агрегатах, а эксплуатация — по соответствующей инструкции, согласованной с органом Госгортехнадзора.

Если промышленные агрегаты переводят на газовое топливо, расчетом проверяют достаточность сечения газопроводов (боров) для отвода продуктов сгорания газа.

При использовании газовых горелок с принудительной подачей воздуха необходимо обеспечить автоматическое отключение подачи газа в горелки при падении давления воздуха ниже установленного предела.

На агрегатах, имеющих дымососы, предусматривается блокировка, отключающая подачу газа при остановке дымососа.

При газооборудовании промышленных цехов устанавливаются следующие контрольно-измерительные приборы:

манометр для замера давления газа на вводе газопровода в здание;

манометр на газопроводе у каждого газопотребляющего агрегата;

манометр на воздухопроводе у каждого из агрегатов, использующих горелки с принудительной подачей воздуха;

тягомеры для измерения разрежения в топках агрегатов;

приборы для измерения количества расходуемого газа.

Кроме того, следует устанавливать контрольно-измерительные приборы, требующиеся для обеспечения соответствующих технологических режимов или контроля за качеством сжигания газа.

Перед каждым прибором предусматривается отключающее устройство.

Агрегаты, использующие газ, рекомендуется оборудовать газовой автоматикой безопасности и регулирования.

### 45.2. Особенности устройства внутренних газопроводов промышленных зданий

В цехах промышленных предприятий разрешается прокладка газопроводов давлением до 6 кгс/см<sup>2</sup>. Устройством газопроводов давлением от 6 до 12 кгс/см<sup>2</sup> допускается только в случаях, когда такое давление необходимо иметь по условиям производства.

Во всех случаях на промышленных и коммунальных предприятиях давление газа после ГРП (газорегуляторного пункта) или ГРУ (газорегуляторной установки) не должно превышать величины, требуемой для нормальной работы горелок агрегатов, использующих газ.

Газопроводы должны вводиться, как правило, непосредственно в помещение, где находятся агрегаты, использующие газ, или в смежное помещение, соединенное с ним открытым проемом.

На вводе газопровода в помещение устанавливается отключающее устройство в доступном и освещенном месте.

При прокладке газопровода в зоне непосредственного теплового излучения топок производственных агрегатов следует обеспечить тепловую защиту труб.

Газопроводы внутри цехов и котельных должны иметь систему продувочных трубопроводов (свечи)

- диаметр условного прохода не менее 20 мм, снабжен запорными устройствами
- продувочные трубопроводы должны быть предусмотрены от наиболее удаленных (от ввода в цех, котельных участков газопровода.
- для защиты неработающих газопотребляющих агрегатов от возможного попадания в них газа газопровод должен быть оборудован двумя ближайшими к горелкам запорными устройствами, присоединяется к продувочной свече, или к трубопроводу безопасности. Газопроводы безопасности

могут быть объединены со свечами, устанавливаемыми для продувки газопроводов, имеющих одинаковое давление.

Свечи должны иметь минимальное количество поворотов и выводиться за пределы здания не менее чем на 1 м выше карниза крыши в местах, обеспечивающих безопасные условия для рассеивания газа. Следует исключить возможность попадания в свечи атмосферных осадков. Выводы продувочных линий нужно заземлять при расположении их вне зоны грозовой защиты.

**BOOKS.PROEKTANT.ORG**

**БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОННЫХ  
КОПИЙ КНИГ**

**для проектировщиков  
и технических специалистов**

Глава 46. ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

ТАБЛИЦА 46 I

ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ПРИ  $t_r = 95^\circ \text{C}$ ,  $t_0 = 70^\circ \text{C}$  и  $k_{ш} = 0,2 \text{ мм}$

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м <sup>2</sup>	Количество проходящего тепла (при $\Delta t = 1^\circ \text{C}$ ), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам																				
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм								стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм												
	10	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5
0,05	7 0,014	11 0,015	24 0,019	47 0,022	100 0,028	145 0,03	279 0,035	531 0,041	249 0,035	602 0,043	770 0,046	927 0,049	1372 0,054	1603 0,056	1903 0,059	2539 0,063	2889 0,065	3355 0,068	4203 0,072	4933 0,075	5576 0,079
0,055	7,58 0,015	12 0,016	26 0,02	49 0,024	105 0,029	153 0,032	293 0,037	560 0,043	261 0,036	635 0,046	813 0,049	978 0,051	1440 0,056	1696 0,059	2022 0,062	2669 0,067	3049 0,069	3552 0,072	4446 0,076	5116 0,078	5830 0,082
0,06	8 0,015	12,5 0,017	27 0,021	52 0,025	110 0,031	160 0,034	307 0,039	589 0,045	274 0,038	669 0,048	852 0,051	1027 0,054	1503 0,059	1784 0,062	2139 0,066	2798 0,07	3203 0,073	3712 0,075	4685 0,08	5330 0,082	6074 0,086
0,065	8,2 0,015	13 0,018	28 0,022	54 0,026	116 0,032	172 0,036	321 0,041	616 0,047	266 0,041	698 0,05	891 0,054	1074 0,057	1576 0,062	1871 0,065	2221 0,069	2927 0,073	3338 0,076	3872 0,078	4922 0,084	5553 0,085	6323 0,09
0,07	8,52 0,017	13,5 0,019	30 0,023	56 0,027	121 0,033	183 0,038	335 0,043	643 0,049	298 0,042	728 0,053	931 0,056	1119 0,059	1644 0,064	1959 0,068	2304 0,071	3056 0,076	3469 0,079	4032 0,082	5114 0,087	5777 0,088	6583 0,093
0,075	8,84 0,017	14 0,019	31 0,024	59 0,028	126 0,035	183 0,04	349 0,044	669 0,051	311 0,043	753 0,055	956 0,058	1157 0,061	1712 0,064	2046 0,068	2386 0,071	3186 0,076	3622 0,079	4192 0,082	5305 0,087	6000 0,088	6837 0,093
0,08	9,15 0,018	14,5 0,02	32 0,025	61 0,029	130 0,036	192 0,041	363 0,045	695 0,053	323 0,045	785 0,057	1002 0,06	1194 0,063	1781 0,067	2113 0,07	2469 0,074	3291 0,079	3749 0,082	4352 0,085	5497 0,09	6231 0,094	7101 0,098
0,085	9,47 0,019	15 0,021	33 0,026	63 0,031	135 0,037	195 0,042	374 0,048	718 0,055	333 0,047	812 0,059	1038 0,063	1231 0,066	1848 0,072	2179 0,075	2551 0,079	3396 0,084	3877 0,087	4512 0,091	5688 0,096	6454 0,099	7355 0,104
0,09	9,78 0,019	15,5 0,021	34 0,027	65 0,032	139 0,039	202 0,043	385 0,049	742 0,057	343 0,049	839 0,061	1066 0,064	1269 0,067	1917 0,075	2243 0,078	2634 0,081	3501 0,087	4001 0,09	4595 0,093	5880 0,099	6635 0,102	7560 0,107
0,095	10,1 0,02	16 0,022	35 0,027	67 0,033	141 0,04	203 0,044	398 0,051	764 0,058	351 0,05	864 0,062	1094 0,066	1303 0,069	1969 0,077	2312 0,08	2716 0,084	3603 0,09	4132 0,093	4777 0,097	6038 0,103	6802 0,106	7750 0,111
0,1	10,4 0,021	16,5 0,023	36 0,028	69 0,034	148 0,041	210 0,045	409 0,052	788 0,06	364 0,052	889 0,064	1122 0,068	1343 0,071	2021 0,079	2379 0,082	2799 0,086	3711 0,092	4259 0,095	4901 0,099	6195 0,105	6962 0,108	7934 0,113
0,11	10,7 0,022	17 0,024	38 0,03	73 0,035	157 0,044	219 0,048	432 0,055	830 0,063	385 0,054	939 0,066	1178 0,071	1418 0,075	2126 0,083	2512 0,087	2951 0,091	3922 0,098	4560 0,103	5175 0,107	6510 0,113	7290 0,116	8308 0,121
0,12	11,1 0,023	17,5 0,025	40 0,031	76 0,037	164 0,045	229 0,048	454 0,059	872 0,067	398 0,057	977 0,071	1234 0,074	1493 0,079	2230 0,087	2645 0,092	3035 0,095	4115 0,103	4860 0,108	5440 0,111	6826 0,116	7619 0,119	8682 0,124
0,13	11,4 0,023	18 0,026	42 0,033	80 0,039	172 0,047	239 0,05	475 0,061	910 0,07	422 0,059	1016 0,073	1290 0,078	1568 0,082	2335 0,092	2770 0,096	3220 0,099	4294 0,107	5161 0,114	5659 0,117	7141 0,122	8200 0,126	9345 0,132
0,14	12 0,024	19 0,027	44 0,034	84 0,041	180 0,049	249 0,052	496 0,064	948 0,073	442 0,062	1054 0,076	1346 0,081	1643 0,086	2440 0,096	2876 0,1	3335 0,101	4472 0,112	5462 0,119	5878 0,122	7456 0,127	8510 0,13	9698 0,137
0,15	12,62 0,026	20 0,029	45 0,035	87 0,042	188 0,052	259 0,054	516 0,067	982 0,075	460 0,065	1033 0,079	1402 0,085	1699 0,089	2545 0,1	2983 0,103	3489 0,108	4650 0,116	5600 0,124	6095 0,127	7771 0,132	8826 0,135	10 058 0,142
0,16	13,25 0,027	21 0,03	47 0,037	93 0,045	191 0,053	269 0,057	535 0,069	1016 0,078	476 0,067	1132 0,082	1453 0,088	1756 0,092	2626 0,103	3089 0,107	3624 0,112	4828 0,121	5738 0,128	6314 0,131	8022 0,137	9136 0,14	10 411 0,147
0,17	13,57 0,027	21,5 0,03	49 0,038	103 0,048	193 0,053	279 0,059	553 0,071	1046 0,08	492 0,069	1170 0,081	1514 0,089	1813 0,095	2707 0,106	3195 0,111	3735 0,115	4969 0,121	5876 0,128	6532 0,131	8472 0,137	9445 0,14	10 761 0,147





Количество проходящего тепла (при  $\Delta t = 1^\circ \text{C}$ ), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч (верхняя строка) и скорость движения воды, м/с (нижняя строка) по грубам

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м <sup>2</sup>	стальным газопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262--62) условным проходом, мм								стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732--70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм												
	10	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152,4/5)	159/4,5	168/5
	1,1	38,5 0,081	61 0,09	133 0,103	237 0,115	516 0,143	767 0,162	1514 0,192	2892 0,221	1347 0,188	3228 0,233	4147 0,250	4934 0,260	7326 0,287	8620 0,299	10 079 0,311	13 349 0,334	15 249 0,345	17 619 0,358	21 776 0,371	24 992 0,383
1,2	39,77 0,084	63 0,093	140 0,108	248 0,12	537 0,149	809 0,17	1583 0,201	3011 0,230	1409 0,197	3378 0,244	4322 0,261	5280 0,272	7686 0,301	9018 0,313	10 523 0,325	14 004 0,349	15 909 0,36	18 288 0,371	22 728 0,388	26 057 0,4	29 695 0,420
1,3	41 0,086	65 0,095	146 0,113	259 0,123	557 0,154	846 0,178	1652 0,21	3128 0,239	1470 0,206	3528 0,255	4495 0,271	5398 0,284	7994 0,314	9416 0,327	10 966 0,339	14 571 0,364	16 571 0,375	18 957 0,385	23 679 0,404	27 098 0,416	30 881 0,437
1,4	42,3 0,088	67 0,098	151 0,117	269 0,131	579 0,16	876 0,184	1720 0,218	3246 0,248	1531 0,214	3679 0,266	4571 0,282	5629 0,296	8302 0,325	9783 0,339	11 409 0,353	15 128 0,378	17 232 0,39	19 627 0,398	24 625 0,42	28 132 0,431	32 059 0,454
1,5	42,9 0,091	68 0,101	157 0,121	283 0,135	600 0,163	906 0,191	1793 0,227	3364 0,257	1593 0,223	3829 0,276	4845 0,292	5825 0,305	8619 0,337	10 128 0,351	11 816 0,365	15 685 0,392	17 752 0,402	20 295 0,412	25 583 0,436	29 165 0,447	33 238 0,471
1,6	44,2 0,093	70 0,103	163 0,123	289 0,141	621 0,172	937 0,197	1858 0,236	3482 0,266	1654 0,231	3950 0,285	5020 0,303	6020 0,317	8915 0,349	10 474 0,363	12 190 0,377	16 242 0,406	18 272 0,414	20 965 0,426	26 534 0,453	30 207 0,463	34 424 0,488
1,7	45,5 0,096	72 0,106	169 0,13	299 0,145	642 0,178	967 0,203	1917 0,243	3600 0,275	1706 0,238	4072 0,294	5194 0,313	6215 0,327	9183 0,36	10 819 0,375	12 564 0,388	16 664 0,416	18 792 0,425	21 634 0,439	27 486 0,469	31 242 0,479	35 603 0,504
1,8	46,7 0,098	74 0,108	174 0,135	309 0,15	663 0,184	997 0,21	1974 0,251	3718 0,284	1757 0,246	4191 0,303	5341 0,322	6409 0,337	9451 0,37	11 114 0,385	12 938 0,4	17 084 0,427	19 312 0,437	22 304 0,453	28 438 0,485	32 275 0,495	36 781 0,521
1,9	47,4 0,1	75 0,111	179 0,138	318 0,154	684 0,189	1027 0,216	2032 0,258	3835 0,293	1808 0,253	4312 0,311	5487 0,331	6605 0,348	9719 0,381	11 409 0,395	13 301 0,411	17 509 0,437	19 832 0,449	22 973 0,466	29 389 0,501	33 143 0,508	37 770 0,535
2	48,6 0,102	77 0,114	184 0,142	332 0,161	705 0,195	1058 0,222	2093 0,265	3953 0,302	1859 0,26	4433 0,32	5632 0,340	6781 0,357	9987 0,391	11 704 0,406	13 670 0,422	17 929 0,448	20 352 0,461	23 642 0,48	30 062 0,513	33 942 0,521	38 680 0,548
2,2	51,1 0,107	81 0,119	194 0,15	346 0,168	747 0,207	1118 0,235	2204 0,28	4141 0,317	1962 0,275	4674 0,337	5926 0,357	6924 0,374	10 485 0,411	12 294 0,426	14 402 0,445	18 773 0,469	21 392 0,484	24 981 0,507	31 406 0,536	35 546 0,545	40 508 0,574
2,4	53 0,112	84 0,124	204 0,157	360 0,175	778 0,215	1166 0,245	2291 0,291	4327 0,331	2039 0,286	4877 0,352	6219 0,375	7447 0,392	10 940 0,429	12 873 0,446	14 937 0,461	19 618 0,49	22 432 0,508	26 319 0,534	32 751 0,559	31 150 0,57	42 336 0,6
2,6	55,6 0,117	88 0,13	212 0,164	376 0,182	809 0,224	1214 0,255	2378 0,302	4513 0,345	2116 0,297	5080 0,367	6469 0,39	7780 0,409	11 394 0,447	13 452 0,466	15 473 0,478	20 463 0,511	23 471 0,531	27 268 0,554	34 096 0,582	38 754 0,591	44 164 0,626
2,8	57,5 0,122	91 0,135	221 0,171	391 0,19	840 0,234	1261 0,265	2465 0,312	4702 0,35	2194 0,307	5283 0,381	6719 0,405	8064 0,424	11 838 0,464	14 036 0,481	16 008 0,495	21 307 0,53	24 111 0,545	28 210 0,574	34 140 0,603	40 451 0,631	47 001 0,661



Потери давления на трение на 1 м, кгс/м <sup>2</sup>	Количество проходящего тепла (при $\Delta t=1^\circ\text{C}$ ), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам																				
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-62) условным проходом, мм								стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732-70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм												
	10	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5
11	121,2 0,255	192 0,283	450 0,347	801 0,389	1709 0,473	2553 0,537	5033 0,637	9467 0,724	4479 0,63	10 488 0,757	13 283 0,801	16 081 0,846	23 653 0,927	28 133 0,975	32 494 1,004	43 324 1,082	49 240 1,115	56 926 1,156	71 415 1,218	80 209 1,23	91 405 1,295
12	127 0,266	201 0,295	469 0,362	835 0,405	1786 0,494	2674 0,563	5250 0,664	9899 0,757	4673 0,657	10 929 0,789	13 936 0,84	16 951 0,892	24 812 0,972	29 384 1,019	34 032 1,051	45 249 1,13	51 415 1,164	59 458 1,207	74 594 1,272	83 801 1,285	95 500 1,353
13	132 0,277	209 0,308	488 0,377	870 0,422	1863 0,516	2796 0,588	5468 0,692	10 241 0,783	4867 0,685	11 371 0,821	14 589 0,879	17 643 0,928	26 020 1,02	30 585 1,06	35 570 1,099	47 094 1,177	53 513 1,211	61 882 1,256	77 637 1,324	87 208 1,338	99 382 1,408
14	136,4 0,286	216 0,318	507 0,392	904 0,438	1939 0,537	2895 0,609	5686 0,719	10 584 0,81	5060 0,712	11 812 0,853	15 318 0,918	18 308 0,963	27 003 1,058	31 738 1,1	36 903 1,14	48 875 1,221	55 532 1,257	64 207 1,303	80 589 1,374	90 490 1,388	103 123 1,461
15	141 0,295	223 0,328	527 0,47	938 0,455	2017 0,558	2995 0,63	5903 0,746	10 927 0,836	5253 0,739	12 253 0,884	15 855 0,956	18 951 0,997	27 949 1,095	32 855 1,139	38 198 1,18	50 589 1,264	57 481 1,301	66 474 1,349	83 401 1,423	93 649 1,436	106 723 1,512
16	145 0,304	229 0,338	546 0,422	972 0,471	2079 0,575	3095 0,651	6093 0,77	11 269 0,862	5423 0,763	12 694 0,916	16 376 0,987	19 573 1,03	28 886 1,131	33 931 1,176	39 451 1,219	52 250 1,305	59 367 1,344	68 705 1,394	86 133 1,469	96 746 1,484	110 252 1,562
17	149 0,313	236 0,348	565 0,436	1000 0,485	2140 0,592	3194 0,672	6283 0,794	11 611 0,888	5592 0,787	13 136 0,948	16 880 1,018	20 175 1,061	29 754 1,166	34 975 1,213	40 665 1,256	53 855 1,345	61 196 1,385	70 765 1,436	88 782 1,514	99 719 1,53	113 640 1,61
18	154 0,322	243 0,358	584 0,451	1028 0,499	2201 0,609	3294 0,693	6473 0,818	11 953 0,914	5761 0,811	13 577 0,98	17 370 1,047	20 760 1,092	30 619 1,2	35 990 1,248	41 843 1,293	55 416 1,384	62 967 1,425	72 819 1,478	91 356 1,558	102 418 1,574	116 958 1,657
19	157 0,33	249 0,367	599 0,463	1056 0,512	2263 0,626	3427 0,721	6654 0,841	12 296 0,941	5922 0,834	14 018 1,012	17 844 1,076	21 329 1,122	31 457 1,233	36 925 1,28	42 992 1,328	56 937 1,422	64 695 1,464	74 814 1,519	93 860 1,601	105 418 1,617	120 134 1,702
20	162 0,339	256 0,377	614 0,474	1084 0,526	2325 0,643	3513 0,739	6823 0,862	12 638 0,967	6072 0,854	14 417 1,041	18 309 1,104	21 882 1,151	32 272 1,265	37 934 1,315	44 109 1,363	58 415 1,459	66 374 1,502	78 544 1,594	96 299 1,643	108 143 1,659	123 240 1,746
22	171 0,357	270 0,397	643 0,497	1141 0,553	2448 0,678	3684 0,775	7159 0,904	13 323 1,019	6371 0,896	15 121 1,091	19 203 1,158	22 950 1,207	33 849 1,327	39 792 1,38	46 262 1,429	61 265 1,531	69 612 1,576	80 501 1,634	101 001 1,723	113 470 1,74	129 310 1,832
24	179 0,375	283 0,417	673 0,52	1197 0,851	2572 0,712	3808 0,801	7476 0,944	14 008 0,071	6654 0,936	15 793 1,14	20 056 1,209	23 972 1,261	35 354 1,386	41 557 1,441	48 317 1,493	63 991 1,599	72 709 1,646	84 086 1,707	103 498 1,799	118 486 1,817	135 027 1,913
26	186 0,392	296 0,436	702 0,542	1240 0,602	2671 0,739	3965 0,834	7782 0,983	14 693 1,124	6926 0,975	16 437 1,186	20 875 1,258	24 951 1,312	36 799 1,442	43 252 1,5	50 298 1,554	66 604 1,664	75 678 1,713	87 520 1,777	109 801 1,873	122 320 1,891	140 533 1,991
28	195 0,41	310 0,456	732 0,565	1284 0,623	2770 0,767	4113 0,865	8076 1,020	15 215 1,164	7187 1,012	17 057 1,231	21 663 1,305	25 892 1,362	38 187 1,497	44 884 1,556	52 189 1,612	69 122 1,727	78 536 1,778	90 825 1,844	113 952 1,944	127 963 1,963	145 827 2,066
30	200 0,423	319 0,47	756 0,584	1327 0,644	2869 0,794	4260 0,896	8359 1,056	15 749 1,205	7440 1,048	17 656 1,274	22 423 1,352	26 803 1,41	39 529 1,549	46 460 1,611	54 021 1,669	71 548 1,787	81 293 1,84	94 033 1,909	117 951 2,012	132 484 2,032	150 979 2,139
32	207 0,436	329 0,484	780 0,602	1372 0,665	2969 0,821	4408 0,928	8634 1,088	16 266 1,244	7684 1,082	18 235 1,316	23 158 1,396	27 681 1,456	40 666 1,6	47 986 1,664	55 792 1,724	73 890 1,846	83 957 1,9	97 092 1,971	121 815 2,078	136 820 2,098	155 920 2,201

34	212 0,449	338 0,499	504 0,621	1115 0,086	3062 0,849	1235 0,357	0000 1,124	15,000 1,215	2,010 1,116	1,155 1,155	1,110 1,110	1,130 1,130	1,110 1,110	1,110 1,110	1,110 1,110	1,110 1,110	1,110 1,110	1,110 1,110	1,110 1,110	1,110 1,110	1,110 1,110	1,110 1,110
36	219 0,462	348 0,513	828 0,64	1458 0,708	3153 0,873	4684 0,986	9157 1,156	17 252 1,32	8150 1,148	19 342 1,396	24 563 1,481	29 360 1,544	43 301 1,697	50 896 1,765	59 252 1,828	78 377 1,908	99 014 2,016	120 993 2,101	141 903 2,201	161 910 2,226	181 917 2,301	
38	225 0,474	358 0,527	852 0,658	1502 0,729	3239 0,896	4822 1,015	9409 1,188	17 726 1,356	8374 1,179	19 871 1,434	25 239 1,521	30 164 1,587	44 484 1,743	52 292 1,813	60 800 1,878	80 523 2,012	91 499 2,071	105 807 2,148	132 749 2,264	149 021 2,287	169 825 2,407	
40	232 0,487	367 0,541	876 0,677	1545 0,754	3325 0,920	4960 1,044	9652 1,219	18 186 1,391	8590 1,210	20 388 1,472	25 894 1,561	30 949 1,628	45 643 1,789	53 650 1,86	62 379 1,927	82 616 2,064	93 870 2,125	103 556 2,204	136 196 2,323	152 986 2,347	174 343 2,47	
45	246 0,519	391 0,577	924 0,714	1588 0,8	3539 0,978	5092 1,073	10 239 1,293	19 285 1,475	9112 1,284	21 625 1,561	27 463 1,655	38 826 1,727	48 412 1,897	56 904 1,973	66 164 2,044	87 624 2,189	99 565 2,254	115 148 2,337	144 154 2,464	162 215 2,488	184 860 2,619	
50	261 0,554	415 0,612	972 0,751	1730 0,843	3707 1,031	5541 1,166	10 791 1,362	20 338 1,555	9604 1,352	22 795 1,645	28 950 1,745	34 601 1,820	51 033 2	59 984 2,03	69 741 2,154	92 367 2,303	104 950 2,376	121 370 2,464	152 273 2,597	171 010 2,623	194 883 2,761	
55	273 0,576	434 0,64	1019 0,787	1812 0,884	3889 1,082	5811 1,223	11 318 1,428	21 326 1,631	10 073 1,418	23 907 1,726	30 332 1,83	36 289 1,909	53 521 2,037	62 903 2,181	73 145 2,26	96 875 2,42	110 071 2,492	127 292 2,584	159 701 2,724	179 371 2,751	204 412 2,896	
60	285 0,600	453 0,567	1067 0,824	1893 0,924	4061 1,13	6070 1,277	11 322 1,492	22 275 1,704	10 521 1,481	24 971 1,802	31 712 1,912	37 904 1,994	55 902 2,191	65 710 2,278	76 399 2,36	101 182 2,528	114 966 2,602	132 952 2,699	166 807 2,845	187 361 2,874	213 517 3,025	
65	297 0,626	472 0,695	1115 0,861	1970 0,961	4227 1,176	6318 1,329	12 305 1,553	23 183 1,773	10 951 1,541	25,991 1,876	32 991 1,99	39 451 2,075	58 185 2,280	68 392 2,371	79 517 2,456	105 313 2,631	119 662 2,709	133 455 2,809	173 620 2,961	194 980 2,99		
70	308 0,650	490 0,722	1163 0,898	2045 0,997	4387 1,22	6556 1,379	12 768 1,612	24 058 1,84	11 364 1,599	26 970 1,947	34 254 2,035	40 940 2,153	60 382 2,366	70 971 2,461	82 521 2,549	109 288 2,73	124 177 2,811	143 598 2,915	180 175 3,073	202 350 3,092		
75	320 0,676	509 0,75	1205 0,93	2116 1,032	4511 1,263	6786 1,428	13 130 1,668	24 904 1,905	11 770 1,655	27 917 2,015	35 455 2,137	42 377 2,229	62 500 2,449	73 462 2,547	85 415 2,639	113 126 2,826	128 597 2,910	148 673 3,017				
80	330 0,697	525 0,773	1244 0,961	2185 1,036	4689 1,304	7009 1,476	13 561 1,723	25 745 1,967	12 155 1,709	28 834 2,031	36 618 2,207	43 767 2,302	64 552 2,530	75 873 2,631	88 218 2,725	116 837 2,919	132 752 3,005					
85	341 0,718	541 0,797	1283 0,991	2253 1,099	4835 1,345	7224 1,520	13 978 1,777	26 536 2,028	12 529 1,762	29 721 2,145	37 744 2,275	45 113 2,373	66 537 2,608	78 207 2,712	90 934 2,809	120 432 3,009						
90	351 0,738	557 0,82	1320 1,019	2320 1,131	4974 1,384	7434 1,564	14 374 1,828	27 305 2,037	12 892 1,812	30 582 2,207	38 839 2,341	46 417 2,442	68 467 2,683	80 477 2,79	93 569 2,891							
95	360 0,759	572 0,843	1356 1,047	2381 1,162	5111 1,421	7633 1,605	14 777 1,888	28 053 2,144	13 245 1,873	31 420 2,268	39 903 2,403	47 693 2,509	70 340 2,757	82 677 2,867	96 777 2,97							
100	370 0,778	587 0,864	1391 1,074	2444 1,192	5244 1,458	7836 1,649	15 161 1,936	28 783 2,199	13 590 1,922	32 235 2,327	40 934 2,467	48 932 2,574	72 167 2,828	84 826 2,941	98 629 3,047							
110	388 0,816	616 0,907	1459 1,127	2563 1,250	5500 1,53	8218 1,729	15 901 2,028	30 487 2,307	14 254 2,015	33 810 2,44	42 939 2,588	51 320 2,7	75 688 2,966	88 965 3,085								
120	405 0,852	643 0,947	1524 1,177	2677 1,305	5744 1,598	8584 1,806	16 609 2,118	31 541 2,4	14 887 2,105	35 315 2,549	44 848 2,703	53 603 2,82	79 059 3,098									

## ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м <sup>2</sup>	Количество проходящего тепла (при $\Delta t=1^\circ\text{C}$ ), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч												
	стальным водопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-62) условным проходом, мм								стальным бесшовным горячекатаным				
	10	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102-4)
0,05	7,13 0,014	11,3 0,015	25 0,02	48,4 0,023	103 0,029	149 0,031	287 0,037	547 0,042	256 0,036	620 0,044	793 0,047	955 0,05	1413 0,055
0,065	7,9 0,015	12,5 0,0165	26,8 0,021	50 0,023	108 0,03	158 0,033	302 0,038	577 0,044	269 0,037	655 0,047	837 0,05	1007 0,053	1483 0,058
0,06	8,2 0,016	13 0,018	28 0,022	54 0,026	113 0,032	165 0,035	316 0,04	607 0,046	282 0,039	689 0,049	878 0,053	1058 0,056	1553 0,061
0,065	8,52 0,017	13,5 0,019	29 0,023	56 0,027	119 0,033	177 0,037	331 0,042	634 0,048	295 0,041	719 0,052	918 0,056	1106 0,059	1623 0,064
0,07	8,84 0,018	14 0,02	31 0,024	58 0,028	125 0,034	183 0,039	345 0,044	662 0,05	307 0,043	750 0,055	959 0,058	1153 0,061	1693 0,066
0,075	9,15 0,018	14,5 0,02	32 0,025	61 0,029	130 0,036	194 0,041	359 0,045	689 0,053	320 0,044	781 0,057	995 0,06	1192 0,063	1763 0,069
0,08	9,47 0,019	15 0,021	33 0,026	63 0,03	134 0,037	198 0,042	374 0,047	716 0,055	333 0,046	809 0,059	1032 0,062	1230 0,065	1834 0,072
0,085	9,78 0,02	15,5 0,022	34 0,027	65 0,032	139 0,038	202 0,043	385 0,048	740 0,057	343 0,048	836 0,061	1069 0,065	1268 0,067	1903 0,074
0,09	10,1 0,02	16 0,022	35 0,028	67 0,033	143 0,04	208 0,044	397 0,05	764 0,059	353 0,049	864 0,063	1098 0,066	1307 0,069	1975 0,077
0,095	10,42 0,021	16,5 0,023	36 0,028	69 0,034	148 0,041	212 0,045	410 0,053	787 0,06	365 0,052	890 0,064	1127 0,068	1345 0,071	2028 0,08
0,1	10,73 0,022	17 0,024	37 0,029	71 0,035	152 0,042	216 0,046	421 0,054	811 0,062	375 0,053	916 0,066	1156 0,07	1383 0,073	2082 0,081
0,11	11,5 0,023	17,5 0,025	39 0,031	75 0,036	162 0,045	226 0,047	445 0,057	855 0,07	397 0,056	967 0,07	1213 0,073	1461 0,077	2190 0,086
0,12	11,36 0,024	18 0,026	41 0,032	78 0,038	170 0,046	236 0,049	468 0,061	898 0,069	410 0,059	1006 0,073	1271 0,076	1538 0,081	2297 0,09
0,13	11,1 0,024	18,5 0,027	43 0,034	82 0,04	177 0,048	246 0,052	489 0,063	937 0,072	435 0,061	1046 0,075	1329 0,078	1615 0,084	2405 0,096
0,14	12,31 0,025	19,5 0,028	45 0,035	87 0,042	185 0,05	256 0,055	511 0,066	976 0,075	455 0,064	1086 0,078	1386 0,083	1692 0,089	2513 0,099
0,15	13,26 0,027	21 0,03	46 0,036	90 0,043	188 0,054	267 0,056	531 0,069	1011 0,077	474 0,067	1126 0,081	1444 0,088	1750 0,092	2621 0,103
0,16	13,87 0,028	22 0,031	48 0,038	99 0,046	197 0,055	277 0,059	551 0,071	1046 0,08	490 0,069	1166 0,084	1497 0,091	1809 0,095	2705 0,106
0,17	14 0,028	22 0,031	50 0,039	106 0,049	199 0,055	287 0,061	570 0,073	1077 0,082	507 0,071	1205 0,087	1559 0,094	1867 0,098	2788 0,109
0,18	14,52 0,029	23 0,032	52 0,04	111 0,053	203 0,056	296 0,062	588 0,075	1109 0,085	524 0,073	1245 0,09	1617 0,098	1926 0,101	2872 0,112
0,19	15,15 0,03	24 0,033	54 0,041	113 0,055	207 0,058	305 0,064	607 0,078	1139 0,088	541 0,076	1284 0,093	1661 0,1	1985 0,104	2956 0,115
0,2	15,78 0,03	25 0,034	55 0,043	114 0,056	209 0,059	313 0,066	624 0,08	1171 0,09	557 0,078	1325 0,096	1705 0,103	2042 0,107	3039 0,119
0,22	16,41 0,032	26 0,036	58 0,045	118 0,057	219 0,061	331 0,069	709 0,084	1233 0,095	585 0,082	1404 0,101	1792 0,108	2160 0,113	3206 0,126
0,24	17,05 0,034	27 0,038	61 0,047	121 0,059	230 0,064	348 0,073	691 0,09	1296 0,099	613 0,087	1483 0,107	1880 0,113	2276 0,119	3374 0,132
0,26	17,67 0,036	28 0,04	64 0,049	130 0,061	241 0,066	364 0,076	721 0,094	1357 0,104	642 0,091	1543 0,111	1966 0,118	2369 0,125	3516 0,138
0,28	18,31 0,038	29 0,042	66 0,052	134 0,066	251 0,07	379 0,079	751 0,099	1418 0,109	668 0,094	1604 0,115	2054 0,124	2462 0,13	3659 0,143

$t_{\text{в}} = 130 \text{ C}$   $t_{\text{о}} = 70^{\circ} \text{ C}$   $k_{\text{III}} = 0,2 \text{ мм}$ 
 $\dots$  строка), и скорость движения воды м/с (нижняя строка) по трубам

 $\dots$  (70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм

	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5	194/5	219/6	245/6	273/7	299/8
1963	2615	2976	3456	4334	4893	5576	8347	11 413	15 311	20 901	26 449	
0,061	0,065	0,067	0,07	0,074	0,075	0,079	0,087	0,094	0,101	0,11	0,117	
2083	2749	3149	3659	4579	5116	5830	8807	12 067	16 159	21 812	27 694	
0,065	0,069	0,071	0,074	0,078	0,078	0,082	0,092	0,099	0,107	0,115	0,122	
2203	2882	3304	3823	4826	5330	6074	9199	12 612	16 913	23 007	29 121	
0,068	0,072	0,075	0,077	0,082	0,082	0,086	0,096	0,104	0,112	0,121	0,128	
2288	3015	3469	3988	5070	5553	6328	9601	13 157	17 667	24 031	30 389	
0,071	0,075	0,078	0,08	0,086	0,085	0,09	0,1	0,108	0,117	0,126	0,134	
2373	3354	3573	4153	5267	5777	6583	10 003	13 702	18 442	24 079	31 567	
0,073	0,078	0,081	0,084	0,09	0,089	0,093	0,104	0,113	0,122	0,132	0,139	
2458	3282	3731	4318	5464	6000	6837	10 405	14 248	19 146	25 909	32 767	
0,076	0,082	0,084	0,088	0,093	0,092	0,097	0,109	0,117	0,127	0,136	0,145	
2543	3390	3861	4483	5662	6231	7101	10 798	14 756	19 795	26 819	33 786	
0,078	0,084	0,088	0,091	0,097	0,095	0,1	0,113	0,122	0,131	0,141	0,149	
2628	3498	3993	4647	5859	6454	7355	11 123	15 229	20 444	27 710	34 737	
0,081	0,088	0,091	0,094	0,1	0,099	0,104	0,116	0,126	0,135	0,141	0,153	
2713	3606	4124	4733	6056	6635	7560	11 449	15 701	21 092	28 526	35 665	
0,083	0,09	0,094	0,096	0,103	0,102	0,107	0,119	0,129	0,14	0,15	0,157	
2797	3714	4256	4920	6219	6802	7750	11 774	16 174	21 741	29 360	36 616	
0,087	0,093	0,097	0,1	0,106	0,104	0,11	0,123	0,133	0,144	0,155	0,162	
2883	3822	4387	5056	6381	6962	7934	12 100	16 646	22 314	30 176	37 545	
0,089	0,096	0,099	0,103	0,109	0,107	0,112	0,126	0,137	0,148	0,159	0,166	
3040	4040	4697	5330	6705	7290	8308	12 751	17 519	23 144	31 674	39 424	
0,094	0,101	0,106	0,108	0,114	0,112	0,118	0,133	0,144	0,153	0,167	0,174	
3178	4238	4491	5603	7031	7619	8682	13 363	18 343	24 562	32 964	41 304	
0,095	0,106	0,111	0,113	0,119	0,117	0,123	0,139	0,151	0,169	0,174	0,182	
3317	4423	5316	5828	7355	8200	9345	13 957	19 178	25 573	34 254	43 183	
0,099	0,11	0,117	0,118	0,126	0,126	0,132	0,146	0,158	0,169	0,18	0,191	
3456	4607	5626	6054	7690	8510	9698	14 531	19 917	26 599	35 544	45 063	
0,103	0,107	0,115	0,121	0,122	0,131	0,137	0,152	0,164	0,176	0,187	0,199	
3594	4790	5768	6278	8004	8826	10 058	15 115	20 608	27 520	36 833	46 942	
0,106	0,111	0,119	0,128	0,136	0,135	0,142	0,158	0,17	0,182	0,194	0,207	
3734	4973	5910	6503	8263	9136	10 411	15 823	21 311	28 319	38 123	48 822	
0,11	0,115	0,125	0,132	0,133	0,143	0,147	0,163	0,176	0,188	0,201	0,215	
3847	5118	6052	6728	8520	9445	10 764	16 139	22 013	29 119	39 413	50 452	
0,114	0,118	0,128	0,137	0,145	0,145	0,152	0,168	0,182	0,193	0,208	0,229	
3962	5262	6194	6954	8778	9755	11 117	16 647	22 668	29 934	40 703	51 811	
0,117	0,123	0,14	0,141	0,149	0,149	0,157	0,174	0,187	0,198	0,214	0,223	
4077	5406	6336	7169	9035	10 034	11 435	17 154	23 322	30 733	41 992	53 170	
0,122	0,126	0,135	0,146	0,155	0,154	0,162	0,179	0,192	0,204	0,221	0,235	
4192	5552	6479	7404	9295	10 306	11 745	17 604	23 988	31 533	43 282	54 506	
0,125	0,13	0,139	0,146	0,159	0,158	0,166	0,184	0,198	0,209	0,228	0,241	
4422	5841	6762	7764	9810	10 645	12 359	18 475	25 066	33 147	45 691	57 223	
0,131	0,137	0,146	0,153	0,167	0,166	0,175	0,193	0,207	0,220	0,241	0,253	
4611	6131	7046	8125	10 245	11 884	12 973	19 337	26 072	34 761	47 550	59 918	
0,138	0,142	0,153	0,16	0,175	0,174	0,184	0,202	0,215	0,23	0,251	0,264	
4802	6419	7333	8480	10 681	11 848	13 503	20 150	27 065	36 361	49 427	62 635	
0,144	0,148	0,161	0,166	0,182	0,182	0,192	0,21	0,223	0,241	0,26	0,276	
4992	6708	7619	8846	11 116	12 313	14 032	20 964	28 071	37 975	51 305	65 352	
0,149	0,155	0,168	0,172	0,19	0,189	0,199	0,219	0,232	0,252	0,27	0,288	

Потери дегазации на трение на 1 м. кВт/м <sup>2</sup>	Количество проходящего тепла (при $\Delta t=1^\circ\text{C}$ ), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч													
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-62) условным проходом, мм								стальным бесшовным горячекатаным					
	10	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102,4)	
0,3	19,57 0,039	31 0,043	69 0,054	139 0,069	262 0,072	394 0,083	775 0,102	1481 0,113	689 0,097	1663 1,121	2141 0,129	2554 0,134	3801 0,149	
0,32	20,2 0,04	32 0,045	74 0,06	144 0,07	271 0,075	408 0,085	797 0,105	1527 0,117	710 0,11	1723 0,129	2210 0,133	2646 0,139	3942 0,155	
0,34	20,83 0,041	33 0,046	77 0,062	146 0,072	280 0,077	421 0,089	820 0,109	1576 0,121	728 0,103	1783 0,129	2280 0,137	2739 0,144	4056 0,159	
0,36	21,46 0,043	34 0,048	82 0,064	147 0,073	289 0,08	435 0,092	843 0,111	1623 0,125	749 0,105	1844 0,133	2349 0,142	2830 0,149	4170 0,164	
0,38	22,10 0,044	35 0,049	84 0,066	149 0,075	299 0,082	448 0,095	864 0,114	1671 0,128	769 0,108	1903 0,137	2419 0,146	2910 0,153	4285 0,168	
0,4	22,72 0,047	36 0,052	88 0,068	150 0,075	308 0,084	461 0,091	887 0,118	1717 0,132	789 0,111	1963 0,142	2488 0,15	2989 0,158	4399 0,172	
0,45	24 0,05	38 0,056	94 0,073	157 0,076	327 0,091	492 0,104	943 0,126	1836 0,14	839 0,119	2094 0,15	2663 0,161	3186 0,168	4684 0,183	
0,5	25,90 0,053	41 0,059	98 0,075	162 0,076	346 0,096	522 0,11	1000 0,134	1955 0,149	891 0,126	2203 0,159	2809 0,169	3384 0,178	4970 0,194	
0,55	27,20 0,056	43 0,062	103 0,079	168 0,08	382 0,101	549 0,115	1057 0,141	2059 0,158	837 0,133	2323 0,168	2955 0,178	3535 0,186	5256 0,206	
0,6	28,40 0,059	45 0,065	106 0,082	174 0,084	384 0,106	576 0,122	1113 0,148	2153 0,165	991 0,14	2443 0,176	3101 0,187	3695 0,194	5488 0,215	
0,65	30,30 0,061	48 0,068	110 0,085	181 0,089	401 0,111	597 0,126	1161 0,155	2245 0,172	1033 0,145	2542 0,183	3239 0,196	3842 0,202	5710 0,224	
0,7	31 0,064	49 0,071	114 0,089	190 0,092	418 0,115	619 0,13	1207 0,153	2337 0,179	1074 0,05	2641 0,191	3354 0,202	3994 0,21	5937 0,233	
0,75	32,8 0,066	52 0,074	115 0,09	197 0,096	433 0,119	641 0,135	1253 0,16	2430 0,186	1117 0,157	2740 0,198	3468 0,209	4147 0,218	6165 0,242	
0,8	36 0,075	57 0,084	116 0,091	205 0,1	447 0,124	661 0,139	1301 0,166	2524 0,193	1158 0,163	2839 0,205	3583 0,216	4300 0,227	6392 0,25	
0,85	36,6 0,077	58 0,085	118 0,092	211 0,103	464 0,128	683 0,144	1348 0,17	2604 0,195	1200 0,167	2938 0,212	3698 0,222	4453 0,234	6619 0,26	
0,9	37,3 0,078	59 0,087	123 0,095	218 0,106	477 0,132	705 0,148	1395 0,176	2676 0,205	1241 0,173	3015 0,217	3813 0,23	4605 0,242	6804 0,267	
0,95	37,9 0,079	60 0,088	126 0,098	225 0,109	491 0,136	726 0,152	1441 0,182	2751 0,21	1282 0,179	3092 0,224	3927 0,237	4725 0,248	6990 0,274	
1	38,5 0,081	61 0,09	130 0,1	232 0,112	505 0,14	748 0,156	1488 0,187	2826 0,216	1325 0,184	3170 0,229	4042 0,244	4844 0,254	7157 0,281	
1,1	39,8 0,084	63 0,093	137 0,106	244 0,118	531 0,147	790 0,167	1559 0,198	2979 0,228	1387 0,194	3325 0,24	4271 0,258	5082 0,268	7546 0,296	
1,2	41 0,086	65 0,096	144 0,11	255 0,124	553 0,153	833 0,175	1630 0,207	3161 0,237	1451 0,203	3479 0,251	4452 0,269	5438 0,28	7917 0,31	
1,3	42,3 0,088	67 0,098	150 0,116	267 0,13	574 0,159	871 0,183	1707 0,216	3221 0,246	1514 0,212	3634 0,263	4631 0,279	5560 0,293	8234 0,323	
1,4	43,6 0,091	69 0,101	156 0,121	277 0,135	596 0,165	902 0,19	1772 0,225	3343 0,255	1577 0,22	3789 0,274	4811 0,29	5798 0,305	8551 0,335	
1,5	44,2 0,093	70 0,104	162 0,125	288 0,14	618 0,171	933 0,197	1844 0,234	3465 0,265	1641 0,23	3944 0,284	4990 0,301	6000 0,315	8868 0,347	
1,6	45,5 0,095	72 0,106	168 0,13	298 0,145	640 0,177	965 0,203	1914 0,243	3535 0,274	1704 0,238	4069 0,294	5171 0,312	6201 0,327	9182 0,359	
1,7	46,7 0,098	74 0,109	174 0,134	308 0,149	661 0,183	996 0,209	1975 0,25	3708 0,283	1757 0,245	4194 0,303	5350 0,322	6401 0,337	9458 0,371	
1,8	48 0,1	76 0,111	179 0,139	318 0,155	683 0,19	1027 0,216	2033 0,259	3830 0,293	1810 0,253	4317 0,312	5501 0,332	6601 0,347	9735 0,381	



Продолжение табл. 46.2

и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам

—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм

	(117/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5	194/5	219/6	245/6	273/7	299/8
5182 0,160	6942 0,173	7905 0,179	9207 0,186	11 563 0,197	12 778 0,196	14 562 0,206	21 730 0,227	29 677 0,240	39 589 0,262	53 164 0,28	67 708 0,299
5372 0,166	7175 0,179	8192 0,185	9505 0,193	11 986 0,205	13 317 0,204	15 176 0,215	22 342 0,233	30 082 0,248	41 038 0,272	55 041 0,29	69 836 0,308
5562 0,172	7347 0,185	8477 0,192	9708 0,199	12 346 0,21	13 929 0,214	15 874 0,225	22 965 0,24	31 088 0,256	42 200 0,28	56 995 0,3	71 965 0,318
5753 0,178	7643 0,191	8763 0,199	10 101 0,205	12 705 0,216	14 549 0,223	16 580 0,235	23 587 0,246	32 093 0,265	43 452 0,288	58 788 0,31	74 093 0,327
5943 0,183	7875 0,197	9000 0,204	10 399 0,211	13 013 0,222	14 840 0,228	16 912 0,239	24 199 0,253	33 099 0,273	44 493 0,295	60 656 0,32	76 222 0,336
6092 0,188	8109 0,203	9237 0,209	10 698 0,217	13 424 0,229	15 132 0,232	17 244 0,244	24 822 0,259	34 104 0,281	45 640 0,302	62 154 0,328	78 350 0,346
6465 0,2	8593 0,214	9828 0,222	11 386 0,231	14 322 0,244	15 768 0,243	17 969 0,256	26 363 0,275	36 576 0,302	48 521 0,321	65 814 0,347	83 559 0,369
6839 0,211	9076 0,227	10 419 0,236	12 020 0,244	15 139 0,259	16 580 0,254	18 895 0,268	27 914 0,291	38 405 0,317	51 403 0,341	69 494 0,366	87 929 0,388
7212 0,222	9560 0,239	10 891 0,246	12 656 0,256	15 957 0,272	17 293 0,265	19 707 0,279	29 455 0,308	40 235 0,332	54 266 0,36	73 174 0,386	92 309 0,407
7665 0,234	10 045 0,251	10 364 0,258	13 209 0,268	16 670 0,284	*18 112 0,276	20 526 0,291	31 005 0,324	42 065 0,347	56 563 0,375	76 682 0,404	96 670 0,427
7877 0,243	10 458 0,262	11 835 0,268	13 763 0,279	17 382 0,297	18 724 0,287	21 338 0,302	32 499 0,339	43 894 0,362	58 856 0,39	79 669 0,42	100 723 0,445
8190 0,253	10 655 0,272	12 301 0,279	14 326 0,290	18 095 0,309	19 442 0,298	22 156 0,314	33 618 0,351	45 723 0,377	61 149 0,405	82 657 0,436	104 188 0,46
8502 0,263	11 283 0,282	12 779 0,289	14 869 0,302	18 723 0,319	20 161 0,309	22 975 0,325	34 729 0,353	47 552 0,392	63 444 0,42	85 625 0,451	107 630 0,475
8813 0,272	11 696 0,293	13 252 0,3	15 360 0,312	19 351 0,33	20 879 0,38	23 794 0,337	35 840 0,374	49 200 0,406	67 736 0,435	88 631 0,467	111 095 0,49
9095 0,281	12 052 0,301	13 724 0,311	15 852 0,321	19 979 0,341	21 592 0,331	24 606 0,348	36 950 0,386	50 630 0,418	67 969 0,45	91 533 0,482	114 537 0,506
9352 0,277	12 407 0,31	14 138 0,322	16 343 0,332	20 469 0,349	22 310 0,342	25 425 0,36	38 070 0,398	52 069 0,43	69 825 0,463	93 885 0,495	118 011 0,521
9610 0,285	12 764 0,319	14 539 0,329	16 810 0,341	20 958 0,357	23 028 0,353	26 243 0,372	39 180 0,409	53 489 0,441	71 681 0,475	96 256 0,507	121 443 0,536
9844 0,294	13 120 0,328	14 922 0,338	17 261 0,35	21 450 0,366	23 741 0,364	27 055 0,384	40 291 0,421	54 906 0,463	73 536 0,487	98 608 0,52	124 885 0,551
10 381 0,308	13 749 0,344	15 706 0,355	18 148 0,369	22 429 0,382	24 992 0,383	28 481 0,403	42 521 0,444	57 766 0,477	77 248 0,512	103 330 0,545	131 792 0,582
10 839 0,322	14 424 0,339	16 386 0,372	18 837 0,384	23 410 0,4	26 057 0,4	29 695 0,421	44 358 0,464	60 625 0,5	80 959 0,536	108 053 0,57	137 408 0,607
11 295 0,337	15 008 0,34	17 068 0,386	19 526 0,397	24 389 0,416	27 098 0,416	30 881 0,438	46 111 0,482	62 975 0,52	83 992 0,557	112 776 0,594	142 775 0,63
11 076 0,349	11 751 0,364	15 582 0,389	17 749 0,402	20 216 0,41	25 364 0,433	28 132 0,43	32 059 0,454	47 834 0,5	65 301 0,539	86 904 0,576	117 499 0,619
11 432 0,362	12 170 0,376	16 156 0,404	18 285 0,414	20 905 0,424	26 350 0,449	29 166 0,417	33 238 0,471	49 557 0,518	67 638 0,558	89 816 0,595	122 089 0,644
11 788 0,374	12 556 0,388	16 729 0,418	18 820 0,426	21 594 0,439	27 330 0,467	30 207 0,463	34 424 0,488	51 472 0,539	69 966 0,577	92 728 0,614	125 768 0,663
11 144 0,386	12 941 0,4	17 164 0,428	19 356 0,438	22 283 0,452	28 311 0,483	31 242 0,479	35 603 0,504	59 003 0,554	72 204 0,597	95 685 0,634	128 356 0,682
11 447 0,397	13 326 0,412	17 597 0,44	19 891 0,45	22 973 0,467	29 291 0,5	32 275 0,495	36 781 0,521	54 592 0,57	74 254 0,613	98 566 0,653	133 146 0,702
											169 020 0,746

Потери давления на трение на 1 м, кг/см <sup>2</sup>	Количество проходящего тепла (при $\Delta t=1^\circ\text{C}$ ), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч												
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-62) условным проходом, мм							стальным бесшовным горячекатаным					
	10	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)
1,9	48,6 0,103	77 0,114	134 0,142	228 0,159	375 0,195	558 0,222	800 0,266	1050 0,302	1350 0,261	1700 0,32	2100 0,341	2550 0,358	3000 0,372
2	49,9 0,105	79 0,117	140 0,146	232 0,166	380 0,201	565 0,229	810 0,273	1060 0,311	1360 0,268	1710 0,33	2110 0,35	2560 0,368	3010 0,382
2,2	52,4 0,111	83 0,123	146 0,155	238 0,173	385 0,212	570 0,24	815 0,284	1065 0,322	1365 0,273	1715 0,331	2115 0,35	2565 0,368	3015 0,382
2,4	55 0,113	87 0,128	150 0,162	242 0,18	390 0,221	575 0,252	820 0,3	1070 0,341	1370 0,295	1720 0,363	2120 0,386	2570 0,404	3020 0,412
2,6	57,4 0,12	91 0,131	154 0,169	246 0,187	395 0,231	580 0,263	825 0,311	1075 0,355	1375 0,305	1725 0,378	2125 0,402	2575 0,421	3025 0,43
2,8	59,3 0,125	94 0,139	158 0,176	250 0,196	400 0,24	585 0,273	830 0,321	1080 0,361	1380 0,316	1730 0,392	2130 0,417	2580 0,437	3030 0,448
3	61,9 0,13	98 0,144	162 0,182	254 0,202	405 0,248	590 0,284	835 0,333	1085 0,385	1385 0,328	1735 0,408	2135 0,433	2585 0,452	3035 0,46
3,2	63,8 0,134	101 0,149	166 0,188	258 0,208	410 0,258	595 0,293	840 0,344	1090 0,398	1390 0,339	1740 0,423	2140 0,448	2590 0,468	3040 0,513
3,4	66,3 0,14	105 0,155	170 0,195	262 0,214	415 0,266	600 0,305	845 0,355	1095 0,409	1395 0,35	1745 0,436	2145 0,461	2595 0,483	3045 0,527
3,6	68,8 0,145	109 0,161	174 0,201	266 0,22	420 0,275	605 0,313	850 0,367	1100 0,421	1400 0,361	1750 0,445	2150 0,475	2600 0,496	3050 0,541
3,8	70,7 0,149	112 0,165	178 0,207	270 0,227	425 0,284	610 0,321	855 0,378	1105 0,434	1405 0,372	1755 0,458	2155 0,488	2605 0,511	3055 0,554
4	72,6 0,152	115 0,169	182 0,21	274 0,232	430 0,293	615 0,331	860 0,387	1110 0,446	1410 0,381	1760 0,47	2160 0,501	2610 0,524	3060 0,567
4,5	77 0,162	122 0,18	192 0,225	282 0,249	438 0,31	622 0,352	868 0,411	1118 0,474	1418 0,405	1768 0,498	2168 0,531	2618 0,556	3068 0,599
5	82 0,172	130 0,191	200 0,237	290 0,265	446 0,327	630 0,371	876 0,435	1126 0,5	1426 0,428	1776 0,528	2176 0,551	2626 0,587	3076 0,632
5,5	86,5 0,181	137 0,202	206 0,247	296 0,280	454 0,345	638 0,387	884 0,458	1134 0,525	1434 0,452	1784 0,557	2184 0,590	2634 0,614	3084 0,665
6	90,3 0,19	143 0,211	212 0,257	302 0,297	462 0,362	646 0,405	892 0,482	1142 0,552	1442 0,476	1792 0,581	2192 0,616	2642 0,638	3092 0,697
6,5	94,7 0,199	150 0,221	218 0,269	308 0,307	470 0,376	654 0,421	900 0,5	1150 0,572	1450 0,494	1800 0,607	2200 0,643	2650 0,661	3100 0,73
7	97,8 0,207	155 0,23	224 0,279	314 0,317	478 0,39	662 0,439	908 0,519	1158 0,593	1458 0,513	1808 0,631	2208 0,662	2658 0,684	3108 0,763
7,5	102,3 0,214	162 0,238	230 0,288	320 0,327	486 0,405	670 0,455	916 0,538	1166 0,616	1466 0,531	1816 0,653	2216 0,683	2666 0,703	3116 0,791
8	105,4 0,222	167 0,246	236 0,3	326 0,338	494 0,418	678 0,472	924 0,556	1174 0,636	1474 0,55	1824 0,675	2224 0,693	2674 0,731	3124 0,815
8,5	109,2 0,23	173 0,255	242 0,311	332 0,348	502 0,432	686 0,487	932 0,576	1182 0,655	1482 0,57	1832 0,695	2232 0,723	2682 0,755	3132 0,837
9	112,4 0,237	178 0,263	248 0,321	338 0,358	510 0,443	694 0,5	940 0,591	1190 0,675	1490 0,584	1840 0,714	2240 0,744	2690 0,778	3140 0,861
9,5	115,5 0,243	183 0,27	254 0,332	344 0,37	518 0,454	702 0,514	948 0,607	1198 0,695	1498 0,6	1848 0,73	2248 0,764	2698 0,801	3148 0,885
10	118,7 0,25	188 0,277	260 0,342	350 0,38	526 0,465	710 0,527	956 0,623	1206 0,712	1506 0,617	1856 0,747	2256 0,784	2706 0,825	3156 0,903
11	125 0,262	198 0,291	268 0,357	358 0,401	534 0,487	718 0,553	964 0,656	1214 0,746	1514 0,649	1864 0,785	2264 0,813	2714 0,855	3164 0,931
12	131 0,274	207 0,304	276 0,373	366 0,417	542 0,503	726 0,58	972 0,684	1222 0,780	1522 0,677	1872 0,813	2272 0,865	2722 0,919	3172 1,001
13	136 0,285	215 0,317	284 0,388	374 0,435	550 0,531	734 0,605	980 0,713	1230 0,807	1530 0,705	1880 0,846	2280 0,905	2730 0,956	3180 1,051
14	141 0,294	222 0,327	292 0,404	382 0,45	558 0,553	742 0,627	988 0,74	1238 0,831	1538 0,738	1890 0,878	2290 0,945	2740 0,992	3190 1,09
15	146 0,304	230 0,338	298 0,419	390 0,469	566 0,575	750 0,649	996 0,768	1246 0,861	1546 0,761	1900 0,91	2300 0,985	2750 1,027	3200 1,128
16	150 0,314	236 0,348	306 0,435	398 0,485	574 0,592	758 0,670	1004 0,793	1254 0,888	1554 0,786	1910 0,943	2310 1,005	2760 1,051	3210 1,165

строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам

—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм

	(11/4)	(12/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5	194/5	219/6	245/6	273/7	299/8
	13 703	18 034	20 427	23 662	30 271	33 143	37 770	56 009	76 084	101 478	136 845	173 458
	0,423	0,45	0,462	0,48	0,516	0,503	0,535	0,585	0,628	0,672	0,721	0,766
	14 080	18 467	20 963	24 351	30 961	33 842	38 680	57 426	77 913	104 360	140 524	177 895
	0,435	0,461	0,475	0,494	0,528	0,521	0,548	0,6	0,643	0,692	0,741	0,785
	14 834	19 336	22 549	25 730	32 348	35 546	40 508	60 269	81 584	109 791	147 902	186 773
	0,458	0,483	0,499	0,522	0,552	0,545	0,579	0,629	0,673	0,728	0,78	0,825
	15 385	20 307	23 156	27 109	33 734	37 150	42 336	63 102	85 243	114 363	154 655	195 650
	0,475	0,505	0,523	0,55	0,576	0,57	0,6	0,659	0,703	0,758	0,815	0,864
	15 937	21 077	24 175	28 086	35 119	38 754	44 164	65 096	88 914	118 934	160 648	203 462
	0,492	0,526	0,547	0,571	0,599	0,594	0,626	0,686	0,734	0,788	0,847	0,898
	16 488	21 946	25 246	19 165	36 503	40 353	45 986	67 927	92 573	123 501	166 604	210 565
	0,51	0,548	0,572	0,59	0,623	0,619	0,651	0,709	0,764	0,818	0,878	0,93
	17 040	22 817	26 318	30 040	37 889	41 746	47 574	70 157	96 232	127 077	172 578	217 705
	0,526	0,57	0,595	0,61	0,646	0,64	0,674	0,733	0,794	0,849	0,91	0,961
	17 591	23 697	27 092	31 016	39 281	43 071	49 084	72 388	99 272	132 649	178 572	224 816
	0,544	0,592	0,613	0,629	0,67	0,661	0,695	0,756	0,819	0,879	0,941	0,993
	18 142	24 557	27 868	31 933	40 639	44 394	50 588	74 618	102 107	138 352	185 684	231 949
	0,56	0,614	0,63	0,65	0,693	0,681	0,717	0,779	0,843	0,917	0,979	1,024
	18 690	25 278	28 642	32 970	41 903	45 716	52 098	76 848	104 942	142 124	190 955	240 939
	0,578	0,631	0,648	0,67	0,701	0,701	0,738	0,803	0,866	0,942	1 007	1,054
	19 246	25 863	29 417	33 947	42 843	47 036	53 602	79 079	107 765	145 896	196 305	247 506
	0,594	0,647	0,666	0,689	0,731	0,721	0,759	0,826	0,889	0,967	1,035	1,093
	19 798	26 533	30 190	34 923	43 936	48 355	55 105	81 309	110 600	149 653	201 425	254 073
	0,612	0,663	0,684	0,704	0,75	0,742	0,781	0,849	0,913	0,992	1,052	1,122
	21 176	28 094	32 128	37 365	46 667	51 030	58 154	86 880	117 676	159 082	213 565	269 471
	0,654	0,701	0,727	0,748	0,796	0,783	0,824	0,907	0,971	1,054	1,126	1,19
	22 595	28 631	34 064	39 275	49 399	53 594	61 076	91 896	125 151	166 867	224 025	283 964
	0,697	0,74	0,771	0,797	0,842	0,822	0,865	0,93	1,033	1,103	1,187	1,254
	23 548	31 227	35 037	41 185	51 684	56 159	63 999	96 396	131 829	175 015	236 136	297 777
	0,699	0,727	0,810	0,836	0,882	0,861	0,907	1,007	1,084	1,160	1,245	1,335
	24 542	32 793	37 287	43 095	53 970	58 729	66 928	100 703	137 145	182 860	246 567	310 911
	0,736	0,819	0,843	0,874	0,921	0,901	0,948	1,052	1,132	1,212	1,3	1,373
	25 535	34 043	38 803	45 005	56 256	61 293	69 850	104 819	142 719	190 253	256 809	323 818
	0,764	0,789	0,851	0,879	0,914	0,9	0,989	1,095	1,178	1,261	1,354	1,43
	26 529	35 297	40 334	46 758	58 542	63 864	72 779	100 744	148 170	197 495	266 482	336 017
	0,791	0,826	0,912	0,95	0,998	0,98	1,031	1,136	1,223	1,309	1,405	1,484
	27 521	36 550	41 852	48 318	60 734	66 220	75 464	115 950	157 856	210 568	284 049	378 256
	0,818	0,85	0,914	0,948	0,98	1,016	1,069	1,176	1,265	1,355	1,454	1,536
	28 849	37 804	43 382	49 878	62 731	68 379	77 925	116 303	158 346	211 074	284 880	359 144
	0,845	0,881	0,945	0,982	1,012	1,049	1,104	1,215	1,307	1,399	1,502	1,586
	29 510	39 053	44 605	51 438	64 663	70 547	80 395	119 848	163 193	217 561	293 605	370 240
	0,871	0,911	1 009	1 044	1 103	1 082	1 139	1 252	1 347	1 442	1 548	1 636
	30 302	40 301	45 828	52 998	66 536	72 529	82 654	123 390	167 918	223 893	302 140	380 883
	0,899	0,936	1 007	1 037	1 105	1 112	1 171	1 289	1 386	1 484	1 593	1 682
	26 698	31 093	41 559	47 050	54 558	68 360	74 573	84 983	126 740	172 521	230 084	310 295
	0,926	0,961	1 038	1 065	1 107	1 166	1 144	1 204	1 324	1 424	1 525	1 636
	27 629	31 885	42 545	48 273	55 903	70 133	76 493	87 171	129 995	177 004	235 968	318 351
	0,958	0,985	1 063	1 093	1 135	1 193	1 173	1 235	1 358	1 461	1 564	1 679
	28 977	33 469	44 624	50 717	58 634	73 557	18 209	91 403	136 313	185 727	247 585	334 004
	1 004	1 034	1 114	1 148	1 191	1 255	1 23	1 295	1 424	1 538	1 641	1 761
	30 265	35 053	46 606	52 957	61 242	76 832	83 801	95 500	142 439	193 965	258 448	349 986
	1 05	1 082	1 164	1 194	1 243	1 31	1 285	1 353	1 488	1 618	1 718	1 839
	31 403	36 637	48 501	55 118	63 738	79 966	87 208	99 382	148 188	201 840	269 009	363 023
	1 092	1 132	1 212	1 247	1 294	1 364	1 338	1 408	1 548	1 666	1 783	1 914
	32 690	39 040	50 341	57 197	66 133	83 007	90 490	103 128	153 831	209 473	279 269	376 679
	1 133	1 174	1 258	1 295	1 342	1 415	1 388	1 461	1 607	1 729	1 851	1 986
	33 841	39 344	52 105	59 205	68 468	85 903	93 649	106 728	159 191	216 863	289 076	389 956
	1 173	1 215	1 302	1 34	1 389	1 466	1 436	1 512	1 663	1 79	1 916	2 056
	34 949	40 635	53 817	61 148	70 766	88 717	96 746	110 252	164 456	223 890	298 581	402 853
	1 211	1 256	1 344	1 381	1 436	1 513	1 484	1 562	1 718	1 848	1 979	2 124

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м <sup>2</sup>	Количество проходящего тепла (при $\Delta t=1^\circ\text{C}$ ), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч												
	стальным водопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм								стальным бесшовным горячекатаным				
	10	15	20	25	32	40	50	70	57/3,2	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102 4)
17	{ 154 0,322	243 0,358	582 0,449	1 030 0,5	2 204 0,61	3 290 0,692	6 471 0,818	11 959 0,915	5 760 0,811	13 530 0,976	17 386 1,049	20 780 1,093	30 647 1,201
18	{ 159 0,332	250 0,369	602 0,465	1 059 0,514	2 267 0,627	3 393 0,714	6 667 0,843	12 312 0,941	5 934 0,835	13 984 1,009	17 891 1,078	21 403 1,125	31 536 1,236
19	{ 163 0,34	256 0,378	617 0,477	1 088 0,527	2 331 0,645	3 530 0,743	6 854 0,866	12 665 0,969	6 100 0,859	14 428 1,042	18 379 1,108	21 969 1,156	32 401 1,27
20	{ 167 0,35	264 0,388	632 0,488	1 117 0,542	2 395 0,662	3 618 0,761	7 028 0,888	13 017 0,996	6 254 0,88	14 850 1,072	18 858 1,137	22 538 1,186	33 240 1,283
22	{ 173 0,368	273 0,409	662 0,512	1 175 0,57	2 521 0,698	3 795 0,798	7 374 0,931	13 723 1,05	6 562 0,923	15 575 1,124	19 784 1,193	23 639 1,243	34 864 1,367
24	{ 184 0,387	291 0,43	693 0,536	1 233 0,598	2 649 0,733	3 922 0,825	7 700 0,972	14 428 1,103	6 854 0,964	17 531 1,194	20 658 1,245	24 591 1,299	36 414 1,428
26	{ 193 0,404	305 0,449	723 0,558	1 277 0,62	2 751 0,761	4 084 0,869	8 015 1,013	15 134 1,158	7 134 1,004	16 930 1,222	21 501 1,296	25 700 1,351	37 903 1,485
28	{ 201 0,423	319 0,47	754 0,582	1 324 0,642	2 853 0,790	4 236 0,89	8 318 1,051	15 671 1,199	7 403 1,042	17 569 1,268	22 313 1,345	26 669 1,403	39 333 1,542
30	{ 208 0,435	329 0,484	779 0,602	1 367 0,663	2 955 0,818	4 388 0,923	8 610 1,068	16 221 1,241	7 663 1,079	18 186 1,312	23 096 1,393	27 607 1,452	40 715 1,595
32	{ 214 0,449	339 0,499	803 0,62	1 428 0,685	3 058 0,846	4 540 0,956	8 893 1,121	16 754 1,281	7 915 1,114	18 834 1,355	23 853 1,438	28 511 1,5	42 051 1,648
34	{ 220 0,462	348 0,514	828 0,64	1 457 0,717	3 189 0,874	4 680 0,986	9 167 1,158	17 271 1,321	8 159 1,149	19 360 1,398	24 251 1,462	29 394 1,546	43 343 1,698
36	{ 226 0,476	359 0,528	853 0,659	1 502 0,729	3 248 0,899	4 825 1,016	9 432 1,191	17 770 1,36	8 395 1,182	19 922 1,438	25 305 1,525	30 241 1,56	44 600 1,748
38	{ 233 0,488	369 0,543	879 0,709	1 547 0,751	3 336 0,923	4 967 1,045	9 691 1,224	18 258 1,397	8 625 1,214	20 467 1,477	25 996 1,567	31 069 1,635	45 819 1,8
40	{ 239 0,502	378 0,557	902 0,697	1 591 0,777	3 425 0,948	5 109 1,075	9 942 1,256	18 732 1,433	8 848 1,246	21 000 1,516	26 671 1,608	31 877 1,677	47 012 1,843
45	{ 254 0,535	403 0,594	952 0,735	1 648 0,824	3 645 1,007	5 293 1,122	10 546 1,332	19 864 1,519	9 385 1,323	22 274 1,609	28 287 1,705	33 811 1,779	49 864 1,954
50	{ 270 0,567	427 0,63	1 001 0,774	1 782 0,868	3 818 1,062	5 707 1,201	11 114 1,403	21 561 1,602	9 892 1,393	23 479 1,694	29 819 1,797	35 639 1,875	52 554 2,06
55	{ 282 0,595	447 0,659	1 050 0,811	1 866 0,911	4 005 1,114	5 985 1,26	11 658 1,471	21 966 1,68	10 375 1,461	24 624 1,778	31 273 1,885	37 378 1,966	55 127 2,166
60	{ 295 0,618	467 0,687	1 099 0,849	1 950 0,952	4 183 1,164	6 252 1,315	12 177 1,537	22 943 1,755	10 837 1,525	25 720 1,856	32 663 1,969	39 041 2,054	57 579 2,251
65	{ 307 0,644	480 0,715	1 148 0,887	2 029 0,989	4 354 1,211	6 507 1,369	12 674 1,6	23 825 1,826	11 280 1,587	26 771 1,932	33 981 2,05	40 635 2,138	59 931 2,348
70	{ 318 0,670	504 0,744	1 198 0,925	2 105 1,028	4 519 1,257	6 743 1,42	13 023 1,664	24 779 1,895	11 705 1,647	27 779 2,005	35 382 2,127	42 168 2,218	62 193 2,437
75	{ 331 0,695	524 0,772	1 241 0,958	2 179 1,063	4 677 1,300	6 990 1,47	13 524 1,713	25 651 1,962	12 123 1,705	28 754 2,079	36 519 2,201	43 648 2,295	64 375 2,522
80	{ 342 0,717	541 0,796	1 281 0,99	2 250 1,097	4 830 1,343	7 219 1,52	13 968 1,775	26 517 2,026	12 520 1,76	29 695 2,143	37 718 2,273	45 080 2,371	66 489 2,606
85	{ 352 0,737	557 0,821	1 321 1,020	2 321 1,131	4 980 1,385	7 441 1,565	14 392 1,83	27 332 2,039	12 905 1,815	30 613 2,343	38 876 2,44	46 466 2,444	68 533 2,686
90	{ 362 0,761	574 0,845	1 360 1,05	2 390 1,164	5 123 1,425	7 657 1,611	15 805 1,883	28 125 2,15	13 279 1,866	31 499 2,273	40 004 2,411	47 810 2,515	70 521 2,763
95	{ 372 0,782	589 0,868	1 397 1,078	2 452 1,195	5 264 1,463	7 862 1,65	15 220 1,935	28 895 2,203	13 642 1,929	32 363 2,366	41 100 2,477	49 124 2,584	72 450 2,84
100	{ 382 0,802	605 0,89	1 433 1,103	2 517 1,288	5 401 1,501	8 071 1,698	15 616 1,994	29 646 2,265	13 998 1,98	33 202 2,397	42 162 2,541	50 400 2,651	74 332 2,913
110	{ 400 0,842	634 0,934	1 503 1,161	2 640 1,288	5 565 1,576	8 465 1,781	16 378 2,088	31 093 2,376	14 682 2,075	34 824 2,513	44 227 2,665	52 860 2,781	77 969 3,055
120	{ 418 0,878	662 0,975	1 570 1,212	2 757 1,346	5 916 1,646	8 841 1,86	17 107 2,181	32 487 2,472	15 334 2,168	36 374 2,625	46 193 2,784	55 211 2,905	



ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ НА МЕСТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ  
ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ( $\gamma_{\text{ср}} = 983,2 \text{ кг/м}^3$ )

Скорость движения воды, м/с	Потери давления, кгс/м <sup>2</sup> , при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \zeta$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,01	0,005	0,003	0,015	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,015	0,05
0,015	0,011	0,003	0,034	0,045	0,056	0,068	0,079	0,090	0,102	0,113
0,02	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20
0,025	0,031	0,063	0,094	0,125	0,157	0,188	0,219	0,251	0,282	0,313
0,03	0,045	0,09	0,135	0,180	0,226	0,271	0,316	0,361	0,406	0,451
0,035	0,061	0,123	0,184	0,246	0,307	0,368	0,430	0,491	0,553	0,614
0,04	0,08	0,16	0,241	0,321	0,401	0,481	0,561	0,642	0,722	0,802
0,045	0,102	0,203	0,304	0,406	0,507	0,609	0,710	0,812	0,913	1,015
0,05	0,125	0,251	0,376	0,501	0,626	0,752	0,877	1,002	1,128	1,253
0,055	0,15	0,30	0,45	0,61	0,76	0,91	1,06	1,21	1,36	1,52
0,06	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62	1,80
0,065	0,21	0,42	0,64	0,85	1,06	1,27	1,48	1,69	1,91	2,12
0,07	0,25	0,49	0,74	0,98	1,23	1,47	1,72	1,96	2,21	2,46
0,075	0,28	0,56	0,85	1,13	1,40	1,69	1,97	2,26	2,54	2,82
0,08	0,32	0,64	0,96	1,28	1,60	1,92	2,25	2,57	2,89	3,21
0,085	0,36	0,72	1,09	1,45	1,81	2,17	2,53	2,90	3,26	3,62
0,09	0,41	0,81	1,22	1,62	2,03	2,44	2,84	3,25	3,65	4,06
0,095	0,45	0,9	1,36	1,81	2,26	2,71	3,17	3,62	4,07	4,52
0,1	0,50	1	1,5	2	2,51	3,01	3,51	4,01	4,51	5,01
0,105	0,55	1,11	1,66	2,21	2,76	3,32	3,87	4,42	4,97	5,53
0,11	0,61	1,21	1,82	2,43	3,03	3,64	4,24	4,85	5,46	6,06
0,115	0,66	1,33	1,99	2,65	3,31	3,98	4,64	5,30	5,96	6,63
0,12	0,72	1,44	2,16	2,89	3,51	4,33	5,05	5,77	6,49	7,22
0,125	0,78	1,57	2,35	3,13	3,92	4,7	5,48	6,26	7,05	7,83
0,13	0,85	1,69	2,54	3,39	4,23	5,08	5,93	6,78	7,62	8,47
0,135	0,91	1,83	2,74	3,65	4,57	5,48	6,39	7,31	8,22	9,13
0,14	0,98	1,96	2,95	3,93	4,91	5,89	6,88	7,86	8,84	9,82
0,145	1,05	2,11	3,16	4,21	5,27	6,32	7,38	8,43	9,48	10,54
0,15	1,13	2,26	3,38	4,51	5,64	6,77	7,89	9,02	10,15	11,28
0,155	1,20	2,41	3,61	4,82	6,02	7,22	8,43	9,63	10,84	12,04
0,16	1,28	2,57	3,85	5,13	6,41	7,70	8,98	10,26	11,55	12,83
0,165	1,36	2,73	4,09	5,46	6,82	8,19	9,55	10,92	12,28	13,64
0,17	1,45	2,90	4,34	5,79	7,24	8,69	10,14	11,59	13,03	14,48
0,175	1,53	3,07	4,6	6,14	7,67	9,21	10,7	12,3	13,8	15,3
0,18	1,62	3,25	4,87	6,49	8,12	9,74	11,4	13	14,6	16,2
0,185	1,72	3,43	5,15	6,86	8,58	10,3	12	13,7	15,4	17,2
0,19	1,81	3,62	5,43	7,24	9,05	10,9	12,7	14,5	16,3	18,1
0,195	1,91	3,81	5,72	7,62	9,53	11,4	13,3	15,2	17,2	19,1
0,2	2	4,01	6,01	8,02	10	12	14	16	18	20
0,205	2,1	4,2	6,3	8,4	10,5	12,6	14,7	16,8	19	21,1
0,21	2,2	4,4	6,6	8,8	11,1	13,2	15,5	17,7	19,9	22,1
0,215	2,3	4,6	6,9	9,3	11,6	13,9	16,2	18,5	20,8	23,2
0,22	2,4	4,9	7,3	9,7	12,1	14,6	17	19,4	21,8	24,3
0,225	2,5	5,1	7,6	10,1	12,7	15,2	17,8	20,3	22,8	25,4
0,23	2,7	5,3	8	10,6	13,3	15,9	18,6	21,2	23,9	26,5
0,235	2,8	5,5	8,3	11,1	13,8	16,6	19,4	22,1	24,9	27,7
0,24	2,9	5,8	8,7	11,5	14,4	17,3	20,2	23,1	26,0	28,9
0,245	3	6	9	12	15	18	21,1	24,1	27,1	30,1

Продолжение табл. 46.3

Потери давления, кгс/м <sup>2</sup> , при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	3,1	6,3	9,4	12,5	15,7	18,8	21,9	25,1	28,2	31,3
0,11	3,3	6,5	9,8	13	16,3	19,6	22,8	26,1	29,3	32,6
0,12	3,4	6,8	10,2	13,6	16,9	20,3	23,7	27,1	30,5	33,9
0,13	3,5	7	10,6	14,1	17,6	21,1	24,6	28,2	31,7	35,2
0,14	3,7	7,3	11	14,6	18,3	21,9	25,6	29,2	32,9	35,5
0,15	3,8	7,6	11,4	15,2	18,9	22,7	26,5	30,3	34,1	37,9
0,16	3,9	7,9	11,8	15,7	19,6	23,6	27,5	31,4	35,4	39,3
0,17	4,1	8,1	12,2	16,3	20,4	24,4	28,5	32,6	36,6	40,7
0,18	4,2	8,4	12,6	16,9	21,1	25,3	29,5	33,7	37,9	42,1
0,19	4,4	8,7	13,1	17,4	21,8	26,2	30,5	34,9	39,3	43,6
0,2	4,5	9	13,5	18	22,6	27,1	31,6	36,1	40,6	45,1
0,21	4,7	9,3	14	18,6	23,3	28	32,6	37,3	42	46,6
0,22	4,8	9,6	14,4	19,3	24,1	28,9	33,7	38,5	43,3	48,2
0,23	5	9,9	14,9	19,9	24,9	29,8	34,8	39,8	44,8	49,7
0,24	5,1	10,3	15,4	20,5	25,7	30,8	35,9	41,1	46,2	51,3
0,25	5,3	10,6	15,9	21,2	26,5	31,8	37,1	42,3	47,6	52,9
0,26	5,5	10,9	16,4	21,8	27,3	32,7	38,2	43,7	49,1	54,6
0,27	5,6	11,2	16,9	22,5	28,1	33,7	39,4	45	50,6	56,2
0,28	5,8	11,6	17,4	23,2	29	34,8	40,6	46,3	52,1	57,9
0,29	6	11,9	17,9	23,9	29,8	35,8	41,8	47,7	53,7	59,6
0,3	6,1	12,3	18,4	24,6	30,7	36,8	43	49,1	55,3	61,4
0,31	6,3	12,6	18,9	25,3	31,6	37,0	44,2	50,5	56,8	63,2
0,32	6,5	13	19,5	26	32,5	39	45,5	52	58,5	65
0,33	6,7	13,4	20	26,7	33,4	40,1	46,7	53,4	60,1	66,8
0,34	6,9	13,7	20,6	27,4	34,3	41,2	48	54,9	61,7	68,6
0,35	7	14,1	21,1	28,2	35,2	42,3	49,3	66,4	63,4	70,5
0,36	7,2	14,5	21,7	28,9	36,2	43,4	50,7	67,9	65,1	72,4
0,37	7,4	14,9	22,3	29,7	37,1	44,6	52	69,4	66,9	74,3
0,38	7,6	15,2	22,9	30,5	38,1	45,7	53,4	71	68,6	76,2
0,39	7,8	15,6	23,5	31,3	39,1	46,9	54,7	72,6	70,4	78,2
0,4	8	16	24,1	32,1	40,1	48,1	56,1	74,1	72,2	80,2
0,405	8,2	16,4	24,7	32,9	41,1	49,3	57,5	75,9	74	82,2
0,41	8,4	16,8	25,3	33,7	42,1	50,5	59	77,6	76,8	84,2
0,415	8,6	17,3	25,9	34,5	43,2	51,8	60,4	79,4	77,7	86,3
0,42	8,8	17,7	26,5	35,4	44,2	53	61,9	81,2	79,6	88,4
0,425	9,1	18,1	27,2	36,2	45,3	54,3	63,4	83	81,5	90,5
0,43	9,3	18,5	27,8	37,1	46,3	55,6	64,9	84,9	83,4	92,7
0,435	9,5	19	28,4	37,9	47,4	56,9	66,4	86,4	85,3	94,8
0,44	9,7	19,4	29,1	38,8	48,5	58,2	67,9	87,9	87,3	97
0,445	9,9	19,8	29,8	39,7	49,6	59,5	69,5	89,4	89,3	99,2
0,45	10,1	20,3	30,4	40,6	50,7	60,9	71	91,2	91,3	101,5
0,455	10,4	20,8	31,1	41,5	51,9	62,3	72,6	93	93,4	103,8
0,46	10,6	21,2	31,9	42,4	53	63,6	74,2	94,8	95,4	106
0,465	10,8	21,7	32,5	43,3	54,2	65	75,9	96,7	97,5	108,4
0,47	11,1	22,1	33,2	44,3	55,4	66,4	77,5	98,6	99,6	110,7
0,475	11,3	22,6	33,9	45,2	56,5	67,8	79,1	100,5	101,8	113,1
0,48	11,5	23,1	34,6	46,2	57,7	69,3	80,8	102,4	103,9	115,5
0,485	11,8	23,6	35,4	47,2	58,9	70,7	82,5	104,3	106,1	117,9

Скорость движения воды, м/с	Потери давления, кгс/м <sup>2</sup> , при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \zeta$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,49	12	24,1	36,1	48,1	60,2	72,2	84,2	96,2	108,3	120,3
0,495	12,3	24,6	36,8	49,1	61,4	73,7	86	98,2	110,5	122,8
0,5	12,5	25,1	37,6	50,1	62,6	75,2	87,7	100,2	112,8	125,3
0,51	13	26,1	39,1	52,1	65,2	78,2	91,2	104,3	117,3	130,4
0,52	13,6	27,1	40,7	54,2	67,8	81,3	94,9	108,4	122	135,5
0,53	14,1	28,2	42,2	56,3	70,4	84,5	98,5	112,6	126,7	140,8
0,54	14,6	29,2	43,8	58,5	73,1	87,7	102,3	116,9	131,5	146,1
0,55	15,2	30,3	45,6	60,6	75,8	91	106,1	121,3	136,4	151,6
0,56	15,7	31,4	47,1	62,9	78,6	94,3	110	125,7	141,4	157,2
0,57	16,3	32,6	48,8	65,1	81,4	97,7	114	130,3	146,5	162,8
0,58	16,9	33,7	50,6	67,4	84,3	101,2	118	134,9	151,7	168,6
0,59	17,4	34,9	52,3	69,8	87,2	104,7	122,1	139,6	157	174,4
0,6	18	36,1	54,1	72,2	90,2	108,2	126,3	144,3	162,3	180,4
0,61	18,7	37,3	56	74,6	93,3	111,9	130,6	149,2	167,9	186,5
0,62	19,3	38,5	57,8	77,1	96,3	115,6	134,8	154,1	173,4	192,6
0,63	19,9	39,8	59,7	79,6	99,5	119,3	139,2	159,1	179,6	198,9
0,64	20,5	41,1	61,6	82,1	102,6	123,2	143,7	164,2	184,7	205,3
0,65	21,2	42,3	63,5	84,7	105,9	127	148,2	169,4	190,6	211,7
0,66	21,8	43,7	65,5	87,3	109,8	131	152,8	174,6	196,5	218,3
0,67	22,5	45	67,5	90	112,5	135	157,5	180	202,5	225
0,68	23,2	46,3	69,5	92,7	115,9	139	162,2	185,4	208,6	231,7
0,69	23,9	47,7	71,6	95,4	119,3	143,2	167	190,9	214,7	238,6
0,70	24,6	49,1	73,7	98,2	122,8	147,3	171,9	196,4	221	245,6
0,71	25,3	50,5	75,8	101,1	126,3	151,6	176,8	202,1	227,4	252,6
0,72	26	52	77,9	103,9	129,9	155,9	181,9	207,8	233,8	259,8
0,73	26,7	53,3	80,1	106,8	133,5	160,2	186,9	213,6	240,4	267,1
0,74	27,4	54,9	82,3	109,4	137,2	164,7	192,1	219,5	247	274,4
0,75	28,2	56,4	88,6	112,8	141	169,1	197,3	225,5	253,7	281,9
0,76	28,9	57,9	86,8	115,8	144,7	173,7	202,6	231,6	260,5	289,5
0,77	29,7	59,4	89,1	118,9	148,6	178,3	208	237,7	267,4	297,1
0,78	30,5	61	91,5	122	152,5	182,9	213,4	243,9	274,4	304,9
0,79	31,3	62,6	93,8	125,1	156,4	187,7	218,9	250,2	281,5	312,8
0,8	32,1	64,1	96,2	128,3	160,4	192,4	224,5	256,6	288,7	320,7
0,85	36,2	72,4	108,6	144,8	181	217,2	253,5	289,7	325,9	362,1
0,9	40,6	81,2	121,8	162,4	203	243,6	284,1	324,7	365,3	405,9
0,95	45,2	90,5	135,7	180,9	226,1	271,4	316,6	361,8	407,1	452,3
1	50	110	150	200	251	301	351	401	451	501
1,05	55	111	166	221	276	332	387	442	497	553
1,1	61	121	182	243	303	364	424	485	546	606
1,15	66	133	199	265	331	398	464	530	596	663
1,2	72	144	216	289	361	433	505	577	649	722
1,25	78	157	235	313	392	470	548	626	705	783
1,3	85	169	254	339	423	508	593	678	762	847
1,35	91	183	274	365	457	548	639	731	822	913
1,4	98	196	295	393	491	589	688	786	884	982



Продолжение табл. 46.3

Глубина здания, м	Потери давления, кгс/м <sup>2</sup> , при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
105	105	211	316	421	527	632	738	843	948	1054
113	113	226	338	451	564	677	789	902	1015	1128
120	120	241	361	482	602	722	843	963	1084	1204
128	128	257	385	513	641	770	898	1026	1155	1283
136	136	273	409	546	682	819	955	1091	1228	1364
145	145	290	434	579	724	869	1014	1159	1303	1448
153	153	307	460	614	767	921	1074	1228	1381	1535
162	162	325	487	649	812	974	1137	1299	1461	1624
172	172	343	515	686	858	1029	1201	1372	1544	1715
181	181	362	543	724	905	1085	1266	1447	1628	1809
191	191	381	572	762	953	1143	1334	1525	1715	1906
200	200	401	601	802	1002	1203	1403	1604	1804	2005
211	211	421	632	842	1053	1264	1474	1685	1895	2106
221	221	442	668	884	1105	1326	1547	1768	1989	2210
232	232	463	695	927	1158	1390	1622	1853	2085	2317
243	243	485	728	970	1213	1455	1698	1940	2183	2426
254	254	507	761	1015	1269	1522	1776	2030	2283	2537
265	265	530	795	1060	1326	1591	1856	2121	2386	2651
277	277	554	830	1107	1384	1661	1937	2214	2491	2768
289	289	577	866	1155	1443	1732	2021	2309	2593	2887
301	301	602	902	1203	1504	1805	2106	2407	2707	3008
313	313	626	940	1253	1566	1879	2193	2506	2819	3132
326	326	652	978	1303	1629	1955	2281	2607	2933	3259
339	339	678	1016	1355	1694	2033	2371	2710	3049	3388
352	352	704	1056	1408	1760	2112	2464	2815	3167	3519
365	365	731	1096	1461	1827	2192	2557	2923	3288	3653
379	379	758	1137	1516	1895	2274	2653	3032	3411	3790
393	393	786	1179	1572	1964	2357	2750	3143	3535	3929
407	407	814	1221	1628	2035	2442	2849	3256	3664	4071
421	421	843	1264	1686	2107	2529	2950	3372	3793	4215
436	436	872	1308	1744	2181	2617	3053	3489	3925	4361
451	451	902	1353	1804	2255	2706	3157	3608	4059	4510
482	482	963	1445	1925	2403	2890	3371	3853	4334	4816

Объемная масса воды принята для систем отопления с температурой теплоносителя 95° С. При температуре теплоносителя от 150° С фактические потери давления будут менее приведенных на 0,5—1,5% (в зависимости от температуры теплоносителя).

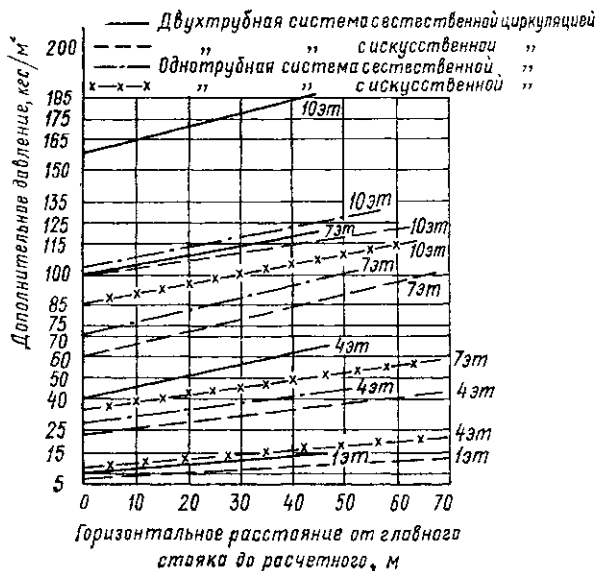


Рис. 46.1. График для определения дополнительных давлений, образующихся вследствие охлаждения воды в трубопроводах (к табл. 46.1—46.3)

Примечания: 1. График составлен для открытой прокладки стояков при изолированных магистральных трубопроводах.

2. При прокладке стояков в бороздах без изоляции вводят поправочный коэффициент 0,75

3. При прокладке стояков в бороздах с изоляцией дополнительное давление, образующееся вследствие охлаждения воды, не учитывают.

## ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ НИЗКОГО

Количество проходящего тепла, ккал/ч (верхняя строка)

сальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм

Потери давления на трение по Г.В. кгс/м <sup>2</sup>	Количество проходящего тепла, ккал/ч (верхняя строка)							
	10	15	20	25	32	40	50	70
0,5	225 2,62	674 2,9	1284 2,9	2034 2,9	4490 3,65	6830 4,2	13 420 5,06	25 522 5,7
0,55	438 2,46	686 2,95	1351 3,05	2174 3,1	4736 3,85	7155 4,4	14 120 5,26	27 089 6,06
0,6	440 2,7	697 3	1396 3,15	2244 3,2	4982 4,05	7562 4,65	14 880 5,58	28 209 6,3
0,65	448 2,75	709 3,05	1440 3,25	2350 3,35	5228 4,25	7806 4,8	15 480 5,82	29 328 6,55
0,7	455 2,79	721 3,1	1484 3,35	2455 3,5	5413 4,4	8050 4,95	16 220 6,11	30 672 6,85
0,75	462 2,84	732 3,15	1506 3,4	2560 3,65	5659 4,6	8375 5,15	16 820 6,35	32 015 7,15
0,8	470 2,88	744 3,2	1528 3,45	2665 3,8	5843 4,75	8619 5,3	17 450 6,54	33 134 7,4
0,85	477 2,93	755 3,25	1551 3,5	2735 3,9	6028 4,9	8944 5,5	17 750 6,68	34 030 7,6
0,9	484 2,97	767 3,3	1595 3,6	2841 4,05	6212 5,05	9188 5,65	18 580 6,97	34 925 7,8
0,95	492 3,02	779 3,35	1639 3,7	2911 4,15	6397 5,2	9513 6,85	19 100 7,11	36 045 8,05
1	499 3,07	790 3,4	1760 3,85	3016 4,3	6581 5,35	9757 6	19 600 7,36	36 940 8,25
1,1	521 3,2	825 3,55	1794 4,05	3191 4,55	6889 5,6	10 326 6,35	20 750 7,78	38 955 8,7
1,2	535 3,29	848 3,65	1863 4,25	3332 4,75	7192 5,85	10 896 6,7	21 575 8,12	40 298 9
1,3	550 3,37	872 3,75	1971 4,45	3472 4,95	7504 6,1	11 383 7	22 430 8,45	42 089 9,4
1,4	565 3,47	895 3,85	2038 4,6	3612 5,15	7750 6,3	11 790 7,25	23 470 8,75	43 657 9,75
1,5	587 3,6	930 4	2127 4,8	3752 5,35	8057 6,55	12 197 7,5	24 380 9,18	45 448 10,15
1,6	594 3,65	941 4,05	2193 4,95	3893 5,55	8303 6,75	12 603 7,75	25 150 9,58	47 015 10,5
1,7	609 3,74	965 4,15	2282 5,15	3998 5,7	8611 7	13 010 8	25 680 9,75	48 582 10,85
1,8	624 3,83	988 4,25	2348 5,3	4138 5,9	8857 7,2	13 416 8,25	26 680 10,02	50 149 11,2
1,9	632 3,92	1011 4,35	2415 5,45	4278 6,1	9177 7,45	13 823 8,5	27 180 10,3	51 769 11,55
2	660 4,06	1046 4,5	2481 5,6	4454 6,35	9472 7,7	14 229 8,75	28 080 10,55	53 280 11,8

ТАБЛИЦА 46.1

Плотность пара, кг/см<sup>3</sup> ОТ 0,05 ДО 0,2 ПРИ  $k_{уд} = 0,2$  мм

Скорость движения пара, м/с (нижняя строка), по трубам

стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм

	(83/2,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5	194/5	219,6	Потери давления на трение на 1 м, кгс/м <sup>2</sup>
0,5	36 612 6,45	44 233 6,8	65 045 7,45	76 974 7,8	89 716 8,1	118 470 8,65	135 044 9	156 761 9,3	197 591 9,85	214 390 9,95	243 919 10,1	365 190 11,15	501 573 12,1	
0,55	38 599 6,8	46 184 7,1	68 538 7,85	80 428 8,15	94 146 8,5	125 318 9,15	142 090 9,4	165 189 9,8	208 624 10,4	223 576 10,4	254 787 10,55	386 480 11,8	526 444 12,7	0,55
0,6	40 586 7,15	48 136 7,4	71 593 8,2	84 376 8,55	99 130 8,95	131 482 9,6	148 893 9,85	172 774 10,25	217 651 10,85	233 112 10,75	265 654 11	406 131 12,4	553 388 13,35	0,6
0,65	42 288 7,45	50 087 7,7	74 649 8,55	88 323 8,95	103 007 9,3	138 275 9,95	154 939 10,25	179 516 10,65	227 681 11,35	242 649 11,2	276 522 11,45	420 870 12,85	578 260 13,95	0,65
0,7	43 708 7,7	52 364 8,05	77 705 8,9	92 270 9,35	106 883 9,65	142 438 10,4	160 985 10,65	187 102 11,1	236 706 11,8	253 245 11,75	288 597 11,95	437 246 11,35	605 204 14,6	0,7
0,75	45 410 8	54 315 8,35	80 761 9,25	95 231 9,65	111 314 10,05	147 232 10,75	167 032 11,05	194 687 11,55	244 732 12,2	262 782 12,3	299 465 12,4	451 985 13,8	623 857 15,05	0,75
0,8	46 829 8,25	56 267 8,65	83 380 9,55	98 192 9,95	115 190 10,4	152 710 11,15	173 078 11,45	200 586 11,9	252 756 12,6	272 317 12,7	310 333 12,85	466 723 14,25	644 583 15,55	0,8
0,85	48 249 8,5	58 218 8,95	86 436 9,9	101 152 10,25	119 067 10,75	157 504 11,5	176 101 11,65	207 329 12,3	260 780 13	282 913 13,15	322 408 13,35	481 462 14,7	663 237 16	0,85
0,9	49 668 8,75	60 169 9,25	89 055 10,2	104 606 10,6	122 390 11,05	162 298 11,85	185 171 12,25	213 228 12,65	267 801 13,35	292 450 13,6	333 276 13,8	497 338 15,2	683 963 16,5	0,9
0,95	51 371 9,05	61 796 9,5	91 238 10,45	107 567 10,9	125 713 11,35	167 091 12,2	189 706 12,65	219 971 13,05	273 819 13,65	301 985 13,84	344 143 14,25	512 576 15,65	704 689 17	0,95
1	52 790 9,3	63 422 9,75	93 857 10,75	110 527 11,2	129 035 11,65	171 290 12,5	194 996 12,9	225 870 13,4	280 840 14	309 403 14,2	352 596 14,6	527 315 16,1	723 343 17,45	1
1,1	55 912 9,85	66 349 10,2	98 659 11,3	115 955 11,75	135 681 12,25	179 418 13,1	205 578 13,6	236 827 14,05	292 876 14,6	324 237 14,9	389 501 15,3	553 517 15,9	762 722 18,4	1,1
1,2	58 182 10,25	69 691 10,7	103 461 11,85	121 383 12,3	141 773 12,8	187 635 13,7	212 380 14,05	246 098 14,6	305 915 15,25	339 071 15,6	386 406 16	578 082 17,65	797 957 19,25	1,2
1,3	60 453 10,65	72 529 11,15	107 827 12,35	126 810 12,85	147 865 13,35	196 538 14,35	222 931 14,75	255 368 15,15	318 954 15,9	353 906 16,2	403 312 16,7	604 284 18,45	831 119 20,05	1,3
1,4	63 007 11,05	75 781 11,65	111 756 12,8	131 744 13,35	153 403 13,85	203 385 14,85	232 031 15,35	264 639 15,7	331 993 16,55	368 746 16,83	420 217 17,4	628 848 19,2	866 353 20,9	1,4
1,5	65 277 11,5	78 383 12,05	116 121 13,3	136 185 13,8	158 941 14,35	210 918 15,4	238 833 15,8	273 067 16,2	344 029 17,15	383 575 17,6	437 122 18,1	655 050 20	899 515 21,7	1,5
1,6	67 548 11,9	80 985 12,45	120 050 13,75	141 120 14,3	163 925 14,8	218 451 15,95	246 391 16,3	282 338 16,75	357 068 17,8	397 350 18,15	452 820 18,75	677 977 20,7	926 459 22,35	1,6
1,7	69 818 12,3	83 587 12,85	123 106 14,1	145 560 14,75	168 909 15,25	224 614 16,4	253 193 16,75	291 609 17,3	370 107 18,45	410 310 18,9	467 310 19,35	699 266 21,35	953 403 23	1,7
1,8	71 805 12,65	86 189 13,25	127 471 14,6	149 508 15,15	174 447 15,75	230 093 16,8	259 995 17,2	300 087 17,8	383 146 19,1	421 520 19,5	480 593 19,9	718 917 21,95	978 274 23,6	1,8
1,9	73 792 13,05	88 791 13,65	130 964 15	153 455 15,55	178 877 16,25	235 571 17,52	266 797 17,85	309 308 18,35	396 185 19,75	432 316 19,98	492 668 20,4	740 207 22,6	1 005 218 24,25	1,9
2	75 779 13,35	91 392 14,05	134 456 15,4	157 895 16	183 862 16,6	241 734 17,65	274 355 18,15	318 578 18,9	405 212 20,2	443 972 20,45	505 951 20,95	759 858 23,2	1 032 218 24,9	2

Потери давления на трение на 1 м кг/м <sup>2</sup>	Количество проходящего тепла, ккал/ч (верхняя группа)							
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							
	10	15	20	25	32	40	50	7
2,2	{ 689 4,23	1092 4,7	2614 5,9	4629 6,6	10 026 8,15	15 042 9,25	29 475 11,05	55 740 12,45
2,4	{ 719 4,42	1139 4,9	2747 6,2	4839 6,9	10 456 8,5	15 693 9,65	30 900 11,6	58 430 13,05
2,6	{ 748 4,58	1185 5,1	2858 6,45	5015 7,15	10 825 8,8	16 343 10,05	32 120 12,1	60 850 13,6
2,8	{ 767 4,77	1232 5,3	2968 6,7	5225 7,45	11 256 9,15	16 994 10,45	33 475 12,6	63 350 14,15
3	{ 797 4,95	1278 5,5	3079 6,95	5401 7,7	11 686 9,5	17 644 10,85	34 750 13,1	65 261 14,7
3,2	{ 836 5,14	1325 5,7	3190 7,2	5576 7,95	12 117 9,85	18 295 11,25	36 050 13,5	68 060 15,2
3,4	{ 865 5,32	1371 5,9	3301 7,45	5751 8,2	12 486 10,15	18 945 11,65	37 100 13,9	70 074 15,65
3,6	{ 895 5,49	1418 6,1	3390 7,65	5892 8,4	12 916 10,5	19 433 11,95	38 250 14,3	72 069 16,1
3,8	{ 924 5,67	1464 6,3	3500 7,9	6067 8,65	13 348 10,85	20 002 12,3	39 375 14,7	74 104 16,55
4	{ 946 5,82	1499 6,45	3589 8,1	6242 8,9	13 778 11,2	20 490 12,6	40 650 15,2	76 343 17,05
4,5	{ 1013 6,22	1604 6,9	3832 8,65	6663 9,5	14 577 11,85	21 872 13,45	43 100 16,05	81 045 18,1
5	{ 1078 6,62	1708 7,35	3987 9	7084 10,1	15 377 12,5	23 011 14,16	45 450 17,1	85 522 19,1
5,5	{ 1130 6,94	1790 7,7	4187 9,45	7505 10,7	16 176 13,15	24 068 14,8	47 750 17,9	90 060 20,1
6	{ 1189 7,3	1883 8,1	4364 9,85	7925 11,3	17 037 13,85	25 125 15,45	50 150 18,85	94 030 21
6,5	{ 1240 7,52	1964 8,45	4541 10,25	8206 11,7	17 714 14,4	26 182 16,1	51 950 19,45	97 835 21,85
7	{ 1284 7,88	2034 8,75	4718 10,65	8487 12,1	18 329 14,9	27 239 16,75	54 075 20,15	101 642 22,7
7,5	{ 1335 8,2	2115 9,1	4873 11	8767 12,5	19 006 15,45	28 296 17,4	55 950 21	105 224 23,55
8	{ 1379 8,45	2185 9,4	5073 11,45	9008 12,9	19 682 16	29 353 18,05	57 950 21,7	108 800 24,3
8,5	{ 1430 8,77	2266 9,75	5250 11,85	9288 13,3	20 297 16,5	30 247 18,6	59 650 22,35	112 164 25,05
9	{ 1467 9	2324 10	5427 12,25	9567 13,67	20 850 16,95	31 060 19,1	61 500 22,9	115 522 25,8
9,5	{ 1511 9,3	2394 10,3	5626 12,7	9847 14,1	21 343 17,35	31 955 19,65	62 950 23,65	118 880 26,55
10	{ 1555 9,6	2464 10,6	5804 13,1	10 126 14,5	21 835 17,75	32 768 20,15	64 750 24,4	121 791 27,2

Потери давления пара, м/с (нижняя строка), по трубам														Потери давления на трение на 1 м, кгс/м <sup>2</sup>
стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732-70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм														
	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5	194/5	219/6	
40	79 752	95 621	141 004	165 297	193 830	252 691	287 960	336 277	423 266	467 284	532 517	802 436	1 083 976	2,2
3	14,05	14,7	16,15	16,75	17,5	18,45	19,05	19,95	21,1	21,65	22,05	24,5	26,15	
53	83 725	100 174	147 116	173 192	201 029	264 333	302 320	353 976	441 320	489 534	557 874	833 551	1 137 866	2,4
5	14,75	15,4	16,85	17,55	18,15	19,3	20	21	22	22,55	23,1	25,45	27,45	
47	87 131	104 727	153 227	181 087	208 229	275 290	315 924	367 461	459 374	510 727	582 025	866 304	1 191 754	2,6
5	15,35	16,1	17,55	18,35	18,8	20,1	20,9	21,8	22,9	23,5	24,1	26,45	28,75	
55	90 537	108 630	159 339	187 502	215 428	286 931	330 285	380 103	477 428	529 799	603 760	897 419	1 233 206	2,8
5	15,95	16,7	18,25	19	19,45	20,95	21,85	22,55	23,8	24,4	25	27,4	29,75	
49	93 943	112 533	165 451	193 423	222 628	298 573	343 889	392 745	495 482	548 872	625 496	930 171	1 274 658	3
5	16,55	17,3	18,95	19,6	20,1	21,8	22,75	23,3	24,7	25,2	25,9	28,4	30,75	
56	97 349	116 111	171 126	198 850	229 827	309 530	354 470	405 387	513 536	566 885	646 023	962 924	1 318 183	3,2
15	17,15	17,85	19,6	20,15	20,75	22,6	23,45	24,05	25,6	26,2	26,75	29,4	31,8	
68	100 187	120 014	175 928	204 771	237 026	321 171	364 296	418 029	531 590	585 959	667 759	994 038	1 369 635	3,4
5,6	17,65	18,45	20,15	20,75	21,4	23,45	24,1	24,8	26,5	27,07	27,65	30,35	32,8	
82	103 025	123 266	180 293	210 199	244 226	330 758	374 121	430 671	545 632	605 031	689 494	1 026 791	1 401 088	3,6
0,5	18,15	18,95	20,65	21,3	22,05	24,15	24,75	25,55	27,2	27,72	28,55	31,35	33,8	
95	105 863	126 844	184 659	215 627	251 425	338 291	384 702	444 156	559 674	619 865	706 399	1 059 543	1 444 613	3,8
17,5	18,65	19,5	21,15	21,85	22,7	24,7	25,45	26,35	27,9	28,59	29,25	32,35	34,85	
88	108 701	130 096	189 024	221 548	258 625	346 509	394 528	456 798	574 719	636 699	723 304	1 084 108	1 486 065	4
17,95	19,15	20	21,65	22,45	23,35	25,3	26,1	27,1	28,65	29,15	29,95	33,1	35,85	
30	115 513	138 227	199 938	235 364	276 900	367 053	420 225	488 824	609 824	672 845	766 775	1 147 975	1 571 042	4,5
19,05	20,35	21,25	22,9	23,85	25	26,8	27,8	29	30,4	30,955	31,75	35,05	37,9	
57	121 757	145 708	210 851	249 678	294 622	387 597	445 166	513 265	645 932	709 931	809 038	1 211 842	1 656 019	5
20,2	21,45	22,4	24,15	25,3	26,6	28,3	29,45	30,45	32,2	32,83	33,5	37	39,95	
100	128 001	152 538	221 765	263 489	307 913	408 141	445 747	538 549	676 022	748 077	852 509	1 274 072	1 740 997	5,5
21,3	22,55	23,45	25,4	26,7	27,8	29,8	30,15	31,95	33,7	34,54	35,3	38,9	42	
105	133 677	158 392	232 678	277 798	314 005	428 685	487 491	562 990	705 109	785 162	894 772	1 337 940	1 825 974	6
22,25	23,55	24,35	26,65	28,15	28,95	31,3	32,25	33,4	35,15	35,9	37,05	40,85	44,05	
109	139 353	164 246	243 592	288 160	333 941	445 120	507 142	588 274	735 199	819 070	933 413	1 390 344	1 898 515	6,5
23,2	24,55	25,25	27,9	29,2	30,15	32,5	33,55	34,9	36,65	37,62	38,65	42,45	45,8	
114	143 610	170 101	254 606	298 029	346 679	461 555	527 548	611 030	765 289	847 679	966 016	1 441 110	1 971 057	7
24,1	25,3	26,15	29,15	30,2	31,3	33,7	34,9	36,25	38,15	38,9	40	44	47,55	
118	148 151	175 955	263 763	308 391	359 970	477 990	547 199	631 257	793 373	876 288	998 619	1 493 514	2 043 598	7,5
24,95	26,1	27,05	30,2	31,25	32,5	34,9	36,2	37,45	39,55	40,35	41,85	45,6	49,3	
122	150 138	181 809	271 531	318 753	372 707	494 426	566 850	652 327	820 454	905 957	1 032 430	1 545 918	—	8
25,75	26,45	27,95	31,1	32,3	33,65	36,1	37,5	38,7	40,9	41,61	42,75	47,2	—	
126	156 950	187 338	279 389	328 621	385 999	510 860	583 478	672 554	845 529	934 566	1 065 033	1 596 684	—	8,5
26,6	27,65	28,8	32	33,3	34,85	37,3	38,6	39,9	42,15	42,96	44,1	48,75	—	
129	161 207	193 193	287 247	338 983	395 967	527 296	599 349	692 782	869 601	963 175	1 097 636	1 644 176	—	9
27,3	28,46	29,7	32,9	34,35	35,75	38,5	39,65	41,1	43,35	44,18	45,52	50,2	—	
132	165 748	199 047	295 104	349 345	406 489	543 731	615 221	713 009	893 673	992 844	1 131 446	—	—	9,5
27,9	29,2	30,6	33,8	35,4	36,7	39,7	40,7	42,3	44,55	45,52	46,86	—	—	
135	170 005	204 901	302 962	351 187	417 011	556 058	631 093	730 708	916 742	1 018 275	1 160 427	—	—	10
28,55	29,95	31,5	34,7	36,6	37,65	40,6	41,75	43,35	45,7	46,65	48,05	—	—	

Количество проходящего тепла, ккал/ч (верхняя строка)

стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм

Потери давления за трение на 1 м, кгс/м <sup>2</sup>	Количество проходящего тепла, ккал/ч (верхняя строка)							
	10	15	20	25	32	40	50	70
11	{ 1629 10	2580 11,1	6017 13,65	10 685 15,3	22 881 18,6	34 394 21,15	67 950 25,6	127 612 27,5
12	{ 1701 10,42	2696 11,6	6319 14,25	11 130 15,95	23 926 19,45	36 020 22,15	71 250 26,7	133 432 29,8
13	{ 1783 11	2824 12,15	6579 14,85	11 592 16,6	24 972 20,3	37 647 23,15	74 100 27,8	138 134 30,85
14	{ 1834 11,32	2905 12,5	6823 15,4	12 011 17,2	25 956 21,1	38 917 23,95	78 200 28,8	142 612 31,85
15	{ 1892 11,6	2998 12,9	7088 16	12 500 17,9	27 002 21,95	40 330 24,8	79 620 29,9	147 313 32,9
16	{ 1951 12	3091 13,3	7354 16,6	12 954 18,55	27 863 22,65	41 631 25,6	82 350 31	151 179 33,9
17	{ 2010 12,3	3184 13,7	7620 17,2	13 338 19,1	28 662 23,3	43 013 26,45	85 150 31,9	156 492 34,95
18	{ 2069 12,7	3277 14,1	7864 17,75	13 687 19,6	29 462 23,95	44 314 27,25	87 450 32,8	160 970 35,95
19	{ 2120 13	3358 14,45	8063 18,2	14 072 20,15	30 323 24,65	46 184 28,7	89 750 33,8	165 671 37
20	{ 2178 13,35	34,51 14,85	8263 18,65	14 456 20,7	31 122 25,3	47 322 29,1	92 150 34,6	170 373 38,05
22	{ 2296 14	3637 15,6	8661 19,55	15 189 21,75	32 783 26,65	49 593 30,5	96 830 36,22	179 552 40,1
24	{ 2413 14,75	3823 16,4	9060 20,45	15 957 22,85	34 444 28	51 307 31,55	101 950 37,95	188 731 42,15
26	{ 2516 15,4	3986 17,15	9459 21,39	16 586 23,75	35 797 29,1	53 421 32,85	105 250 39,45	197 911 44,2
28	{ 2633 16,15	4172 17,95	9857 22,25	17 109 24,5	37 089 30,15	55 372 35,05	109 100 40,9	205 074 45,8
30	{ 2714 16,65	4300 18,5	10 168 22,95	17 703 25,35	38 442 31,25	58 218 35,3	113 150 42,43	212 238 47,4
32	{ 2795 17,15	4428 19,05	10 500 23,7	18 297 26,2	39 734 32,3	59 356 36,5	116 950 43,75	219 179 48,94
34	{ 2875 17,65	4555 19,6	10 832 24,45	18 855 27	41 087 33,4	61 226 37,65	120 450 45,2	225 895 50,45
36	{ 2964 18,15	4695 20,2	11 142 25,15	19 449 27,85	42 256 34,35	63 097 38,8	123 950 46,4	—
38	{ 3044 18,65	4823 20,75	11 474 25,9	20 042 28,7	43 362 35,25	64 967 39,95	127 250 47,65	—
40	{ 3150 19,15	4951 21,3	11 907 26,65	20 706 29,65	44 531 36,2	67 731 41,65	130 700 48,9	—
45	{ 3330 20,5	5276 22,7	12 449 28,1	21 928 31,4	47 422 38,55	69 645 43,5	138 400 52	—
50	{ 3536 21,65	5601 24,1	13 092 29,55	23 115 33,1	48 492 40,6	73 488 45,9	146 150 54,65	—



## ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ НА МЕСТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Скорость движения пара, м/с	Потери давления, кгс/м <sup>2</sup> , при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,7	2	2,3	2,6	2,9
3,5	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4
4	0,52	1,04	1,56	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,7	5,2
4,5	0,66	1,32	2	2,66	3,32	4	4,66	5,32	6	6,66
5	0,82	1,64	2,46	3,28	4,1	4,92	5,74	6,56	7,4	8,2
5,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	1,17	2,34	3,51	4,68	5,85	7,02	8,2	9,37	10,54	11,7
6,5	1,37	2,74	4,11	5,48	6,85	8,22	9,6	10,96	12,33	13,7
7	1,6	3,2	4,8	6,4	8	9,6	11,2	12,80	14,4	16
7,5	1,83	3,66	5,5	7,32	9,15	11	12,8	14,64	16,47	18,3
8	2,1	4,2	6,3	8,4	10,5	12,6	14,7	16,8	18,9	21
8,5	2,34	4,68	7	9,36	11,7	14,04	16,4	18,7	21,06	23,4
9	2,64	5,28	7,92	10,56	13,2	15,84	18,48	21,12	23,76	26,4
9,5	2,94	5,88	8,82	11,76	14,7	17,64	20,58	23,62	26,46	29,4
10	3,26	6,52	9,78	13,04	16,3	19,56	22,82	26,08	29,34	32,6
10,5	3,6	7,2	10,8	14,4	18	21,6	25,2	28,8	32,4	36
11	3,94	7,88	11,82	15,76	19,7	23,64	27,58	31,52	35,46	39,4
11,5	4,3	8,6	12,9	17,2	21,5	25,8	30,1	34,4	38,7	43
12	4,7	9,4	14,1	18,8	23,5	28,2	32,9	37,6	42,3	47
12,5	5,1	10,2	15,3	20,4	25,5	30,6	35,7	40,8	45,9	51
13	5,5	11	16,5	22	27,5	33	38,5	44	49,5	55
13,5	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
14	6,4	12,8	19,2	25,6	32	38,4	44,8	51,2	57,6	64
14,5	6,85	13,7	20,55	27,4	34,25	41,1	48	54,8	61,65	68,5
15	7,35	14,7	22	29,4	36,75	44,1	51,45	58,8	66,15	73,5
15,5	7,85	15,7	23,55	31,4	39,25	47,1	55	62,8	70,65	78,5
16	8,35	16,7	25	33,4	41,75	50,1	58,45	66,8	75,15	83,5
16,5	8,85	17,7	26,55	35,4	44,25	53,1	62	70,8	79,65	88,5



17	9,4	18,8	28,2	37,6	47	56,4	65,8	72,2	84,6	94
17,5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
18	10,5	21	31,5	42,2	52,5	63	73,5	84	94,5	105
19	11,8	23,6	35,4	47,2	59	71	82,6	94,4	106,2	118
20	13	26	39	52	65	78	91	104	117	130
21	14,4	28,8	43,2	57,6	72	86,4	101	115	129,6	144
22	16	32	48	64	76	96	112	128	144	160
23	17,2	34,4	51,6	68,8	80	103	120,4	137,6	154,8	172
24	19	38	57	76	100	119	138	157	171	190
25	20,4	40,8	61,2	81,6	102	122,4	142,8	163,2	183,6	204
26	22	44	66	88	110	132	154	176	198	220
27	23,7	47,4	71	94,8	118,5	141	165	188,6	212,3	237
28	25,6	51,2	76,8	102,4	128	153,6	179	205	230	256
29	27,4	55	82	110	137	164	192	219	247	274
30	29	58	87	116	145	174	203	232	261	290
31	31	62	93	124	155	186	217	248	279	310
32	33	66	100	133	166	200	233	266	300	333
33	35,6	71,2	107	142	178	214	249	285	320	356
34	37,7	75,4	113,1	150,8	188,5	226,2	263,9	301,6	339,3	377
35	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400
36	42,2	84,4	126,6	169	211	253	295,5	338	389	422
37	44,6	89	134	178	223	267	312	357	401	446
38	47	94	141	188	235	282	329	376	423	470
39	49,6	99	149	198	248	298	347	397	446	496
40	52	104	156	208	260	312	364	416	468	520
42	57,5	115	172,5	230	287,5	345	402,5	460	517,5	575
41	62,5	125	187,5	250	312,4	375	437,5	500	562,5	625
46	69	138	207	276	345	414	483	552	621	690
48	75	150	225	300	375	450	525	600	675	750
50	81,5	163	244,5	326	407,5	489	570,5	656	733,5	815

## ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м <sup>2</sup>	Количество проходящего пара, кг/ч (верхняя строка)							
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							
	10	15	20	25	32	40	50	70
3,4	1,9501	3,516	7,844	15,087	31,851	45,303	89,398	169,39
	4,3444	5,045	6,1727	7,2657	8,7406	9,5316	11,256	12,149
3,6	2,0066	3,618	8,0715	15,525	32,774	46,617	91,995	174,3
	4,4703	5,1913	6,3517	7,4764	8,994	9,808	11,583	13,53
3,8	2,0616	3,7171	8,2926	15,950	33,672	47,895	94,513	179,08
	4,5928	5,3335	6,5257	7,6812	9,2404	10,077	11,9	13,901
4	2,1152	3,8137	8,598	16,364	34,547	49,14	96,967	183,73
	4,7121	5,4721	6,6952	7,8808	9,4805	10,339	12,209	14,262
4,5	2,2435	4,045	9,0242	17,357	36,644	52,12	102,85	194,87
	4,998	5,804	7,1014	8,3588	10,056	10,966	12,95	15,127
5	2,3648	4,2638	9,5123	18,296	38,626	54,939	108,41	205,41
	5,2683	6,118	7,4855	8,811	10,6	11,559	13,65	15,945
5,5	2,4803	4,4719	9,9766	19,189	40,51	57,62	113,71	215,45
	5,5255	6,4166	7,8509	9,241	11,117	12,123	14,317	16,724
6	2,5906	4,6708	10,42	20,042	42,31	60,181	118,76	225,02
	5,7712	6,7019	8,2	9,6519	11,611	12,662	14,953	17,467
6,5	2,6963	4,8615	10,846	20,86	44,038	62,639	123,61	234,22
	6,0068	6,9756	8,5348	10,046	12,085	13,179	15,564	18,181
7	2,7981	5,045	11,255	21,647	45,699	65,006	128,28	243,05
	6,2336	7,2389	8,857	10,425	12,541	13,677	16,151	18,867
7,5	2,8964	5,2221	11,65	22,407	47,306	67,287	132,78	251,58
	6,4524	7,493	9,1678	10,791	12,982	14,157	16,718	19,529
8	2,9913	5,3933	12,032	23,142	48,855	69,492	137,14	259,84
	6,664	7,7387	9,4685	11,145	13,407	14,621	17,267	20,17
8,5	3,0834	5,5593	12,402	23,855	50,36	71,631	141,36	267,83
	6,8691	7,9769	9,7599	11,488	13,82	15,071	17,798	20,79
9	3,1728	5,7205	12,762	24,546	51,821	73,708	145,45	275,6
	7,0683	8,2082	10,043	11,821	14,221	15,508	18,313	21,393
9,5	3,2598	5,8773	13,112	25,219	53,239	75,728	149,44	283,14
	7,262	8,4331	10,318	12,145	14,61	15,933	18,816	21,979
10	3,3444	6,03	13,452	5,875	54,624	77,696	153,33	290,5
	3,4506	8,6522	10,586	12,461	14,99	16,347	19,305	22,55
11	3,5076	6,3242	14,109	27,138	57,291	81,484	160,81	304,68
	7,8142	9,0744	11,103	13,069	15,722	17,144	20,247	23,651
12	3,6636	6,6055	14,736	28,344	59,838	85,11	167,95	318,22
	8,1617	9,478	11,596	13,65	16,421	17,907	21,147	24,702
13	3,8132	6,8752	15,338	29,501	62,28	88,585	174,82	331,22
	8,495	9,865	12,07	14,207	17,091	18,638	22,011	25,711
14	3,9572	7,1345	15,918	30,616	64,63	91,926	181,42	343,73
	8,8157	10,237	12,526	14,744	17,736	19,341	22,842	26,682
15	4,0961	7,3854	16,475	31,689	66,9	95,153	187,78	355,79
	9,1251	10,597	12,965	15,261	18,359	20,02	23,643	27,615
16	4,2304	7,6272	17,015	32,73	69,094	98,276	193,94	367,46
	9,4244	10,944	13,39	15,762	18,961	20,677	24,419	28,524
17	4,3606	7,8621	17,54	33,737	71,222	101,3	199,91	378,77
	9,714	11,281	13,803	16,247	19,545	21,313	25,17	29,422
18	4,484	8,09	18,049	34,715	73,284	104,24	205,7	389,75
	9,996	11,608	14,203	16,718	20,111	21,931	25,9	30,254
19	4,61	8,3116	18,543	35,666	75,292	107,09	211,34	400,43
	10,27	11,926	14,592	17,176	20,662	22,532	26,61	31,063
20	4,7298	8,5276	19,025	36,592	77,249	109,88	216,83	410,84
	10,537	12,236	14,971	17,622	21,199	23,118	27,301	31,891

ТАБЛИЦА 46.6

ГОЛО ДАВЛЕНИЯ ПРИ  $k_{ш} = 0,2$  мм

— движения пара, м/с (нижняя строка), по трубам

стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм

Но/з	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5	194/5	219/6	Потери давления на трение на 1 м, кгс/м <sup>2</sup>
45 13,358	231,64 14,184	283,05 14,888	405,65 16,237	477,44 16,866	556,59 17,52	754,62 18,847	858,79 19,439	971,4 20,02	1223 21,152	1386,5 21,795	1589,2 22,515	2370,3 24,761	3227,9 26,643	
1-87 13,849	238,35 14,595	291,26 15,32	417,42 16,708	491,29 17,376	572,73 18,028	776,52 19,394	883,71 20,003	999,59 20,601	1258,5 21,766	1426,7 22,427	1635,3 23,168	2439 25,479	3321,5 27,416	3,6
97,12 14,228	244,89 14,995	299,22 15,739	428,86 17,166	504,75 17,852	588,43 18,522	797,78 19,925	907,92 20,551	1027 21,165	1292,9 22,362	1465,9 23,042	1680,1 23,803	2505,8 26,177	3412,5 28,167	3,8
202,25 14,598	251,26 15,385	307 16,148	440,00 17,612	517,87 18,316	603,71 19,003	818,48 20,442	931,51 21,085	1053,6 21,715	1326,5 22,943	1503,9 23,64	1723,8 24,421	2570,9 26,857	3501,2 28,899	4
214,51 13,483	266,49 16,318	325,63 17,128	466,69 18,68	549,29 19,427	640,34 20,156	868,13 21,682	987,97 22,363	1117,5 23,032	1407 24,335	1595,1 25,074	1828,3 26,903	2726,8 28,486	3718,6 30,652	4,5
226,12 16,321	280,91 17,201	343,24 18,054	491,92 19,69	578,97 20,477	674,96 21,246	915,1 22,855	1041,4 23,573	1178 24,278	1483,1 25,651	1681,5 26,431	1927,2 27,304	2874,4 30,027	3914,4 32,31	5
237,15 17,117	294,62 18,04	359,99 18,935	515,93 20,651	607,25 21,477	707,91 22,283	959,74 23,97	1092,3 24,724	1235,5 25,463	1555,5 26,903	1763,5 27,721	2021,3 28,637	3014,7 31,493	4106,5 33,877	5,5
247,7 17,879	307,73 18,843	375,99 19,777	538,89 21,57	634,25 22,432	739,39 23,274	1002,4 25,036	1140,8 25,823	1290,5 26,596	1624,6 28,099	1841,9 28,953	2111,2 29,91	3148,7 32,893	4288 35,393	6
257,82 18,609	320,29 19,612	391,36 20,585	560,9 22,451	660,15 23,348	769,57 24,224	1043,3 26,058	1187,4 26,878	1343,2 27,682	1691 29,247	1917,1 30,135	2197,4 31,131	3277,3 34,236	4463,1 36,839	6,5
267,54 19,311	332,37 20,352	406,13 21,362	582,06 23,298	685,06 24,229	798,64 25,139	1082,7 27,042	1232,2 27,892	1393,8 28,726	1754,8 30,351	1989,5 31,273	2280,3 32,306	3401 35,529	4631,5 38,229	7
276,94 19,989	344,05 21,067	420,39 22,112	602,49 24,116	709,12 25,08	826,66 26,021	1120,7 27,991	1275,5 28,871	1442,8 29,735	1816,4 31,416	2059,4 32,371	2360,3 33,44	3520,4 36,776	4794,1 39,571	7,5
286,01 20,644	355,34 21,758	434,17 22,837	622,26 24,907	732,36 25,902	853,76 26,874	1157,5 28,909	1317,3 29,818	1490,1 30,71	1876 32,446	2126,9 33,432	2437,8 34,537	3635,8 37,982	4951,4 40,869	8
294,82 21,28	366,23 22,427	447,53 23,54	641,39 25,673	754,9 26,699	880,03 27,701	1193,1 29,799	1357,9 30,736	1536 31,655	1933,7 33,445	2192,3 34,461	2512,8 35,6	3747,8 39,151	5103,7 42,126	8,5
303,37 21,897	376,88 23,077	460,50 24,222	659,98 26,417	776,78 27,473	905,58 28,505	1227,7 30,663	1397,2 31,627	1580,5 32,573	1989,8 34,415	2255,9 35,46	2585,6 36,632	3856,4 40,286	5251,7 43,348	9
311,68 22,497	387,21 23,71	473,12 24,866	678,07 27,141	798,07 28,226	930,39 29,286	1261,4 31,503	1435,5 32,493	1623,8 33,465	2044,3 35,358	2317,7 36,432	2656,5 37,636	3962,1 41,39	5396,7 44,536	9,5
319,77 23,081	397,27 24,326	485,41 25,532	695,68 27,846	818,8 28,959	954,53 30,046	1294,1 32,321	1472,8 33,338	1666 34,335	2097,4 36,276	2377,9 37,379	2725,5 38,614	4065 42,465	5535,8 45,693	10
325,39 24,208	416,66 25,513	509,11 26,779	729,66 29,206	858,78 30,373	1001,1 31,513	1357,3 33,899	1544,7 34,965	1747,3 36,01	2199,8 38,047	2494 39,203	2858,5 40,498	4263,3 44,537	5806 47,923	11
350,3 25,284	435,2 26,648	531,76 27,97	762,09 30,504	896,95 31,723	1045,6 32,914	1417,6 35,406	1613,4 36,519	1825 37,612	2297,6 39,738	2604,9 40,946	2985,6 42,299	4453 46,518	6064,2 50,054	12
364,59 26,316	452,96 27,736	553,45 29,111	793,22 31,75	933,59 33,019	1088,3 34,258	1475,5 36,852	1679,3 38,011	1899,5 39,148	2391,4 41,361	2711,2 42,618	3107,5 44,026	4634,7 48,417	6311,8 52,098	13
378,36 27,31	470,06 28,783	574,34 30,21	823,15 32,948	968,82 34,265	1129,4 35,551	1531,2 38,243	1742,6 39,445	1971,2 40,625	2481,7 42,922	2813,6 44,227	3224,8 45,688	4809,7 50,245	6550 54,064	14
391,64 28,268	486,56 29,793	594,51 31,271	852,05 34,105	1002,8 35,468	1169,1 36,799	1585 38,585	1803,8 40,83	2040,4 42,051	2568,8 44,429	2912,3 45,779	3338,1 47,292	4978,6 52,009	6779,9 55,962	15
404,49 29,196	502,51 30,77	614 32,296	879,98 35,223	1035,7 36,531	1207,4 38,006	1636,9 40,883	1863,0 42,169	2107,3 43,43	2653 45,886	3007,8 47,28	3447,5 48,843	5141,8 53,714	7002,3 57,797	16
416,93 30,094	517,98 31,717	632,9 33,29	907,07 36,307	1067,6 37,759	1244,6 39,176	1687,3 42,142	1920,3 43,467	2172,2 44,767	2734,7 47,298	3100,4 48,736	3553,6 50,346	5300 55,367	7217,8 59,576	17
429,03 30,967	532,99 32,636	651,24 34,255	933,37 37,36	1098,5 38,853	1280,7 40,312	1736,2 43,363	1976 44,727	2235,1 46,065	2814 48,669	3190,3 50,149	3656,7 51,806	5453,8 56,973	7426,8 61,301	18
440,78 31,815	547,6 33,531	669,1 35,194	958,96 38,384	1128,7 39,918	1315,7 41,416	1783,8 44,552	2030,1 45,953	2296,4 47,327	2891,1 50,003	3277,8 51,823	3756,8 53,225	5603,2 58,534	7630,6 62,983	19
452,24 32,642	561,83 34,402	686,47 36,108	983,86 39,381	1158 40,955	1349,9 42,492	1830,2 45,709	2082,8 47,146	2356,1 48,557	2966,2 51,302	3362,9 52,861	3854,5 54,608	5748,7 60,054	7828,8 64,619	20

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м <sup>2</sup>	Количество проходящего пара, кг/ч (верхняя стро)							
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-62) условным проход, м:							
	10	15	20	25	32	40	50	70
22	{ 4,9606 11,051	{ 8,9437 12,833	{ 19,953 15,702	{ 38,378 18,482	{ 81,021 22,234	{ 115,24 24,246	{ 227,41 28,633	{ 430,88 33,447
24	{ 5,181 11,542	{ 9,3416 13,404	{ 20,84 16,4	{ 40,085 19,304	{ 84,621 23,222	{ 120,36 25,324	{ 237,53 23,907	{ 450,05 34,935
26	{ 5,3928 12,014	{ 9,7229 13,951	{ 21,692 17,07	{ 41,721 20,092	{ 88,079 24,171	{ 125,28 26,358	{ 247,23 31,128	{ 468,42 36,361
28	{ 5,5962 12,467	{ 10,09 14,478	{ 22,51 17,714	{ 43,297 20,851	{ 91,402 25,083	{ 130,01 27,353	{ 256,56 32,303	{ 486,11 37,734
30	{ 5,7928 12,905	{ 10,444 14,986	{ 23,301 18,336	{ 44,815 21,582	{ 94,609 25,963	{ 134,57 28,313	{ 265,57 33,437	{ 503,16 39,058
32	{ 5,9827 13,328	{ 10,786 15,477	{ 24,064 18,937	{ 46,285 22,29	{ 97,714 26,815	{ 138,98 29,242	{ 274,27 34,533	{ 519,67 40,339
34	{ 6,1667 13,738	{ 11,119 15,954	{ 24,805 19,52	{ 47,709 22,976	{ 100,72 27,64	{ 143,26 30,142	{ 282,71 35,596	{ 535,67 41,581
36	{ 6,3458 14,137	{ 11,441 16,416	{ 25,524 20,085	{ 49,092 23,642	{ 103,64 28,441	{ 147,42 31,016	{ 290,91 36,628	{ 551,19 42,786
38	{ 6,5195 14,524	{ 11,754 16,866	{ 26,223 20,636	{ 50,438 24,29	{ 106,48 29,221	{ 151,45 31,865	{ 298,88 37,632	{ 566,29 43,958
40	{ 6,6888 14,901	{ 12,06 17,304	{ 26,905 21,172	{ 51,748 24,921	{ 109,25 29,98	{ 155,39 32,693	{ 306,64 38,609	{ 581 45,1
45	{ 7,0945 15,805	{ 12,791 18,354	{ 28,537 22,457	{ 54,888 26,433	{ 115,87 31,798	{ 164,81 34,676	{ 325,24 40,951	{ 616,25 47,836
50	{ 7,4783 16,66	{ 13,484 19,347	{ 30,08 23,671	{ 57,857 27,863	{ 122,14 33,518	{ 173,73 36,552	{ 342,84 43,166	{ 649,59 50,424
55	{ 7,8433 17,473	{ 14,141 20,291	{ 31,549 24,827	{ 60,681 29,223	{ 128,1 35,155	{ 181,21 38,336	{ 359,57 46,273	{ 681,29 52,885
60	{ 8,1921 18,25	{ 14,77 21,193	{ 32,952 25,931	{ 63,379 30,522	{ 133,8 36,718	{ 190,31 40,041	{ 375,57 47,287	{ 711,59 55,237
65	{ 8,5265 18,995	{ 15,374 22,059	{ 34,297 26,989	{ 65,966 31,768	{ 139,26 38,217	{ 198,08 41,676	{ 390,89 49,217	{ 740,64 57,492
70	{ 8,8483 19,712	{ 15,953 22,891	{ 35,591 28,008	{ 68,458 32,968	{ 144,52 39,66	{ 205,56 43,249	{ 405,65 51,075	{ 768,6 59,662
75	{ 9,1589 20,404	{ 16,514 23,695	{ 36,841 28,991	{ 70,86 34,125	{ 149,59 41,052	{ 212,77 44,767	{ 419,89 52,868	{ 795,57 61,756
80	{ 9,4597 21,074	{ 17,055 24,472	{ 38,049 29,942	{ 73,184 35,244	{ 154,5 42,398	{ 219,75 46,235	{ 433,66 54,602	{ 821,67 63,782
85	{ 9,7506 21,722	{ 17,58 25,225	{ 39,221 30,864	{ 75,437 36,329	{ 159,25 43,703	{ 226,51 47,658	{ 447,01 56,282	{ 846,96 65,745
90	{ 10,033 22,352	{ 18,09 25,956	{ 40,357 31,775	{ 77,623 37,382	{ 163,87 44,97	{ 233,08 49,04	{ 459,97 57,914	{ 871,51 67,651
95	{ 10,308 22,964	{ 18,586 26,668	{ 41,462 32,628	{ 79,75 38,406	{ 168,36 46,202	{ 239,47 50,384	{ 472,57 59,501	{ 895,38 69,504
100	{ 10,576 23,561	{ 19,068 27,36	{ 42,54 33,476	{ 81,822 39,404	{ 172,73 47,402	{ 245,69 51,693	{ 484,85 61,047	{ 918,65 71,31
110	{ 11,092 24,711	{ 19,998 28,695	{ 44,616 35,11	{ 85,815 41,327	{ 181,17 49,716	{ 257,68 54,216	{ 508,51 64,026	{ 963,49 74,791
120	{ 11,586 25,81	{ 20,888 29,972	{ 46,6 36,671	{ 89,632 43,165	{ 189,22 51,927	{ 269,14 56,626	{ 531,12 66,873	{ 1006,3 78,116
130	{ 12,052 26,867	{ 21,741 31,196	{ 48,504 38,169	{ 93,29 44,927	{ 196,95 54,047	{ 280,13 58,938	{ 552,81 69,604	{ 1047,4 81,306
140	{ 12,514 27,878	{ 22,562 32,373	{ 50,335 39,61	{ 96,812 46,623	{ 204,38 56,088	{ 290,7 61,163	{ 573,68 72,231	{ 1087,0 84,375

Скорость движения пара, м/с (нижняя строка), по грубам														Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²
для бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм														
6/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5	194/5	219/6	
474,31 34,235	589,25 36,081	719,99 37,871	1031,9 41,303	1214,5 42,954	1415,8 44,566	1919,5 47,94	2184,5 49,448	2471,1 50,927	3111 53,806	3527 55,441	4042,6 57,273	6029,4 62,986	8210,9 67,773	22
495,39 35,757	615,44 37,685	752,01 39,555	1077,8 43,14	1268,5 44,864	1478,8 46,548	2004,8 50,072	2281,7 51,646	2580,9 53,191	3249,3 56,199	3683,9 57,907	4222,3 59,82	6297,4 65,786	8576 70,787	24
515,62 37,217	640,58 39,224	782,71 41,17	1121,8 44,901	1320,3 46,696	1539,1 48,448	2066,7 52,116	2374,8 53,755	2686,3 55,363	3382 58,493	3834,3 60,271	4394,8 62,263	6554,5 68,472	8926,2 73,677	26
535,09 38,622	664,76 40,705	812,95 42,724	1164,1 46,596	1370,1 48,458	1597,3 50,277	2165,5 54,084	2464,5 55,784	2787,7 57,453	3509,7 60,702	3979 62,546	4560,6 64,613	6802,2 71,057	9263,2 76,459	28
553,87 39,978	688,08 42,133	840,77 44,224	1205 48,232	1418,2 50,159	1653,3 52,042	2241,5 55,982	2551 57,742	2885,5 59,469	3632,8 62,832	4118,7 64,742	4720,7 66,881	7040,7 73,561	9588,3 79,142	30
572,04 41,289	710,65 43,515	868,34 45,674	1244,5 49,813	1464,7 51,804	1707,6 53,749	2315 57,818	2634,6 59,636	2980,2 61,42	3752 64,893	4253,8 66,865	4875,5 69,074	7271,6 75,963	9902,7 81,737	32
589,63 42,559	732,52 44,854	895,07 47,08	1282,8 51,346	1509,8 53,399	1760,1 55,403	2386,2 59,597	2715,7 61,471	3071,9 63,31	3867,5 66,89	4384,7 68,923	5025,6 71,2	7495,4 78,301	1020,7 84,253	34
606,73 43,793	752,77 46,155	921 48,444	1320 52,835	1553,6 54,947	1811,1 57,009	2455,4 61,325	2794,5 62,254	3160,9 65,145	3979,6 68,829	4511,8 70,921	5171,3 73,264	7712,7 80,571	1050,3 86,696	36
623,35 44,993	774,43 47,42	946,25 49,772	1356,2 54,283	1596,1 56,452	1860,7 58,571	2522,7 63,005	2871 64,987	3247,6 66,931	4088,6 70,715	4635,4 72,864	5313 75,272	7924,1 82,779	1079,1 89,071	38
639,55 46,162	794,55 48,652	970,83 51,065	1391,4 55,693	1637,6 57,919	1909,1 60,093	2588,2 64,642	2945,6 66,675	3331,9 68,669	4194,8 72,552	4758,8 74,757	5451 77,227	8130 84,93	1107,2 91,385	40
678,34 48,962	842,74 51,603	1029,7 54,163	1475,8 59,071	1736,9 61,432	2024,9 63,738	2745,2 68,563	3124,3 70,72	3534,1 72,835	4449,3 76,953	5044,3 79,292	5781,7 81,912	8623,1 90,081	1174,3 96,929	45
715,94 51,611	888,32 54,394	1085,4 57,092	1555,6 62,267	1830,9 64,756	2134,4 67,186	2893,7 72,272	3293,3 74,545	3725,2 76,775	4690 81,116	5317,2 83,581	6094,4 86,343	9089,5 94,954	1237,8 102,17	50
749,94 54,13	931,68 57,049	1138,4 59,379	1631,6 65,306	1920,3 67,916	2238,6 70,465	3035 75,8	3454 78,183	3907,1 80,522	4918,9 85,075	5576,7 87,66	6391,9 90,557	9533,2 99,589	1298,3 107,16	55
783,29 56,537	973,11 59,586	1189 62,542	1704,1 68,21	2005,7 70,936	2338,2 73,599	3169,9 79,171	3607,6 81,66	4080,8 84,103	5137,6 88,858	5824,7 91,559	6676,1 94,584	9957,4 104,02	1355,9 111,92	60
815,28 58,846	1012,9 62,019	1237,6 65,095	1773,7 70,995	2087,6 73,832	2433,6 76,604	3299,4 82,403	3754,4 84,994	4247,4 87,537	5347,4 92,486	6062,5 95,297	6948,7 98,446	10363 108,26	14113 116,49	65
846,05 61,067	1051,1 64,36	1284,3 67,553	1840,6 73,675	2166,4 76,619	2525,5 79,495	3423,9 85,514	3896,7 88,203	4407,7 90,841	5549,3 95,978	6291,4 98,894	7210,9 102,16	10755 112,35	14646 120,89	70
875,74 63,21	1088 66,619	1329,4 69,924	1905,2 76,261	2242,4 79,309	2614,1 82,286	3544,1 88,515	4033,5 91,299	4562,4 94,029	5744 99,346	6512,5 102,37	7464,3 105,75	11132 116,29	15160 125,13	75
904,46 65,283	1123,7 68,804	1373 72,217	1967,7 78,762	2316 81,910	2699,9 84,984	3660,3 91,418	4165,7 94,293	4712,1 97,113	5932,4 102,604	6725,6 105,72	7709,2 109,22	11498 120,11	15658 129,24	80
932,29 67,292	1158,2 70,921	1415,2 74,439	2028,3 81,186	2387,2 84,431	2783 87,6	3772,9 94,231	4293,9 97,195	4857,1 100,102	6115 105,762	6932,8 108,976	7946,1 112,377	11851 123,805	16139 133,216	85
959,32 69,243	1191,8 72,977	1456,2 76,597	2087,1 83,539	2456,4 86,878	2863,6 90,139	3882,3 96,963	4418,4 100,013	4997,9 103,004	6292,2 108,828	7133,7 112,135	8176,5 115,841	12195 127,394	16607 137,078	90
985,62 71,141	1224,5 74,977	1496,1 78,696	2144,3 85,828	2523,7 89,259	2942,1 92,609	3988,7 99,62	4539,5 102,753	5134,9 105,827	6464,6 111,81	7329,2 115,208	8400,6 119,015	12529 130,885	17062 140,834	95
1011,2 72,989	1256,3 76,925	1535 80,741	2200 88,058	2589,3 91,578	3018,5 95,015	4092,3 102,208	4657,4 105,423	5288,3 108,576	6632,6 114,715	7519,6 118,201	8618,8 122,107	12855 134,286	17506 144,493	100
1060,6 76,551	1317,6 80,679	1609,9 84,682	2307,3 92,366	2715,7 96,048	3165,9 99,653	4292,1 107,197	4884,7 110,568	5825,4 113,875	6956,3 120,314	7886,6 123,97	9039,5 128,067	13482 140,84	18360 151,545	110
1107,7 79,955	1376,2 84,267	1681,5 88,447	3410 96,463	2836,4 100,318	3306,6 104,084	4483 111,964	5102 115,485	5771,1 118,939	7265,7 125,664	8237,4 129,483	9441,5 133,762	14061 147,102	19177 158,284	120
1133 83,22	1432,4 87,708	1750,2 92,059	2508,4 100,402	2952,3 104,415	3441,7 108,334	4666 116,535	5310,3 120,2	6006,7 123,795	7562,3 130,795	8573,7 134,77	9826,9 139,223	14656 153,109	19960 164,747	130
1196,5 86,362	1486,5 91,019	1816,3 95,534	2603 104,195	3063,7 108,356	3571,6 112,424	4842,2 120,935	5510,8 124,738	6233,5 128,469	7847,8 135,733	8897,4 139,858	10198 144,479	15210 158,889	20713 170,966	140

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м <sup>2</sup>	Количество проходящего пара, кг/ч (верный)							
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-52) условным проходом, мм							
	10	15	20	25	32	40	50	-
150	{ 12,953 28,866	23,354 33,51	52,101 41	100,21 48,26	211,56 58,056	300,91 63,31	593,81 74,766	1125 87
160	{ 13,378 29,802	24,12 34,609	53,809 42,344	103,50 49,842	218,49 59,96	310,77 65,386	613,29 77,218	1162 92
170	{ 13,79 30,72	24,862 35,674	55,466 43,648	106,68 51,376	225,22 61,805	320,34 67,399	632,16 79,595	1197 92
180	{ 14,189 31,61	25,583 36,708	57,074 44,913	109,78 52,866	231,75 63,597	329,63 69,353	650,49 81,902	1232 95
190	{ 14,578 32,476	26,284 37,714	58,638 46,144	112,78 54,315	238,1 65,34	338,66 71,253	668,32 84,147	1266 98
200	{ 14,957 33,32	26,967 38,694	60,162 47,343	115,71 55,726	244,28 67,037	347,46 73,104	685,68 86,333	1299 100
210	{ 15,326 34,143	27,633 39,649	61,647 48,512	118,57 57,102	250,32 68,693	356,04 74,91	702,61 88,465	1331 103
220	{ 15,687 34,946	28,283 40,582	63,097 49,653	121,36 58,445	256,21 70,309	364,42 76,672	719,15 90,547	1362 105
230	{ 16,039 35,732	28,919 41,495	64,515 50,769	124,09 59,759	261,96 71,889	372,61 78,396	735,31 92,582	1393 108
240	{ 16,384 36,5	29,541 42,387	65,903 51,861	126,76 61,014	267,6 73,435	380,62 80,082	751,12 94,573	1423 110
250	{ 16,722 37,253	30,15 43,261	67,263 52,931	129,37 62,303	273,12 74,95	388,47 81,733	766,61 96,523	1452 112
260	{ 17,053 37,991	30,747 44,118	68,594 53,979	131,93 63,537	278,53 76,234	396,16 83,352	781,8 98,435	1481 114
270	{ 17,378 38,715	31,333 44,958	69,901 55,007	134,45 64,747	283,83 77,89	403,71 84,939	796,69 100,31	1509 117
280	{ 17,697 39,425	31,908 45,783	71,183 56,016	136,91 65,935	289,04 79,319	411,12 86,498	811,3 102,15	1537 119
290	{ 18,01 40,123	32,472 46,593	72,443 57,008	139,34 67,102	294,15 80,723	418,39 88,029	825,68 103,958	1564 121
300	{ 18,318 40,809	33,028 47,39	73,681 57,982	141,72 68,25	299,18 82,103	425,55 89,534	839,78 105,736	1591 123
320	{ 18,919 42,147	34,111 48,944	76,098 59,884	146,37 70,488	309 84,796	439,5 92,47	867,32 109,203	1643 127
350	{ 19,786 44,078	35,674 51,187	79,585 62,628	153,07 73,718	323,16 88,682	459,64 96,708	907,07 114,208	1718 133
400	{ 21,152 47,122	38,137 54,721	85,08 66,952	163,64 78,808	345,47 94,805	491,38 103,385	969,69 122,093	1837 142
450	{ 22,435 49,98	40,45 58,04	90,242 71,014	173,57 83,588	366,43 100,556	521,19 109,656	1028,5 129,499	1948 151
500	{ 23,649 52,684	42,638 61,18	95,123 74,855	182,96 88,11	386,25 105,995	549,38 115,588	1084,2 136,504	2054 159
600	{ 25,906 57,712	46,708 67,019	104,2 82	200,42 96,519	423,11 116,112	601,81 126,62	1187,6 149,533	2250 174
700	{ 27,981 62,336	50,45 72,389	112,55 88,57	216,48 104,253	457,01 125,415	650,03 136,765	1282,8 161,514	2430 188
800	{ 29,913 66,64	53,933 77,387	120,32 94,685	231,43 111,461	488,57 134,074	694,91 146,208	1371,4 172,666	2598 201
900	{ 31,728 70,683	57,905 82,082	127,62 100,429	245,47 118,212	518,2 142,207	737,07 155,078	1454,5 183,14	2756 213
1000	{ 33,444 74,506	60,3 86,522	134,52 105,861	258,74 124,606	546,24 149,9	776,94 163,466	1533,2 193,046	2905 225

стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732--70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм													Потери давления на трение на 1 м кгс/м <sup>2</sup>	
76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5	194/5		219/6
1238,5 89,393	1538,6 94,213	1880 98,887	2694,4 107,849	3171,2 112,159	3696,9 116,369	5012,1 125,179	5704,2 129,116	6452,3 132,978	8123,3 140,497	9209,6 144,766	10556 149,55	15744 164,465	21440 176,967	150
1279,1 92,324	1589,1 97,303	1941,7 102,13	2782,8 111,386	3275,2 115,838	3818,2 120,186	5176,5 129,285	5891,2 133,35	6663,9 137,339	8389,6 145,104	9511,7 149,514	10902 154,455	16260 169,859	22143 182,771	
1318,5 95,166	1638 100,298	2001,4 105,273	2868,4 114,814	3376 119,403	3935,5 123,885	5335,8 133,263	6072,5 137,454	6869 141,565	8647,9 149,57	9804,4 154,115	11238 159,208	16760 175,087	22825 188,396	170
1356,7 97,925	1685,5 103,205	2059,4 108,325	2951,6 118,142	3473,9 122,865	4049,8 127,476	5490,5 137,127	6248,6 141,439	7068,1 145,67	8898,6 153,906	10089 158,584	11563 163,824	17246 189,163	23486 193,858	
1393,9 100,608	1731,7 106,034	2115,9 111,294	3032,5 121,38	3569,1 126,231	4160,8 130,969	5640,9 140,885	6419,8 145,315	7261,7 149,66	9142,2 158,12	10365 162,929	11880 168,313	17719 185,1	24130 199,170	190
1430,1 103,222	1776,6 108,788	2170,8 114,185	3111,2 124,533	3661,8 129,511	4268,9 134,372	5787,5 144,545	6586,6 149,09	7450,5 153,549	9380 162,232	10634 167,162	12189 172,69	18179 189,91	247,57 204,34	
1465,4 104,771	1820,5 111,475	2224,5 117,005	3188,1 127,608	3752,3 132,709	4374,3 137,69	5930,4 148,114	6749,3 152,772	7634,4 157,341	9611,6 166,238	10897 171,29	12489 176,95	18628 194,598	25368 209,39	210
1499,9 108,26	1863,4 114,098	2276,8 119,758	3263,1 130,611	3840,6 135,832	4477,3 140,934	6070 151,6	6908,2 156,367	7813,9 161,04	9837,8 170,150	11153 175,321	12783 181,11	19066 199,178	25965 214,32	
1533,6 110,693	1905,2 116,662	2328 122,449	3336,4 133,547	3927 138,885	4577,9 144,098	6206,5 155,01	7063,3 159,881	7989,7 164,663	10059 173,974	11404 179,261	13070 185,18	19495 203,65	26548 219,13	230
1566,6 113,074	1946,2 119,171	2378 125,083	3408,2 136,419	4011,3 141,872	4676,3 147,197	6339,9 158,341	7215,3 163,32	8161,6 168,205	10275 177,716	11650 183,12	13352 189,167	19914 208,03	27120 223,85	
1598,9 115,406	1986,4 121,629	2427,1 127,662	3478,5 139,232	4094 144,797	4772,7 150,232	6470,7 161,61	7364 166,688	8329,8 171,673	10487 181,381	11889 186,89	13627 193,067	20324 212,32	27679 228,46	250
1630,5 117,691	2025,7 124,038	2475,1 130,191	3547,4 141,99	4175,1 147,665	4867,3 153,208	6598,9 164,807	7509,9 169,989	8494,7 175,07	10695 184,973	12125 190,59	13897 196,891	20727 216,529	28227 232,988	
1661,6 119,933	2064,3 126,4	2522,3 132,671	3614,9 144,694	4254,7 150,478	4960 156,126	67246 167,946	7653,3 173,23	8656,7 178,408	10898 188,5	12356 194,224	14162 200,641	21122 220,654	28765 237,426	270
1692,1 122,134	2102,2 128,72	2568,6 135,105	3681,3 147,35	4332,7 158,239	5051 158,991	6847,9 171,027	7793,6 176,41	8815,5 181,68	11098 191,96	12582 197,79	14421 204,32	21510 224,7	29292 241,78	
1722 124,296	2139,4 130,998	2614 137,497	3746,4 149,958	4409,4 155,951	5140,4 161,805	6969 174,055	7931,4 179,528	8971,6 184,9	11294 195,34	12805 201,29	14677 207,939	21891 228,68	29811 246,06	290
1751,5 126,42	2175,9 133,238	2658,7 139,847	3810,5 151,521	4484,8 158,617	5228,3 164,572	7088,2 177,03	8066,9 182,597	9124,9 188,059	11488 198,692	13024 204,731	14928 211,476	22265 232,589	30321 250,269	
1808,9 130,566	2247,3 137,607	2745,9 144,433	3935,4 157,523	4631,9 163,814	5399,7 169,968	7320,6 182,836	8331,4 188,585	9424,2 194,226	11865 205,209	13452 211,445	15418 218,432	22995 240,217	31315 258,477	320
1891,8 136,55	2350,3 143,913	2871,7 151,052	4115,8 164,742	4844,1 171,322	5647,2 177,757	7656,1 191,214	8713,2 197,227	9856 203,127	12408 214,612	14068 221,134	16124 228,442	24049 251,225	32750 270,322	
2022,4 147,585	2512,6 153,85	3070 161,482	4399,9 176,116	5178,6 183,156	6037,1 190,03	8184,7 204,417	9314,8 210,845	1053,7 217,152	1326,5 229,43	1503,9 236,402	1723,8 244,214	2570,9 268,571	3501,1 288,986	400
2145,1 154,833	2665 163,182	3256,3 171,277	4666,9 186,8	5492,7 194,266	6403,3 201,558	8681,2 216,817	9879,9 223,635	11176 230,324	14070 243,347	15952 250,743	18283 259,028	27269 284,863	37135 306,516	
2261,2 163,218	2809,1 172,009	3432,4 180,542	4919,3 196,904	5789,8 204,774	6749,6 212,46	9150,8 228,545	10414 235,732	11780 242,783	14831 256,511	16814 264,306	19272 273,04	28744 300,272	39144 323,096	500
2477 178,786	3077,2 188,427	3760 197,774	5388,8 215,698	6342,5 224,319	7393,9 232,739	10024 250,356	11408 258,231	12905 265,955	16247 280,993	18419 289,533	21112 299,1	31487 328,931	42896 353,93	
2675,4 155,55	3323,8 203,524	4061,3 213,62	5820,6 232,98	6850,6 242,292	7986,3 251,387	10827 270,418	12322 278,922	13939 287,265	17548 303,508	19895 312,731	22803 323,065	34010 355,286	46316 382,292	700
2860,2 166,29	3553,3 217,576	4341,7 228,369	6222,5 249,066	7323,6 259,021	8537,7 268,744	11575 289,089	13173 298,180	14901 307,999	18760 324,463	21269 334,323	24378 345,371	36358 379,817	49514 408,688	
3033,7 176,377	3768,8 230,774	4605 242,222	6599,9 264,175	7767,9 274,738	9055,6 285,046	12277 306,625	13972 316,268	15805 325,727	19988 344,145	22559 354,604	25856 366,321	38564 402,857	52517 433,479	900
3197,8 185,918	3972,7 243,258	4854,2 255,325	6956,9 278,465	8188,1 289,594	9645,4 300,464	12941 323,211	14728 333,375	16660 343,347	20974 362,761	23779 373,785	27255 386,137	40650 424,648	53358 456,927	

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ДЛИНЫ  $l_{\text{ЭКВ}}$  МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ  
 ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ  $k_{\text{Ш}}=0,2 \text{ мм}$

Условный проход или наружный диаметр и толщина стенки, мм	Значения $l_{\text{ЭКВ}}$ , м, при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$														
	0,6	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10
10	0,15	0,25	0,38	0,5	0,63	0,76	0,88	1	1,13	1,26	1,52	1,76	2	2,25	2,52
15	0,22	0,37	0,56	0,74	0,93	1,12	1,3	1,48	1,67	1,86	2,24	2,6	2,96	3,33	3,7
20	0,34	0,56	0,84	1,12	1,40	1,68	1,96	2,24	2,52	2,8	3,36	3,92	4,48	5,04	5,6
25	0,45	0,75	1,13	1,5	1,88	2,25	2,63	3	3,38	3,76	4,5	5,26	6	6,75	7,5
32	0,66	1,1	1,65	2,2	2,75	3,3	3,85	4,4	4,95	5,5	6,6	7,7	8,8	9,9	11
40	0,78	1,3	1,95	2,6	3,25	3,9	4,55	5,2	5,85	6,5	7,8	9,1	10,4	11,7	13
50	1,14	1,9	2,85	3,8	4,75	5,7	6,65	7,6	8,55	9,5	11,4	13,3	15,2	17,1	19
57/3,5	1,44	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	10,8	12	14,4	16,8	19,2	21,6	24
70	1,56	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4	11,7	13	15,6	18,2	20,8	23,4	26
76/3	1,74	2,9	4,35	5,8	7,25	8,7	10,15	11,6	13,05	14,5	17,4	20,3	23,2	26,1	29
(83/3,5)	1,86	3,1	4,65	6,2	7,75	9,3	10,85	12,4	13,95	15,5	18,6	21,7	24,8	27,9	31
89/3,5	2,22	3,7	5,55	7,4	9,25	11,1	12,95	14,8	16,65	18,5	22,2	25,9	29,6	33,3	37
(102/4)	2,4	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	32	36	40
108/4	2,6	4,35	6,53	8,7	10,88	13,06	15,23	17,4	19,58	21,76	26,12	30,46	34,8	39,16	43,5
(114/4)	3	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	30	35	40	45	50
(127/4)	3,2	5,35	8,03	10,7	13,38	16,06	18,73	21,4	24,08	26,76	32,12	37,46	42,8	48,15	53,5
133/4	3,5	5,8	8,7	11,6	14,5	17,4	20,3	23,2	26,1	29	34,8	40,6	46,4	52,2	58
(140/4,5)	3,9	6,5	9,75	13	16,25	19,5	22,75	26	29,25	32,5	39	45,5	52	58,5	65
(152/4,5)	4,4	7,35	11,03	14,7	18,38	22,06	24,73	29,4	33,08	36,76	44,12	49,43	58,8	66,15	73,5
194/5	5,3	8,8	13,2	17,6	22	26,4	30,8	35,2	39,6	44	52,8	61,6	70,4	79,2	88
219/6	6,05	10,1	15,15	20,2	25,25	30,3	35,35	40,4	45,45	50,5	60,6	70,7	80,8	90,9	101

ДЛЯ РАСЧЕТА НАПОРНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ ПРИ  $k_{\text{Ш}}=0,5 \text{ мм}^*$

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м <sup>2</sup>	Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам															
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм								
	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76,3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4
0,5	42,1 0,062	82 0,063	131 0,064	290 0,081	441 0,093	876 0,095	1671 0,128	758 0,107	1886 0,128	2409 0,145	2907 0,153	4282 0,168	5056 0,175	5827 0,182	8008 0,196	8836 0,2
0,55	42,9 0,063	85 0,065	138 0,067	307 0,085	464 0,098	920 0,1	1761 0,135	801 0,113	1989 0,148	2535 0,153	3036 0,16	4527 0,177	5310 0,184	6151 0,192	8406 0,206	9277 0,21
0,6	43,8 0,064	88 0,068	145 0,07	321 0,089	487 0,102	965 0,104	1841 0,141	844 0,119	2091 0,151	2661 0,16	3169 0,167	4723 0,185	5564 0,193	6474 0,202	8806 0,217	9719 0,22
0,65	44,6 0,065	92 0,07	151 0,074	335 0,093	505 0,106	1012 0,11	1920 0,147	879 0,124	2177 0,157	2779 0,167	3300 0,174	4917 0,193	5818 0,202	6798 0,21	9207 0,226	10161 0,23
0,7	45,4 0,067	95 0,073	157 0,077	350 0,097	523 0,11	1060 0,114	2001 0,153	915 0,129	2261 0,163	2877 0,173	3432 0,18	5114 0,2	6071 0,21	7122 0,218	9399 0,235	10603 0,24
0,75	46,3 0,068	96 0,074	164 0,08	362 0,101	542 0,114	1100 0,12	2079 0,159	950 0,134	2346 0,169	2975 0,179	3563 0,187	5310 0,208	6276 0,218	7445 0,227	9607 0,244	11045 0,25
0,8	47,1 0,069	97 0,075	170 0,083	375 0,104	560 0,118	1140 0,123	2158 0,165	985 0,139	2430 0,175	3072 0,185	3694 0,194	5504 0,216	6481 0,225	7769 0,235	10007 0,253	11486 0,26
0,85	47,55 0,07	99 0,076	176 0,086	388 0,108	578 0,122	1173 0,127	2223 0,17	1021 0,144	2515 0,181	3172 0,191	3825 0,201	5701 0,223	6686 0,232	7850 0,242	10408 0,26	11928 0,27
0,9	48,4 0,071	102 0,078	181 0,088	400 0,111	596 0,125	1210 0,130	2289 0,175	1057 0,149	2581 0,186	3270 0,197	3956 0,208	5861 0,23	6891 0,239	8093 0,249	10808 0,268	12370 0,28
0,95	49,25 0,073	105 0,081	187 0,091	412 0,114	614 0,129	1240 0,134	2343 0,18	1092 0,154	2648 0,191	3368 0,203	4059 0,213	6020 0,236	7095 0,246	8417 0,256	11208 0,276	12578 0,29
1	50 0,074	108 0,083	192 0,094	423 0,117	633 0,133	1280 0,138	2418 0,185	1127 0,156	2714 0,196	3467 0,209	4160 0,219	6180 0,242	7303 0,253	8517 0,263	11344 0,283	12812 0,3
1,1	51,7 0,076	114 0,088	203 0,099	445 0,124	669 0,141	1350 0,146	2548 0,195	1181 0,167	2846 0,205	3663 0,22	4365 0,229	6499 0,255	7655 0,265	9064 0,277	12009 0,297	13695 0,31

\* Таблицу расчета сухих и мокрых конденсаторов см в главе 14.



Продолжение табл. 45

D мм	Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам															
	стальным водопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки мм								
	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4
1	53,3 0,078	120 0,092	212 0,103	463 0,129	705 0,148	1410 0,152	2653 0,203	1235 0,175	2079 0,215	3817 0,23	4570 0,24	6818 0,267	8010 0,278	9388 0,289	12 409 0,211	14 137 0,32
1,5	54,9 0,08	125 0,096	221 0,108	481 0,134	737 0,155	1470 0,16	2756 0,21	1289 0,182	3112 0,225	3972 0,239	4776 0,251	7091 0,278	8391 0,29	9711 0,301	12 809 0,324	14 579 0,33
2	56 0,083	130 0,1	231 0,112	500 0,139	763 0,161	1540 0,166	2859 0,218	1342 0,19	3243 0,234	4126 0,249	4979 0,262	7364 0,29	8687 0,3	10 035 0,31	13 610 0,34	15 462 0,35
2,5	58 0,085	135 0,104	240 0,117	518 0,144	790 0,166	1580 0,17	2964 0,226	1397 0,197	3376 0,244	4280 0,258	5152 0,271	7637 0,3	8996 0,31	10 359 0,32	14 010 0,35	15 904 0,36
3	59 0,087	139 0,108	248 0,121	536 0,149	816 0,172	1640 0,177	3068 0,234	1450 0,205	3483 0,251	4435 0,267	5325 0,28	7903 0,31	9302 0,32	10 683 0,33	14 110 0,36	16 346 0,37
3,5	61 0,09	144 0,111	256 0,125	554 0,154	834 0,177	1690 0,182	3171 0,242	1495 0,211	3590 0,259	4589 0,277	5498 0,289	8145 0,32	9610 0,33	11 330 0,34	14 811 0,37	16 788 0,38
4	62 0,092	149 0,115	264 0,129	572 0,159	869 0,183	1720 0,187	3276 0,25	1540 0,218	3696 0,267	4718 0,284	5671 0,298	8383 0,33	9670 0,34	11 651 0,35	15 211 0,38	17 230 0,39
4,5	64 0,094	153 0,118	272 0,123	590 0,164	896 0,188	1780 0,192	3379 0,258	1585 0,224	3803 0,274	4848 0,292	5844 0,307	8622 0,34	10 132 0,35	11 977 0,36	15 611 0,39	17 671 0,4
5	66 0,096	158 0,122	284 0,139	669 0,169	922 0,194	1820 0,197	3452 0,266	1630 0,230	3908 0,282	4977 0,3	5998 0,315	8860 0,35	10 395 0,36	12 301 0,37	16 012 0,4	18 113 0,41
5,5	69 0,101	166 0,128	296 0,144	645 0,179	974 0,205	1930 0,207	3649 0,279	1729 0,243	4122 0,3	5236 0,31	6293 0,33	9301 0,36	10 920 0,38	12 625 0,4	16 812 0,42	18 997 0,43
6	72 0,105	174 0,135	308 0,15	672 0,187	1016 0,214	2020 0,217	3812 0,291	1788 0,253	4300 0,31	5493 0,33	6598 0,35	9704 0,38	11 433 0,4	13 272 0,41	17 613 0,44	19 880 0,45
6,5	75 0,11	182 0,14	321 0,157	700 0,194	1058 0,222	2110 0,227	3978 0,304	1856 0,262	4479 0,32	5715 0,34	6882 0,36	10 110 0,4	11 947 0,41	13 596 0,42	18 413 0,46	20 764 0,47
7	78 0,114	189 0,146	334 0,163	725 0,209	1099 0,231	2200 0,237	4142 0,317	1924 0,272	4658 0,34	5936 0,36	7133 0,37	10 501 0,41	12 376 0,43	14 243 0,44	18 814 0,47	21 645 0,49
7,5	81 0,119	196 0,152	345 0,168	752 0,209	1141 0,24	2280 0,244	4308 0,329	1991 0,282	4837 0,35	6157 0,37	7384 0,39	10 888 0,43	12 748 0,44	14 567 0,45	19 614 0,49	22 973 0,52
8	84 0,123	203 0,157	356 0,174	779 0,217	1183 0,249	2330 0,252	4443 0,339	2059 0,291	5015 0,36	6379 0,38	7635 0,4	11 274 0,44	13 121 0,45	15 214 0,47	20 415 0,51	23 415 0,53
8,5	87 0,127	209 0,162	367 0,179	805 0,22	1224 0,25	2410 0,262	4578 0,35	2127 0,3	5154 0,37	6566 0,4	7886 0,41	11 598 0,45	13 493 0,47	15 538 0,48	21 215 0,53	24 298 0,54
9	90 0,132	216 0,167	377 0,184	832 0,23	1259 0,26	2490 0,272	4714 0,36	2195 0,31	5294 0,38	6754 0,41	8108 0,43	11 884 0,46	13 862 0,48	16 186 0,5	22 016 0,55	24 740 0,56
9,5	92 0,136	222 0,172	388 0,189	859 0,24	1293 0,27	2580 0,281	4849 0,37	2263 0,32	5432 0,39	6943 0,42	8391 0,44	12 172 0,48	14 234 0,49	16 509 0,51	22 416 0,56	25 623 0,58
10	95 0,139	228 0,176	399 0,195	886 0,25	1328 0,28	2640 0,29	4983 0,38	2320 0,33	5571 0,4	7130 0,43	8544 0,45	12 460 0,49	14 606 0,51	17 157 0,53	21 817 0,57	26 065 0,59
10,5	101 0,149	243 0,188	426 0,208	938 0,26	1414 0,3	2820 0,304	5299 0,4	2462 0,35	5917 0,43	7570 0,46	9084 0,48	13 177 0,52	15 535 0,54	18 128 0,56	24 418 0,61	27 832 0,63
11	107 0,158	254 0,196	453 0,221	991 0,27	1491 0,31	2960 0,32	5587 0,43	2603 0,37	6264 0,45	7990 0,48	9582 0,5	13 897 0,54	16 463 0,57	19 423 0,6	25 619 0,64	29 600 0,67
11,5	113 0,166	266 0,205	480 0,234	1044 0,29	1558 0,33	3100 0,336	5873 0,45	2745 0,39	6610 0,48	8391 0,51	10 027 0,53	14 617 0,57	17 392 0,6	20 394 0,63	26 820 0,67	30 925 0,7
12	118 0,174	277 0,214	507 0,247	1097 0,39	1626 0,34	3260 0,352	6143 0,46	2887 0,41	6904 0,5	8765 0,53	10 409 0,55	15 334 0,6	18 821 0,64	21 041 0,65	28 421 0,71	32 250 0,73
12,5	124 0,182	289 0,223	525 0,256	1139 0,32	1694 0,36	3380 0,368	6390 0,49	2999 0,42	7196 0,52	9139 0,55	10 791 0,57	16 053 0,63	18 993 0,66	22 012 0,68	29 622 0,74	33 576 0,75
13	128 0,189	300 0,232	543 0,265	1181 0,33	1762 0,37	3510 0,376	6638 0,51	3112 0,44	7490 0,54	9427 0,57	11 173 0,59	16 773 0,66	19 655 0,68	22 984 0,71	30 422 0,76	34 901 0,79

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м <sup>2</sup>	Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам															
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм								
	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4
7,5	133 0,196	311 0,24	561 0,274	1224 0,34	1830 0,38	3640 0,39	6885 0,53	3224 0,46	7743 0,56	9715 0,59	11 555 0,61	17 385 0,68	20 337 0,7	23 631 0,73	31 623 0,79	36 226 0,82
8	138 0,203	323 0,249	578 0,282	1266 0,35	1898 0,4	3776 0,407	7106 0,54	3337 0,47	7997 0,58	9858 0,6	11 937 0,63	17 901 0,7	21 009 0,73	24 602 0,76	32 824 0,82	37 552 0,85
8,5	143 0,21	334 0,258	597 0,291	1309 0,36	1960 0,41	3890 0,415	7327 0,56	3449 0,49	8252 0,6	10 293 0,62	12 320 0,65	18 413 0,72	21 981 0,75	25 573 0,79	33 625 0,84	38 435 0,87
9	147 0,21	346 0,26	614 0,3	1342 0,37	2012 0,42	4000 0,432	7548 0,57	3544 0,5	8471 0,61	10 581 0,63	12 702 0,66	18 926 0,74	22 363 0,77	26 221 0,81	34 825 0,87	39 761 0,9
9,5	151 0,22	357 0,27	632 0,31	1375 0,38	2066 0,43	4120 0,44	7770 0,59	3640 0,51	8665 0,62	10 870 0,65	13 082 0,69	19 442 0,76	23 025 0,79	26 868 0,83	36 026 0,9	40 844 0,92
10	155 0,23	368 0,28	650 0,32	1408 0,39	2118 0,44	4220 0,455	7959 0,61	3736 0,53	8860 0,64	11 157 0,67	13 464 0,71	19 955 0,78	23 824 0,83	27 516 0,85	36 827 0,92	41 970 0,95
11	163 0,24	385 0,3	686 0,33	1474 0,41	2224 0,47	4440 0,48	8340 0,64	3927 0,55	9238 0,67	11 737 0,71	14 228 0,75	20 983 0,82	24 986 0,87	28 810 0,89	38 428 0,96	43 737 0,99
12	170 0,25	401 0,31	715 0,35	1541 0,43	2330 0,49	4640 0,496	8721 0,67	4097 0,58	9637 0,7	12 312 0,74	14 996 0,79	22 009 0,86	26 097 0,9	30 105 0,93	40 429 1,01	45 946 1,04
13	177 0,26	418 0,32	744 0,36	1607 0,45	2436 0,51	4820 0,52	9023 0,69	4267 0,6	10 026 0,72	12 887 0,78	15 609 0,82	23 083 0,9	27 164 0,94	31 724 0,98	42 031 1,05	47 713 1,08
14	183 0,27	434 0,33	773 0,38	1674 0,47	2523 0,53	5006 0,547	9324 0,71	4436 0,63	10 416 0,75	13 533 0,82	16 196 0,85	23 953 0,94	28 188 0,98	32 695 1,01	43 632 1,09	49 480 1,12
15	189 0,28	451 0,35	802 0,39	1740 0,48	2610 0,55	5175 0,56	9627 0,74	4605 0,65	10 805 0,78	14 007 0,84	16 764 0,88	24 793 0,97	29 177 1,01	33 990 1,05	45 233 1,13	51 247 1,16
16	195 0,29	467 0,36	831 0,4	1793 0,5	2697 0,57	5360 0,575	9928 0,76	4754 0,67	11 194 0,81	14 467 0,87	17 316 0,91	25 607 1	30 135 1,04	34 961 1,08	46 434 1,16	53 014 1,2
17	200 0,3	484 0,37	855 0,42	1847 0,51	2788 0,59	5550 0,750	10 230 0,78	4902 0,69	11 584 0,84	14 913 0,9	17 848 0,94	26 393 1,03	31 061 1,08	36 256 1,12	48 035 1,2	54 340 1,23
18	206 0,31	500 0,39	879 0,43	1900 0,53	2870 0,6	5710 0,615	10 531 0,8	5050 0,71	11 972 0,86	15 344 0,92	18 365 0,97	27 161 1,06	31 963 1,11	37 227 1,15	49 236 1,23	56 107 1,27
19	212 0,32	513 0,4	903 0,44	1953 0,54	2986 0,63	5860 0,632	10 833 0,83	5192 0,73	12 361 0,89	15 764 0,95	18 869 0,99	27 904 1,09	32 794 1,14	38 198 1,18	50 837 1,27	57 874 1,31
20	217 0,33	525 0,41	927 0,45	2006 0,56	3061 0,64	6025 0,648	11 134 0,85	5223 0,75	12 713 0,92	16 174 0,97	19 358 1,02	28 628 1,12	33 688 1,17	39 169 1,21	52 038 1,3	59 199 1,34
22	229 0,34	550 0,43	976 0,48	2113 0,59	3211 0,68	6280 0,68	11 737 0,9	5585 0,79	13 333 0,96	16 965 1,02	20 304 1,07	30 027 1,18	35 338 1,23	41 111 1,27	54 440 1,36	61 850 1,4
24	240 0,35	576 0,44	1024 0,5	2219 0,62	3318 0,7	6560 0,715	12 341 0,94	5834 0,82	13 926 1,01	17 718 1,07	21 208 1,12	31 364 1,23	36 907 1,28	43 054 1,36	58 841 1,42	64 942 1,47
26	255 0,37	601 0,46	1061 0,52	2305 0,64	3455 0,73	6840 0,735	12 944 0,99	6071 0,86	14 494 1,05	18 442 1,11	22 073 1,16	32 645 1,28	38 413 1,33	44 672 1,38	59 243 1,48	67 593 1,53
28	263 0,39	626 0,48	1081 0,53	2390 0,66	3584 0,75	7110 0,77	13 406 1,02	6301 0,89	15 042 1,09	19 138 1,15	22 905 1,2	33 875 1,33	39 863 1,38	46 291 1,43	61 645 1,54	69 802 1,58
30	271 0,4	647 0,5	1136 0,55	2476 0,69	3713 0,78	7350 0,79	13 876 1,06	6522 0,92	15 570 1,12	19 809 1,19	23 711 1,25	35 066 1,37	41 262 1,43	47 909 1,48	63 646 1,59	72 453 1,64
32	279 0,41	667 0,52	1173 0,57	2561 0,71	3842 0,81	7650 0,82	14 331 1,1	6736 0,95	16 079 1,16	20 459 1,23	24 487 1,29	36 217 1,42	42 618 1,48	49 528 1,53	65 648 1,64	74 662 1,69
34	287 0,42	688 0,53	1210 0,59	2647 0,74	3962 0,83	7725 0,85	14 772 1,13	6943 0,98	16 575 1,2	20 799 1,25	25 242 1,33	37 330 1,46	43 927 1,52	51 147 1,58	68 050 1,69	77 312 1,75
36	29,5 0,43	709 0,55	1248 0,61	2721 0,76	4082 0,86	8050 0,87	15 200 1,16	7145 1,01	17 056 1,23	21 700 1,32	25 974 1,37	38 412 1,51	45 202 1,57	52 765 1,63	69 651 1,74	79 521 1,8



ДЛЯ РАСЧЕТА НАПОРНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ ПРИ  $k_{III} = 1$  мм

Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам

Потери давления на трение па I м, кгс/м <sup>2</sup>	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-62) условным проходом, мм							стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732-70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм								
	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76,3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133 :
	0,5	{ 36 0,053	{ 71 0,055	{ 113 0,055	{ 259 0,071	{ 390 0,082	{ 785 0,084	{ 1479 0,113	{ 672 0,095	{ 1676 0,121	{ 2140 0,129	{ 2586 0,136	{ 3828 0,15	{ 4528 0,157	{ 5277 0,163	{ 7045 0,176
0,55	{ 37 0,054	{ 74 0,057	{ 119 0,058	{ 270 0,075	{ 409 0,086	{ 815 0,088	{ 1557 0,119	{ 708 0,1	{ 1773 0,128	{ 2256 0,136	{ 2700 0,142	{ 4057 0,159	{ 4759 0,165	{ 5568 0,172	{ 7405 0,185	{ 8821 0,192
0,6	{ 37 0,055	{ 76 0,059	{ 125 0,061	{ 280 0,078	{ 423 0,09	{ 850 0,092	{ 1636 0,125	{ 743 0,105	{ 1856 0,134	{ 2372 0,143	{ 2833 0,149	{ 4235 0,166	{ 4990 0,173	{ 5859 0,181	{ 7806 0,195	{ 8835 0,2
0,65	{ 38 0,056	{ 79 0,061	{ 131 0,064	{ 295 0,082	{ 442 0,093	{ 900 0,097	{ 1701 0,13	{ 778 0,11	{ 1940 0,14	{ 2472 0,149	{ 2947 0,155	{ 4389 0,172	{ 5221 0,181	{ 6086 0,188	{ 8126 0,203	{ 9185 0,206
0,7	{ 39 0,057	{ 82 0,063	{ 137 0,067	{ 306 0,085	{ 461 0,097	{ 935 0,11	{ 1780 0,136	{ 806 0,114	{ 2009 0,145	{ 2555 0,154	{ 3061 0,161	{ 4568 0,179	{ 5451 0,189	{ 6345 0,196	{ 8446 0,211	{ 9587 0,217
0,75	{ 39 0,058	{ 83 0,064	{ 141 0,069	{ 316 0,088	{ 475 0,1	{ 970 0,105	{ 1845 0,141	{ 842 0,119	{ 2092 0,151	{ 2651 0,16	{ 3175 0,167	{ 4746 0,186	{ 5624 0,195	{ 6571 0,203	{ 8766 0,219	{ 9940 0,225
0,8	{ 40 0,059	{ 84 0,065	{ 148 0,072	{ 327 0,091	{ 494 0,104	{ 1003 0,108	{ 1911 0,146	{ 870 0,123	{ 2161 0,156	{ 2737 0,165	{ 3289 0,173	{ 4925 0,193	{ 5797 0,201	{ 6830 0,211	{ 9087 0,227	{ 10294 0,233
0,85	{ 41 0,06	{ 85 0,066	{ 152 0,074	{ 338 0,094	{ 508 0,107	{ 1040 0,12	{ 1976 0,151	{ 905 0,128	{ 2230 0,161	{ 2820 0,17	{ 3403 0,179	{ 5104 0,2	{ 5999 0,208	{ 7025 0,217	{ 9367 0,234	{ 10691 0,242
0,9	{ 41 0,061	{ 88 0,068	{ 158 0,077	{ 349 0,097	{ 523 0,11	{ 1073 0,115	{ 2028 0,155	{ 934 0,132	{ 2300 0,166	{ 2920 0,176	{ 3536 0,186	{ 5231 0,205	{ 6172 0,214	{ 7219 0,223	{ 9647 0,241	{ 11000 0,249
0,95	{ 42 0,062	{ 91 0,07	{ 162 0,079	{ 360 0,1	{ 544 0,114	{ 1105 0,118	{ 2094 0,16	{ 962 0,136	{ 2355 0,17	{ 3003 0,181	{ 3612 0,19	{ 5384 0,211	{ 6345 0,22	{ 7445 0,23	{ 9927 0,248	{ 11319 0,256
1	{ 43 0,063	{ 93 0,072	{ 166 0,081	{ 370 0,103	{ 556 0,117	{ 1140 0,122	{ 2146 0,164	{ 997 0,141	{ 2411 0,174	{ 3086 0,186	{ 3707 0,195	{ 5537 0,217	{ 6547 0,227	{ 7640 0,236	{ 10167 0,254	{ 11679 0,263
1,1	{ 44 0,065	{ 98 0,076	{ 176 0,086	{ 388 0,108	{ 589 0,124	{ 1190 0,129	{ 2264 0,173	{ 1047 0,148	{ 2535 0,183	{ 3268 0,197	{ 3897 0,206	{ 5818 0,223	{ 6865 0,233	{ 8028 0,248	{ 10688 0,267	{ 12237 0,277
1,2	{ 46 0,067	{ 104 0,08	{ 184 0,09	{ 406 0,113	{ 618 0,13	{ 1242 0,135	{ 2356 0,18	{ 1089 0,154	{ 2645 0,191	{ 3401 0,205	{ 4098 0,211	{ 6099 0,239	{ 7182 0,249	{ 8384 0,259	{ 11168 0,279	{ 12728 0,288
1,3	{ 47 0,07	{ 107 0,083	{ 193 0,094	{ 421 0,117	{ 646 0,136	{ 1295 0,14	{ 2447 0,187	{ 1138 0,161	{ 2771 0,2	{ 3534 0,213	{ 4259 0,224	{ 6354 0,249	{ 7499 0,26	{ 8740 0,27	{ 11648 0,29	{ 13254 0,3
1,4	{ 48 0,071	{ 111 0,086	{ 201 0,098	{ 439 0,122	{ 670 0,141	{ 1340 0,146	{ 2539 0,191	{ 1188 0,168	{ 2882 0,208	{ 3683 0,222	{ 4449 0,234	{ 6583 0,258	{ 7788 0,27	{ 9096 0,28	{ 12089 0,31	{ 13784 0,31
1,5	{ 49 0,073	{ 117 0,09	{ 207 0,101	{ 453 0,126	{ 694 0,146	{ 1400 0,152	{ 2630 0,201	{ 1231 0,174	{ 3006 0,217	{ 3816 0,23	{ 4601 0,242	{ 6839 0,268	{ 8047 0,279	{ 9420 0,29	{ 12529 0,31	{ 14225 0,32
1,6	{ 50 0,074	{ 120 0,093	{ 215 0,105	{ 467 0,13	{ 718 0,151	{ 1455 0,157	{ 2722 0,208	{ 1280 0,181	{ 3103 0,224	{ 3948 0,238	{ 4753 0,25	{ 7068 0,277	{ 8336 0,289	{ 9711 0,3	{ 12969 0,32	{ 14623 0,33
1,7	{ 52 0,076	{ 124 0,096	{ 221 0,108	{ 485 0,135	{ 741 0,156	{ 1505 0,162	{ 2814 0,215	{ 1322 0,187	{ 3187 0,23	{ 4081 0,246	{ 4905 0,253	{ 7298 0,286	{ 8595 0,298	{ 10003 0,31	{ 13330 0,33	{ 15065 0,34
1,8	{ 53 0,079	{ 128 0,099	{ 230 0,112	{ 500 0,139	{ 765 0,161	{ 1550 0,167	{ 2905 0,222	{ 1358 0,192	{ 3283 0,237	{ 4197 0,253	{ 5057 0,266	{ 7502 0,294	{ 8826 0,306	{ 10294 0,32	{ 13650 0,34	{ 15462 0,35
1,9	{ 54 0,08	{ 132 0,102	{ 236 0,115	{ 518 0,144	{ 789 0,166	{ 1595 0,172	{ 2997 0,229	{ 1400 0,198	{ 3330 0,244	{ 4313 0,26	{ 5209 0,274	{ 7705 0,302	{ 9085 0,315	{ 10585 0,33	{ 14010 0,35	{ 15904 0,36
2	{ 56 0,083	{ 136 0,105	{ 246 0,12	{ 532 0,148	{ 808 0,17	{ 1635 0,176	{ 3088 0,236	{ 1443 0,204	{ 3477 0,251	{ 4430 0,267	{ 5342 0,281	{ 7910 0,31	{ 9316 0,323	{ 10877 0,34	{ 14330 0,36	{ 16302 0,37
2,2	{ 58 0,086	{ 142 0,11	{ 256 0,125	{ 564 0,157	{ 856 0,18	{ 1700 0,184	{ 3232 0,247	{ 1520 0,215	{ 3671 0,265	{ 4662 0,281	{ 5608 0,295	{ 8319 0,326	{ 9778 0,339	{ 11459 0,35	{ 15011 0,38	{ 17141 0,39
2,4	{ 61 0,09	{ 150 0,116	{ 266 0,18	{ 586 0,163	{ 894 0,188	{ 1780 0,192	{ 3399 0,259	{ 1577 0,223	{ 3824 0,276	{ 4894 0,295	{ 5723 0,301	{ 8676 0,34	{ 10239 0,355	{ 11913 0,37	{ 15691 0,39	{ 17980 0,41
2,6	{ 64 0,095	{ 157 0,121	{ 279 0,136	{ 611 0,17	{ 931 0,196	{ 1860 0,2	{ 3533 0,27	{ 1641 0,232	{ 3990 0,288	{ 5093 0,307	{ 6141 0,323	{ 9033 0,354	{ 10701 0,371	{ 12383 0,38	{ 16372 0,41	{ 18820 0,42
2,8	{ 66 0,098	{ 163 0,126	{ 289 0,141	{ 633 0,176	{ 965 0,203	{ 1930 0,21	{ 3677 0,281	{ 1697 0,24	{ 4156 0,3	{ 5292 0,319	{ 6369 0,335	{ 9391 0,368	{ 11076 0,384	{ 12754 0,39	{ 17052 0,43	{ 19615 0,44
3	{ 69 0,101	{ 170 0,13	{ 290 0,146	{ 658 0,183	{ 1003 0,211	{ 2010 0,216	{ 3821 0,292	{ 1761 0,249	{ 4295 0,31	{ 5491 0,331	{ 6578 0,346	{ 9748 0,382	{ 11393 0,395	{ 13175 0,41	{ 17733 0,44	{ 20454 0,46
3,2	{ 71 0,105	{ 175 0,135	{ 309 0,151	{ 680 0,189	{ 1041 0,219	{ 2075 0,224	{ 3939 0,301	{ 1817 0,257	{ 4461 0,32	{ 5674 0,34	{ 6806 0,36	{ 10079 0,39	{ 11739 0,4	{ 13596 0,42	{ 18373 0,46	{ 21073 0,48
3,4	{ 74 0,109	{ 180 0,139	{ 318 0,155	{ 705 0,196	{ 1074 0,22	{ 2140 0,23	{ 4057 0,31	{ 1881 0,266	{ 4586 0,33	{ 5856 0,35	{ 7034 0,37	{ 10360 0,4	{ 12085 0,42	{ 14049 0,43	{ 19054 0,47	{ 21691 0,49

Диаметр условного прохода, мм	Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам															
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм								
	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/1	(114/4)	(127/4)	133/4
2	77 0,113	186 0,144	328 0,16	726 0,202	1107 0,23	2210 0,238	4188 0,32	1938 0,274	4710 0,34	6022 0,36	7224 0,38	10 611 0,42	12 402 0,43	14 470 0,45	19 614 0,49	22 215 0,5
3	79 0,116	192 0,148	336 0,164	751 0,209	1136 0,24	2270 0,245	4306 0,329	2001 0,283	4835 0,35	6188 0,37	7434 0,39	10 896 0,43	12 748 0,44	14 891 0,46	20 095 0,5	22 884 0,52
4	81 0,119	197 0,152	346 0,169	777 0,216	1169 0,25	2340 0,252	4423 0,338	2051 0,29	4960 0,36	6354 0,38	7624 0,4	11 151 0,44	13 066 0,46	15 312 0,47	21 615 0,51	23 532 0,52
5	86 0,127	210 0,162	369 0,18	820 0,228	1245 0,26	2481 0,267	4698 0,359	2178 0,308	5265 0,38	6736 0,4	8099 0,42	11 789 0,46	13 902 0,48	16 380 0,5	21 816 0,54	25 094 0,57
6	92 0,135	220 0,17	394 0,192	866 0,241	1312 0,27	2620 0,282	4960 0,375	2298 0,325	5569 0,4	7117 0,43	8555 0,45	12 427 0,48	14 739 0,51	17 448 0,54	23 017 0,57	26 395 0,6
7,5	96 0,142	229 0,177	416 0,203	913 0,254	1369 0,29	2750 0,3	5208 0,398	2426 0,343	5874 0,42	7466 0,45	8935 0,47	13 065 0,51	15 575 0,54	18 225 0,56	24 258 0,6	27 832 0,63
8	101 0,149	240 0,185	441 0,215	960 0,267	1431 0,3	2880 0,31	5457 0,417	2553 0,361	6138 0,44	7797 0,47	9278 0,49	13 703 0,53	16 411 0,57	18 970 0,58	25 458 0,63	29 290 0,65
8,5	105 0,155	249 0,192	455 0,222	996 0,277	1488 0,31	3000 0,323	5667 0,433	2652 0,375	6401 0,46	8129 0,49	9620 0,5	14 366 0,56	17 017 0,59	19 746 0,61	26 419 0,66	31 173 0,68
9	109 0,161	259 0,2	471 0,23	1032 0,287	1519 0,32	3120 0,337	5889 0,45	2751 0,389	6664 0,48	8395 0,51	9962 0,52	15 030 0,59	17 594 0,61	20 523 0,63	27 420 0,68	31 386 0,71
9,5	113 0,167	268 0,207	486 0,237	1071 0,298	1606 0,34	3220 0,35	6111 0,467	2850 0,403	6836 0,5	8660 0,52	10 394 0,54	15 540 0,61	18 200 0,63	21 300 0,66	28 381 0,71	32 559 0,74
10	117 0,173	278 0,215	502 0,245	1107 0,308	1668 0,35	3340 0,36	6308 0,482	2949 0,417	7107 0,51	8776 0,53	10 646 0,56	16 000 0,63	18 805 0,65	22 045 0,68	29 141 0,73	33 752 0,75
10,5	122 0,17	289 0,22	516 0,25	1143 0,31	1720 0,36	3440 0,37	6504 0,5	3048 0,43	7313 0,53	9174 0,55	10 989 0,58	16 459 0,64	19 411 0,67	22 822 0,7	30 302 0,75	34 679 0,78
11	125 0,18	298 0,23	533 0,26	1172 0,32	1768 0,37	3530 0,382	6700 0,51	3133 0,44	7537 0,51	9423 0,57	11 331 0,59	16 918 0,66	20 017 0,72	23 437 0,78	31 303 0,81	35 851 0,84
11,5	129 0,19	308 0,24	547 0,27	1204 0,33	1816 0,38	3650 0,4	6897 0,53	3218 0,45	7703 0,55	9689 0,58	11 673 0,61	17 377 0,68	20 622 0,71	24 052 0,74	32 263 0,8	35 579 0,83
12	132 0,195	317 0,25	563 0,28	1233 0,34	1863 0,39	3740 0,4	7067 0,54	3303 0,46	7880 0,57	9938 0,6	12 015 0,63	17 837 0,7	21 315 0,74	24 667 0,76	33 021 0,82	37 552 0,85
12,5	139 0,205	331 0,26	591 0,29	1291 0,36	1953 0,41	3940 0,425	7520 0,57	3472 0,49	8230 0,59	10 452 0,63	12 681 0,67	18 755 0,74	22 382 0,77	25 897 0,8	34 625 0,86	39 451 0,89
13	145 0,214	346 0,27	619 0,3	1348 0,37	2048 0,43	4120 0,44	7747 0,59	3621 0,51	8576 0,62	10 966 0,66	13 365 0,7	19 674 0,77	23 362 0,81	27 127 0,84	36 186 0,9	41 174 0,93
13,5	151 0,223	360 0,28	646 0,31	1406 0,39	2139 0,45	4265 0,455	8009 0,61	3769 0,53	8992 0,64	11 480 0,69	13 917 0,73	20 644 0,81	24 314 0,84	28 325 0,87	37 667 0,94	42 853 0,97
14	156 0,23	374 0,29	670 0,33	1463 0,41	2219 0,46	4440 0,47	8271 0,63	3918 0,55	9269 0,67	12 061 0,73	14 449 0,76	21 435 0,84	25 237 0,87	29 393 0,91	39 068 0,97	44 488 1,01
14,5	162 0,238	388 0,3	695 0,34	1521 0,42	2296 0,48	4590 0,49	8546 0,65	4066 0,57	9601 0,69	12 476 0,75	14 943 0,78	22 175 0,87	26 131 0,9	30 429 0,94	40 470 1,01	46 034 1,04
15	166 0,245	403 0,31	721 0,35	1568 0,44	2372 0,5	4750 0,51	8807 0,67	4201 0,59	9947 0,72	12 890 0,78	15 437 0,81	22 889 0,9	26 968 0,93	31 432 0,97	41 790 1,04	47 536 1,07
15,5	171 0,252	417 0,32	742 0,36	1614 0,45	2448 0,51	4900 0,53	9082 0,69	4328 0,61	10 294 0,74	13 272 0,8	15 913 0,84	23 604 0,92	27 804 0,96	32 371 1	43 071 1,07	49 038 1,11
16	176 0,259	431 0,33	762 0,37	1661 0,46	2524 0,53	5050 0,55	9344 0,71	4462 0,63	10 640 0,77	13 670 0,82	16 388 0,86	24 293 0,95	28 612 0,99	33 312 1,03	44 312 1,11	50 452 1,14
16,5	181 0,266	443 0,34	783 0,38	1708 0,47	2624 0,55	5180 0,57	9619 0,73	4590 0,65	10 987 0,79	14 035 0,85	16 825 0,88	24 956 0,98	29 362 1,02	34 249 1,05	45 513 1,11	51 921 1,17
17	185 0,273	453 0,35	804 0,39	1754 0,49	2690 0,57	5300 0,59	9880 0,75	4703 0,66	11 305 0,81	14 400 0,87	17 263 0,91	25 591 1	30 169 1,05	35 155 1,09	46 714 1,17	53 191 1,2
17,5	196 0,288	475 0,36	847 0,41	1848 0,51	2823 0,59	5575 0,6	10 417 0,79	4936 0,7	11 859 0,85	15 113 0,91	18 099 0,95	26 845 1,05	31 640 1,1	36 871 1,14	48 996 1,22	55 753 1,26



Продолжение табл. 46.9

Диаметр и толщина стенки, мм	Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам															
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-62) условным проходом, мм							стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732-70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм								
	15	20	25	32	40	50	70	76/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	103/4	(114/4)	(127/4)	133/4
50	523 0,771	1230 0,957	2161 1,061													
50	537 0,794	1272 0,99														
70	554 0,819	1318 1,02														
80	569 0,843	1348 1,042														
90	586 0,867															
100	602 0,887															

ТАБЛИЦА 46.10

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ДЛИНЫ  $l_{экв}$  МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА НАПОРНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ В ЗАКРЫТЫХ СИСТЕМАХ ПРИ  $k_{ш} = 0,5$  мм

Условный проход или наружный диаметр и толщина стенки, мм	Значения $l_{экв}$ , м, при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \zeta$														
	0,6	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10
15	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,1	1,4	1,5	1,8	1,9	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8
20	0,3	0,6	0,9	1,1	1,4	1,7	2	2,3	2,5	2,9	3,4	4	4,5	5,1	5,6
25	0,4	0,8	1,2	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9	4,6	5,4	6,2	6,9	7,7
32	0,6	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3	3,9	4,5	5	5,6	6,6	7,7	8,8	10	11,1
40	0,7	1,4	2	2,6	3,3	4	4,6	5,3	6	6,6	8	9,2	10,6	11,8	13,2
50	1	1,8	2,8	3,6	4,6	5,5	6,4	7,3	8,3	9,1	11	12,8	14,6	16,5	18,3
70	1,3	2,5	3,7	5	6,3	7,5	8,8	10	11,3	12,5	15	17,5	20	22,5	25
76/3	1,3	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4	11,7	13,1	15,6	18,2	20,8	23,4	25
(83/3,5)	1,6	3,2	4,8	6,4	8	9,6	11,2	12,7	14,3	15,9	19,1	22,2	25,4	28,6	32
102/4	1,9	3,7	5,6	7,6	9,5	11,3	13,2	15,1	17,1	18,7	22,6	26,4	30,2	34	37,6
108/4	2,1	4,1	6,1	8,2	10,2	12,3	14,2	16,3	18,3	20,3	24,5	28,5	32,5	36,5	40,7
133/4	2,7	5,3	8	10,7	13,4	16	18,7	21,3	24	26,7	32	37,4	42,6	48	53,4

ТАБЛИЦА 46.11

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ДЛИНЫ  $l_{экв}$  МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА НАПОРНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ В ОТКРЫТЫХ СИСТЕМАХ ПРИ  $k_{ш} = 1$  мм

Условный проход или наружный диаметр и толщина стенки, мм	Значения $l_{экв}$ , м, при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \zeta$														
	0,6	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10
15	0,1	0,3	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,9	2,3	2,6	3	3,2
20	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,4	2,9	3,3	3,8	4,3	4,8
25	0,4	0,7	1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,6	2,9	3,3	3,9	4,6	5,2	5,8	6,5
32	0,5	0,9	1,4	1,9	2,3	2,8	3,3	3,7	4,2	4,7	5,6	6,5	7,4	8,4	9,3
40	0,5	1,1	1,7	2,2	2,7	3,3	3,9	4,4	5	5,6	6,7	7,8	8,9	10	11,1
50	0,8	1,5	2,3	3	3,9	4,6	5,4	6,2	6,9	7,7	9,2	10,8	12,3	13,7	15,4
70	1,1	2,1	3,1	4,2	5,3	6,3	7,4	8,4	9,5	10,5	12,6	14,8	16,9	18,9	21,1
76/3	1,1	2,2	3,3	4,3	5,5	6,6	7,6	8,8	9,8	10,9	13,1	15,3	17,5	19,7	21,9
(83/3,5)	1,4	2,7	4	5,4	6,7	8	9,4	10,7	12	13,4	16	18,7	21,4	24,1	26,8
102/4	1,6	3,1	4,8	6,4	8	9,5	11,1	12,7	14,3	15,8	19,1	22,2	25,4	28,6	31,8
108/4	1,7	3,4	5,1	6,9	8,6	10,3	12	13,7	15,5	17,2	20,6	24	27,4	30,7	34,3
133/4	2,3	4,5	6,7	9	11,2	13,5	15,7	17,8	20,2	22,5	27	31,4	35,9	40,5	44,8

## КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЯ (ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ НИИ САНИТАРНОЙ ТЕХНИКИ)

Местное сопротивление	Условный проход, мм	Значения $\xi$ при скорости, м/с				
		0,025	0,05	0,075	0,1	0,2 и более
Радиаторы двухколпачные (вход и выход) диаметром подводки 15 или 20 мм	15	3,8	2,2	1,7	1,6	1,6
	20	2	1,4	1,3	1,2	1,2
Змеевик из труб плоский (длиной 1500 мм, высотой 500 мм)	15	48	28	28	28	28
	20	40	22	22	22	22
Краны пробковые проходные	15	5,7	3,8	3,5	3,4	3
	20	3,7	2	1,6	1,4	1,2
	25	3,2	1,8	1,5	1,3	1
Краны двойной регулировки с цилиндрической пробкой шибберного типа	15	—	—	—	—	4
	20	—	—	—	—	2
	15	4,8	3,9	3,7	3,5	3
Краны трехходовые конструкции треста Сантехдоталь	при прямом проходе	15	—	—	—	2
		20	—	—	—	1,5
		25	—	—	—	2
	при проходе с поворотом	15, 20	—	—	—	3
25		—	—	—	4,5	
Краны трехходовые конструкции Главмосстроя	при прямом подходе	15	—	—	—	3,2
		20 и более	—	—	—	0,6
	при проходе с поворотом	15	—	—	—	5,5
		20 и более	—	—	—	10,5
Вентили с вертикальными шпинделями (15с186р)	15	—	—	—	—	16
	20	—	—	—	—	10
	25, 32	—	—	—	—	9
	40	—	—	—	—	8
	50 и более	—	—	—	—	7
Вентили прямооточные с косыми шпинделями (15с58)	15, 20; 25	—	—	—	—	3
	32; 40	—	—	—	—	2,5
	50 и более	—	—	—	—	2
Задвижки параллельные	25, 32; 40 50 и более	—	—	—	—	0,5
Отводы под углом 45° (утки) с радиусом закругления $R=3d$	15	3,2	1,5	0,9	0,7	0,6
	20	1,7	1	0,7	0,65	0,6
	25	1,6	0,8	0,65	0,65	0,6
Скобы с радиусом закругления $R=3d$	15	6	2,2	2,1	2,1	2
	20	4	1,3	1	1	1,2
	25	2,3	1,1	0,7	0,7	0,6
	32	1,4	0,8	0,6	0,5	0,4
Отводы под углом 90° с радиусом закругления $R=3d$	15	5	1,6	1,4	1,3	1,3
	20	3,7	1,5	1,2	1,1	1,1
	25	3	1,2	0,8	0,6	0,6
	32	1	0,3	0,2	0,2	0,2



ТАБЛИЦА 46.13

КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\zeta$  МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ (ПРИБЛИЖЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ)

Местное сопротивление	Значения $\zeta$ при условном проходе труб, мм						
	10	15	20	25	32	40	50 и более
Раднаторы двухколлонные . . . . .	2	2	2	2	2	2	2
Котлы:							
чугунные . . . . .	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
стальные . . . . .	2	2	2	2	2	2	2
Внезапное расширение (относится к большей скорости) . . . . .	1	1	1	1	1	1	1
Внезапное сужение (относится к большей скорости) . . . . .	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Отступы . . . . .	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Тройники:							
проходные (схема I) . . . . .	1	1	1	1	1	1	1
поворотные на ответвление (схема II) . . . . .	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
на противотоке (схема III) . . . . .	3	3	3	3	3	3	3
Крестовины:							
проходные (схема IV) . . . . .	2	2	2	2	2	2	2
поворотные (схема V) . . . . .	3	3	3	3	3	3	3
Компенсаторы:							
П-образные и днробразные . . . . .	2	2	2	2	2	2	2
сальниковые . . . . .	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Вентили:							
обыкновенные . . . . .	20	16	10	9	9	8	7
прямоточные . . . . .	—	3	3	3	2,5	2,5	2
Краны:							
проходные . . . . .	—	4	2	2	2	—	—
с ручной регулировкой с гидравлической пробкой . . . . .	—	4	2	2	2	—	—
Экраны параллельные . . . . .	—	—	—	0,5	0,5	0,5	0,5
Отводы:							
90° и угла . . . . .	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5
двойные узлы . . . . .	2	2	2	2	2	2	2
широкие . . . . .	1	1	1	1	1	1	1
Скобы . . . . .	4	3	2	2	2	2	2

Примечание. Для точных расчетов коэффициенты местных сопротивлений принимают по табл. 46.14—46.21.

КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\zeta_{отв}$  ТРОЙНИКОВ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ (ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ Б. ЦНИПС)

Схема	$\frac{d_{отв}}{d_{ств}}$	Группа тройников (см. табл. 46.15)	Значения $\zeta_{отв}$ при $\bar{G}_{отв} = G_{отв}/G_{ств}$									
			0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	1	I	-65	-10	-2,66	0,625	2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
	0,74	II	-25	-3,62	0	1	1,4	1,6	1,8	1,9	2	2
	0,66	III	-15,2	-1,29	0,55	1	1,2	1,4	1,55	1,7	1,73	1,73
	0,59	IV	-8	0,3	0,8	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5
	0,52	V	-5	0,4	0,9	1	1,1	1,2	1,25	1,3	1,32	1,34
	0,44	VI	-2	0,5	0,9	1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	0,3	VII	-0,4	0,6	0,9	1	1,05	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	1	I	90	25	12,5	7,75	5,4	4,15	3,3	2,8	2,55	2,3
	0,74	II	33	9,4	4,7	3	2	1,5	1,2	1,05	1	1
	0,66	III	23	6,88	3,52	2,25	1,6	1,25	1	0,9	0,9	0,9
	0,59	IV	13,5	4,73	2,88	1,8	1,34	1,1	0,95	0,83	0,8	0,8
	0,52	V	10	3,3	1,88	1,3	1	0,83	0,72	0,67	0,65	0,65
	0,44	VI	5,3	1,9	1,4	0,8	0,6	0,52	0,5	0,5	0,5	0,5
	0,3	VII	2,1	0,935	0,542	0,4	0,305	0,25	0,215	0,2	0,2	0,2
	1	I	80	21,5	11	7	5	3,9	3,25	2,8	2,5	2,3
	1	I	100	29	14,5	9	6,3	4,75	3,8	3,1	2,66	2,3

ТАБЛИЦА 46 15

Продолжение табл. 46 14

ГРУППЫ ТРОЙНИКОВ

Тройники, мм	Группа	Тройники, мм		Группа
Равносторонние	I	50×20×50		VI
20×15×20	II	50×25×50		V
25×15×25	IV	50×32×50		III
25×20×25	II	50×40×50		II
32×15×32	VI	70×15×70		VII
32×20×32	IV	70×20×70		VII
32×25×32	II	70×25×70		VI
40×15×40	—*	70×32×70		V
40×20×40	V	70×40×70		IV
40×25×40	III	70×50×70		II
40×32×40	—*			
50×15×50	VII			

\* Значения  $\zeta_{отв}$  принимать по интерполяции в соответствии с табл. 46 14.

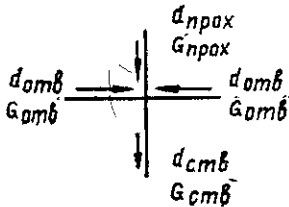
ТАБЛИЦА 46 16

КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\zeta_{\text{прох}}$  ТРОЙНИКОВ  
 ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ  
 ПРИ СЛИЯНИИ ИЛИ ДЕЛЕНИИ ПОТОКОВ  
 (ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ Б. ЦНИПС)

$\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\zeta_{\text{прох}}$	70	16	6,7	3,56	2,2	1,41	1	0,86	0,76	0,7

ТАБЛИЦА 46 17

КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\zeta_{\text{отв}}$  КРЕСТОВИН  
 ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ  
 ПРИ СЛИЯНИИ ПОТОКОВ  
 (ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ Б. ЦНИПС)



$\bar{G}_{\text{отв}_1}$	Значения $\zeta_{\text{отв}}$ при $\bar{G}_{\text{отв}_1}$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1

$\bar{d}_{\text{отв}} = 1$											
0	—	25	3,3	4	3,3	2,6	2,2	1,9	1,7	1,6	1,5
0,1	8	7,3	5,2	3,9	3,1	2,5	2	1,8	1,7	—	—
0,2	37	14	7,2	4,8	3,6	2,8	2,3	1,9	—	—	—
0,3	48	15,3	8,2	5,3	3,8	3	2,4	—	—	—	—
0,4	60	18	9,3	5,9	4,2	3,1	—	—	—	—	—
0,5	64	19,5	10,2	6,5	4,7	—	—	—	—	—	—
0,6	78	22,5	11,4	7,3	—	—	—	—	—	—	—
0,7	95	26,8	13,3	—	—	—	—	—	—	—	—
0,8	110	30,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,9	124	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

$\bar{d}_{\text{отв}} = 0,76$											
0	—	14,3	0,3	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1
0,1	5	2,4	2,2	1,8	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	—
0,2	9,7	4,3	2,8	2,1	1,7	1,5	1,4	1,3	—	—	—
0,3	10,5	5,7	3,4	2,4	1,9	1,7	1,4	—	—	—	—
0,4	20,5	6,7	3,7	2,7	2,1	—	—	—	—	—	—
0,5	27,5	8,2	4,4	2,9	2,2	—	—	—	—	—	—
0,6	32,8	5,4	4,9	3,2	—	—	—	—	—	—	—
0,7	38,5	11,6	5,5	—	—	—	—	—	—	—	—
0,8	45	12,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,9	52,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

$\bar{d}_{\text{отв}} = 0,59$											
0	—	6,1	—	1	1,1	1	1	1	1	1	—
0,1	—	3,1	0,9	1,4	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	—	—
0,2	0	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	—	—	—
0,3	4,9	2,5	1,8	1,5	1,4	1,3	1,2	—	—	—	—
0,4	9,2	3,4	2,2	1,8	1,5	1,4	—	—	—	—	—
0,5	14,6	4,3	2,6	1,9	1,6	—	—	—	—	—	—
0,6	17,1	5,2	3	2,1	—	—	—	—	—	—	—
0,7	20,7	5,8	3	—	—	—	—	—	—	—	—
0,8	22	5,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,9	23,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание  $\bar{d}_{\text{отв}} = d_{\text{отв}} / d_{\text{ств}}$  — относительный диаметр ответвления.  $\bar{G}_{\text{отв}_1} = G_{\text{отв}_1} / G_{\text{ств}}$  — относительный расход в ответвлении, для которого определяются значения,  $\bar{G}_{\text{отв}_2} = G_{\text{отв}_2} / G_{\text{ств}}$  — относительный расход в противоположном ответвлении

ТАБЛИЦА 46 18

КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\zeta_{\text{прох}}$  КРЕСТОВИН  
 ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ  
 ПРИ СЛИЯНИИ ПОТОКОВ  
 (ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ Б. ЦНИПС)

$\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{отв}}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\zeta_{\text{прох}}$	115	24,7	10,7	5,6	3,6	2,6	2	1,7	1,4	1,3

ТАБЛИЦА 46 19

КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\zeta_{\text{отв}}$  КРЕСТОВИН  
 ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ  
 ПРИ ДЕЛЕНИИ ПОТОКОВ  
 (ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ Б. ЦНИПС)

$\bar{d}_{\text{отв}}$	Соотношение расходов	Значения $\zeta_{\text{отв}}$ при $\bar{G}_{\text{отв}}$										
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	$G_{\text{отв}_1} = G_{\text{отв}_2}$	105	26,6	12,3	7,5	6,2	5,2	3,9	3,2	2,7	2,3	2,1
	$G_{\text{отв}_1} = G_{\text{отв}_2}$	105	26,6	12,3	13,7	12,5	7	—	—	—	—	—
0,76	$G_{\text{отв}_1} = G_{\text{отв}_2}$	32,5	9,4	4,7	3	2,7	2,1	1,6	1,4	1,2	1,1	1
	$G_{\text{отв}_1} = G_{\text{отв}_2}$	32,5	9,4	8,1	6	5,1	4,7	—	—	—	—	—
0,59	$G_{\text{отв}_1} = G_{\text{отв}_2}$	14,1	4,1	2,4	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1	1	0,9
	$G_{\text{отв}_1} = G_{\text{отв}_2}$	15,3	4,4	3,4	3,2	2,5	2,1	—	—	—	—	—

ТАБЛИЦА 46 20

КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\zeta_{\text{прох}}$  КРЕСТОВИН  
 ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ  
 ПРИ ДЕЛЕНИИ ПОТОКОВ  
 (ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ Б. ЦНИПС)

$\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\zeta_{\text{прох}}$	93	20,6	7,3	3	2,1	1,6	1,2	1	0,9	0,9	0,9

Примечание Для более точного определения величины потерь давления при  $\bar{G}_{\text{прох}} = 0,1$  и 0,2 рекомендуется тщательное интерполирование

ТАБЛИЦА 46 21

ДОЛИ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ НА МЕСТНЫЕ  
 СОПРОТИВЛЕНИЯ И НА ТРЕНИЕ  
 ОТ ОБЩИХ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ

Характеристика систем	Доля потерь	
	на местные сопротивления $k$	на трение $l - k$
Системы водяного отопления с естественной циркуляцией воды (независимо от протяженности по вертикали и горизонтально)	0,5	0,5
То же, с насосной циркуляцией воды	0,35	0,65
Районные теплопроводы со средним расстоянием от источника теплоснабжения до здания около 50 м	0,2	0,8
То же, 100 м и более	0,1	0,9
Системы парового отопления низкого давления	0,35	0,65
То же, высокого давления внутри здания	0,2	0,8
То же, в наружных сетях	0,1	0,9
Конденсационные магистрали наружных сетей	0,1	0,9
Конденсационные трубопроводы системы отопления	0,2	0,8



## Глава 47. ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

ТАБЛИЦА 47.1

ДЛЯ РАСЧЕТА СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ (ГАЗОВЫХ) ОБЫКНОВЕННЫХ ТРУБ (ГОСТ 3262-62)

Расход воды, л/с	Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах условным проходом, мм									
	10	15	20	25	32	40	50	70	80	100
0,05	{ 0,47 91,5	{ 0,29 28,8	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —
0,1	{ 0,95 325,5	{ 0,59 100	{ 0,31 21,1	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —
0,15	{ 1,42 707	{ 0,88 211	{ 0,47 43,6	{ 0,28 12,5	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —
0,2	{ 1,89 1257	{ 1,18 360	{ 0,62 73,5	{ 0,37 20,9	{ 0,21 5,11	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —
0,25	{ 2,37 1964	{ 1,47 560	{ 0,78 110,6	{ 0,47 31,2	{ 0,26 7,57	{ 0,2 3,9	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —
0,3	{ 2,84 2829	{ 1,77 807	{ 0,94 155	{ 0,56 43,4	{ 0,31 10,5	{ 0,24 5,4	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —
0,35	{ 3,31 3850	{ 2,06 1078	{ 1,09 206,4	{ 0,65 57,5	{ 0,37 13,8	{ 0,28 7,1	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —
0,4	{ — —	{ 2,36 1435	{ 1,25 265,6	{ 0,75 73,5	{ 0,42 17,5	{ 0,32 9	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —
0,45	{ — —	{ 2,65 1816	{ 1,4 336	{ 0,84 91,3	{ 0,47 21,6	{ 0,36 11,1	{ 0,21 3,1	{ — —	{ — —	{ — —
0,5	{ — —	{ 2,95 2242	{ 1,56 415	{ 0,93 111	{ 0,52 26,2	{ 0,4 13,4	{ 0,24 3,7	{ — —	{ — —	{ — —
0,6	{ — —	{ — —	{ 1,87 597	{ 1,12 156	{ 0,63 36,5	{ 0,48 18,6	{ 0,28 4,2	{ — —	{ — —	{ — —
0,7	{ — —	{ — —	{ 2,18 813	{ 1,31 210	{ 0,73 48,4	{ 0,56 24,6	{ 0,33 6,8	{ 0,2 2,1	{ — —	{ — —
0,8	{ — —	{ — —	{ 2,5 1082	{ 1,5 274	{ 0,84 61,9	{ 0,64 31,3	{ 0,38 8,6	{ 0,23 2,62	{ — —	{ — —
0,9	{ — —	{ — —	{ 2,81 1344	{ 1,69 346	{ 0,94 77	{ 0,72 39	{ 0,42 10,7	{ 0,26 2,23	{ — —	{ — —
1	{ — —	{ — —	{ 3,12 1660	{ 1,87 428	{ 1,05 93,6	{ 0,8 47,2	{ 0,47 12,9	{ 0,29 3,89	{ 0,2 1,6	{ — —
1,25	{ — —	{ — —	{ — —	{ 2,34 688	{ 1,31 143	{ 0,99 71,4	{ 0,59 19,4	{ 0,36 5,79	{ 0,25 2,4	{ — —
1,5	{ — —	{ — —	{ — —	{ 2,8 962	{ 1,57 206,3	{ 1,19 100,3	{ 0,71 27	{ 0,43 8,03	{ 0,3 3,36	{ 0,224 1,63
1,75	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ 1,83 280,8	{ 1,39 136	{ 0,82 35,9	{ 0,5 10,6	{ 0,35 4,4	{ 0,26 1,14
2	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ 2,09 366,8	{ 1,59 178	{ 0,94 46	{ 0,58 13,5	{ 0,4 5,6	{ 0,24 1,5
2,5	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ 2,61 573,1	{ 1,99 273	{ 1,18 69,6	{ 0,72 20,3	{ 0,5 8,4	{ 0,29 2,26
3	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ 2,39 400	{ 1,41 99,7	{ 0,86 28,4	{ 0,6 11,7	{ 0,35 3,13
3,5	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ 2,79 544	{ 1,65 137	{ 1,01 37,8	{ 0,71 15,5	{ 0,41 4,12
4	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ 1,88 177	{ 1,15 48,5	{ 0,81 19,8	{ 0,47 5,25
4,5	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ 2,12 224	{ 1,3 60,9	{ 0,91 24,6	{ 0,53 6,49
5	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ 2,35 277	{ 1,44 75,2	{ 1,01 30	{ 0,59 7,86
5,5	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ 2,59 335	{ 1,58 91	{ 1,11 35,8	{ 0,65 9,36
6	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ 2,83 399	{ 1,73 108,3	{ 1,21 42	{ 0,71 11
6,5	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ 1,87 127	{ 1,31 49,3	{ 0,77 12,7
7	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ 2,02 147,4	{ 1,41 57,2	{ 0,82 14,6
7,5	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ — —	{ 2,16 169,2	{ 1,51 65,6	{ 0,88 16,6

Расход воды, л/с	Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потеря напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах условным проходом, мм									
	10	15	20	25	32	40	50	70	80	100
8	—	—	—	—	—	—	—	2,3 192,6	1,61 74,7	0,94 18,7
8,5	—	—	—	—	—	—	—	2,45 217,4	1,71 84,3	1 20,9
9	—	—	—	—	—	—	—	2,59 243,7	1,81 94,5	1,06 23,2
9,5	—	—	—	—	—	—	—	2,74 271,5	1,91 105,3	1,12 25,7
10	—	—	—	—	—	—	—	2,88 300,9	2,01 117	1,18 28,3
10,5	—	—	—	—	—	—	—	3,02 331,7	2,12 129	1,24 31
11	—	—	—	—	—	—	—	—	2,22 141,2	1,29 34
11,5	—	—	—	—	—	—	—	—	2,32 154,3	1,35 37,2
12	—	—	—	—	—	—	—	—	2,42 168	1,41 40,5
12,5	—	—	—	—	—	—	—	—	2,52 182,3	1,47 44
13	—	—	—	—	—	—	—	—	2,62 197,2	1,53 47,5
13,5	—	—	—	—	—	—	—	—	2,72 212,7	1,59 51,3
14	—	—	—	—	—	—	—	—	2,82 229	1,65 55,1
14,5	—	—	—	—	—	—	—	—	2,92 245,4	1,71 59,1
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,77 63,3
15,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,82 67,6
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,88 72
16,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,94 76,6
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 81,3
17,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,06 86,2
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,12 91,1
18,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,18 96
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,24 101,6
19,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,3 107
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,35 112,5
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,47 124,1
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,59 136,2
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,71 148,8
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,83 162
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,94 175,8

Примечание. Таблица составлена по формулам ВНИИ ВОДГЕО (автор д-р техн. наук Ф. А. Шевелев).

ТАБЛИЦА 47.2

Продолжение табл. 47.2

ДЛЯ РАСЧЕТА СТАЛЬНЫХ ВЕСШОВНЫХ  
ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ТРУБ (ГОСТ 8732-70)

Расход воды, л/с	Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах наружным диаметром, мм							Расход воды, л/с	Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах наружным диаметром, мм						
	146	168	194	219	245	273	325		146	168	194	219	245	273	325
	2,5	0,2 0,9								20	1,63 42,5	1,18 18,1	0,85 8	0,65 4,1	0,51 2,2
3	0,24 1,3							21	1,71 46,8	1,24 19,8	0,89 8,7	0,68 4,5	0,53 2,4	0,42 1,4	
3,5	0,28 1,7	0,21 0,8						22	1,79 51,4	1,3 21,8	0,94 9,5	0,71 4,9	0,56 2,6	0,44 1,5	
4	0,33 2,1	0,24 1						23	1,86 56,2	1,36 23,8	0,98 10,3	0,75 5,3	0,58 2,9	0,46 1,6	
4,5	0,37 2,6	0,26 1,2						24	1,95 61,1	1,41 25,9	1,02 11,2	0,78 5,7	0,61 3,1	0,48 1,7	
5	0,41 3,2	0,29 1,5						25	2,04 66,3	1,47 28,1	1,06 12,1	0,81 6,1	0,63 3,3	0,5 1,9	
5,5	0,45 3,8	0,32 1,7	0,23 0,8					26	2,12 71,8	1,53 30,4	1,11 13	0,84 6,6	0,66 3,6	0,52 2	
6	0,49 4,4	0,35 2	0,25 0,9	0,2 0,5				27	2,2 77,4	1,59 32,7	1,15 13,9	0,88 7,1	0,68 3,8	0,54 2,1	
6,5	0,53 5,1	0,38 2,3	0,28 1	0,21 0,5				28	2,28 83,2	1,65 35,2	1,19 14,9	0,91 7,6	0,71 4,1	0,56 2,3	
7	0,57 5,8	0,41 2,6	0,3 1,2	0,23 0,6				29	2,36 89,3	1,71 37,8	1,23 15,9	0,94 8,1	0,74 4,4	0,58 2,4	
7,5	0,61 6,6	0,44 3	0,32 1,4	0,24 0,7				30	2,45 95,5	1,77 40,5	1,28 17,1	0,97 8,6	0,76 4,6	0,6 2,6	
8	0,65 7,5	0,47 3,4	0,34 1,5	0,26 0,8	0,2 0,4			32	2,61 109	1,89 46	1,36 19,4	1,04 9,7	0,81 5,2	0,64 2,9	
8,5	0,69 8,3	0,5 3,8	0,36 1,7	0,28 0,9	0,22 0,5			34	2,77 123	2 52	1,45 21,9	1,1 10,9	0,86 5,9	0,68 3,3	
9	0,73 9,3	0,53 4,1	0,38 1,9	0,29 1	0,23 0,5			36	2,93 138	2,12 58,3	1,53 24,6	1,17 12,1	0,91 6,5	0,72 3,6	
9,5	0,77 10,2	0,56 4,6	0,4 2,1	0,3 1,1	0,24 0,6			38	— —	2,24 64,9	1,62 27,4	1,23 13,4	0,96 7,2	0,76 4	
10	0,81 11,2	0,59 5	0,42 2,3	0,32 1,2	0,25 0,6	0,2 0,4		40	— —	— —	1,7 30,3	1,3 14,8	1,01 7,9	0,8 4,4	0,55 1,7
11	0,9 13,5	0,65 6	0,47 2,7	0,36 1,4	0,28 0,8	0,22 0,4		42	— —	— —	1,79 33,4	1,37 16,4	1,07 8,7	0,84 4,8	0,57 1,9
12	0,98 15,8	0,71 7	0,51 3,1	0,39 1,6	0,3 0,9	0,24 0,5		44	— —	— —	1,87 36,7	1,43 17,9	1,12 9,4	0,88 5,2	0,6 2
13	1,05 18,3	0,77 8,1	0,55 3,6	0,42 1,9	0,33 1	0,26 0,6		46	— —	— —	1,96 40,1	1,5 19,6	1,17 10,3	0,92 5,7	0,63 2,2
14	1,14 21	0,82 9,3	0,6 4,2	0,45 2,1	0,35 1,2	0,28 0,7		48	— —	— —	2,04 43,7	1,56 21,4	1,22 11,1	0,96 6,1	0,66 2,4
15	1,22 23,9	0,88 10,6	0,64 4,7	0,49 2,4	0,38 1,3	0,3 0,7		50	— —	— —	2,13 47,4	1,63 23,2	1,27 12,1	1 6,6	0,68 2,6
16	1,3 27,2	0,94 11,9	0,68 5,3	0,52 2,7	0,41 1,5	0,32 0,8		52	— —	— —	2,21 51,3	1,69 25,1	1,32 13	1,04 7,1	0,71 2,8
17	1,39 30,7	1 13,3	0,72 5,9	0,55 3	0,43 1,7	0,34 0,9		54	— —	— —	2,3 55,3	1,76 27	1,37 14,1	1,08 7,7	0,74 2,9
18	1,47 34,4	1,06 14,8	0,77 6,6	0,58 3,4	0,46 1,8	0,36 1		56	— —	— —	2,38 59,5	1,82 29,1	1,42 15,1	1,12 8,2	0,77 3,1
19	1,55 38,3	1,12 16,4	0,81 7,3	0,62 3,7	0,48 2	0,38 1,1		58	— —	— —	2,47 63,8	1,89 31,2	1,47 16,2	1,16 8,8	0,79 3,4

Продолжение табл. 47.2

Расход воды, л/с	Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах наружным диаметром, мм						
	146	168	194	219	245	273	325
60	{ —	{ —	2,55 68,3	1,95 33,4	1,52 17,4	1,2 9,3	0,82 3,6
62	{ —	{ —	2,64 72,9	2,02 35,6	1,57 18,5	1,24 9,9	0,85 3,8
64	{ —	{ —	2,72 77,7	2,09 38	1,62 19,7	1,28 10,6	0,88 4
66	{ —	{ —	2,81 82,6	2,15 40,4	1,67 21	1,32 11,2	0,9 4,3
68	{ —	{ —	2,89 87,7	2,21 42,9	1,73 22,3	1,36 11,9	0,93 4,5
70	{ —	{ —	2,98 92,9	2,28 45,4	1,78 23,6	1,4 12,7	0,96 4,8
72	{ —	{ —	—	2,34 48,1	1,83 25	1,44 13,4	0,98 5
74	{ —	{ —	—	2,41 50,8	1,88 26,4	1,48 14,1	1,01 5,3
76	{ —	{ —	—	2,47 53,6	1,93 27,8	1,52 14,9	1,04 5,5
78	{ —	{ —	—	2,54 56,4	1,98 29,3	1,56 15,7	1,07 5,8
80	{ —	{ —	—	2,6 59,3	2,03 30,9	1,6 16,5	1,09 6,1
82	{ —	{ —	—	2,67 62,3	2,08 32,4	1,61 17,4	1,12 6,1
84	{ —	{ —	—	2,73 65,4	2,13 34	1,68 18,2	1,15 6,7
86	{ —	{ —	—	2,8 68,6	2,18 35,7	1,72 19,1	1,18 7
88	{ —	{ —	—	2,86 71,8	2,23 37,3	1,76 20	1,2 7,3
90	{ —	{ —	—	2,93 75,1	2,28 39,1	1,8 20,9	1,23 7,6
92	{ —	{ —	—	2,99 78,5	2,33 40,8	1,84 21,9	1,26 8
94	{ —	{ —	—	—	2,39 42,6	1,88 22,8	1,29 8,3
96	{ —	{ —	—	—	2,44 44,4	1,92 23,8	1,31 8,7
98	{ —	{ —	—	—	2,49 46,3	1,96 24,8	1,31 9
100	{ —	{ —	—	—	2,54 48,2	2 25,8	1,37 9,4
105	{ —	{ —	—	—	2,67 53,2	2,1 28,5	1,44 10,4
110	{ —	{ —	—	—	2,79 58,3	2,2 31,2	1,51 11,4
115	{ —	{ —	—	—	2,92 63,8	2,3 34,2	1,58 12,4
120	{ —	{ —	—	—	—	2,4 37,2	1,64 13,5

Продолжение табл. 47.3

Расход воды, л/с	Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах наружным диаметром, мм						
	146	168	194	219	245	273	325
125	{ —	{ —	—	—	—	2,5 40,4	1,72 14,7
130	{ —	{ —	—	—	—	26 43,6	1,75 15,9
135	{ —	{ —	—	—	—	—	1,55 17,2
140	{ —	{ —	—	—	—	—	1,92 18,4
145	{ —	{ —	—	—	—	—	1,32 19,5
150	{ —	{ —	—	—	—	—	2,05 21,1
155	{ —	{ —	—	—	—	—	2,12 22,6
160	{ —	{ —	—	—	—	—	2,15 24
165	{ —	{ —	—	—	—	—	2,22 25,6
170	{ —	{ —	—	—	—	—	2,33 27,1
175	{ —	{ —	—	—	—	—	2,4 29
180	{ —	{ —	—	—	—	—	2,46 30,4
185	{ —	{ —	—	—	—	—	2,54 32,2
190	{ —	{ —	—	—	—	—	2,6 33,7
195	{ —	{ —	—	—	—	—	2,67 35,7
200	{ —	{ —	—	—	—	—	2,74 37,6
205	{ —	{ —	—	—	—	—	2,8 39,5
210	{ —	{ —	—	—	—	—	2,87 41,4
215	{ —	{ —	—	—	—	—	2,94 43,4
220	{ —	{ —	—	—	—	—	3,01 45,5

Примечания 1 Таблица составлена по формулам ВНИИ ВОДГЕО (автор д-р техн. наук Ф. А. Шевелев).  
2 Таблица выполнена из условия применения труб с толщиной стенок 10 мм. При других толщинах стенок потери напора следует умножать на поправочные коэффициенты, приведенные в табл. 47.3.



ТАБЛИЦА 47.3

ПОПРАВочНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ К ПОТЕРЯМ НАПОРА  
(К ТАБЛ. 47.2)

Наружный диаметр труб, мм	Значения поправочных коэффициентов при толщине стенок труб, мм									
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
146	0,86	0,88	0,91	0,94	0,97	1	1,03	1,07	1,1	1,14
168	0,88	0,9	0,92	0,95	0,97	1	1,03	1,05	1,09	1,12
194	0,89	0,91	0,93	0,96	0,98	1	1,02	1,05	1,07	1,1
219	—	0,92	0,94	0,96	0,98	1	1,02	1,04	1,06	1,09
245	—	—	0,95	0,97	0,98	1	1,02	1,04	1,06	1,08
273	—	—	0,95	0,97	0,98	1	1,01	1,03	1,05	1,07
325	—	—	—	0,97	0,99	1	1,01	1,03	1,04	1,05

ТАБЛИЦА 47.4

КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\zeta$  МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ  
ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Местное сопротивление	Значение $\zeta$
Вентили	
обыкновенные . . . . .	8
типа «Косва» . . . . .	3
Задвижка . . . . .	0,5
Угольник . . . . .	0,5
Отводы . . . . .	0,5
Тройники	
на проход . . . . .	0,6
» ответвление . . . . .	1,5
» противоток . . . . .	2,5
Крестовины:	
на проход . . . . .	0,5
» ответвление . . . . .	0,5
Обратные клапаны . . . . .	7
Проходные краны . . . . .	3

ТАБЛИЦА 47.5

ПОТЕРИ НАПОРА  $H$  НА МЕСТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Скорость движения воды, м/с	Потери напора $H$ , м, при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \zeta$												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	
0,25	0,003	0,007	0,01	0,013	0,016	0,019	0,022	0,025	0,027	0,032	0,038	0,064	
0,3	0,005	0,009	0,014	0,018	0,023	0,027	0,032	0,037	0,041	0,046	0,059	0,092	
0,4	0,008	0,016	0,024	0,032	0,042	0,049	0,057	0,065	0,073	0,082	0,123	0,163	
0,5	0,013	0,026	0,038	0,051	0,064	0,076	0,089	0,102	0,114	0,127	0,191	0,254	
0,6	0,018	0,037	0,055	0,073	0,092	0,110	0,128	0,146	0,165	0,183	0,276	0,366	
0,7	0,024	0,049	0,073	0,097	0,122	0,146	0,171	0,195	0,22	0,244	0,366	0,488	
0,8	0,033	0,065	0,098	0,13	0,163	0,196	0,228	0,261	0,293	0,326	0,489	0,652	
0,9	0,041	0,082	0,124	0,165	0,206	0,247	0,288	0,33	0,371	0,412	0,618	0,834	
1	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,75	1	
1,25	0,08	0,16	0,24	0,32	0,42	0,48	0,56	0,64	0,72	0,8	1,2	1,6	
1,5	0,115	0,229	0,344	0,458	0,573	0,688	0,803	0,917	1,031	1,146	1,719	2,292	
1,75	0,156	0,312	0,468	0,624	0,78	0,936	1,092	1,248	1,404	1,56	2,34	3,12	
2	0,202	0,404	0,606	0,808	1,01	1,212	1,414	1,616	1,818	2,02	3,03	4,04	
2,25	0,258	0,516	0,77	1,032	1,29	1,548	1,806	2,064	2,322	2,58	3,87	4,16	
2,5	0,319	0,637	0,956	1,274	1,593	1,911	2,23	2,548	2,866	3,185	4,778	5,37	
2,75	0,385	0,771	1,156	1,542	1,927	2,312	2,697	3,083	3,469	3,854	5,781	7,708	
3	0,458	0,917	1,376	1,835	2,294	2,752	3,211	3,67	4,128	4,587	6,88	9,174	

**Глава 48. ТАБЛИЦЫ  
ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА  
КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ**

**ТАБЛИЦА 48 I  
ДЛЯ РАСЧЕТА ЧУГУННЫХ  
КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБ  $d=50$  И 100 мм**

Наполнение в долях диаметра труб	Расход, л/с, жидкости (верхняя строка) и скорость м/с, движения жидкости (нижняя строка) при уклоне, мм на 1 м длины						
	10	20	30	40	50	100	150
	$d=50$ мм						
0,05	{ 0,004 0,1	{ 0,005 0,14	{ 0,006 0,17	{ 0,007 0,2	{ 0,008 0,22	{ 0,012 0,32	{ 0,014 0,39
0,1	{ 0,016 0,16	{ 0,023 0,22	{ 0,028 0,27	{ 0,032 0,31	{ 0,036 0,35	{ 0,051 0,49	{ 0,062 0,6
0,2	{ 0,067 0,24	{ 0,095 0,34	{ 0,116 0,41	{ 0,134 0,48	{ 0,15 0,53	{ 0,212 0,76	{ 0,259 0,93
0,3	{ 0,149 0,3	{ 0,211 0,43	{ 0,258 0,52	{ 0,298 0,6	{ 0,333 0,67	{ 0,471 0,95	{ 0,577 1,17
0,4	{ 0,256 0,35	{ 0,362 0,49	{ 0,443 0,61	{ 0,512 0,7	{ 0,572 0,78	{ 0,809 1,11	{ 0,991 1,36
0,5	{ 0,381 0,39	{ 0,539 0,55	{ 0,66 0,67	{ 0,762 0,78	{ 0,852 0,87	{ 1,2 1,23	{ 1,48 1,5
0,6	{ 0,511 0,42	{ 0,723 0,59	{ 0,885 0,72	{ 1,02 0,83	{ 1,14 0,93	{ 1,62 1,32	{ 1,98 1,61
0,7	{ 0,637 0,43	{ 0,901 0,61	{ 1,1 0,75	{ 1,27 0,87	{ 1,42 0,97	{ 2,01 1,37	{ 2,47 1,68
0,8	{ 0,744 0,44	{ 1,05 0,62	{ 1,29 0,77	{ 1,49 0,88	{ 1,66 0,99	{ 2,35 1,4	{ 2,88 1,71
0,9	{ 0,811 0,44	{ 1,15 0,62	{ 1,4 0,76	{ 1,62 0,87	{ 1,81 0,97	{ 2,56 1,38	{ 3,14 1,69
0,95	{ 0,818 0,43	{ 1,16 0,6	{ 1,42 0,74	{ 1,64 0,85	{ 1,83 0,95	{ 2,59 1,34	{ 3,17 1,65
1	{ 0,761 0,39	{ 1,08 0,55	{ 1,32 0,67	{ 1,52 0,78	{ 1,7 0,87	{ 2,41 1,23	{ 2,95 1,5

Продолжение табл. 48

Наполнение в долях диаметра труб	Расход, л/с, жидкости (верхняя строка) и скорость м/с, движения жидкости (нижняя строка) при уклоне, мм на 1 м длины						
	10	20	30	40	50	100	150
	$d=100$ мм						
0,05	{ 0,023 0,16	{ 0,033 0,22	{ 0,04 0,27	{ 0,046 0,32	{ 0,051 0,35	{ 0,073 0,5	{ 0,09 0,5
0,1	{ 0,101 0,25	{ 0,143 0,35	{ 0,175 0,43	{ 0,202 0,49	{ 0,226 0,55	{ 0,319 0,78	{ 0,4 0,9
0,2	{ 0,424 0,38	{ 0,6 0,54	{ 0,734 0,66	{ 0,848 0,76	{ 0,948 0,85	{ 1,34 1,2	{ 1,74 1,5
0,3	{ 0,948 0,48	{ 1,34 0,68	{ 1,64 0,83	{ 1,9 0,96	{ 2,12 1,07	{ 3 1,51	{ 3,51 1,85
0,4	{ 1,63 0,56	{ 2,31 0,79	{ 2,82 0,96	{ 3,26 1,11	{ 3,66 1,24	{ 5,16 1,76	{ 6,7 2,1
0,5	{ 2,42 0,62	{ 3,42 0,87	{ 4,19 1,07	{ 4,84 1,23	{ 5,41 1,38	{ 7,65 1,95	{ 9,77 2,4
0,6	{ 3,25 0,66	{ 4,6 0,93	{ 5,63 1,14	{ 6,5 1,32	{ 7,27 1,48	{ 10,3 2,09	{ 12,5 2,5
0,7	{ 4,05 0,69	{ 5,73 0,98	{ 7,02 1,19	{ 8,1 1,38	{ 9,06 1,54	{ 12,8 2,18	{ 15,7 2,6
0,8	{ 4,73 0,7	{ 6,69 0,99	{ 8,2 1,22	{ 9,46 1,4	{ 10,6 1,57	{ 15,8 2,22	{ 18,3 2,72
0,9	{ 5,17 0,69	{ 7,29 0,98	{ 8,93 1,2	{ 10,3 1,39	{ 11,5 1,55	{ 16,3 2,19	{ 20 2,6
0,95	{ 5,2 0,68	{ 7,35 0,95	{ 9,01 1,17	{ 10,4 1,35	{ 11,6 1,57	{ 16,4 2,13	{ 20,1 2,61
1	{ 4,84 0,62	{ 6,84 0,87	{ 8,38 1,07	{ 9,58 1,23	{ 10,8 1,38	{ 15,3 1,95	{ 18,7 2,4

**ТАБЛИЦА 48 II  
ДЛЯ РАСЧЕТА ЧУГУННЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБ  $d=150$  мм**

Наполнение в долях диаметра труб	Расход, л/с, жидкости (верхняя строка) и скорость, м/с, движения жидкости (нижняя строка) при уклоне, мм на 1 м длины													
	6	8	10	12	14	16	18	20	30	40	60	80	100	150
0,05	{ 0,05 0,16	{ 0,06 0,19	{ 0,07 0,21	{ 0,08 0,23	{ 0,08 0,25	{ 0,09 0,26	{ 0,09 0,28	{ 0,1 0,29	{ 0,12 0,36	{ 0,14 0,41	{ 0,17 0,51	{ 0,2 0,59	{ 0,22 0,66	{ 0,27 0,81
0,1	{ 0,23 0,25	{ 0,27 0,29	{ 0,3 0,33	{ 0,33 0,3	{ 0,35 0,38	{ 0,38 0,41	{ 0,4 0,43	{ 0,42 0,46	{ 0,52 0,56	{ 0,6 0,65	{ 0,73 0,8	{ 0,86 0,92	{ 0,95 1,03	{ 1,16 1,26
0,2	{ 0,98 0,39	{ 1,13 0,45	{ 1,26 0,5	{ 1,38 0,55	{ 1,49 0,59	{ 1,59 0,63	{ 1,69 0,67	{ 1,78 0,7	{ 2,18 0,86	{ 2,52 1	{ 3,09 1,22	{ 3,56 1,41	{ 3,98 1,57	{ 4,88 1,95
0,3	{ 2,18 0,49	{ 2,51 0,56	{ 2,81 0,63	{ 3,08 0,69	{ 3,32 0,74	{ 3,55 0,8	{ 3,77 0,84	{ 3,97 0,89	{ 4,87 1,09	{ 5,62 1,26	{ 6,88 1,54	{ 7,95 1,78	{ 8,89 1,99	{ 10,9 2,44
0,4	{ 3,75 0,57	{ 4,32 0,65	{ 4,83 0,73	{ 5,29 0,8	{ 5,71 0,86	{ 6,11 0,92	{ 6,48 0,98	{ 6,83 1,03	{ 8,37 1,27	{ 9,66 1,46	{ 11,8 1,79	{ 13,7 2,07	{ 15,3 2,31	{ 18,7 2,85
0,5	{ 5,56 0,63	{ 6,41 0,72	{ 7,17 0,81	{ 7,85 0,89	{ 8,48 0,96	{ 9,07 1,02	{ 9,62 1,09	{ 10,1 1,15	{ 12,4 1,4	{ 14,3 1,62	{ 17,6 1,98	{ 20,3 2,29	{ 22,7 2,56	{ 27,5 3,14
0,6	{ 7,46 0,67	{ 8,61 0,78	{ 9,63 0,87	{ 10,5 0,95	{ 11,4 1,03	{ 12,2 1,1	{ 12,9 1,17	{ 13,6 1,23	{ 16,7 1,51	{ 19,3 1,74	{ 23,6 2,13	{ 27,2 2,46	{ 30,4 2,75	{ 37,3 3,3
0,7	{ 9,3 0,7	{ 10,7 0,81	{ 12 0,91	{ 13,1 0,99	{ 14,2 1,07	{ 15,2 1,15	{ 16,1 1,22	{ 17 1,28	{ 20,8 1,57	{ 24 1,81	{ 29,4 2,22	{ 33,9 2,56	{ 37,9 2,87	{ 46,5 3,51
0,8	{ 10,9 0,72	{ 12,5 0,83	{ 14 0,92	{ 15,3 1,01	{ 16,6 1,09	{ 17,7 1,17	{ 18,8 1,24	{ 19,8 1,31	{ 24,3 1,6	{ 28 1,85	{ 34,3 2,26	{ 39,6 2,61	{ 44,3 2,92	{ 54,3 3,5
0,9	{ 11,8 0,71	{ 13,7 0,81	{ 15,3 0,91	{ 16,7 1	{ 18,1 1,08	{ 19,3 1,15	{ 20,5 1,22	{ 21,6 1,29	{ 26,5 1,58	{ 30,6 1,82	{ 37,4 2,23	{ 43,2 2,58	{ 48,3 2,88	{ 59,2 3,5
0,95	{ 11,9 0,69	{ 13,8 0,79	{ 15,4 0,89	{ 16,9 0,97	{ 18,2 1,05	{ 19,5 1,12	{ 20,7 1,19	{ 21,8 1,25	{ 26,7 1,54	{ 30,8 1,77	{ 37,7 2,17	{ 43,6 2,51	{ 48,7 2,8	{ 59,7 3,44
1	{ 11,1 0,63	{ 12,8 0,72	{ 14,3 0,81	{ 15,7 0,89	{ 17 0,96	{ 18,1 1,02	{ 19,2 1,09	{ 20,3 1,15	{ 24,8 1,4	{ 28,7 1,62	{ 35,1 1,98	{ 40,5 2,29	{ 45,3 2,56	{ 55,5 3,14

Примечание Таблица составлена по формуле акад. Н. Н. Павловского

# Приложения

## МАТЕРИАЛЫ И САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ \*

### 1. ТРУБЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЧАСТИ К НИМ ПРИЛОЖЕНИЕ I

#### Трубы стальные и соединительные части к ним Трубы стальные

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ СТАЛЬНЫХ ТРУБ

ТАБЛИЦА 11

Системы	Давление условное, кгс/см <sup>2</sup>	Условные проходы труб, мм			
		10—50	65—150	200—350	400—1200
Отопления и вентиляции при теплоснабжении вода	До 10	Черные по ЧМТУ УкрНИТИ 576—64, черные обыкновенные по ГОСТ 3262—62	Электросварные $\varnothing$ 65, 80 и 150 мм по ГОСТ 10704—63*, бесшовные горячекатаные $\varnothing$ 100, 125 мм по ГОСТ 8732—70		
То же, при теплоснабжении насыщенный пар	До 10	Черные обыкновенные по ГОСТ 3262—62			
Горячего водоснабжения	До 10	Оцинкованные по ЧМТУ УкрНИТИ 576—64; оцинкованные обыкновенные по ГОСТ 3262—62	Оцинкованные $\varnothing$ 65 мм по ГОСТ 3262—62, электросварные $\varnothing$ 80 и 150 мм по ГОСТ 10704—63*, бесшовные горячекатаные $\varnothing$ 100, 125 мм по ГОСТ 8732—70		
Внутреннего хозяйственно-питьевого, хозяйственно-противопожарного и производственного водопровода, подающие воду питьевого качества	До 10				
Внутреннего производственного, противопожарного водопровода и производственной канализации	До 10	Черные по ЧМТУ УкрНИТИ 576—64, черные обыкновенные по ГОСТ 3262—62	Электросварные $\varnothing$ 65, 80 и 150 мм по ГОСТ 10704—63; бесшовные горячекатаные $\varnothing$ 100, 125 мм по ГОСТ 8732—70		Электросварные по ГОСТ 10704—63*
	До 16	Электросварные по ГОСТ 10704—63*; черные усиленные по ГОСТ 3262—62			
Внутренние водостоки	—	—			

Примечания: 1 Применение нерекондуемых труб или труб с повышенной толщиной стенок может быть допущено при соответствующем технико-экономическом обосновании  
2 Трубы бесшовные горячекатаные по ГОСТ 8732—70 допускается применять в тех случаях, когда не могут быть использованы трубы водогазопроводные или электросварные.

ТАБЛИЦА 12

#### ТРУБЫ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫЕ (ГАЗОВЫЕ) ТОНКОСТЕННЫЕ ПО ВРЕМЕННЫМ ТЕХНИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ЧМТУ УкрНИТИ 576—64

Условный проход $D_y$		Размеры труб, мм		Масса 1 м, кг
мм	дюймы	наружный диаметр и толщина стенки	номинальный внутренний диаметр	
15	$\frac{1}{2}$	20,8×2,2	16,4	1,02
20	$\frac{3}{4}$	26,8×2,3	22,2	1,39
25	1	32,9×2,8	27,3	2,03
32	$1\frac{1}{4}$	41,8×2,8	36,2	2,69
40	$1\frac{1}{2}$	47,7×2,8	42,1	3,1
50	2	59,8×3	53,8	4,2

Примечание Трубы предназначаются для соединения с помощью накатываемой на них цилиндрической резьбы по ГОСТ 6357—52 или сварки Трубы применяются для рабочей среды с температурой не выше 200 °С на  $P_y \leq 10$  кгс/см<sup>2</sup>.

\* Приведенные в приложениях данные по оборудованию предназначены для использования при разработке технических проектов. При разработке рабочих чертежей характеристики и габариты оборудования следует принимать по заводским паспортам.

ТАБЛИЦА 11

## ТРУБЫ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫЕ (ГАЗОВЫЕ) ПО ГОСТ 3262-62

Условный проход $D_y$		Обыкновенные трубы			Усиленные трубы		
мм	дюймы	наружный диаметр и толщина стенки, мм	номинальный внутренний диаметр, мм	масса 1 м, кг	наружный диаметр и толщина стенки, мм	номинальный внутренний диаметр, мм	масса 1 м, кг
10	$\frac{3}{8}$	17×2,2	12,6	0,8	—	—	—
15	$\frac{1}{2}$	21,3×2,8	15,7	1,28	21,3×3,2	14,9	1,43
20	$\frac{3}{4}$	26,8×2,8	21,2	1,66	26,8×3,2	20,4	1,86
25	1	33,5×3,2	27,1	2,39	33,5×4	25,5	2,91
32	$1\frac{1}{4}$	42,3×3,2	35,9	3,09	42,3×4	34,3	3,75
40	$1\frac{1}{2}$	48×3,5	41	3,84	48×4	40	4,34
50	2	60×3,5	53	4,88	60×4,5	51	6,16
65	$2\frac{1}{2}$	75,5×4	67,5	7,05	75,5×4,5	66,5	7,88

Примечания: 1. Трубы применяются для рабочей среды с температурой до 200 °С: обыкновенные — при  $P_y \leq 10$  кгс/см<sup>2</sup>, усиленные — при  $P_y \leq 16$  кгс/см<sup>2</sup>.

2. Трубы  $D_y$  10 мм в настоящее время серийно не выпускаются.

ТАБЛИЦА 14

ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ  $D_y$  15—400 мм  
ПО ГОСТ 10704-63\*

Условный проход $D_y$ , мм	Размеры труб, мм		Масса 1 м, кг
	наружный диаметр и толщина стенки	номинальный внутренний диаметр	
15	18×2	14	0,79
20	25×2	21	1,13
25	32×2	28	1,48
32	38×2	34	1,78
40	45×2	41	2,12
50	57×3	51	4
65	76×3	70	5,4
80	89×3	83	6,36
100	(108×3)	102	7,77
150	159×4,5	150	17,15
200	219×6	207	31,52
250	273×7	259	45,92
300	325×7	311	54,89
400	426×7	412	72,33

Примечания: 1. Трубы предназначены для рабочей среды с температурой не выше 300 °С: для трубопроводов горячей воды и паропроводов при  $P_y \leq 16$  кгс/см<sup>2</sup>; для прочих трубопроводов, перемещающих неагрессивные и малоагрессивные среды, при  $P_y \leq 25$  кгс/см<sup>2</sup>.

2. Материал труб — сталь 10 и 20 по ГОСТ 1050-60\*\*, ВмСтЗсп по ГОСТ 380-71.

3. До ввода нового оборудования трубы 108×3 мм применять не рекомендуется.

ТАБЛИЦА 15

ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ  $D_y$  500—1200 мм  
ПО ГОСТ 10704-63\*

Условный проход $D_y$ , мм	Размеры труб, мм		Масса 1 м, кг	Применение труб при условном давлении $P_y$ , кгс/см <sup>2</sup>	
	наружный диаметр и толщина стенки	номинальный внутренний диаметр		≤10	≤16
				×	—
500	530×7	516	90,28	×	×
600	630×7	616	107,54	×	×
800	820×8	804	160,2	×	×
1000	1020×9	1002	224,4	×	—
	1020×10	1000	249,1	—	×
1200	1220×9	1202	268,8	×	—
	1220×12	1196	357,5	—	×

Примечания: 1. Трубы предназначены для перемещения неагрессивных и малоагрессивных сред с температурой до 300 °С.

2. Материал труб — сталь Зсп и ВмСтЗсп по ГОСТ 380-71.

3. Знаком «х» обозначены применяемые трубы.

ТАБЛИЦА 16

ТРУБЫ БЕСШОВНЫЕ ГОРЯЧЕКАТАНЫЕ  $D_y$  50—400 мм  
ПО ГОСТ 8732-70

Условный проход $D_y$ , мм	Размеры труб, мм		Масса 1 м, кг
	наружный диаметр и толщина стенки	номинальный внутренний диаметр	
50	57×3,5	50	4,62
65	76×3,5	69	6,26
80	89×3,5	82	7,38
100	108×4	100	10,26
125	133×4	125	12,73
150	159×4,5	150	17,15
168	168×5	158	20,1
194	194×5	184	23,31
200	219×7	205	36,6
250	273×8	257	52,28
300	325×8	309	62,54
350	377×9	359	81,68
400	426×10	406	102,59

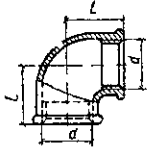
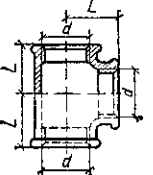
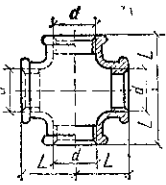
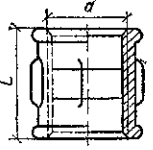
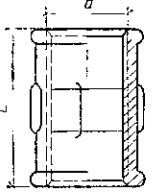
Примечания: 1. Трубы предназначены для перемещения неагрессивных и малоагрессивных сред при  $P_y \leq 25$  кгс/см<sup>2</sup> и температуре до 300 °С.

2. Материал труб — сталь 10 и 20 по ГОСТ 1050-60\*\*.

Соединительные части из ковкого чугуна с цилиндрической резьбой для трубопроводов

ТАБЛИЦА 1.7

УГОЛЬНИКИ, ТРОЙНИКИ, КРЕСТЫ И МУФТЫ ПРЯМЫЕ

Соединительные части	Обозначение	Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм					
		15	20	25	32	40	50
		Резьба трубная <i>d</i> , дюймы					
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
<p>Угольники по ГОСТ 8946—59</p> 	<i>L</i> Масса	28 0,095	33 0,148	38 0,231	45 0,36	50 0,497	58 0,799
<p>Тройники по ГОСТ 8948—59</p> 	<i>L</i> Масса	28 0,135	33 0,28	38 0,321	45 0,496	50 0,68	58 1,079
<p>Кресты по ГОСТ 8951—59</p> 	<i>L</i> Масса	28 0,163	33 0,251	38 0,383	45 0,535	50 0,797	58 1,251
<p>Муфты короткие по ГОСТ 8954—59</p> 	<i>L</i> Масса	28 0,065	31 0,097	35 0,152	39 0,223	43 0,3	47 0,469
<p>Муфты длинные по ГОСТ 8955—59</p> 	<i>L</i> Масса	36 0,081	39 0,117	45 0,189	50 0,276	55 0,373	65 0,621

Продолжение табл. 17

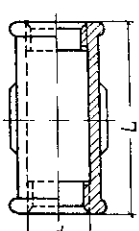
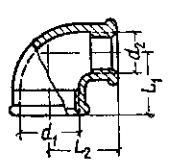
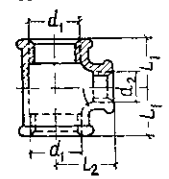
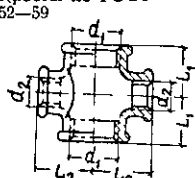
Соединительные части	Обозначение	Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм					
		15	20	25	32	40	50
		Резьба трубная, дюймы					
		1/8	1/4	1	1 1/4	1 1/2	2
Муфты компенсирющие по ГОСТ 8956-59							
	L Масса	100 0,177	100 0,239	100 0,331	100 0,453	100 0,573	100 0,822

ТАБЛИЦА 18

## УГОЛЬНИКИ, ТРОЙНИКИ, КРЕСТЫ И МУФТЫ ПЕРЕХОДНЫЕ И ФУТОРКИ

Соединительные части	Обозначение	Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм															
		20×15	25×15	25×20	32×15	32×20	32×25	40×15	40×20	40×25	40×32	50×15	50×20	50×25	50×32	50×40	
		Резьба трубная, дюймы															
		d <sub>1</sub>															
		3/4	1	1	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2	2	2	2
d <sub>2</sub>																	
		1/2	1/2	3/4	1/2	3/4	1	1/2	1/2	1	1/4	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	
Угольники по ГОСТ 8947-59		L <sub>1</sub> L <sub>2</sub> Масса	30 31 0,126	32 34 0,166	35 36 0,197	— — —	36 41 0,259	40 42 0,299	— — —	— — —	42 46 0,393	46 48 0,436	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
Тройники по ГОСТ 8949-59		L <sub>1</sub> L <sub>2</sub> Масса	30 31 0,183	32 34 0,255	35 36 0,285	34 38 0,352	36 41 0,382	40 42 0,43	36 44 0,459	38 44 0,494	42 46 0,552	46 48 0,616	38 48 0,672	40 50 0,714	44 52 0,788	48 54 0,867	52 55 0,94
Кресты по ГОСТ 8952-59		L <sub>1</sub> L <sub>2</sub> Масса	30 31 0,212	32 34 0,281	35 36 0,329	34 38 0,382	36 41 0,423	40 42 0,492	— — —	38 44 0,543	42 46 0,619	46 48 0,709	— — —	— — —	44 52 0,859	48 54 0,964	52 55 1,055

Продолжение табл. 18

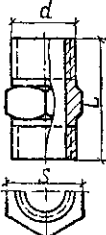
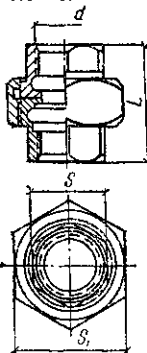
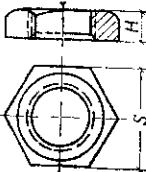
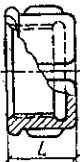
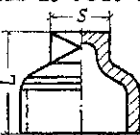
Соединительные части	Обозначение	Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм															
		20×15	25×15	25×20	32×15	32×20	32×25	40×15	40×20	40×25	40×32	50×15	50×20	50×25	50×32	50×40	
		Резьба трубная, дюймы															
		$d_1$															
		3/4	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2	2	2	2	
$d_2$																	
1/2	1/2	3/4	1/2	3/4	1	1 1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2			
Муфты по ГОСТ 8957—59		$L$	39	45	45	50	50	50	—	55	55	55	—	—	65	65	65
Масса		0,101	0,147	0,158	0,205	0,218	0,235	—	0,284	0,304	0,329	—	—	0,462	0,491	0,514	
Футорки по ГОСТ 8960—59		$L$ $S$ $h$	26 30 7	29 36 7	29 36 7	31 46 7	31 46 7	31 46 7	31 50 7	31 50 7	31 50 7	48 65 8	48 65 8	35 65 8	35 65 8	35 65 8	
Масса		0,0	0,109	0,092	0,185	0,172	0,147	0,222	0,217	0,192	0,142	0,346	0,348	0,388	0,342	0,395	

ТРОЙНИКИ, КРЕСТЫ

ТАБЛИЦА 19

Соединительные части	Обозначение	Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм							
		20×15×15	20×20×15	25×25×20	25×20×20	32×20×25	32×25×25	40×25×32	
		Резьба трубная, дюймы							
		$d_1$							
		3/4	3/4	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/2	
$d_2$									
1/2	3/4	1	3/4	3/4	1	1			
$d_3$									
1/2	1/2	3/4	3/4	1	1	1 1/4			
Тройники по ГОСТ 8950—59		$L_1$ $L_2$ $L_3$	30 31 28	33 33 31	32 34 30	35 36 33	36 41 35	40 42 38	42 46 40
Масса		0,168	0,194	0,232	0,264	0,387	0,4	0,523	
Кресты по ГОСТ 8953—59		$L_1$ $L_2$ $L_3$	30 31 28	33 33 31	32 34 30	35 36 33	36 41 35	— — —	— — —
Масса		0,198	0,238	0,263	0,303	0,404	—	—	

## НИППЕЛИ ДВОЙНЫЕ, ГАЙКИ СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ, КОНТРГАЙКИ, КОЛПАКИ И ПРОБКИ

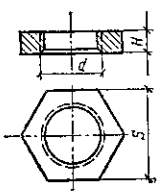
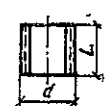
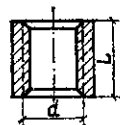
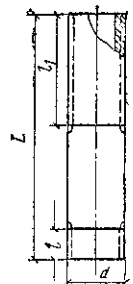
Соединительные части	Обозначение	Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм					
		15	20	25	32	40	50
		Резьба трубная $d$ , дюймы					
		$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2
Ниппели двойные по ГОСТ 8958—59 	$S$ $L$ Масса	24 44 0,074	30 47 0,107	36 53 0,168	46 57 0,246	50 59 0,278	65 68 0,495
Гайки соединительные по ГОСТ 8959—59 	$S$ $S_1$ $L$ Масса	27 46 48 0,219	32 50 52 0,258	41 65 58 0,542	50 70 65 0,664	55 75 70 0,74	66 90 78 1,072
Контргайки по ГОСТ 8961—59* 	$H$ $S$ $S_1$ Масса	8 32 0,034	9 36 0,041	10 46 0,077	11 55 0,109	12 60 0,127	13 75 0,212
Колпаки по ГОСТ 8962—59 	$L$ $S$ Масса	19 0,051	22 0,055	24 0,134	27 0,213	27 0,244	32 0,462
Пробки по ГОСТ 8963—59 	$L$ $S$ $S_1$ Масса	26 14 0,046	32 17 0,079	36 19 0,119	39 22 0,17	41 22 0,214	48 27 0,354



Соединительные части стальные с цилиндрической резьбой для трубопроводов

ТАБЛИЦА I.11

КОНТРГАЙКИ, МУФТЫ ПРЯМЫЕ КОРОТКИЕ, НИППЕЛИ И СГОНЫ

Соединительные части	Обозначение	Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм					
		15	20	25	32	40	50
		Резьба трубная $d$ , дюймы					
		$1/2$	$3/4$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2
<p>Контргайки по ГОСТ 8968—58</p> 	<p>S</p> <p>H</p> <p>Масса</p>	32	36	46	55	60	75
<p>Ниппели по ГОСТ 8967—59</p> 	<p>L</p> <p>Масса</p>	24	27	30	34	38	42
<p>Муфты прямые короткие по ГОСТ 8966—59</p> 	<p>L</p> <p>Масса</p>	28	31	35	39	43	47
<p>Сгоны по ГОСТ 8969—59</p> 	<p>L</p> <p>L<sub>1</sub></p> <p>L</p> <p>Масса</p>	9	10,5	11	13	15	17
		50	54	62	68	75	86
		100	110	120	130	140	150
		0,075	0,103	0,176	0,246	0,341	0,456

ПРИЛОЖЕНИЕ II

Трубы чугунные напорные раструбные

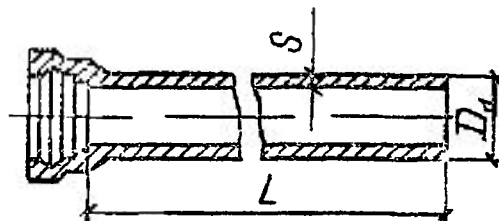
ТАБЛИЦА I

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ТРУБ (С РАСТРУБОМ)

BOOKS.PROEKTANT.ORG

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОПИЙ КНИГ

для проектировщиков и технических специалистов

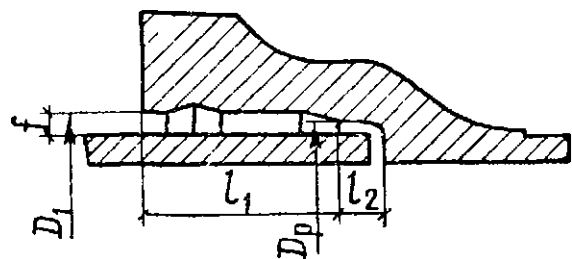


Условный проход	D <sub>н</sub>	Толщина S стенки цилиндрической части трубы класса			Класс ЛА по ГОСТ 9583—61							Класс А по ГОСТ 5525 — 61** и ГОСТ 9583 — 61*					Класс Б по ГОСТ 5525 — 61** и ГОСТ 9583 — 61*				
					Масса трубы при длине L (с раструбом), кг																
		ЛА	А	Б	2	3	4	5	6	7	8	2,5	3	4	5	6	2	2,5	3	4	
50	66	6,7	7,4	8	21,5	31	—	—	—	23,5	28,5*	33**	—	—	—	25	30*	35,5**	—	—	—
100	118	7,5	8,3	9	—	63	82	101	120	—	—	69	90	111	131	—	—	73,5	96	118	141
125	144	7,9	8,7	9,5	—	82	107	131	156	—	—	81	116	143	170	—	—	96	125	154	184
150	170	8,3	9,2	10	—	102	133	163	194	—	—	112	145	179	213	—	—	120	156	193	222
200	222	9,2	10,1	11	—	—	193	238	282	—	—	—	210	259	307	—	—	—	226	279	328
250	274	10	11	12	—	—	261	321	381	—	—	—	234	350	416	—	—	—	307	378	452
300	326	10,8	11,9	13	—	—	337	415	492	—	—	—	368	453	538	—	—	—	393	490	583

Примечание. Трубы, масса которых отмечена одной звездочкой, изготавливают только по ГОСТ 5525—61\*\* а двумя звездочками — только по ГОСТ 9583—61\*

ТАБЛИЦА II 2

РАЗМЕРЫ РАСТРУБНОГО СОЕДИНЕНИЯ, мм, И МАССА РАСТРУБА, кг



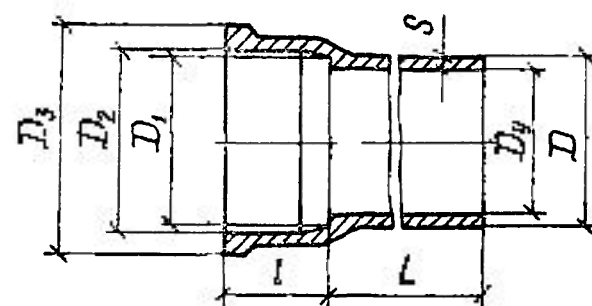
Условный проход трубы	D <sub>1</sub>	D <sub>p</sub>	r	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	Масса раструба
50	84	78	9	65	10	3,7
100	137	131	9,5	65	15	6,6
125	163	157	9,5	65	15	8,9
150	189	183	9,5	70	15	10,7
200	241	235	9,5	70	15	14,6
250	294	287	10	75	15	20,4
300	346	339	10	75	20	26,7

ПРИЛОЖЕНИЕ III

Трубы чугунные канализационные и фасонные части к ним по ГОСТ 6942.0—69 — ГОСТ 6942.30—69

ТАБЛИЦА III

РАЗМЕРЫ ТРУБ И РАСТРУБОВ ПО ГОСТ 6942.3—69



Элемент отливки	Обозначения размеров	Размеры, мм, при Dy, мм		
		50	100	150
Труба	D	58	109	160
	S	4	4,5	5

Продолжение табл III 1

Элемент отливки	Обозначения размеров	Размеры, мм, при $D_y$ , мм		
		50	100	150
Раструб	$D_1$	65	118	168
	$D_2$	72	123	176
	$D_3$	92	147	202
	$l$	60	70	75

ТАБЛИЦА III 2

МАССА ТРУБ ПО ГОСТ 6942.3—69

$D_y$ , мм	Масса, кг, при строительной длине $L$ , мм						
	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
50	3,3	4,6	5,9	7,2	8,4	9,7	11
100	7,6	10,5	13,4	16,3	19,2	22,1	25
150	12,7	17,3	21,8	26,3	30,9	35,5	40

Примечание По специальному заказу поставляются трубы длиной  $L=2200$  мм

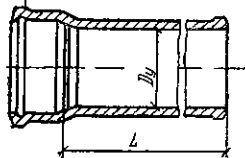
ТАБЛИЦА III 3

РАЗМЕРЫ РАСТРУБОВ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ ПО ГОСТ 6942.2—69

Раструбы фасонных частей	Обозначения размеров	Размеры, мм при $D_y$ , мм		
		50	100	150
тип 1	$D_1$	65	118	168
	$D_2$	72	123	176
	$D_3$	90	145	202
	$l$	55	65	70
	$l_2$	15	20	25
тип 2	$D_1$	67	118	170
	$D_2$	72	123	176
	$D_3$	90	145	202
	$l$	55	65	70

ТАБЛИЦА III 4  
РАЗМЕРЫ И МАССА ПАТРУБКОВ ПО ГОСТ 6942.4—69

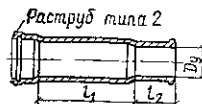
Раструб типа 1



$D_y$ , мм	Масса, кг, при строительной длине $L$ , мм				
	150	200	250	350	400
50	1,6	1,8	2,1	2,7	3
100	3,4	4	4,6	5,9	6,4
150	4,6	5,5	6,4	8,2	9,1

ТАБЛИЦА III 5

РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ПАТРУБКОВ КОМПЕНСАЦИОННЫХ ПО ГОСТ 6942.5—69



$D_y$	$l_1$	$l_2$	Масса
100	370	120	9,1
150	380	130	13,7

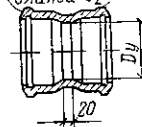
Примечание Патрубки при  $D_y$  150 мм изготавливают по специальному заказу

ТАБЛИЦА III 6

РАЗМЕРЫ И МАССА МУФТ

Муфты	Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при $D_y$ , мм		
		50	100	150
Обыкновенные по ГОСТ 6942 28—60	Масса	1,4	3,2	5,6
		Размеры, мм, и масса, кг, при $D_y$ , мм		
Надвижные по ГОСТ 6942 29—69	$L$	80	100	120
	$D$	67	118	170
	Масса	1,8	4,1	6,5
		Размеры, мм, и масса, кг, при $D_y$ , мм		

Раструбы типа 1 без конической части длиной  $b_2$



Раструбы типа 2

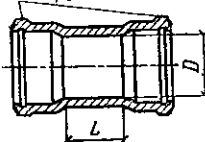


ТАБЛИЦА III 7

РАЗМЕРЫ И МАССА КОЛЕН И ОТВОДОВ

Фасонные части	Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при $D_y$ , мм		
		50	100	150
Колено по ГОСТ 6942 8-69	$l_1$	90	150	160
	$l_2$	150	170	220
	$R$	70	75	130
	Масса	2,1	5,1	9,4
Отвод 110° по ГОСТ 6942 10-69	$l_1$	70	75	—
	$l_2$	135	150	—
	$R$	70	75	—
	Масса	1,8	4,3	—
Отвод 120° С по ГОСТ 6942 11-69	$l_1$	60	65	—
	$l_2$	125	110	—
	$R$	70	75	—
	Масса	1,7	3,8	—
Отвод 135° по ГОСТ 6942 12-69	$l_1$	50	55	100
	$l_2$	115	125	165
	$R$	70	75	175
	Масса	1,6	3,7	7,7

Продолжение табл.

Фасонные части	Обозначения	Размеры, мм и масса, кг, при $D_y$ , мм		
		50	100	150
Отвод 150° по ГОСТ 6942 13-69				
Отвод 150° по ГОСТ 6942 13-69	$l_1$	65	125	55
	$l_2$	130	175; 275*	125
	$R$	167	335	130
	Масса	1,8	5,1; 6,2*	10,0

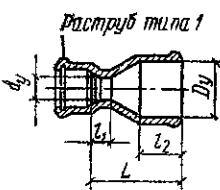
Примечания: 1. Отводы 110 и 120°, а также отвод 135° при  $D_y$  150 мм изготавливают по специальному заказу.  
2. Звездочкой обозначены размеры и масса для удлиненного исполнения отвода

ТАБЛИЦА III 8  
РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ОТСТУПА ПО ГОСТ 6942.16-69

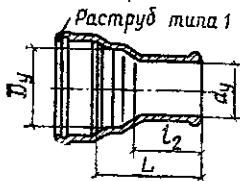
$D_y$	$L$	$l$	$R$	Масса
50	210	81	60	2,1
100	260	97	85	5,2
150	260	90	90	8,2

ТАБЛИЦА III 9

РАЗМЕРЫ И МАССА ПАТРУБКОВ ПЕРЕХОДНЫХ

Патрубки	Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при $D_y \times d_y$ , мм	
		100×50	150×100
		Переходный по ГОСТ 6942 6—69	
	L	145	155
	$l_1$	30	35
	$l_2$	65	70
	Масса	2,2	4,2

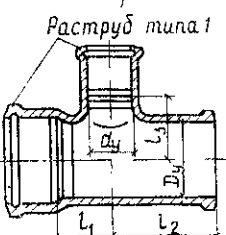
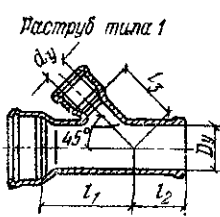
Продолжение табл. III 9

Патрубки	Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при $D_y \times d_y$ , мм	
		100×50	150×100
Переходный вентиляционный по ГОСТ 6942 7—69			
	L	175	180
	$l_2$	100	120
	Масса	2,6	5,5

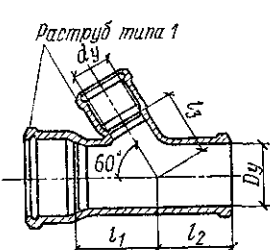
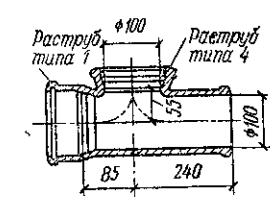
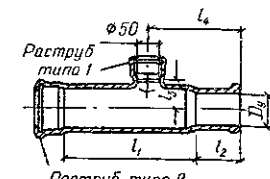
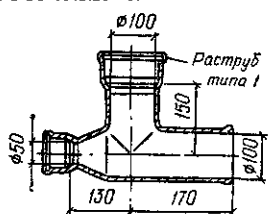
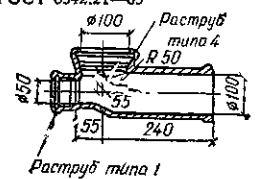
Примечание. Патрубок переходный вентиляционный при  $D_y \times d_y = 100 \times 50$  мм изготавливают по специальному заказу.

ТАБЛИЦА III 10

РАЗМЕРЫ И МАССА ТРОЙНИКОВ

Тройники	Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при $D_y \times d_y$ , мм					
		50×50	100×50	100×100	150×50	150×100	150×150
Прямые 90° по ГОСТ 6942.17—69							
	$l_1$	70	75	95	40	70	95
	$l_2$	130	160	170	165	190	210
	$l_3$	70	90	150	95	95	95
	Масса	2,7	5	7,7	6,1	8,5	10,8
	Косые 45° по ГОСТ 6942 22—69						
	$l_1$	135	165	205	115	185	220
	$l_2$	100	120	125	80	110	150
	$l_3$	135	170	205	170	195	220
	Масса	3,1	6	8,4	6,9	9,2	13,2

Продолжение табл. 7

Тройники	Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при $D_y \times d_y$ , мм					
		50×50	100×50	100×100	150×50	150×100	150×150
<p>Косые 60° по ГОСТ 6942.23—69</p> 	<p><math>l_1</math></p> <p><math>l_2</math></p> <p><math>l_3</math></p> <p>Масса</p>	<p>100</p> <p>110</p> <p>105</p> <p>3</p>	<p>120</p> <p>115</p> <p>120</p> <p>5,3</p>	<p>150</p> <p>140</p> <p>150</p> <p>7,7</p>	<p>100</p> <p>115</p> <p>130</p> <p>6,7</p>	<p>130</p> <p>140</p> <p>145</p> <p>8,6</p>	<p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p>
<p>Прямые низкие по ГОСТ 6942.19—69</p> 	<p>Масса</p>	<p>—</p>	<p>—</p>	<p>6</p>	<p>—</p>	<p>—</p>	<p>—</p>
<p>Прямые компенсационные по ГОСТ 6942.18—69</p> 	<p><math>l_1</math></p> <p><math>l_2</math></p> <p><math>l_3</math></p> <p><math>l_4</math></p> <p>Масса</p>	<p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p>	<p>370</p> <p>120</p> <p>65</p> <p>240</p> <p>9,5</p>	<p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p>	<p>380</p> <p>130</p> <p>95</p> <p>250</p> <p>14,6</p>	<p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p>	<p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p>
<p>Прямые переходные по ГОСТ 6942.20—69</p> 	<p>Масса</p>	<p>—</p>	<p>6,8</p>	<p>—</p>	<p>—</p>	<p>—</p>	<p>—</p>
<p>Прямые переходные низкие по ГОСТ 6942.21—69</p> 	<p>Масса</p>	<p>—</p>	<p>4,9</p>	<p>—</p>	<p>—</p>	<p>—</p>	<p>—</p>

Примечание. Тройники прямые низкие, а также прямые компенсационные при  $D_y \times d_y = 150 \times 50$  мм изготовляют по специальному заказу.

ТАБЛИЦА III 11  
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ И МАССА СПЕЦИАЛЬНЫХ  
ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ

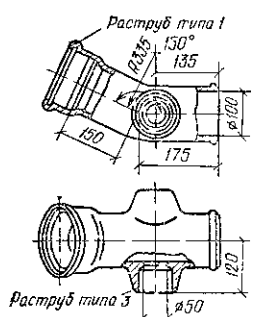
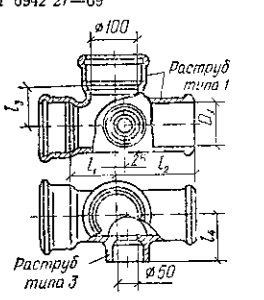
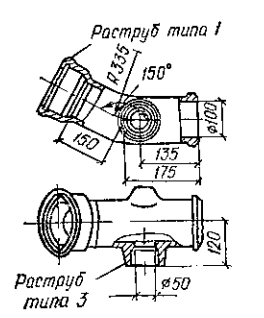
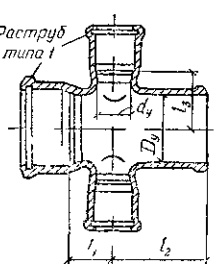
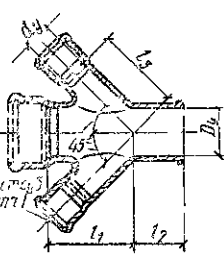
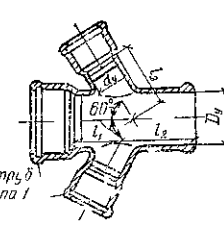
Фасонные части	Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при $D_y$ мм	
		100	150
Отвод тройник приборный 150° по ГОСТ 6942 14-69 	Масса	-	-
Крестовины двухплоскостные по ГОСТ 6942 27-69 	$l_1$ " " $l_2$ " " Масса	100 180 90 110 13,8	100 180 90 110 13,8
Отвод крест приборный 150° по ГОСТ 6942 15-69 	Масса	-	-

ТАБЛИЦА III 12  
РАЗМЕРЫ И МАССА КРЕСТОВИН

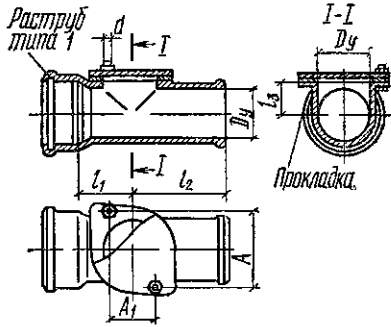
Крестовины	Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при $D_y \times d_y$ , мм				
		50×50	100×50	100×100	150×50	150×100
Прямые по ГОСТ 6942 24-69 	$l_1$ " " " " " " " " Масса	70 136 70 3,5	75 160 90 6,5	95 170 100 8,8	90 155 95 7,2	70 190 95 10,3
Косые 45° по ГОСТ 6942 25-69 	$l_1$ " " " " " " " " Масса	135 100 135 4,1	165 120 170 7,2	205 125 205 10,9	145 80 170 7,8	185 110 195 10,8
Косые 60° по ГОСТ 6942 26-69 	$l_1$ $l_2$ $l_3$ Масса	100 110 105 3,8	120 115 120 6,2	150 140 150 10,2	100 115 130 7,4	130 140 145 10,3

Примечания: 1 Отвод-тройник приборный, а также крест двухплоскостной при  $D_y$  150 мм изготавливают по специальному заказу.

2 Отводы-тройники и отводы кресты двухплоскостные поставят в правом и левом исполнении.

Примечание: Крестовины прямые при  $D_y \times d_y = 50 \times 50$  мм, косые 45° при  $D_y \times d_y$ , равных 50×50, 150×50 и 150×100 мм, а также косые 60° при  $D_y \times d_y$ , равных 50×50 и 150×50 мм, изготавливают по специальному заказу.

ТАБЛИЦА III.13  
РАЗМЕРЫ И МАССА РЕВИЗИИ ПО ГОСТ 6942.30—69



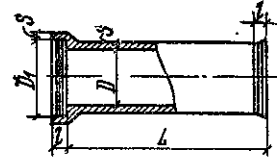
Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при $D_y$ , мм		
	50	100	150
$l_1$	60	95	120
$l_2$	140	210	220
$l_3$	32	56	82
$A$	80	130	170
$A_1$	40	80	85
$d$	10	12	12
Масса	3	8	14,2
Количество гаек по ГОСТ 5915—62	2	2	4
Количество болтов по ГОСТ 7798—62*	2	2	4

Примечание Прокладка по ГОСТ 7338—65.

## ПРИЛОЖЕНИЕ IV

## Трубы неметаллические

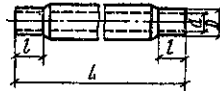
ТАБЛИЦА IV.1  
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ТРУБ, мм, КЕРАМИЧЕСКИХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ПО ГОСТ 286—64



$D$	$L$	$D_1$	$l$	$S$
150 200	1000, 1200	224 282	60 60	13 21
250 300	800, 1000, 1200	340 398	70 70	22 25

Примечание. Керамические канализационные трубы предназначены для прокладки безнапорных производственных и хозяйственно-фекальных канализационных сетей, а также водосточных сетей в агрессивных грунтовых водах

ТАБЛИЦА IV.2  
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ТРУБ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ ПО ГОСТ 539—68



Условный проход	Внутренний диаметр $d$		Наружный диаметр обточенных концов $D$				Длина трубы $L$	Длина обточенных концов $l$			Справочная масса			
	Трубы марок							Трубы марок						
	ВТ3, ВТ6, ВТ9	ВТ12	ВТ3	ВТ6	ВТ9	ВТ12		ВТ3, ВТ6	ВТ9	ВТ12	ВТ3	ВТ6	ВТ9	ВТ12
50	50	—	68	68	68	—	2950	300	350	—	11	11	11	—
75	75	—	93	93	93	—	2950	300	350	—	16	16	18	—
100	100	—	118	118	122	—	2950	300	350	—	21	21	25	—
125	119	—	137	139	143	—	2950 3950	300	350	—	24	26	31	—
											33	35	41	—
150	141	135	161	163	169	169	2950 3950	300	350	200	32	35	43	50
											43	47	57	67
200	189	181	209	217	221	224	3950	300	350	200	57	80	95	128
250	235	228	259	265	273	274	3950	300	350	200	86	103	134	152
300	279	270	305	314	325	325	3950	300	350	200	142	146	188	224

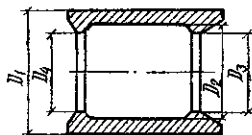
Примечания: 1. Условный проход соответствует внутреннему диаметру чугунных труб, чугунные фасонные части которых используются в асбестоцементных трубопроводах.

2. Допускаемое рабочее гидравлическое давление  $P_{раб}$  для труб марок: ВТ3—3 кгс/см<sup>2</sup>; ВТ6—6 кгс/см<sup>2</sup>; ВТ9—9 кгс/см<sup>2</sup>; ВТ12—12 кгс/см<sup>2</sup>.



ТАБЛИЦА IV 3

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг. МУФТ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ ПО ГОСТ 539-62 20



Условный проход трубы	Наружный диаметр $D_1$			Внутренний диаметр $D_2$			Диаметр буртиков (выступов) рабочего конца $D_3$			Диаметр буртиков (выступов) нерабочего конца $D_4$			Справочная масса		
	Муфты марок														
	ВМ3	ВМ6	ВМ9	ВМ3	ВМ6	ВМ9	ВМ3	ВМ6	ВМ9	ВМ3	ВМ6	ВМ9	ВМ3	ВМ6	ВМ9
50	108	108	103	79	79	78,9	75,2	75,2	74	70	70	71	1,2	1,2	1,4
75	133	133	133	104	104	103	100,2	100,2	99	95	95	96	1,5	1,5	1,8
100	160	160	169	130,6	130,6	134	126,4	126,4	130	120	120	125	1,9	1,9	2,8
125	179	183	191	149,6	151,6	155	145,4	147,4	151	139	141	146	2,1	2,3	2,9
150	206	211	217	173,6	175,6	181	169,4	171,4	177	163	165	172	2,7	2,9	3,4
200	252	269	269	221,1	229,1	233	217,4	225,4	229	211	219	224	3,3	4,4	4,2
250	305	313	327	271,1	277,1	285	267,4	273,4	281	261	267	276	4,4	5,4	5,8
300	351	365	387	317,1	326,1	337	313,4	322,4	333	307	316	328	5	6,8	6,5

Примечания: 1. Для водопроводов с рабочим давлением 3 и 6 кгс/см<sup>2</sup> применяются асбестоцементные соединительные муфты, а с рабочим давлением 9 и 12 кгс/см<sup>2</sup> — чугунные или асбестоцементные.  
 2. Асбестоцементные муфты изготавливаются марки ВМ3 для соединения труб марки ВТ3, марки ВМ6 для соединения труб марки ВТ6 и марки ВМ9 для соединения труб марки ВТ9.  
 3. Длина муфты  $L$  для труб условным проходом до 300 мм составляет 150 мм.

ТАБЛИЦА IV 4

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг. ТРУБ И МУФТ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ДЛЯ БЕЗНАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПО ГОСТ 1839-74 20

Изделие	Обозначения	Размеры и масса (справочная) при условном проходе трубы, мм					
		100	125	150	200	250	300
Трубы 	$D$	116	139	165	215	265	315
	$d$	100	123	147	195	243	291
	$L$	2950	2950	2950	3925	3925	3925
	Масса	14,7	18,5	25,9	51	69	90,2
Муфта 	$D_1$	169	195	216	273	325	377
	$D_2$	145	171	190	245	295	345
	Масса	1,61	1,87	2,53	3	4,2	5,3
Резиновое кольцо	Диаметр внутренней	90	110	122	160	200	250

Примечание Асбестоцементные трубы и муфты предназначаются для устройства безнапорной канализации

ТАБЛИЦА IV 5

## ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ мм, И МАССА, кг, ТРУБ ИЗ ВИНИПЛАСТА ПО ТУ № 6-05-1573-72

Условный проход	Наружный диаметр	При условном давлении $P_y$ , кгс/см <sup>2</sup>			
		до 2,5		до 6	
		толщина стенки	масса 1 м	толщина стенки	масса 1 м
10	15	2,5	—	2,5, 11	—
10	20	2,5	—	2,5	0,19
18	22	4,5	—	4,5	0,34
20	25	3	0,3	3	0,29
25	32	3,4	—	4,3	—
32	40	3,5, 11	—	3,5, 5, 11	—
	45	11	—	11	—
40	50 (51)	4,5	0,83	6	1,19
	55 (50)	11	—	4,5	1,19
50	63 (55)	4,5	1,17	11	—
	70 (63)	11	—	4,5, 7	—
60	76	5,5	1,56	5, 8, 11	—
70	83	6	2,2	6	—
70	90	5,5	—	5,5	—
80	96	6,5	2,53	—	—
90	102	6,5	2,73	—	—
100	114	7	3,3	7	—
125	140	8	4,64	8	—
150	166	8	5,6	—	—
240	250	5,5	7,4	—	—

Примечания 1 Винипластовые трубы применяются для устройства трубопроводов, транспортирующих агрессивные жидкости  
 2 Трубы из винипласта стойки к большинству кислот и щелочей при температуре от 0 до 40° С  
 3 Цифры в скобках относятся к давлению в кгс/см<sup>2</sup>  
 4 Трубы выпускаются длиной от 1 до 3 м  
 5 Условное давление  $P_y$  соответствует рабочему давлению при температуре среды +40° С.

ТАБЛИЦА IV 6

## ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ мм И МАССА, кг, ТРУБ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ (ПНП) ПО МРТУ № 6-05-918-67

Условный проход $D_y$	Наружный диаметр	Трубы типа							
		Л		СЛ		С		Т	
		толщина стенки	масса 1 м	толщина стенки	масса 1 м	толщина стенки	масса 1 м	толщина стенки	масса 1 м
6	10	—	—	—	—	—	—	2	0,05
8	12	—	—	—	—	—	—	2	0,07
10	16	—	—	—	—	0,1	1	2,7	0,12
20	32	—	—	2,5	0,23	3,5	0,32	5,4	0,48
32	40	2	0,28	3	0,36	4,3	0,49	6,7	0,71
40	50	2,5	0,39	3,7	0,55	5,4	0,78	8,4	1,1
50	63	3	0,59	4,7	0,87	6,8	1,19	10,5	1,73
70	75	3,8	0,83	5,6	1,23	8,1	1,71	12,5	2,43
80	90	4,3	1,18	6,7	1,76	9,7	2,43	15	3,49
100	110	5,3	1,76	8,2	2,62	11,3	3,8	—	—
100	110	—	—	—	—	—	—	18,4	5,21
125	140	6,8	2,82	10,4	4,25	—	—	—	—
150	160	7,7	3,7	11,9	5,53	—	—	—	—

Примечания 1 Трубы из ПНП типов Л, СЛ, С и Т рассчитаны на давление  $P_y$  равное соответственно 2,5, 4, 6 и 10 кгс/см<sup>2</sup>

2 Трубы из ПНП предназначаются для устройства наружных и внутренних напорных трубопроводов транспортирующих воду, воздух, кислоты и щелочи

3 Трубы из ПНП поставляются прямыми отрезками длиной 6, 8, 10 и 12 м с допускаемым отклонением -50 мм или свернутыми в бухты (для условного прохода до 40 мм включительно)

4 Допустимый эксплуатационный температурный перепад для труб из ПНП от -30 до +50° С

ТАБЛИЦА IV 7

## ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ТРУБ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ (ПВП) ПО МРТУ № 6-05-917-67

Условный проход $D_y$	Наружный диаметр	Трубы типа							
		Л		СЛ		С		Т	
		толщина стенки	масса 1 м	толщина стенки	масса 1 м	толщина стенки	масса 1 м	толщина стенки	масса 1 м
25	32	—	—	—	—	2	0,2	2,9	0,29
50	63	2	0,316	—	—	3,6	0,71	—	—
100	100	2,7	0,97	—	—	6,3	2,14	—	—

Примечания 1 Трубы из ПВП типов Л, СЛ, С и Т рассчитаны на давление  $P_y$ , равное соответственно 2,5, 4, 6 и 10 кгс/см<sup>2</sup>

2 Трубы из ПВП предназначаются для устройства наружных и внутренних напорных трубопроводов транспортирующих различные агрессивные среды

3 Трубы из ПВП диаметром до 25 мм поставляются свернуть ми в бухты, диаметром от 32 до 200 мм — прямыми отрезками длиной 6, 8, 10 и 12 м с допускаемым отклонением +50 мм

4 Допустимый эксплуатационный температурный перепад для труб из ПВП от -30 до +70° С

2. АРМАТУРА

ПРИЛОЖЕНИЕ V

Краны

Общие сведения

ТАБЛИЦА V1

ДАВЛЕНИЕ (ИЗБЫТОЧНОЕ), кгс/см<sup>2</sup> ДЛЯ АРМАТУРЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ (C ≤ 0,3) МАРОК Ст 3, МСт 4 И Ст 25

Условное давление P <sub>у</sub>	Пробное давление P <sub>пр</sub>	Рабочее давление наибольшее P <sub>раб</sub> при температуре среды °С до				
		200	225	250	275	300
1	2	1	1	0,9	0,9	0,8
2,5	4	2,5	2,4	2,2	2,1	2
4	6	4	3,8	3,6	3,4	3,2
6	9	6	6	5,6	5,4	5
10	15	10	9,5	9	8,5	8
16	24	16	15	14	13	12,5
25	38	25	24	22	21	20

Примечания 1 Первая ступень рабочего давления распространяется также и на отрицательные температуры среды не ниже -20°С

2 Рабочее давление для промежуточных значений температуры среды определяется линейной интерполяцией

3 При определении ступени условного давления допускается превышение фактического рабочего давления в пределах до 5% сверх указанного для заданной температуры

ТАБЛИЦА V2

ДАВЛЕНИЕ (ИЗБЫТОЧНОЕ) кгс/см<sup>2</sup> ДЛЯ АРМАТУРЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗ СЕРОГО И КОВКОГО ЧУГУНА

Условное давление P <sub>у</sub>	Пробное давление P <sub>пр</sub>	Рабочее давление наибольшее P <sub>раб</sub> при температуре среды °С			
		120	200	250	300
1	2	1	1	1	1
2,5	4	2,5	2,5	2	2
4	6	4	3,6	3,4	3,2
6	9	6	6,5	5	5
10	15	10	9	8	8
16	24	16	15	14	13
25	38	25	23	21	20

Примечания 1 Первая ступень рабочего давления распространяется также и на отрицательные температуры среды не ниже -30°С

2 См примечания 2 и 3 к табл V1

ТАБЛИЦА V3

ДАВЛЕНИЕ (ИЗБЫТОЧНОЕ) кгс/см<sup>2</sup> ДЛЯ АРМАТУРЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗ БРОНЗЫ И ЛАТУНИ

Условное давление P <sub>у</sub>	Пробное давление P <sub>пр</sub>	Рабочее давление наибольшее P <sub>раб</sub> при температуре среды, °С, до		
		120	200	250
1	2	1	1	0,7
2,5	4	2,5	2	1,7
4	6	4	3,2	2,7
6	9	6	5	4
10	15	10	8	7
16	24	16	13	11
25	38	25	20	17

Примечания 1 Первая ступень рабочего давления распространяется также и на отрицательные температуры среды не ниже -30°С

2 См примечания 2 и 3 к табл V1

ТАБЛИЦА V4

УСЛОВНЫЕ ПРОХОДЫ И СООТВЕТСТВУЮЩАЯ ИМ ГРУБАЯ РЕЗЬБА

Условный проход D <sub>у</sub> мм	Резьба трубная дюймов	Условный проход D <sub>у</sub> мм	Резьба трубная дюймов
6	1/4	80	3
8	—	90**	—
10	3/8	100	—
13*	—	125	—
16	1/2	150	—
20	3/4	175*	—
25	1	200	—
32	1 1/4	225*	—
40	1 1/2	250	—
50	2	275*	—
65	—	300	—

\* Не применять для трубопроводной арматуры соединительных частей и трубопроводов общего назначения

\*\* Применять только для существующих установок

ТАБЛИЦА V5

ОБОЗНАЧЕНИЕ ВИДОВ (ГРУПП) ПРОМЫШЛЕННОЙ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ ПО КЛАССИФИКАЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНСТРУКТОРСКОГО БЮРО АРМАТУРОСТРОЕНИЯ (ЦКБА)

Изделия	Обозначение
Краны пробно спускные	10
» для трубопроводов	11
Запорные устройства указателей уровня	12
Вентили	14 и 15
Клапаны обратные подъемные и приемные с сеткой	16
Клапаны предохранительные	17
» регулирующие	18
» обратные поворотные	19
Клапаны регулирующие давление расход уровень	25
Задвижки	30 и 31
Затворы	32
Инжекторы и элеваторы	40
Конденсатоотводчики	45

ТАБЛИЦА V6

МАТЕРИАЛ И ПАРАМЕТРЫ СТАЛЬНОЙ АРМАТУРЫ,  
УСТАНОВЛИВАЕМОЙ НА ТРУБОПРОВОДАХ 3-й КАТЕГОРИИ

Материал основных деталей арматуры (корпуса и крышки)		Предельные параметры	
ГОСТ или ТУ на отливки	марка стали	температура стенки °С	давление $P$ , кгс/см <sup>2</sup>
ГОСТ 977-55 Группа отливок II	15Л 20Л, 25Л, 30Л 35Л	400	64
» » III	15Л 20Л, 30Л 35Л	425	Не ограничивается
ТУ МТЭ и ТМ 2 67	25Л	450	То же

Примечания 1 Категории трубопроводов приведены в табл V 8

2 Стальную арматуру к трубопроводам допускается присоединять фланцами или при помощи сварки

ТАБЛИЦА V7

МАТЕРИАЛ И ПАРАМЕТРЫ ЧУГУННОЙ АРМАТУРЫ,  
УСТАНОВЛИВАЕМОЙ НА ТРУБОПРОВОДАХ 4-й КАТЕГОРИИ

Материал основных деталей арматуры (корпуса и крышки)		Предельные параметры		
ГОСТ	марка чугуна (не ниже)	давление среды (условное) $P_y$ , кгс/см <sup>2</sup>	температура среды °С (не выше)	условный проход, мм (не более)
1215-59	КЧ30-6	16	300	80
1412-54	СЧ15-32	10 6 2 5	200 120 120	300 600 1600

Примечания 1 Категории трубопроводов приведены в табл V 8

2 Допускаемое рабочее давление определяется по табл V 2

3 Соединение чугунной арматуры с элементами трубопровода должно выполняться на фланцах Резьбовые соединения допускаются для присоединения чугунной арматуры на трубопроводах с условным проходом не более 100 мм

ТАБЛИЦА V9

## КАТЕГОРИИ ТРУБОПРОВОДОВ

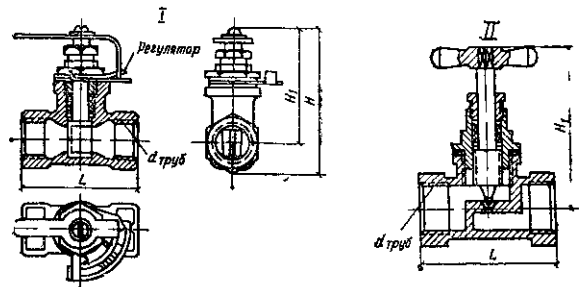
Категория трубопровода	Среда	Рабочие параметры среды	
		температура, °С	давление (изб.), кгс/см <sup>2</sup>
3	а) Перегретый пар	Свыше 250 до 350 (включительно)	До 22
	б) То же	До 250	Более 16 до 22
4	в) Горячая вода, насыщенный пар	Свыше 115	Более 16 до 39
	а) Перегретый на сыщенный пар	Свыше 115 до 250 (включительно)	Более 0,7 до 16
	б) Горячая вода	Свыше 115	До 16

Примечания 1 Категории трубопроводов приведены в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» Госгортехнадзора, изданными в 1970 г

2 Для отнесения трубопровода к высшей категории достаточно чтобы один из параметров среды (давление или температура) превысил установленные пределы

## Техническая характеристика кранов

ТАБЛИЦА V10

КРАНЫ ДВОЙНОЙ РЕГУЛИРОВКИ ТИПА КДР  
И РЕГУЛИРУЮЩИЕ ДРОСЕЛЬНЫЕ ТИПА КРД  
ПО ГОСТ 10944-64

$D_y$ , мм	$d_{\text{труб}}$ дюймов	Размеры, мм			Величина сдвига, мм
		L	H	$H_1$	

## Для кранов типа КДР (I)

15	1/2	60	75	60	37
20	3/4	70	85	65	44

Для кранов типа КРД (II) на  $P_y$  6 кгс/см<sup>2</sup>

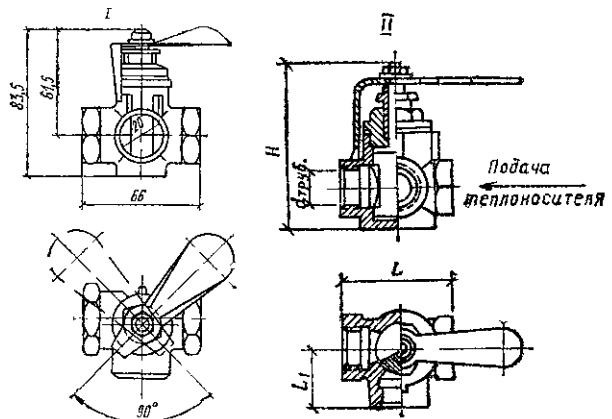
15	1/2	60	—	90	37
20*	3/4	60	—	110	34

Примечания 1 Выпуск крана  $D_y$  20 мм ГОСТом не предусмотрен

2 Краны типа КДР предназначены для монтажной и бытовой регулировки систем водяного отопления (однотрубных и двухтрубных) с малым гидравлическим сопротивлением нагревательных приборов при температуре теплоносителя до 150° С и условном давлении до 10 кгс/см<sup>2</sup> (рабочее давление  $P_{160}$  9 кгс/см<sup>2</sup>)

3 Краны типа КРД на  $P_y$  6 кгс/см<sup>2</sup> применяются в двухтрубных системах водяного отопления с большим гидравлическим сопротивлением нагревательных приборов при температуре теплоносителя до 130° С

ТАБЛИЦА V10

КРАНЫ РЕГУЛИРУЮЩИЕ ТРЕХХОДОВЫЕ ТИПА КРТ  
ПО ГОСТ 10944-64

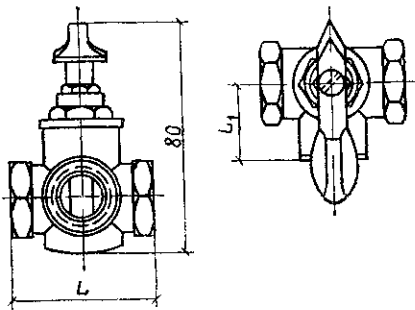
Продолжение табл V 10

$D_y$ , мм	$d_{\text{труб}}$ , дюймы	Размеры, мм			Величина скида, мм	Масса кг
		$L$	$L_1$	$H$		
15	1/2	56	23	80	33	0,42
20	3/4	66	33	80	40	0,484

Примечания: 1. Краны типа КРТ латунные I с  $D_y$  20 мм и с корпусом из ковкого чугуна II с  $D_y$ , равными 15 и 20 мм, применяются в однотрубных системах водяного отопления при температуре теплоносителя до 150°С при условном давлении до 10 кгс/см<sup>2</sup>.  
2. Основные размеры и технические требования — по ГОСТ 10944—64 (кроме размера  $H$  у крана с  $D_y$  15 мм).

ТАБЛИЦА V 11

КРАН РЕГУЛИРУЮЩИЙ ТРЕХХОДОВОЙ НА  $P_V$  6 кгс/см<sup>2</sup>

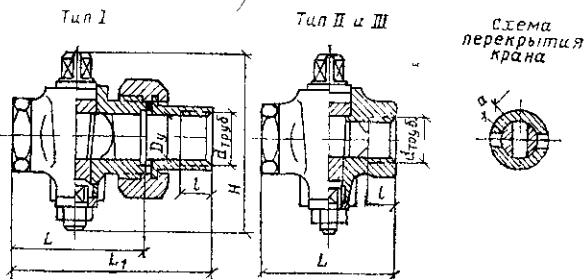


$D_y$ , мм	$d_{\text{труб}}$ , дюймы	Размеры, мм		Величина скида мм, по проходу		Масса кг
		$L$	$L_1$	прямому	боковому	
15	1/2	55	26,75	32	15,25	0,65
20	3/4	60	28	34	15	0,55

Примечание Краны применяются для регулирования теплоотдачи нагревательных приборов в однотрубных системах центрального водяного отопления с осевыми и смешанными замыкающими участками при температуре теплоносителя до 100°С

ТАБЛИЦА V.12

КРАНЫ ПРОБКОВЫЕ ПРОХОДНЫЕ НАТЯЖНЫЕ ЛАТУННЫЕ т/ф 11Б106к I ПО ГОСТ 12153—66



Продолжение табл V 12

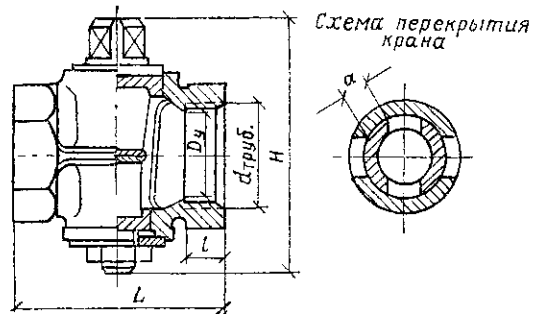
Обозначение по ЦКБА	Тип крана по ГОСТ 12153—66	Давле исс, кгс/см <sup>2</sup>	Условный проход $D_y$ , мм	Конструктивное исполнение при соединительных концах
—	I*	$P_p = 0,1$	15 и 20	Муфта на одном конце, nipple с накидной гайкой на другом
11Б106кI	II			$P_y = 1$
—	III*			

Продолжение табл V 12

$D_y$ , мм	Тип крана	$d_{\text{труб}}$ , дюймы	Размеры, мм				$a$ (не менее)	величина скида	Масса, кг (не более)			
			$L$	$L_1$	$l$	$H$						
15	I	1/2	55	80	12	65(70)	6	57	0,35			
	II								—	—	—	0,21
	III								—	—	—	0,28
20	I	3/4	65	95	14	76(85)	7	69	0,57			
	II								—	—	—	0,37
	III								—	—	—	0,47
									0,455			

Примечания: 1 Краны применяются на трубопроводах для топливного газа при температуре до 50°С.  
2 Размеры и масса кранов приведены по данным ЦКБА

ТАБЛИЦА V.13  
КРАНЫ ПРОБКОВЫЕ ПРОХОДНЫЕ НАТЯЖНЫЕ МУФТОВЫЕ ЧУГУННЫЕ ДЛЯ ГАЗОПРОВОДОВ НА  $P_y$  1 кгс/см<sup>2</sup> т/ф 11ч36к ПО ГОСТ 12154—66\*

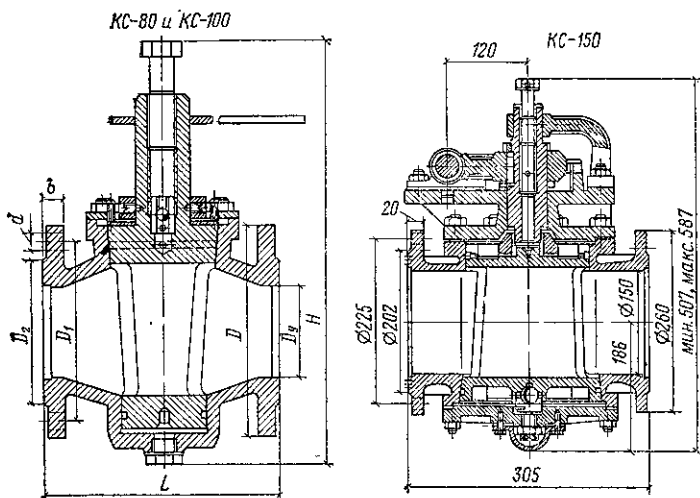


$D_y$ , мм	$d_{\text{труб}}$ , дюймы	Размеры, мм				$a$ (не менее)	величина скида	Масса, кг (не более)
		$L$	$l$	$H$				
25	1	80	18	104	10	51	0,87	
32	1 1/4	95	20	118	11	62	1,36	
40	1 1/2	110	22	136	12	73	2,2	
50	2	130	24	161	14	89	3,38	
70	2 1/2	160	26	193	15	114	5,67	
80	3	180	30	227	17	129	8,57	

Примечание. Краны применяются на трубопроводах для топливного газа при температуре до 50°С.

ТАБЛИЦА V.14

КРАНЫ ПРОХОДНЫЕ ФЛАНЦЕВЫЕ ЧУГУННЫЕ  
(СО СМАЗКОЙ) КС-80, КС-100 И КС-150 НА  $P_y$  6 кгс/см<sup>2</sup>

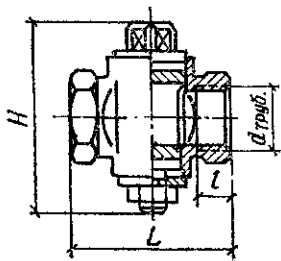


Шкфр	Условный проход $D_y$ , мм	Размеры, мм						Количество отверстий	Масса, кг
		L	D	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d	b		
КС-80	80	210	185	150	128	18	18	40 0	23
КС-100	100	230	205	170	148	18	18	41 8	30

Примечание. Краны применяются на трубопроводах для топливного газа и других газообразных неагрессивных сред при температуре от  $-35$  до  $+35$ °С.

ТАБЛИЦА V.15

КРАНЫ ПРОБКОВЫЕ ПРОХОДНЫЕ НАТЯЖНЫЕ МУФТОВЫЕ  
ЛАТУННЫЕ НА  $P_y$  6 кгс/см<sup>2</sup> т/ф 11Б16к ПО ГОСТ 6223-67\*

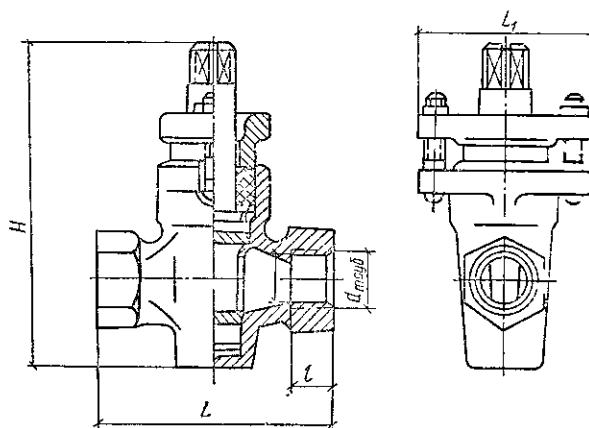


$D_y$ , мм	$d_{\text{труб}}$ , дюймы	Размеры, мм				Масса, кг (не более)
		L	l	H	величина схода	
15	1/2	55	12	55(75)	32	0,24(0,35)
20	3/4	65	14	76(90)	39	0,36(0,5)
25	1	80	16	94(110)	51	0,63(1,15)
32	1 1/4	95	18	108(125)	62	0,92(1,62)
40	1 1/2	110	20	120(145)	73	1,65(2,7)

Примечания: 1. Краны применяются для среды с температурой до 100°С.  
2. Цифры в скобках приведены по данным ЦКБА.

ТАБЛИЦА V.16

КРАНЫ ПРОБКОВЫЕ ПРОХОДНЫЕ САЛЬНИКОВЫЕ  
МУФТОВЫЕ ЧУГУННЫЕ НА  $P_y$  10 кгс/см<sup>2</sup> т/ф 11ч66к  
ПО ГОСТ 2422-65\*

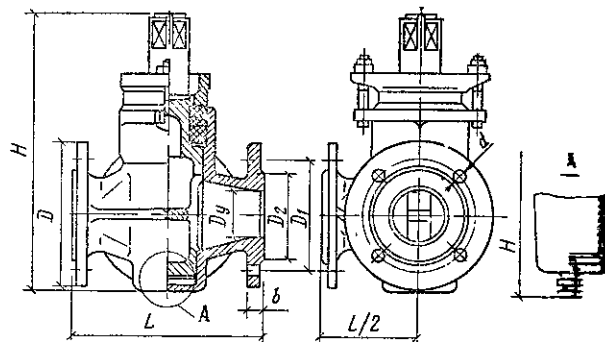


$D_y$ , мм	$d_{\text{труб}}$ , дюймы	Размеры, мм					Масса, кг (не более)
		L	L <sub>1</sub>	l	H	величина схода	
15	1/2	80	60	14	110	57	0,65
20	3/4	90	73	16	132	64	1,1
25	1	110	80	16	150	81	1,85
32	1 1/4	130	98	20	178	97	2,95
40	1 1/2	150	110	22	230	113	3,6
50	2	170	128	24	260	129	6,5
70	2 1/2	220	164	26	305	174	12,25
80	3	250	176	30	345	199	17,75

Примечание. Краны применяются для среды с температурой до 90°С.

ТАБЛИЦА V.17

КРАНЫ ПРОБКОВЫЕ ТРЕХХОДОВЫЕ САЛЬНИКОВЫЕ  
ФЛАНЦЕВЫЕ ЧУГУННЫЕ НА  $P_y$  6 кгс/см<sup>2</sup> т/ф 11ч186к  
ПО ГОСТ 2998-66\*



$D_y$ , мм	Размеры, мм							Количество отверстий	Масса, кг
	L	D	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d	b	H		
25	145	100	75	60	12	14	185	4	4,4
40	180	150	100	80	14	16	276	4	10,4(10,5)
50	200	140	110	90	14	16	318	4	11,3(15,5)
65	230	160	130	110	14	16	370	4	16(21,6)
80	260	185	150	125	18	18	406	4	27(31,4)

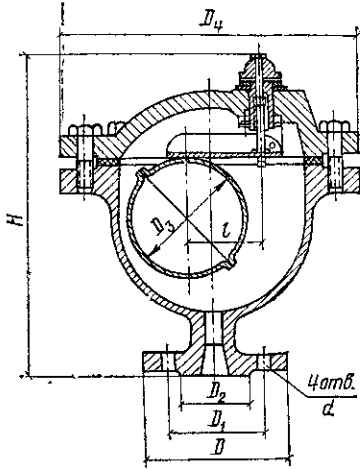
Примечания: 1. Краны применяются на трубопроводах жидких и газообразных сред при температуре от  $-40$  до  $+100$ °С.  
2. Масса в скобках приведена по данным ЦКБА.

ПРИЛОЖЕНИЕ VI

Воздухоотводчики автоматические и краны для спуска воздуха

ТАБЛИЦА VI 1

ВОЗДУХООТВОДЧИКИ АВТОМАТИЧЕСКИЕ НА  $P_y$  5 И 16 кгс/см<sup>2</sup>

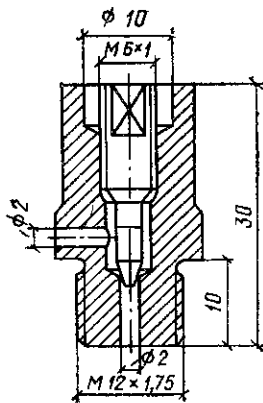


Условное давление $P_y$ , кгс/см <sup>2</sup>	Размеры, мм								Масса, кг
	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$d$	$H$		
5	80	55	40	63	165	12	50	172	4,86
16	105	75	58	83	220	14	70	236	12,8

Примечания: 1. Воздухоотводчики предназначены для автоматического удаления воздуха из систем водяного отопления и горячего водоснабжения при температуре не более 130° С.  
2. Устанавливаются на верхних точках горизонтального трубопровода в вертикальном положении.

ТАБЛИЦА VI 2

КРАНЫ ДЛЯ СПУСКА ВОЗДУХА КОНСТРУКЦИИ Н. Б. МАЕВСКОГО



Продолжение табл. VI 3

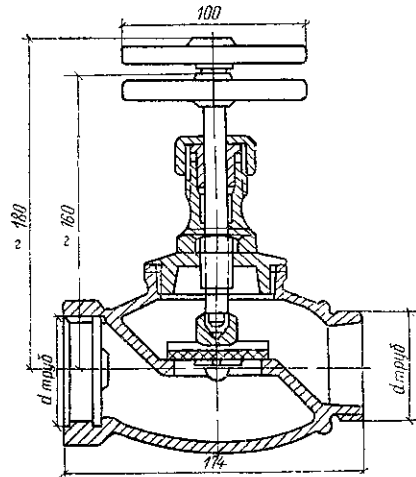
Условное давление, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	6
Масса, кг . . . . .	0,14

Примечание. Воздухоотводчики применяются для удаления воздуха из отопительных приборов систем центрального водяного отопления.

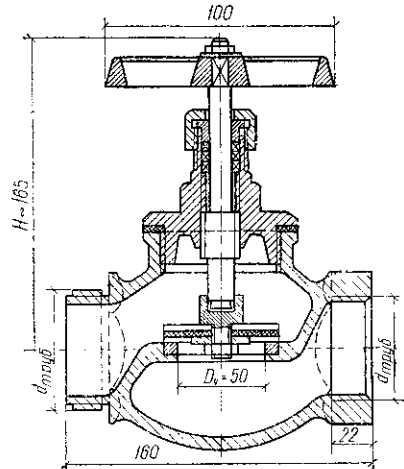
ПРИЛОЖЕНИЕ VII

Вентили запорные

Вентиль запорный пожарный с муфтой и цапкой  $D_y$  50 мм латунный или бронзовый на  $P_y$  6 кгс/см<sup>2</sup> 1Б1Р, применяемый на пожарных трубопроводах при температуре воды до 50° С по ГОСТ 2217—66



Вентиль запорный пожарный с муфтой и цапкой  $D_y$  50 мм на  $P_y$  16 кгс/см<sup>2</sup> 15кч11р, применяемый на пожарных трубопроводах при температуре воды до 50° С



Вентили запорные муфтовые из серого чугуна 15ч8к, 15ч8р, 15ч8п, 15ч8бр по ГОСТ 11570—65

ТАБЛИЦА VII:

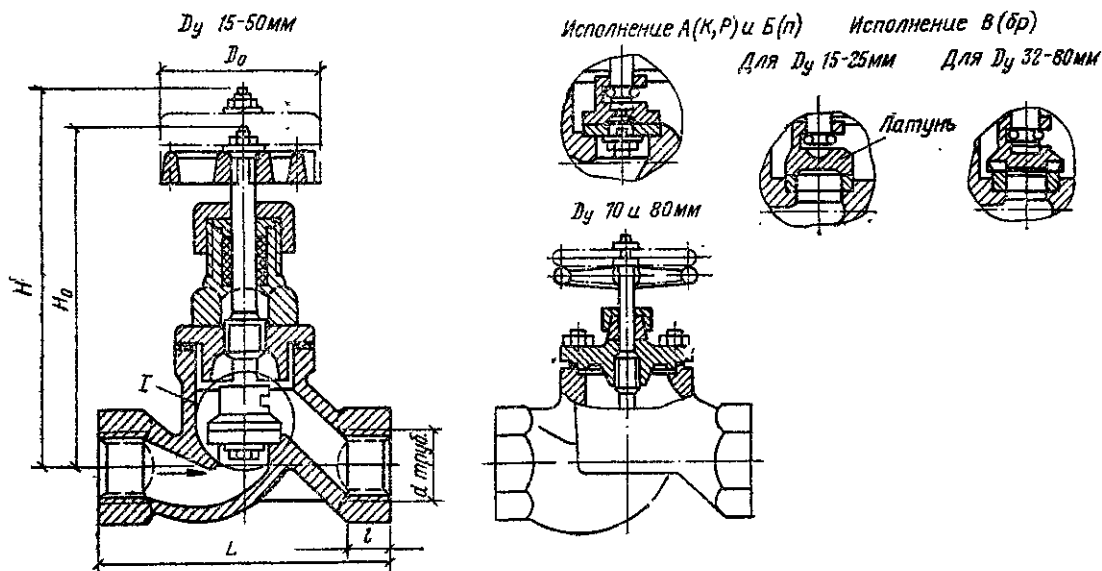
## КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ И ПАРАМЕТРЫ СРЕДЫ

Обозначение по ЦКБА	Исполнение по ГОСТ 11570—65	Условное давление $P_y$ , кгс/см <sup>2</sup>	Условные проходы $D_y$ , мм	Материал уплотнительных поверхностей затвора		Рабочая среда	
				в корпусе	в затворе	наименование	температура °С, не более
15ч8к	А	10	15, 20, 25, 32, 40, 50, 70, 80	Чугун	Кожа	Вода	50
15ч8р					Резина		
15ч8п	Б	Специальная пластмасса			Вода и пар	200	
15ч8бр	В	Латунь		225			

ТАБЛИЦА VIII:

## ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ВЕНТИЛЕЙ ЗАПОРНЫХ МУФТОВЫХ

Узел I



Условный проход $D_y$ , мм	$d_{\text{труб}}$ , дюймы	L	l	H	$H_o$	$D_o$		Величина сгиба	Масса, не более
						А (к.р)	Б (п), В (бр)		
15	1/2	90	14	116	110	50	65	67	0,75
20	1/4	100	16	120	112	50	80	74	1,1
25	1	120	18	148	137	80	100	91	1,75
32	1 1/4	140	20	152	138	80	160	107	2,7
40	1 1/2	170	22	177	162	100	120	133	4,15
50	2	200	24	190	170	120	140	159	5,8
65	2 1/2	260	26	245	215	140	160	214	14
80	3	290	30	265	230	140	200	239	17



Вентили запорные фланцевые из серого чугуна с крышкой на резьбе 15ч9к, 15ч9р, 15ч9бр по ГОСТ 11571—65

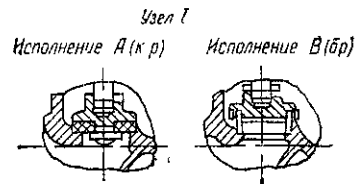
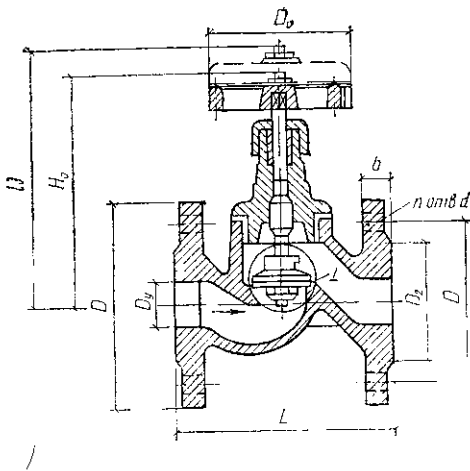
ТАБЛИЦА VII 3

КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ И ПАРАМЕТРЫ СРЕДЫ

Обозначение по ЦКБА	Исполнение по ГОСТ 11571—75	Условное давление $P_y$ , кгс/см <sup>2</sup>	Условный проход $D_y$ , мм	Материал уплотнительных поверхностей заговра		Рабочая среда	
				в корпусе	в золотнике	наименование	температура, °С
15ч9к	А	10	25, 32, 40, 50	Чугун	Кожа	Вода	50
15ч9р					Резина		
15ч9бр	В	16		Латунь	Вода, пар	225	

ТАБЛИЦА VII 4

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм. И МАССА, кг. ВЕНТИЛЕЙ ЗАПОРНЫХ ФЛАНЦЕВЫХ

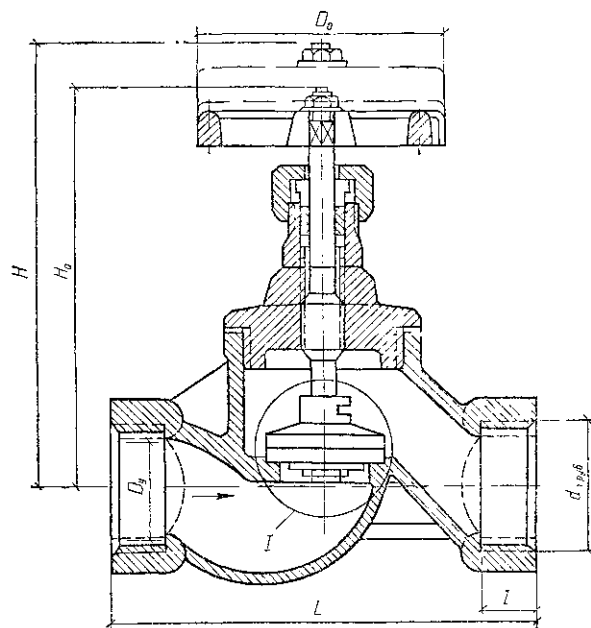


Условный проход $D_y$ , мм	L	D	$D_1$	$D_2$	d	b	H	$H_0$	$D_0$		л. шт.	Масса, не более
									15ч9к, 15ч9р	15ч9бр		
25	120	115	85	68	14	5	148	137	80	100	4	3,6
32	140	135	100	78	18	18	152	138	80	100	4	5,5
40	170	145	110	88	18	18	177	162	100	120	4	7,65
50	200	160	125	102	18	20	190	170	120	140	4	10,3

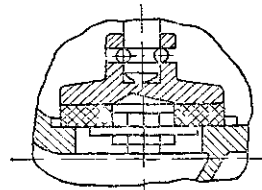
Вентили запорные муфтовые из ковкого чугуна с крышкой на резьбе 15кч18к, 15кч18р, 15кч18п, 15кч18бр по ГОСТ 11465—65

ТАБЛИЦА

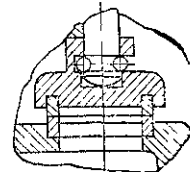
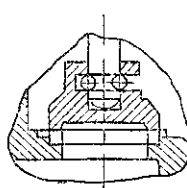
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ВЕНТИЛЕЙ ЗАПОРНЫХ МУФТОВЫХ



Узел I  
Исполнение А(к,р) Б(з), В(п)



Исполнение Г(бр)  
для  $D_y$  15, 20 и 25 мм для  $D_y$  32-50 мм



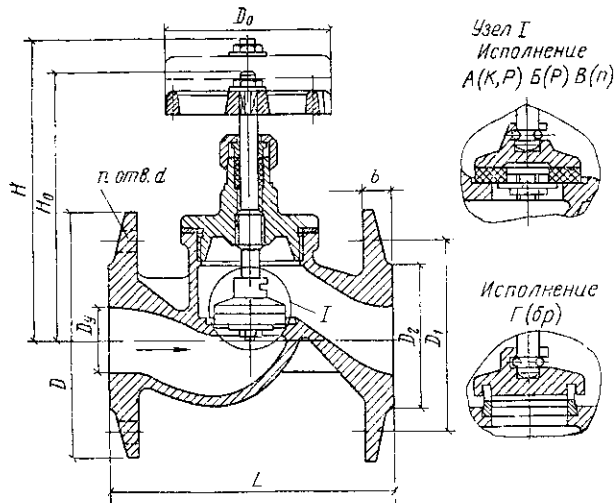
Условный проход $D_y$ , мм	$d_{\text{труб}}$ , дюймы	L	I	H	$H_b$	$D_g$		Величина скида	Масса не более
						15кч18к	15кч18п, 15кч18бр		
15	1/2	90	14	115	110	50	65	67	0,7
20	3/4	100	16	118	112	50	80	74	0,9
25	1	120	16	147	136	80	100	91	1,4
32	1 1/4	140	18	150	137	80	100	107	2,1
40	1 1/2	170	20	176	162	100	120	133	3,7
50	2	200	22	190	170	120	140	159	5

Примечание. Вентили 15кч18к применяются для воды при температуре до 50 °С на  $P_y$  10 кгс/см<sup>2</sup>, вентили 15кч18р — для воды и топливного газа при температуре до 50 °С на  $P_y$  10 кгс/см<sup>2</sup>, вентили 15кч18п — для воды и пара при температуре до 200 °С на  $P_y$  16 кгс/см<sup>2</sup>, вентили 15кч18бр — для воды и пара при температуре до 225 °С на  $P_y$  16 кгс/см<sup>2</sup>.

Вентили запорные фланцевые из ковкого чугуна с крышкой на резьбе 15кч19к, 15кч19р, 15кч19л, 15кч19бр по ГОСТ 11466—65

ТАБЛИЦА VIII 6

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, и МАССА, кг, ВЕНТИЛЕЙ ЗАПОРНЫХ ФЛАНЦЕВЫХ



Условный проход, $D_y$ , мм	L	D	$D_1$	$D_2$	a	H	$H_0$	b	$D_0$		n, шт.	Масса
									15кч19к, 15кч19р	15кч19л, 15кч19бр		
25	120	115	85	68	14	147	136	14	80	100	4	2,7
32	140	135	100	78	18	150	137	15	80	100	4	4,3
40	170	145	110	88	18	176	162	15	100	120	4	5,8
50	200	160	125	102	18	190	170	17	120	140	4	8

Примечание. Вентили 15кч19к применяются для воды при температуре до 50°С на  $P_y$  10 кгс/см<sup>2</sup>, вентили 15кч19р — для воды и топливного газа при температуре до 50°С на  $P_y$  10 кгс/см<sup>2</sup>; вентили 15кч19л — для воды и пара при температуре до 200°С на  $P_y$  16 кгс/см<sup>2</sup>; вентили 15кч19бр — для воды и пара при температуре до 225°С на  $P_y$  16 кгс/см<sup>2</sup>.

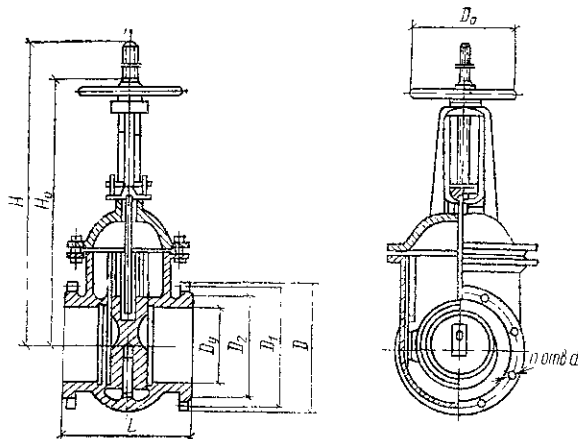
ПРИЛОЖЕНИЕ VIII

Задвижки

Задвижки параллельные с выдвижным шпинделем чугунные фланцевые на  $P_y$  10 кгс/см<sup>2</sup> 30ч6бк, 30ч6бр, 30ч906бк, 30ч906бр по ГОСТ 8437—63

ТАБЛИЦА VIII 1

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, и МАССА, кг, ЗАДВИЖЕК ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ С ВЫДВИЖНЫМ ШПИНДЕЛЕМ



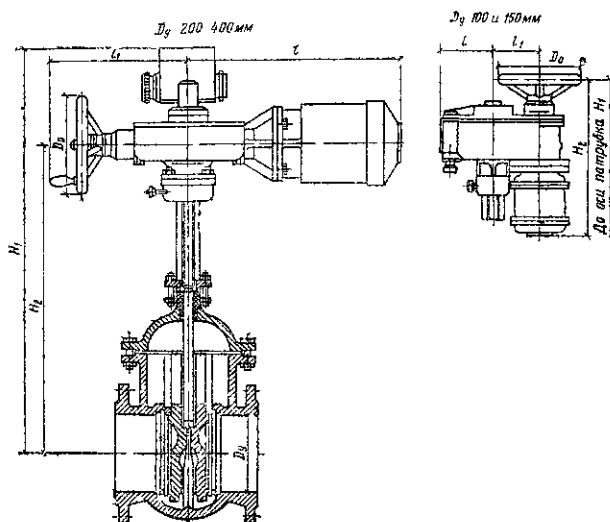
Условный проход, $D_y$ , мм	L	D	$D_1$	$D_2$	a	H	$H_0$	$D_0$	n, шт.	Масса, не более
80	210	195	160	138	18	410	350	160	4	29
100	230	215	180	158	18	515	405	200	8	39,5
125	225	245	210	188	18	635	495	240	8	58,5
150	280	280	240	212	23	720	560	240	8	174
200	330	335	295	268	23	900	695	280	8	125
250	450	390	350	320	23	1030	830	320	12	179
300	500	440	400	370	23	1285	975	360	12	253

Примечание. Задвижки 30ч6бк и 30ч906бк применяются без уплотнительных колец для нефти и других маслянистых жидкостей при температуре до 90°С; задвижки 30ч6бр и 30ч906бр с латунными уплотнительными кольцами — для воды и пара при температуре до 225°С.

Задвижки параллельные с выдвижным шпинделем чугунные фланцевые на  $P_7$  10 кгс/см<sup>2</sup> 30ч6бк, 30ч6бр, 30ч906бк, 30ч906бр по ГОСТ 8437-63

ТАБЛИЦА VIII 2

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ТИПЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ  
И МАССА, кг, ЗАДВИЖЕК ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ С ВЫДВИЖНЫМ ШПИНДЕЛЕМ



Условный проход $D_y$ , мм	$l$	$l_1$	$D_0$	$H_1$	$H_2$	Масса	Электродвигатель			
							тип	мощность, кВт	частота вращения, об/мин	напряжение, В
100	405	150	200	685	405	75	АОЛ 11 2Ф2	0,18	2800	220/380
150	405	150	200	805	405	112	АОЛ 11 2Ф2	0,18	2800	
200	460	468	240	1050	780	190	АОС2 11 4	0,6	1320	220/380
250	460	468	240	1185	915	242	АОС2 11 4	0,6	1320	
300	495	468	240	1340	1070	312	АОС2 21 4	1,3	1320	

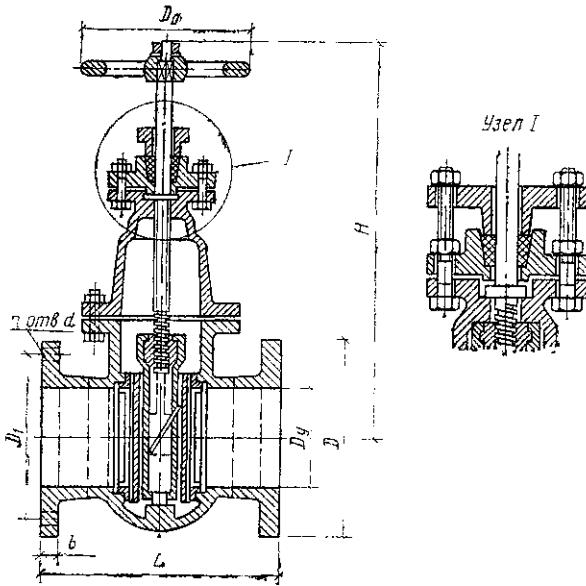
Примечания 1 Задвижки 30ч6бк и 30ч6бр могут устанавливаться в любом рабочем положении, кроме положения «на ребро».

2 Задвижки 30ч906бк и 30ч906бр устанавливаются на горизонтальном трубопроводе электроприводом вертикально вверх. Допускается установка на горизонтальном трубопроводе в положение «на ребро» и на вертикальном трубопроводе в положение «плотным» при условии смазывания червячной пары и шарикоподшипников густой смазкой и устройства дополнительной опоры под электроприводом.

Задвижки параллельные с неподвижным шпинделем  
фланцевые чугунные с маховиком на  $P_y 10 \text{ кгс/см}^2$   
типа МГР

ТАБЛИЦА VIII 3

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ЗАДВИЖЕК  
ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ С НЕПОДВИЖНЫМ ШПИНДЕЛЕМ



Условный проход, $D_y$ , мм	L	D	$D_1$	d	b	H	$D_0$	n, шт	Масса
50	165	165	125	18	20	278	150	4	21
80	275	200	160	18	22	416	200	4	41
100	300	220	180	18	22	470	200	4	51,4
150	350	285	240	22	25	564	250	6	87
200	400	340	295	22	28	700	280	8	146
250	450	395	350	22	30	830	330	12	220
300	500	445	400	22	32	925	380	12	280

Примечание Задвижки параллельные применяются на трубопроводах для холодной воды при температуре до  $30^\circ \text{C}$

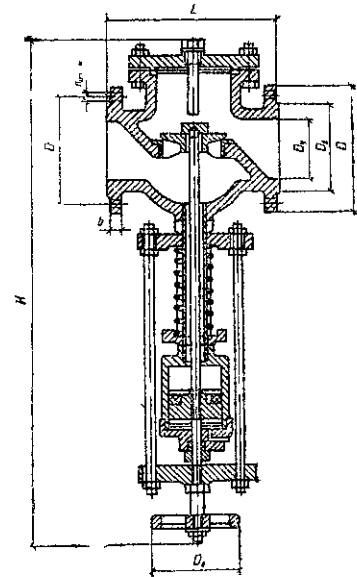
ПРИЛОЖЕНИЕ IX

Клапаны

Клапаны редукционные пружинные фланцевые  
чугунные на  $P_y 16 \text{ кгс/см}^2$  18и26р

ТАБЛИЦА IX 1

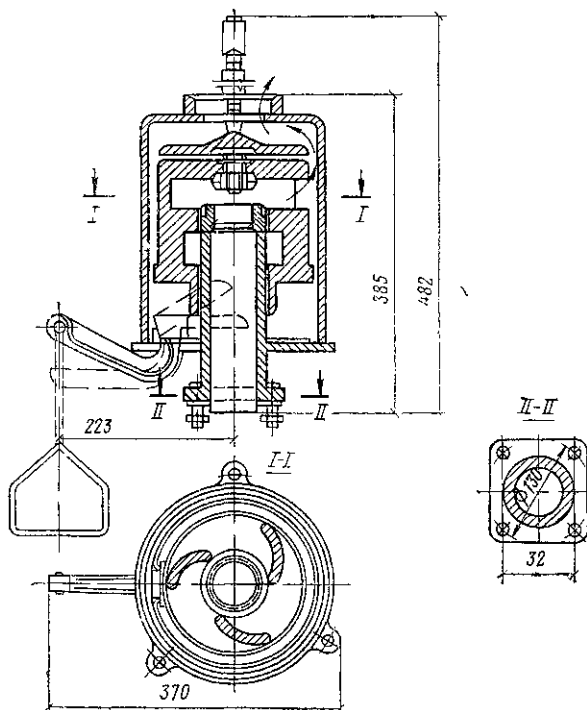
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ  
РЕДУКЦИОННЫХ ПРУЖИНЫХ ФЛАНЦЕВЫХ



Условный проход $D_y$ , мм	Прходное сечение, $\text{см}^2$	L	D	$D_0$	$D_1$	$D_2$	b	d	H	n, шт	Масса, кг
25	2	135	115	65	85	68	14	14	352	4	7
50	5,3	200	160	100	125	102	17	18	508	4	18
80	13,2	260	195	120	160	138	19	18	745	4	45
100	23,5	300	215	140	180	158	21	18	820	8	70
125	36,8	350	245	200	210	188	23	18	946	8	94
150	52,2	400	280	200	240	212	23	23	1065	8	123

Примечание Применяются в установках и трубопроводных системах для понижения и поддержания за клапаном пониженного давления пара при температуре до  $225^\circ \text{C}$

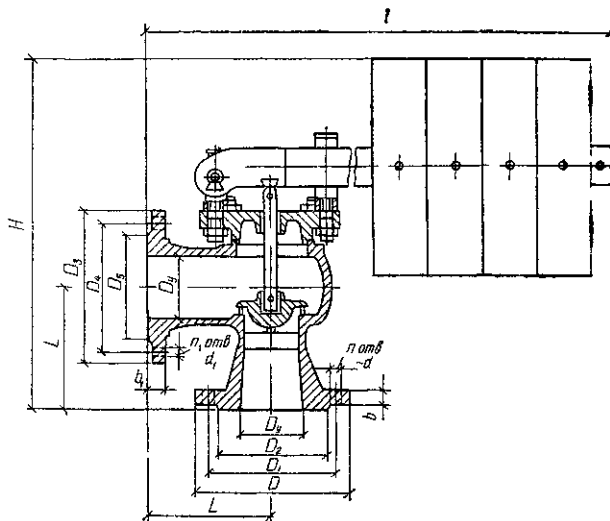
Клапан предохранительный самопритирающийся  
КСШ-0,7-810 массой 40 кг на  $P_0$  0,7 кгс/см<sup>2</sup>  
с проходом в седле клапана диаметром 52 мм  
и пропускной способностью (по пару) 810 кг/ч  
при давлении пара в котле 0,8 кгс/см<sup>2</sup>



Клапаны предохранительные рычажно-грузовые  
малоподъемные фланцевые чугунные  
на  $P_0$  16 кгс/см<sup>2</sup> 17чЗбр по ГОСТ 5335—59

ТАБЛИЦА 17.

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ  
ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ РЫЧАЖНО-ГРУЗОВЫХ  
МАЛОПОДЪЕМНЫХ ФЛАНЦЕВЫХ



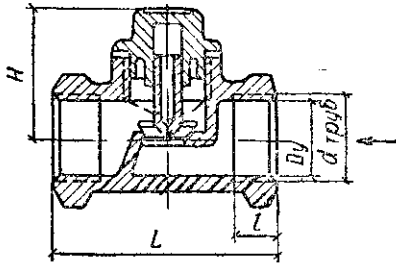
Условный проход $D_V$ , мм	L	l	D	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	b	$b_1$	d	$d_1$	H	n, шт.	$n_1$ , шт.	Масса (без груз- зов) в кг
25	85	480	115	85	68	100	75	60	16	14	14	12	265	4	4	6	
40	115	635	145	110	88	130	100	80	18	16	18	14	360	4	4	12,6	
50	125	745	160	125	102	140	110	90	20	16	18	14	375	4	4	15,2	
80	155	935	195	160	138	185	150	128	22	18	18	18	470	8	4	27	
100	175	1135	215	180	158	205	170	148	24	18	18	18	500	8	4	43	

ПРИЛОЖЕНИЕ X

Клапаны обратные

Клапан обратный подъемный муфтовый латунный на  $P_y$  16 кгс/см<sup>2</sup> 16Б16к по ГОСТ 12677—67

ТАБЛИЦА XI  
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ  
ОБРАТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ МУФТОВЫХ



Условный проход $D_y$ , мм	$d_{труб}$ дюймы	L	l	H	Величина скида	Масса, не более
15	1/2	55	12	38	32	0,23
20	3/4	65	14	42	39	0,37
25	1	80	16	42	51	0,5
40	1 1/2	110	20	70	73	1,43
50	2	130	22	80	89	2

Примечание Клапан обратный подъемный муфтовый применяется для предотвращения обратного потока среды в трубопроводах для воды и пара при температуре до 225 °С

Клапаны обратные подъемные из серого чугуна на  $P_y$  10 и 16 кгс/см<sup>2</sup> 16чЗр, 16чЗбр, 16ч6р, 16ч6бр по ГОСТ 11816—66

ТАБЛИЦА X2  
ИСПОЛНЕНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ КЛАПАНОВ ЧУГУННЫХ

Исполнение по ГОСТ	Условное обозначение по ЦКБА	Условное давление $P_y$ , кгс/см <sup>2</sup>	Материал уплотнения затвора		Основная рабочая среда	Температура среды, °С
			в корпусе	в золотнике		
А	16чЗр	10	Чугун	Резина или кожа	Вода	50
	16ч6р					
Б	16чЗбр	16	Латунь		Вода, пар	225
	16ч6бр					

ТАБЛИЦА X3

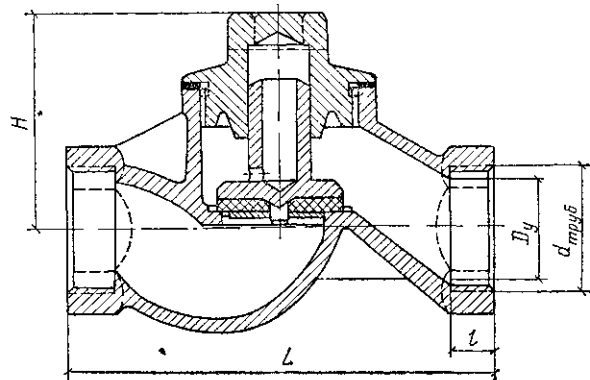
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ  
ОБРАТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ

Обозначение по ЦКБА	Условный проход $D_y$ , мм	L	D	$D_1$	$E_2$	d	b	H	кг, шт., при $P_y$ , кгс/см <sup>2</sup>		Масса
									10	16	
16чЗр и 16чЗбр											
С крышкой на резьбе											
	25	120	115	85	68	14	16	70	4	4	3
	32	140	135	100	78	18	18	75	4	4	5
	40	170	145	110	88	18	18	95	4	4	7
	50	200	160	125	102	18	20	105	4	4	9,1
16ч6р и 16ч6бр											
С крышкой на шпильках											
	70	290	180	145	122	18	20	145	4	4	18
	80	310	195	160	138	18	22	155	4	8	23,5
	100	350	215	180	158	18	24	180	8	8	35,5
	125	400	245	210	188	18	26	220	8	8	53
	150	480	280	240	212	23	28	250	8	8	74

Клапаны обратные подъемные муфтовые из ковкого чугуна на  $P_y$  10 кгс/см<sup>2</sup> 16ч41р по ГОСТ 11817—66

ТАБЛИЦА X4

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ  
ОБРАТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ МУФТОВЫХ



Продолжение табл. X.4

Условный проход $D_y$ , мм	$a$ труб, дюймы	$L$	$l$	$H$	Величина скида	Масса
15	1/2	90	12	55	71	0,5
20	3/4	100	14	60	77	0,8
25	1	120	16	65	91	1
32	1 1/4	140	18	75	107	1,8
40	1 1/2	170	20	90	133	3
50	2	200	22	100	159	4

Примечание. Рабочая среда с температурой 50°С.

Продолжение табл. X.5

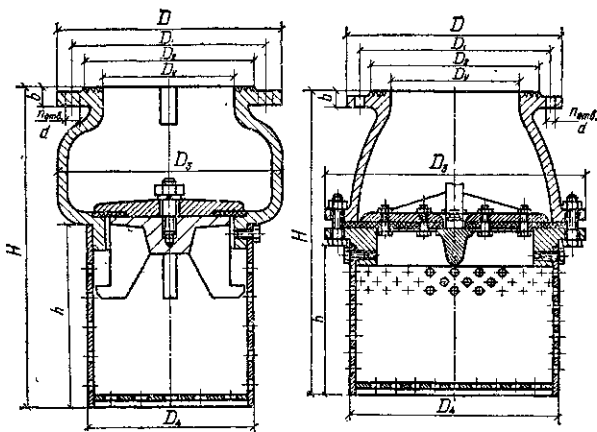
Условный проход $D_y$ , мм	Давление, кгс/см <sup>2</sup>										$l$ , шт.	Масса, не более
	$D$	$D_1$	$D_2$	$d$	$b$	$H$	$h$	$D_3$	$D_4$			
150	260	225	202	18	17	390	216	260	200	8	22	
200	315	280	258	18	19	480	274	315	265	8	43	
250	370	385	312	18	20	570	290	470	370	12	100	
300	435	395	365	23	20	660	344	555	440	12	153	

Примечание. Применяется в насосных установках для воды, нефти и других жидких неагрессивных сред при температуре до +50°С для предотвращения обратного потока среды и предварительного заполнения всасывающей трубы.

Клапан обратный приемный с сеткой  
фланцевый чугунный на  $P_7$  2,5 кгс/см<sup>2</sup> 16ч42р  
по ГОСТ 10371—63

ТАБЛИЦА X.5

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ  
ОБРАТНЫХ ПРИЕМНЫХ С СЕТКОЙ ФЛАНЦЕВЫХ



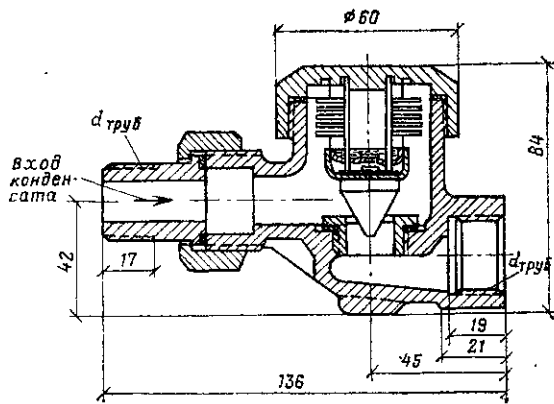
## ПРИЛОЖЕНИЕ XI

## Конденсатоотводчики

Конденсатоотводчики термостатические типа 45кч6бр

ТАБЛИЦА XI.1

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ  
КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ ТИПА 45кч6бр



Условный проход $D_y$ , мм	Давление, кгс/см <sup>2</sup>										$l$ , шт.	Масса, не более
	$D$	$D_1$	$D_2$	$d$	$b$	$H$	$h$	$D_3$	$D_4$			
50	140	110	90	14	13	160	84	140	85	4	4	
80	185	150	128	18	15	230	120	185	120	4	8,5	
100	205	170	148	18	15	280	156	205	140	4	11,5	

Условный проход $D_y$ , мм	$d$ труб, дюймы	Давление, кгс/см <sup>2</sup>			Коэффициент пропускной способности $K_v$ макс, т/ч	Масса, кг
		условное $P_y$	пробное $P_{пр}$	рабочее $P_p$ при $t=160^\circ\text{C}$		
15	1/2	6	24	6	0,63	0,81
20	3/4	6	24	6	0,8	0,82

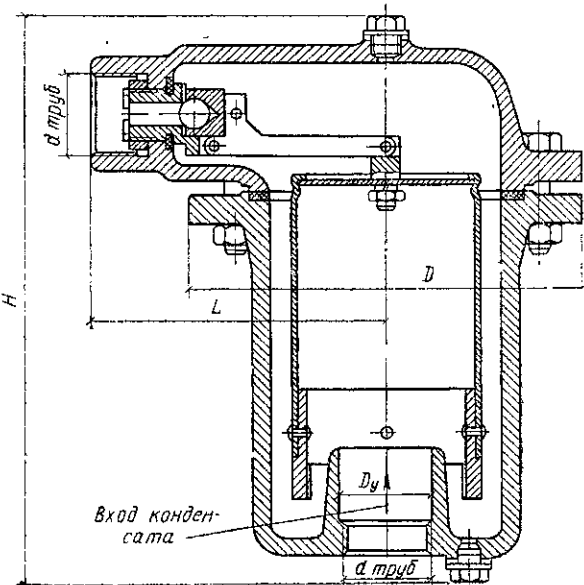
Примечание. Конденсатоотводчики изготавливают в обычном (45кч6бр) и тропическом (45кч6брт) исполнении.



Конденсатоотводчики с опрокинутым поплавком  
муфтовые типов 45ч9нж1—45ч9нж12

Продолжение табл. XI 2

ТАБЛИЦА XI 2  
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг,  
КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ ТИПОВ 45ч9нж1—45ч9нж12



Условный проход, $D_y$ , мм	$d_{\text{труб}}$ , дюймы	L	D	H	Масса, кг
20	3/4	115	182	260	9,8
25	1	115	182	260	9,8
32	1 1/4	160	215	300	17,2
40	1 1/2	160	215	300	17,2
50	2	170	230	315	22,6

Примечания: 1. Конденсатоотводчики типа 45ч9нж следует применять только до освоения промышленностью выпуска модернизированных конденсатоотводчиков типа 45ч9нжм.  
2. Конденсатоотводчики рассчитаны на давление, кгс/см<sup>2</sup>:

условное $P_y$	16
пробное $P_{пр}$	24
рабочее $P_p$ при $t, ^\circ\text{C}$ :	
120	16
200	15
250	14

ТАБЛИЦА XI 3

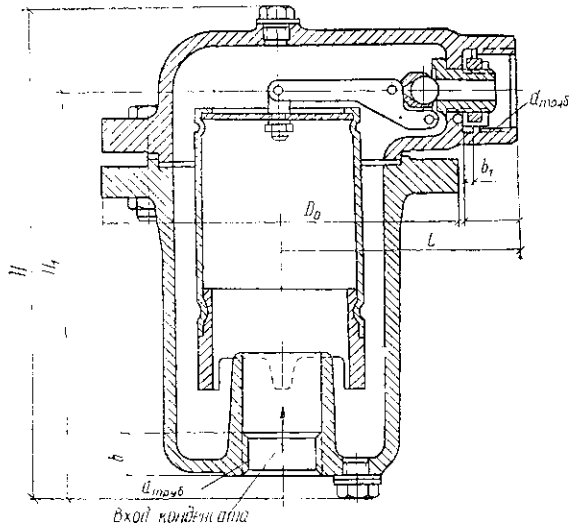
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ  
45ч9нж1—45ч9нж12

Условный проход $D_y$ , мм	Условное обозначение	№ седла	Диаметр отверстия в седле, мм	Максимальный перепад давления $\Delta P_1$ , кгс/см <sup>2</sup>	Максимальная пропускная способность по холодной воде $Q$ , т/ч	Коэффициент пропускной способности по холодной воде $K_v \text{ макс.}$ т/ч
20 и 25	45ч9нж1	1	9	1,5	2,4	1,97
	45ч9нж2	2	6	4	2,2	1,1
	45ч9нж3	3	4	8	1,5	0,53
	45ч9нж4	4	3	13	1,2	0,34
32 и 40	45ч9нж5	5	14	1,5	6,35	5,2
	45ч9нж6	6	10	4	5,9	2,95
	45ч9нж7	7	7	8	4,1	1,45
	45ч9нж8	8	5,2	13	2,95	0,82
50	45ч9нж9	9	20	1,5	7,2	5,9
	45ч9нж10	10	14	4	8,2	4,1
	45ч9нж11	11	10	8	6,9	2,45
	45ч9нж12	12	8	13	6,3	1,75

Конденсатоотводчики с опрокинутым поплавком  
муфтовые типов 45ч9нж1М — 45ч9нж4М  
и 45ч9нж1МТ — 45ч9нж4МТ (модернизированные)

ТАБЛИЦА XI4

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг  
КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ 45ч9нж1М—45ч9нж4М  
И 45ч9нж1МТ—45ч9нж4МТ



Условный проход $D_y$ , мм	$d_{\text{труб}}$ , дюймы	L	$D_o$	b	$b_1$	H	$H_1$	Масса, кг
20	3/4	95	165	16	18	200	173	7,5
25	1	106	175	22	25	240	200	8,6
40	1 1/2	140	245	22	33	330	280	16,5
50	2	155	250	24	34	405	351	25

Примечание Конденсатоотводчики рассчитаны на давление, указанное в примечании 2 к табл. XI.2

ТАБЛИЦА XI5

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ  
ТИПОВ 45ч9нж1М—45ч9нж4М И 45ч9нж1МТ—45ч9нж4МТ

Условный проход $D_y$ , мм	Условное обозначение	№ селла	Диаметр отверстия в селле, мм	Максимальный перепад давления, $\Delta P$ , кгс/см <sup>2</sup>	Максимальная пропускная способность по холодной воде $Q$ , т/ч	Коэффициент пропускной способности по холодной воде, $K_p$ макс, т/ч
20	45ч9нж1М 45ч9нж1МТ	1	6	2	1,2	0,85
	45ч9нж2М 45ч9нж2МТ	2	4	4	1	0,5

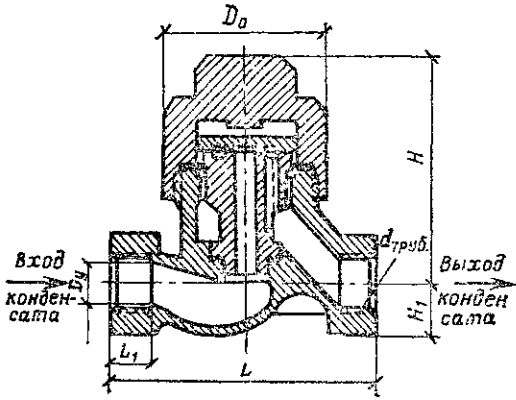
Продолжение табл. XI4

Условный проход $D_y$ , мм	Условное обозначение	№ селла	Диаметр отверстия в селле, мм	Максимальный перепад давления, $\Delta P$ , кгс/см <sup>2</sup>	Максимальная пропускная способность по холодной воде $Q$ , т/ч	Коэффициент пропускной способности по холодной воде, $K_p$ макс, т/ч
20	45ч9нж3М 45ч9нж3МТ	3	3	8	0,8	0,28
	45ч9нж4М 45ч9нж4МТ	4	2,3	13	0,7	0,2
25	45ч9нж1М 45ч9нж1МТ	5	8	2	2,4	1,7
	45ч9нж2М 45ч9нж2МТ	6	6	4	2,2	1,1
	45ч9нж3М 45ч9нж3МТ	7	5	8	1,8	0,64
	45ч9нж4М 45ч9нж4МТ	8	3,2	13	1,4	0,39
	45ч9нж1М 45ч9нж1МТ	13	14	2	7,4	5,2
40	45ч9нж2М 45ч9нж2МТ	14	10	4	5,9	2,95
	45ч9нж3М 45ч9нж3МТ	15	7	8	4,1	1,45
	45ч9нж4М 45ч9нж4МТ	16	5,5	13	3,3	0,92
50	45ч9нж1М 45ч9нж1МТ	17	20	2	8,8	6,2
	45ч9нж2М 45ч9нж2МТ	18	14	4	8,2	4,1
	45ч9нж3М 45ч9нж3МТ	19	10	8	6,9	2,45
	45ч9нж4М 45ч9нж4МТ	20	8	13	6,3	1,75

Конденсатоотводчики термодинамические чугунные муфтовые типа 45ч12нж

ТАБЛИЦА XI 6

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, МАССА, кг, И КОЭФФИЦИЕНТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ 45ч12нж



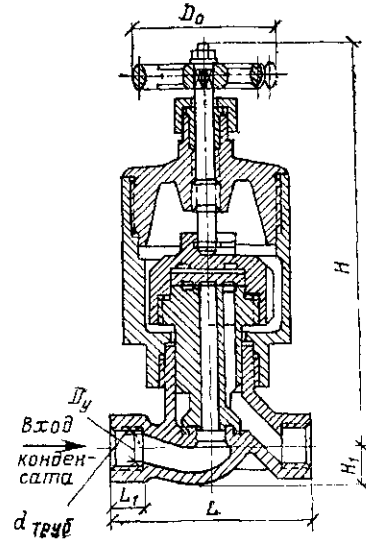
Условный проход $D_y$ , мм	$d_{\text{труб}}$ , дюймы	L	$L_1$	H	$H_1$	$D_0$	Масса	Коэффициент пропускной способности по холодной воде $K_D^{\text{макс}}$ , т/ч
15	1/2	90	14	80	17,5	55	1,2	0,8
20	3/4	100	16	80	22,5	65	1,5	1
25	1	120	18	85	28	75	2,1	1,25
32	1 1/4	140	20	100	35	90	4,1	1,6
40	1 1/2	170	22	115	42,5	102	4,8	2
50	2	200	24	140	60	112	6,6	2,5

Примечания: 1 Конденсатоотводчики рассчитаны на давление, указанное в примечании 2 к табл XI 2  
2 Рабочее давление принимается при температуре 200 °С.

Конденсатоотводчики термодинамические муфтовые чугунные с обводом типа 45ч15нж

ТАБЛИЦА XI 7

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, МАССА, кг, И КОЭФФИЦИЕНТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ 45ч15нж



Условный проход $D_y$ , мм	$d_{\text{труб}}$ , дюймы	B	$L_1$	H	$H_1$	$D_0$	Масса	Коэффициент пропускной способности $K_D^{\text{макс}}$ , т/ч
15	1/2	90	14	192	18	65	2,45	0,8
20	3/4	100	16	213	22	80	4,05	1
25	1	120	18	250	28	100	6,55	1,25
32	1 1/4	140	20	300	35	100	8,5	1,6
40	1 1/2	170	22	310	45	120	16,7	2
50	2	200	24	335	50	140	17,3	2,5

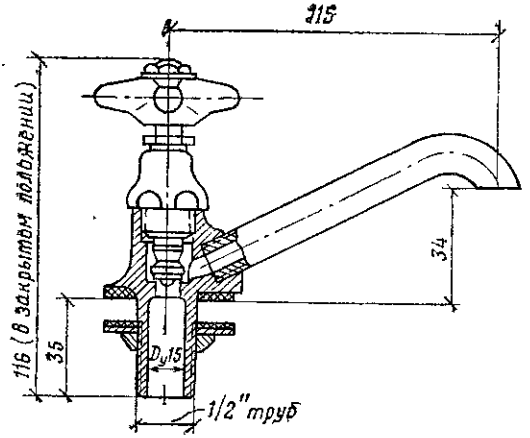
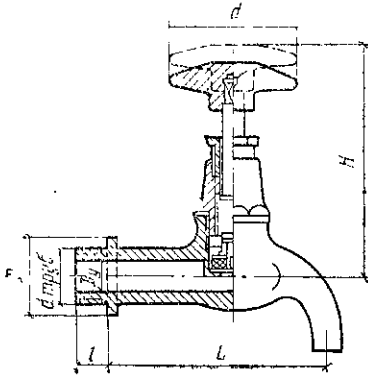
Примечание Конденсатоотводчики рассчитаны на давление, указанное в примечании 2 к табл XI 2

ПРИЛОЖЕНИЕ XII

Арматура

Кран туалетный с нижней подачей воды и жестко закрепленным изливом на  $P_y \leq 6 \text{ кгс/см}^2$  (масса 0,35 кг) (по ГОСТ 7876—64) для установки на фаянсовых умывальниках для холодной воды — до  $50^\circ \text{C}$ )

Водоразборная туалетная и смывная арматура  
Кран водоразборный цапковый латунный или бронзовый на  $P_y \leq 6 \text{ кгс/см}^2$  (по ГОСТ 8906—58)



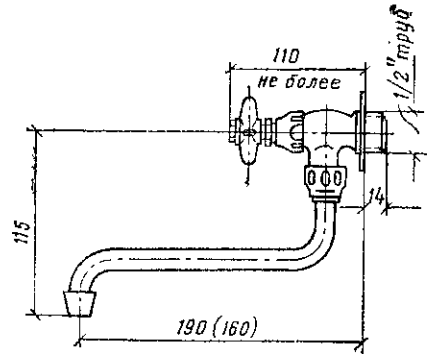
Кран туалетный настенный поворотный на  $P_y 6 \text{ кгс/см}^2$  для установки над умывальником на трубопроводе холодной воды — до  $50^\circ \text{C}$  (по ГОСТ 9457—60 и ГОСТ 7876—64) (в скобках дан размер малой модели)

ТАБЛИЦА XIII

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ КРАНОВ, мм, И МАССА, кг

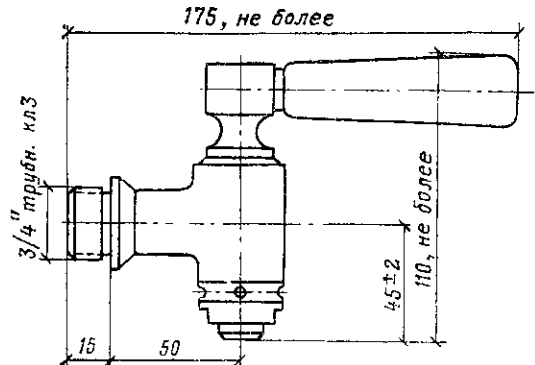
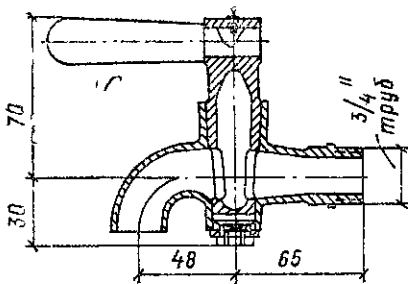
$D_y$ , мм	$D_v$ труб, дюймы	L, мм	H (в открытом положении), мм	мм			Масса, кг
				D	l	d	
15		90	80	30	13	50	0,3
20	1/2	105	80	35	14	50	0,5

Примечание. Предназначены для установки на трубопроводах для воды с температурой до  $50^\circ \text{C}$ , для трубопроводов горячей воды с температурой до  $75^\circ \text{C}$  краны изготавливают по особому заказу.

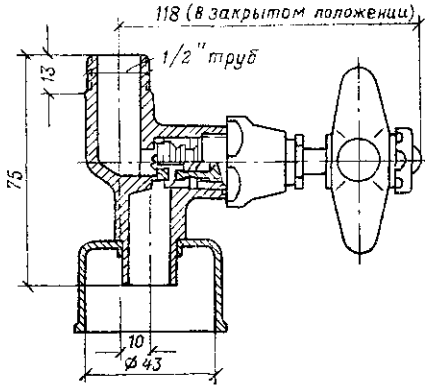


Кран банный бронзовый цапковый

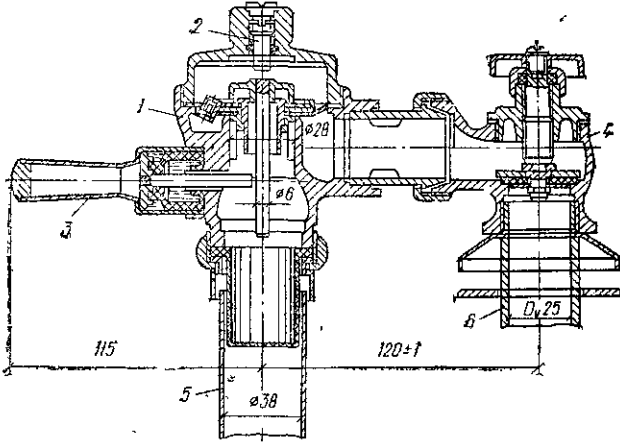
Кран банный (по ГОСТ 6127—52)



Кран пусковой типа КП-2, D, 15 мм (масса 0,33 кг)



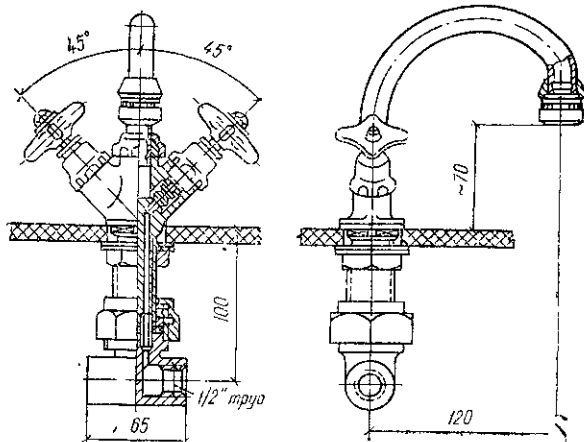
Смывной кран полуавтоматический типа Кр-141 (масса 2,5 кг)



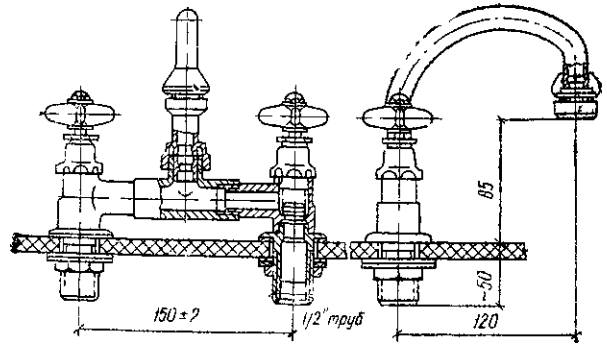
1 — корпус смывного крана; 2 — регулировочный винт; 3 — пусковой рычаг; 4 — угловой вентиль  $\Gamma_{\text{у}} = 25$  мм; 5 — смывная латунная никелированная труба (присоединяется к унитазу обычной резиновой муфтой); 6 — труба подводки

**Смесительная туалетная арматура**

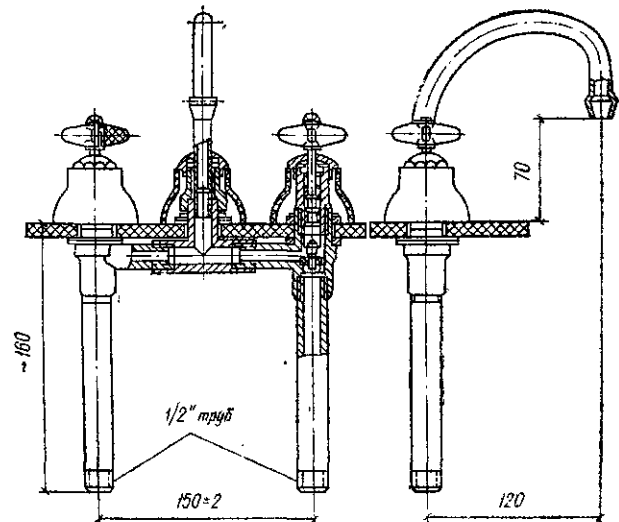
Смеситель типа См-Ум-ВКСЦ для умывальника настольный с верхней камерой смешения (масса 1,4 кг)



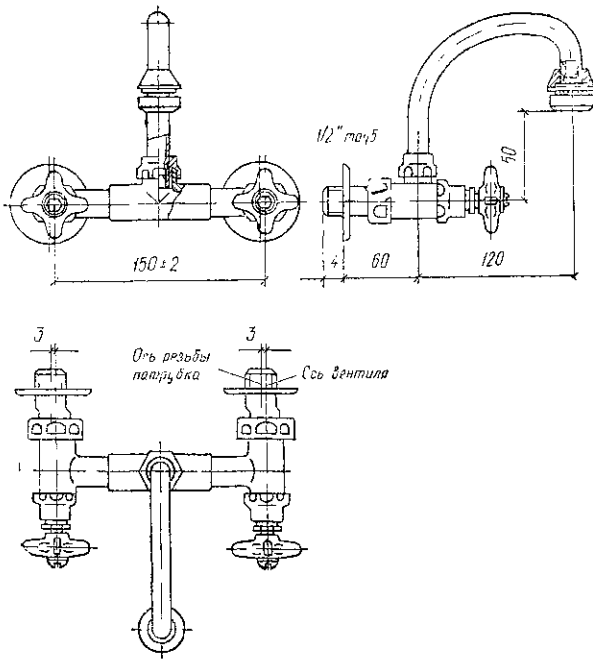
Смеситель типа См-Ум-НКС для умывальника настольный с верхней камерой смешения (масса 1,1 кг)



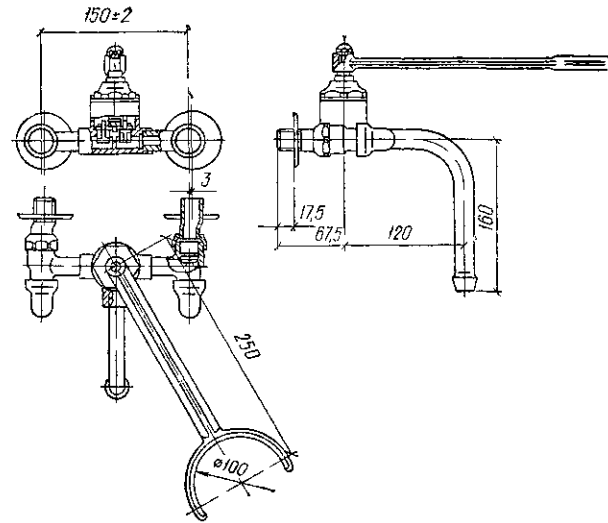
Смеситель типа См-Ум-НКС для умывальника настольный с нижней камерой смешения (масса 1,35 кг)



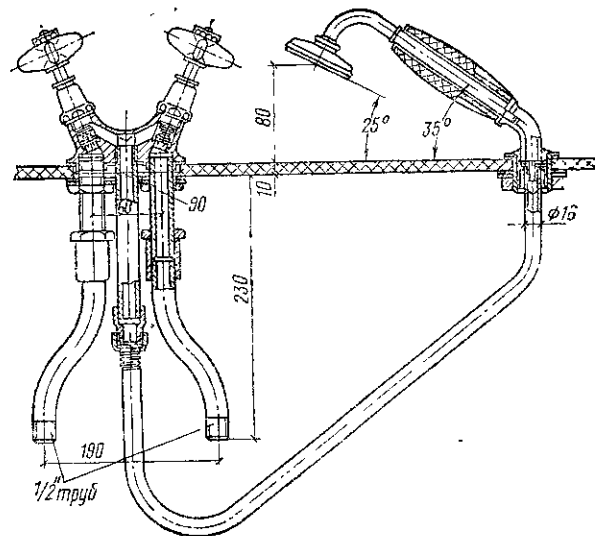
Смеситель типа См-Ум-НИС для умывальника настенный (масса 1,08 кг)



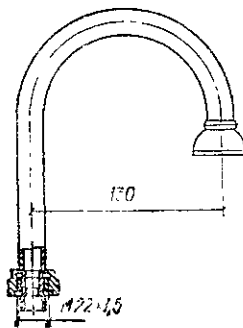
Смеситель типа См-Ум-МЛК настенный медицинский локтевой (облегченный) (масса 1,7 кг)



Смеситель типа См-Ум-ПШл (по ГОСТ 7876—64) к умывальнику для парикмахерских (масса с фарфоровым маховичком 3,03 кг)

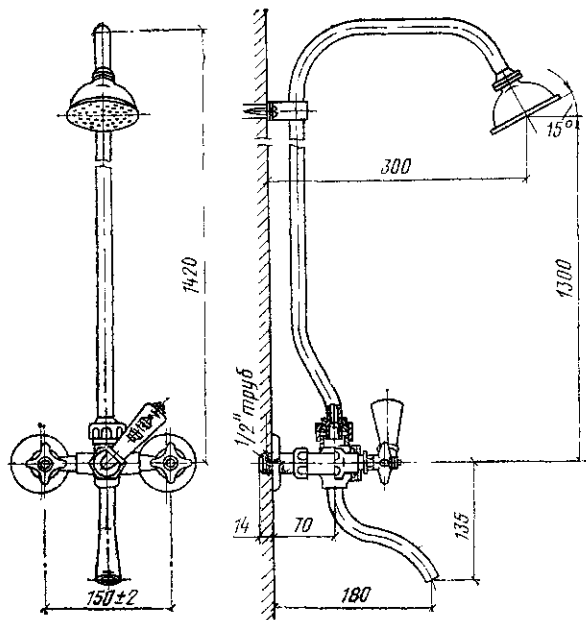


Высокий излив с сеткой

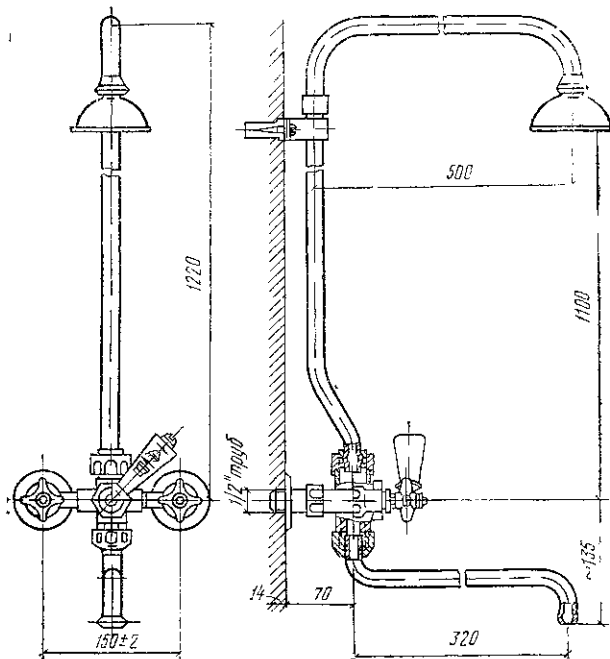


Смесители для ванны и комбинированные

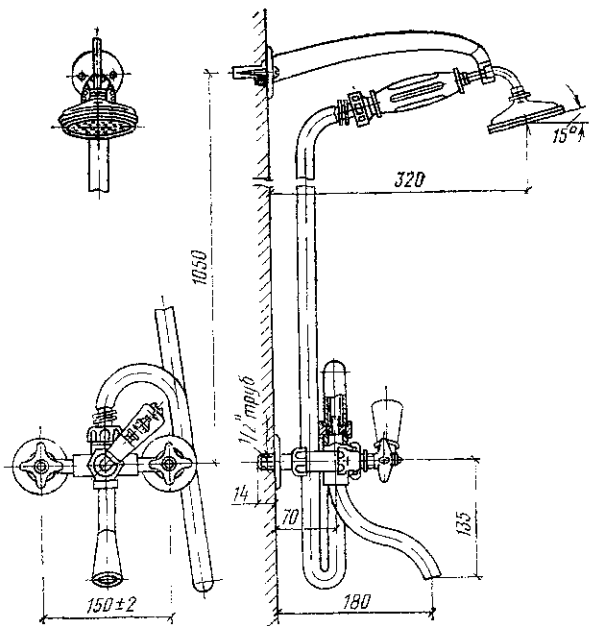
Смеситель типа См-В-Ст со стационарной душевой трубкой и сеткой (для скрытой подводки воды)



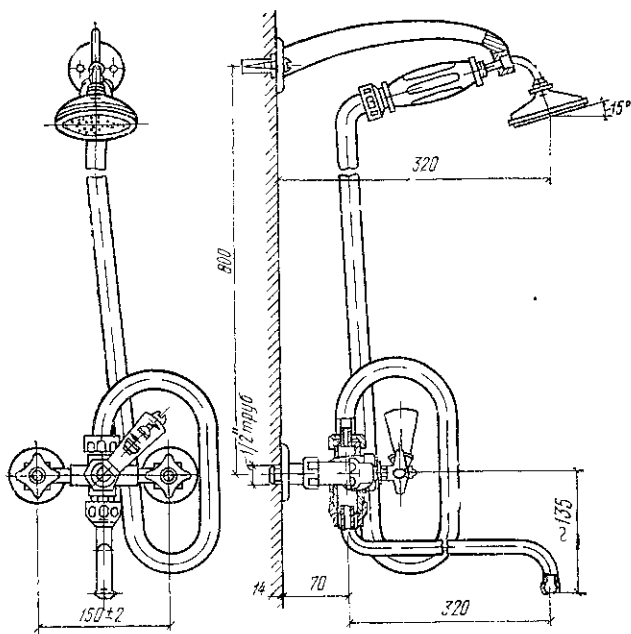
Смеситель типа См-ВУ Ст общий для ванны и умывальника со стационарной душевой трубкой и сеткой (для скрытой подводки воды)



Смеситель типа См-В-Шл с душевой сеткой на гибком шланге (для скрытой подводки воды)

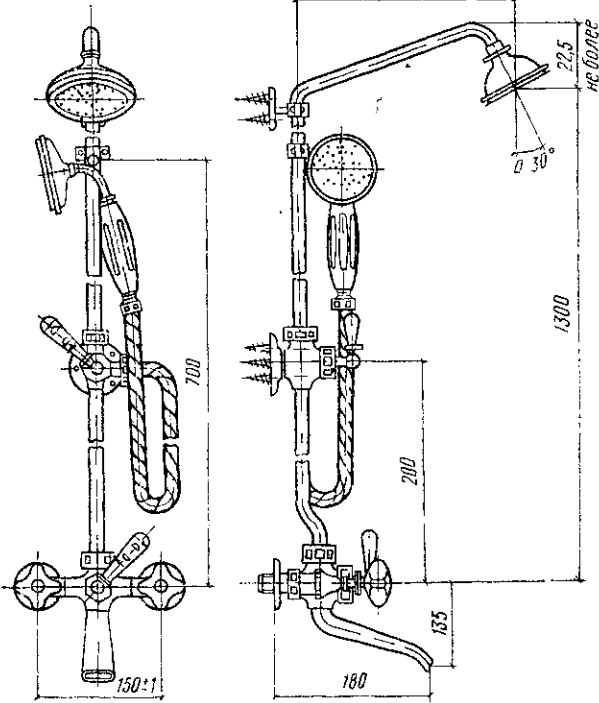


Смеситель типа См-ВУ-Шл общий для ванны и умывальника с душевой сеткой на гибком шланге (для скрытой подводки воды)

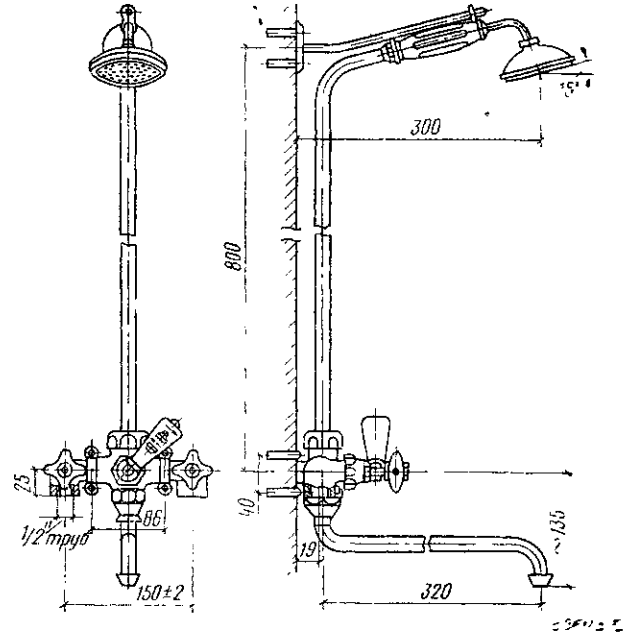


Смеситель типа См-В-К с двумя душевыми сетками на стационарной трубке и гибком шланге (комбинированный) (для скрытой подводки воды)

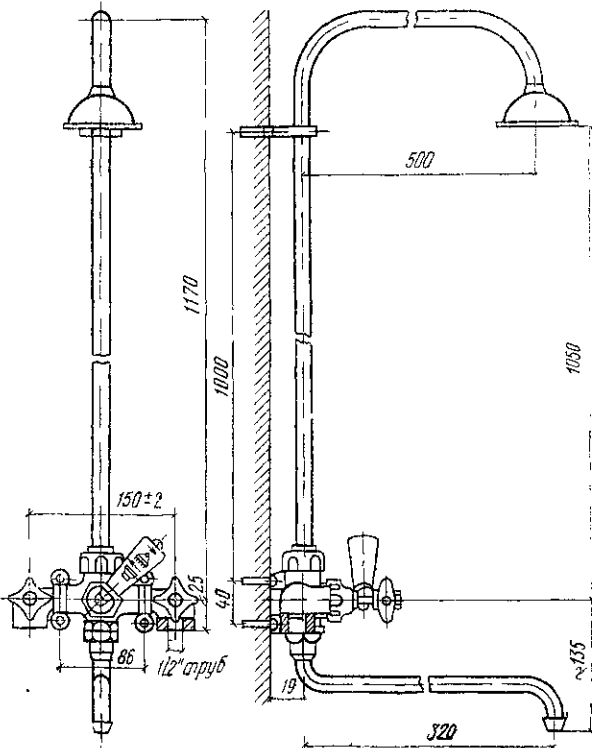
270



Смеситель типа См-ВУ-Шлоп общий для ванны и умывальника с душевой сеткой на гибком шланге (для нижней открытой подводки воды)



Смеситель типа См-ВУ-Стоп общий для ванны и умывальника со стационарной душевой трубкой и сеткой (для нижней открытой подводки воды)



Смеситель типа См-ВУ-Шлн общий для ванны и умывальника настольный с душевой сеткой на гибком шланге

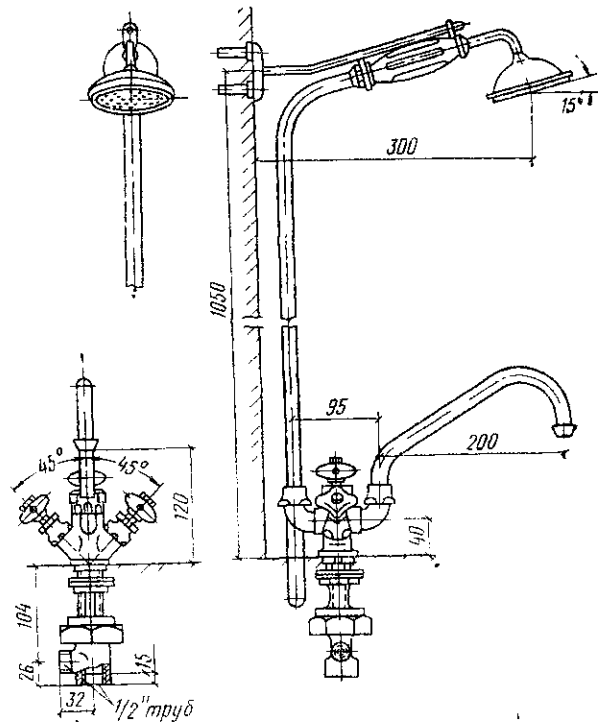




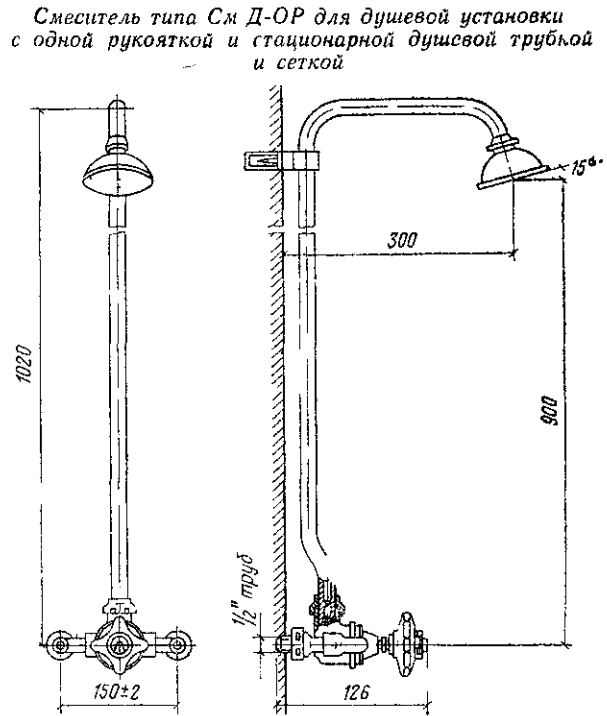
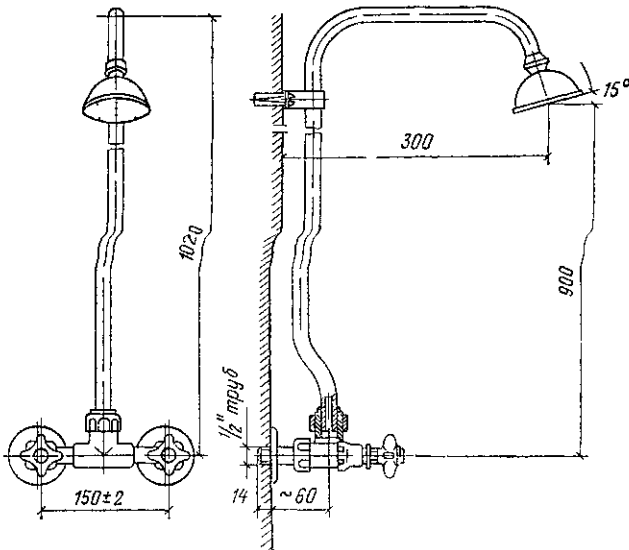
ТАБЛИЦА XII 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СМЕСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ВАНН

Тип смесителя	Масса смесителя, кг	Комплектация			
		кронштейны для крепления душевой трубки и сетки	скобы для крепления душевой трубки	скобы для крепления смесителя	шурупы
См В Ст	2,01	—	1	—	2
См В Шл	2,36	1	—	—	2
См ВУ Ст	2,14	—	1	—	2
См ВУ Шл	2,4	1	—	—	2
См ВУ Шлоп	—	1	—	—	6
См ВУ Стон	—	—	1	—	6
См ВУ Шлн	2,65	1	—	—	6
См В К	3,65	1	—	—	6

Смесители для душевых установок

Смеситель типа См Д-Ст для душевой установки со стационарной душевой трубкой и сеткой



Термосмесители

Термостатический смеситель прямого действия типа ТСВБ-50, устанавливаемый как в горизонтальном, так и в вертикальном положениях (в зависимости от схемы подводки трубопроводов горячей и холодной воды) в групповых и индивидуальных душевых кабинках, физиотерапевтических кабинках, детских ваннах и т.п. для автоматического поддержания заданной температуры воды, подаваемой в души и ванны

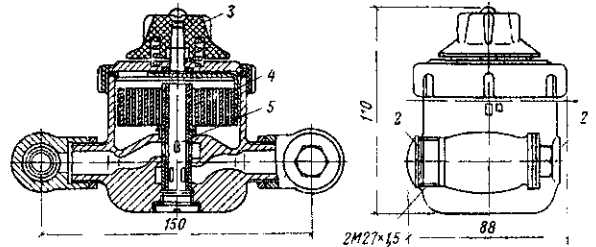
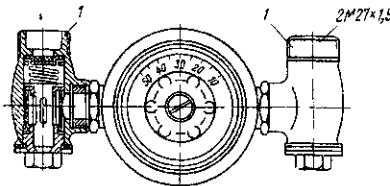


ТАБЛИЦА XII 3

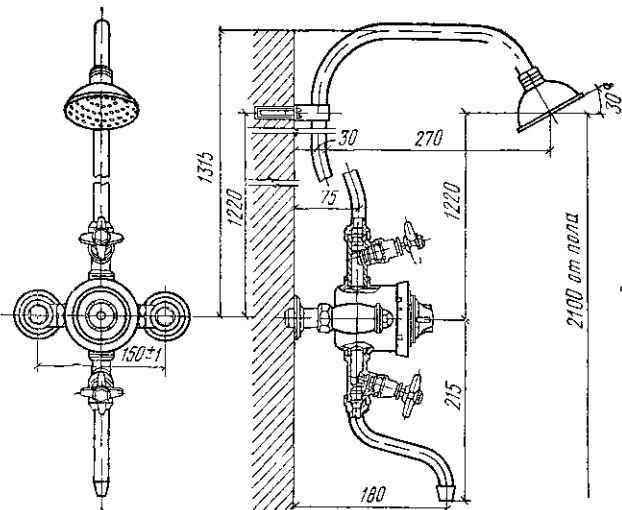
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СМЕСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ДУШЕВЫХ УСТАНОВОК (ПО ГОСТ 10822-64 И ГОСТ 7876-64)

Тип смесителя	Масса смеси, кг	Комплектация	
		скобы для крепления душевой трубки	шурупы
См Д СТ	1,48	1	2
См Д ОР	2,27	1	2



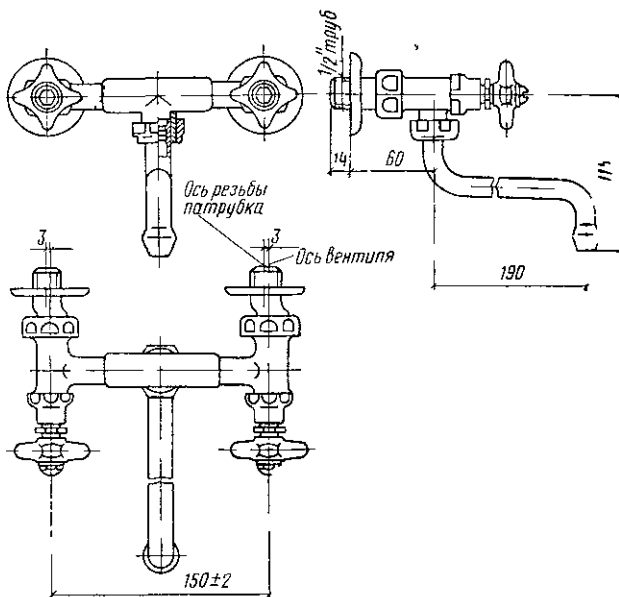
1 — штуцера для присоединения трубопроводов холодной и горячей воды  $D_y = 15$  мм, 2 — штуцера с резьбой трубной  $1/2''$  для присоединения трубопровода смешанной воды  $D_y = 15$  мм, 3 — рукоятка настройки температуры, 4 — биметаллическая пружина, 5 — золотник

Термостатический смеситель для ванн типа ТСм-В-Ст (по ГОСТ 7876—64) (масса комплекта смесителя 4,78 кг)

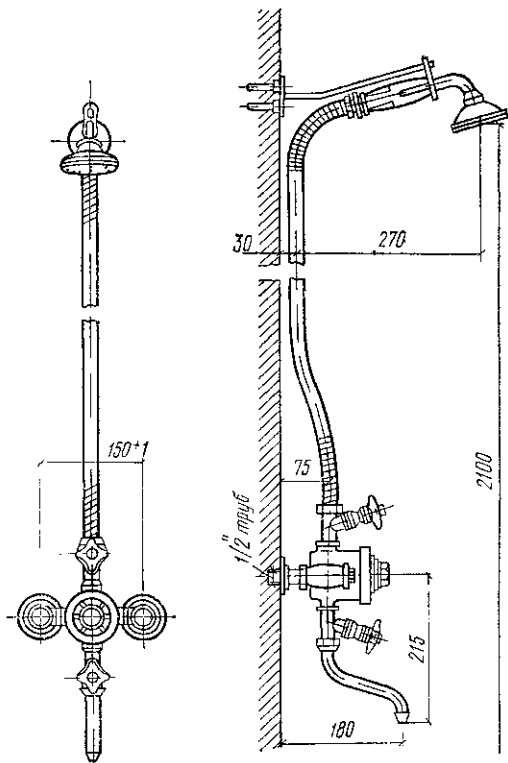


Смесители для моек (по ГОСТ 7942—66 и 7876—64)

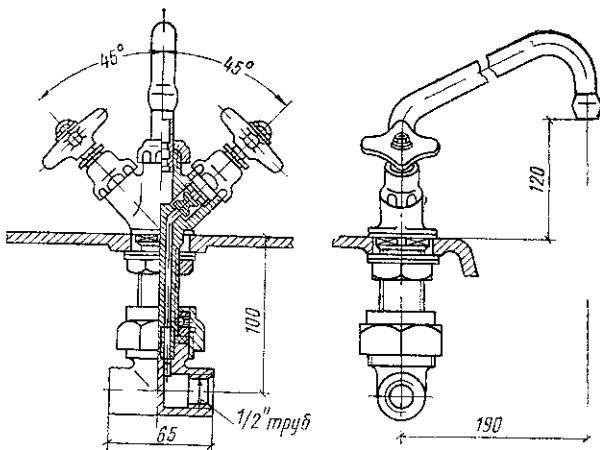
Смеситель типа См-М-НН для мойки настенной с нижним изливом (масса 1,01 кг)



Термостатический смеситель для ванн типа ТСм-В-Шл



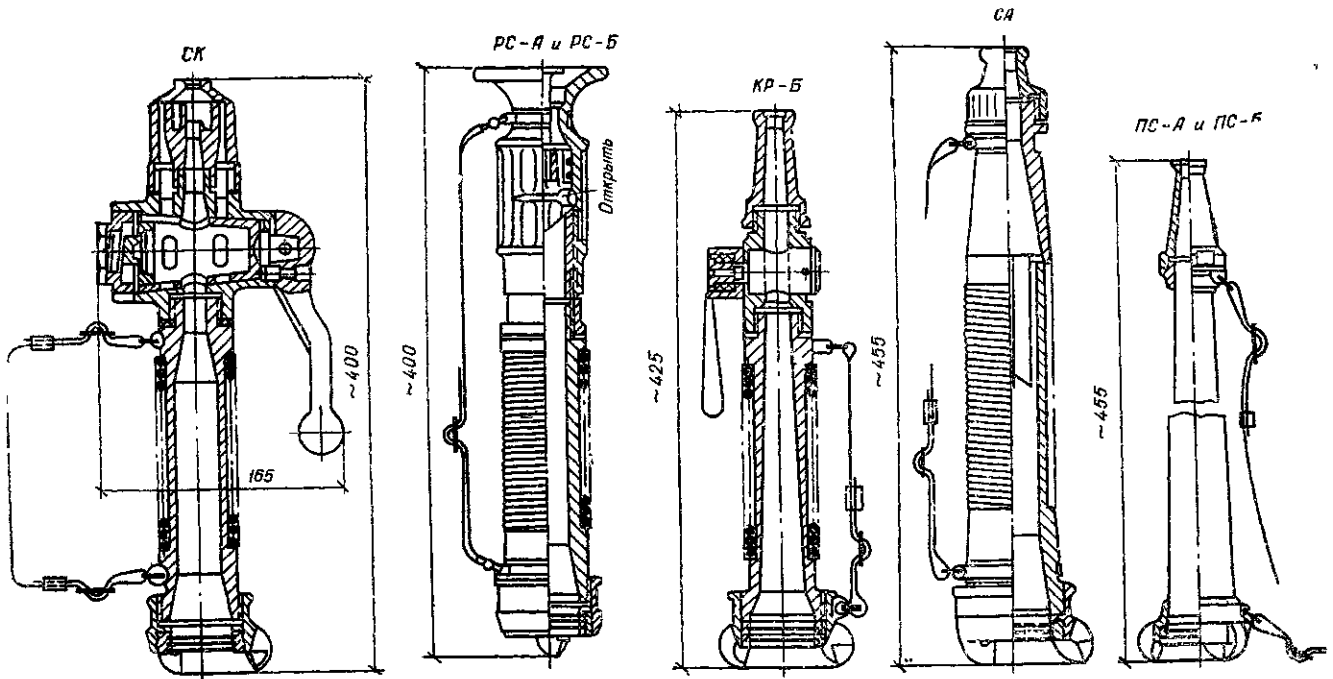
Смеситель типа См-М-ВКСЦ для мойки настольной с верхней камерой смещения центральный (масса 1,33 кг)



Пожарное оборудование

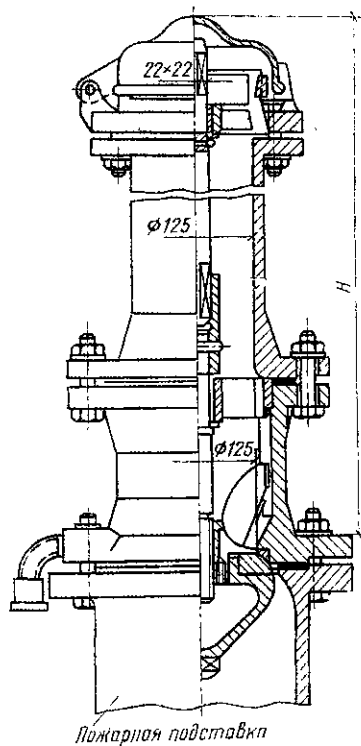
ТАБЛИЦА XII 4

ХАРАКТЕРИСТИКА СТВОЛОВ ПОЖАРНЫХ РУЧНЫХ НА  $P \sqrt{6}$  кгс/см<sup>2</sup> (ПО ГОСТ 9923--67)

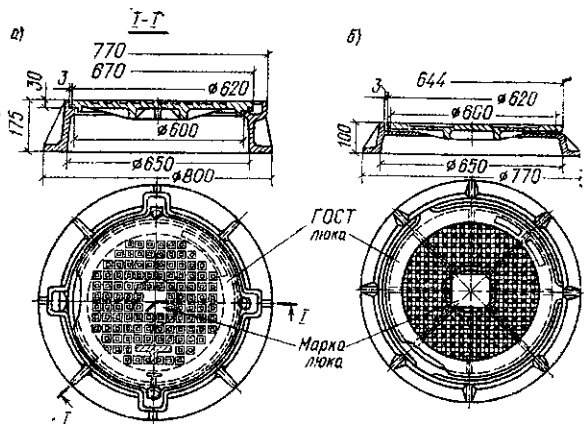


Тип	Наименование ствола	Назначение
СК	Ручной комбинированный условным проходом 50 мм с краном для перекрытия потока воды	Для создания и направления сплошной или распыленной струи с узким или широким факелом
РС-А РС-Б	Ручной условным проходом 70 мм с устройством для перекрытия потока воды Ручной условным проходом 50 мм с устройством для перекрытия потока воды	Для создания и направления сплошной или распыленной струи
КР-Б	Ручной условным проходом 50 мм с краном для перекрытия потока воды	
СА, ПС-А	Ручной условным проходом 70 мм	Для создания и направления сплошной струи
ПС-Б	То же, 50 мм	

Гидранты пожарные подземные на условное давление  $P_y 10 \text{ кгс/см}^2$  (по ГОСТ 8220—62) (размер  $H$  колеблется от 500 до 2500 мм с интервалом через 250 мм; при  $H=750$  мм масса равна 90 кг, при увеличении на каждые 250 мм длины масса возрастает на 13 кг)



Люки чугунные для водопроводных, канализационных, водосточных и пожарных смотровых колодцев (по ГОСТ 3634—61)



а — тяжелые люки типа Т, размещаемые на проезжей части улиц; б — легкие люки типа Л, размещаемые на тротуарах, дорогах с движением автотранспорта ограниченного тоннажа (5 т) и в непроезжих местах

ТАБЛИЦА XII 5

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СТВОЛОВ ПОЖАРНЫХ РУЧНЫХ

Тип ствола	Тип головки соединительной	Диаметр насадки, мм	Расход воды, л/с, не менее		Масса ствола, кг, не более
			для струи при давлении у ствола 3 кгс/см <sup>2</sup>	для распыленной струи при давлении у ствола 6 кгс/см <sup>2</sup>	
СК	ГМ-50	11,5	3,3	3,5—3,8	2,5
РС-А	ГМ-70	—	2,5	3,5	2
РС-Б	ГМ-50	—	2,5	3,5	1,8
КР-Б	ГМ-50	13	3,1	—	1,4
СА	ГМ-70	19	6,6	—	2
ПС-А	ГМ-70	19	6,6	—	1,25
ПС-Б	ГМ-50	16	4,7	—	1,1

ТАБЛИЦА XII 6

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ГОЛОВКИ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ДЛЯ ПОЖАРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА  
 $P_v 12 \text{ кгс/см}^2$  (СОКРАЩЕННЫЙ СОРТАМЕНТ ПО ГОСТ 2217-66)

Тип	Головка	Обозначения	Основные данные при $D_y$ , мм	
			50	70
ГР	<p>Рукавная</p>	$D$	85	103
		$D_1$	77	94
		$D_2$	106	128
		$D_3$	50,5	66
		$d$	42	57
		$L$	48	52
		$L_1$	100	105
		Масса	0,38	0,52
ГЦ	<p>Цапковая</p>	$D$	85	103
		$D_1$	77	94
		$D_2$	106	128
		труб	27	27
		$d$	43	57
		$L$	55	61
		$L_1$	22,5	27
		Масса	0,28	0,23
ГМ	<p>Муфтовая</p>	$D$	85	103
		$D_1$	77	94
		$D_2$	106	128
		$D_3$	73	89
		труб	27	27
		$d$	43	57
		$L$	50	56
		$L_1$	22	26
Масса	0,22	0,33		

Примечание. Кроме указанных типов ГОСТ 2217-66 предусматривает головки переходные ГП и головки запорки ГЗ, на условные проходы  $D_1 = 87, 110$  и  $150$  мм.

## 3. ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДЯНОГО И ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ

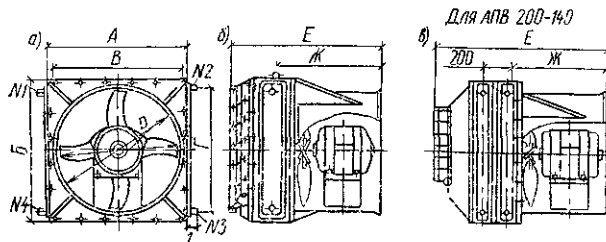
## ПРИЛОЖЕНИЕ XIII

## Отопительные агрегаты

Отопительные агрегаты типов АПВС и АПВ подвесные

ТАБЛИЦА XIII

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ОТОПИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ТИПОВ АПВС И АПВ



Марка агрегата	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	Штуцера		
								№		трубная резьба дюймы
АПВС 50-30	40	532	470	110	400	635	368	2 и 4	32	1 1/2
АПВС 70-40	596	682	626	520	600	735	470	2 и 4	60	2
АПВС 110-80	852	852	772	708	700	737	490	2 и 3	70	2 1/2
АПВ 200-140	1080	1004	1010	750	800	1191	560	1 и 3	80	1 1/2
АПВ 280-190	1230	1100	1150	860	1000	1430	620	2 и 3	90	3

Примечания 1 Цифры марки агрегата обозначают его теплопроизводительность в тыс ккал/ч первые — при теплоносителе паре с абсолютным давлением  $P=3$  кгс/см<sup>2</sup>, вторые — при теплоносителе воде с параметрами  $t_{гор}=130$  °С,  $t_{обр}=70$  °С

2 а — общий вид б — тип АПВС, в — тип АПВ

ТАБЛИЦА XIII 2

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОТОПИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ТИПОВ АПВС И АПВ

Марка агрегата	Производительность по воздуху м <sup>3</sup> /ч, при начальной температуре 16 °С	Теплопроизводительность Q, тыс ккал/ч, и конечная температура воздуха t <sub>к</sub> , °С, при обогреве								Масса агрегата, кг		
		паром с избыточным давлением, кгс/см <sup>2</sup>						водой температурой t <sub>гор</sub> =130 °С и t <sub>обр</sub> =70 °С				
		0,1		1		2		Q	t <sub>к</sub>		Q	t <sub>к</sub>
		Q	t <sub>к</sub>	Q	t <sub>к</sub>	Q	t <sub>к</sub>					
АПВС 50-30	3 300	10	58,2	45	63,3	50	68,6	30	47,6	100		
АПВС 70-40	3 900	30	60,7	58	67,6	68	77	39	50,8	163		
АПВС 110-80	6 900	—	—	100	66,2	110	71,3	80	56,2	220		
АПВ 200-140	13 900	140	51	170	58,5	200	66	140	50,8	600		
АПВ 280-190	18 800	190	51	240	60,2	280	67,1	190	51	813		

Примечание Теплоноситель должен иметь избыточное давление не более 6 кгс/см<sup>2</sup> и температуру не более 150 °С.

ТАБЛИЦА XIII 3

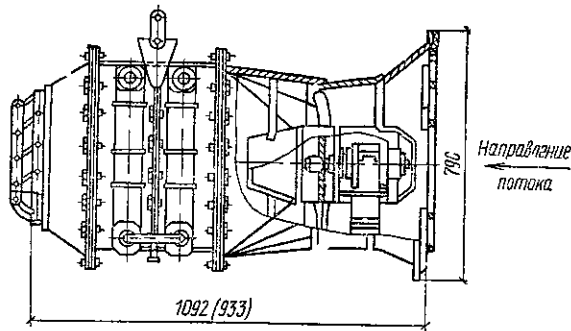
КОНСТРУКТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ ОТОПИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ТИПОВ АПВС И АПВ

Марка агрегата	Электродвигатель			Марка вентилятора	Калорифер		
	тип	мощность, кВт	частота вращения, об/мин		число ходов при теплоносителях воде	тип	поверхность нагрева, м <sup>2</sup>
АПВС 50-30	АОЛ-31 2 АО2-12 2	1 1,1	2900 3000	06-320-4	10	Спирально-навивной	10,85
АПВС 70-40	A32-4 АО2 21-4	1 1,1	1400 1500	06-320-6	7	То же	18,3
АПВС 110-80	A41-4 АО2 31 4	1,7 2,2	1420 1500	06-320-7	6	—	29,4
АПВ 200 140	A42-4 АО2-32 4 АО2 41-4	2,8 3 4	1420 1500 1500	06-320-8	7	Пластинчатый	85,2
АПВ 280-190	A51-6 АО2-41-6 АО51-6	2,8 3 2,8	950 1000 950	06-320-10	8	То же	124,5

Отопительный подвесной агрегат типа STD-100

ТАБЛИЦА XIII 4

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОТОПИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА ТИПА STD-100



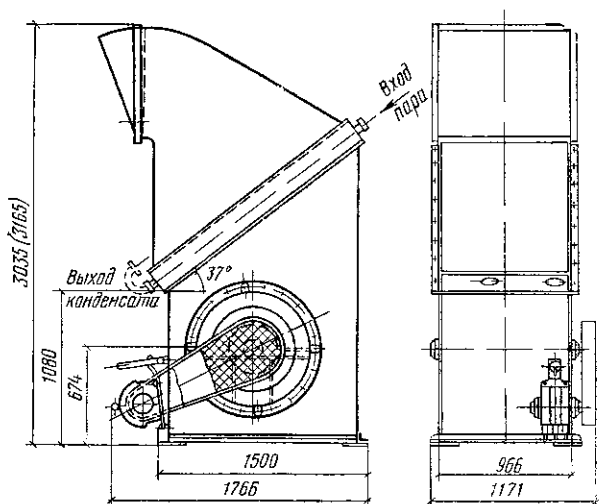
Показатели	При обогреве паром с давлением $P = 5 \text{ кгс/см}^2$	
	При обогреве водой с температурой $t_{гор} = 150 \text{ }^\circ\text{C}$ и $t_{обр} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$	
Температура воздуха, $^\circ\text{C}$		
начальная . . . . .	16	16
конечная . . . . .	55	55
Производительность по воздуху		
м <sup>3</sup> /ч . . . . .	8 770	8 490
кг/ч . . . . .	10 700	10 360
Теплопроизводительность, тыс ккал/ч	100	97
Скорость выхода воздуха, м/с	7,6	7,3
Масса агрегата, кг . . .	178	299

Примечание Размер 933 мм, указанный на схеме в скобках, относится к агрегату с калорифером для воды

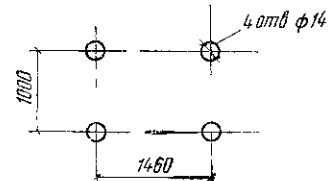
Отопительный агрегат типа STD-300M

ТАБЛИЦА XIII 5

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОТОПИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА ТИПА STD-300M



Расположение отверстий в корпусе для фундаментных болтов



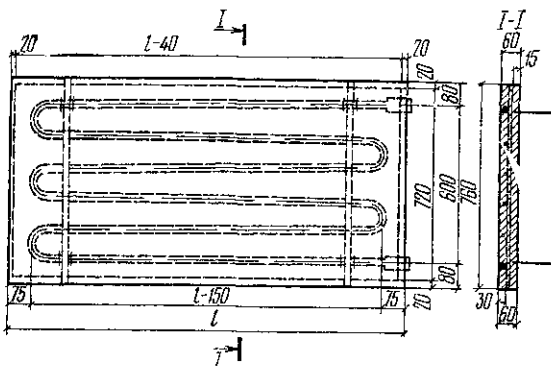
Продолжение табл XIII 5

Показатели	При обогреве паром с избыточным давлением, кгс/см <sup>2</sup>			При обогреве водой с температурой	
	2	3	4	$t_{\text{Гор}} = 130^{\circ}\text{C}$ и $t_{\text{обР}} = 70^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{Гор}} = 150^{\circ}\text{C}$ и $t_{\text{обР}} = 70^{\circ}\text{C}$
Производительность по воздуху м <sup>3</sup> /ч . . . . .	28 800			25 000	
кг/ч . . . . .	34 500			30 000	
Теплопроизводительность $Q$ , тыс ккал/ч . . . . .	256	278	296	305	330
Конечная температура воздуха $t_{\text{к}}$ , °C	47	49,5	50,6	60	61,8
Скорость выхода воздуха, м/с . . . . .	11,8			10,3	
Масса агрегата, кг	846			1160	

Примечание Размер 3165 мм, указанный на схеме в скобках, относится к агрегату с калорифером для воды

ТАБЛИЦА XIV 2

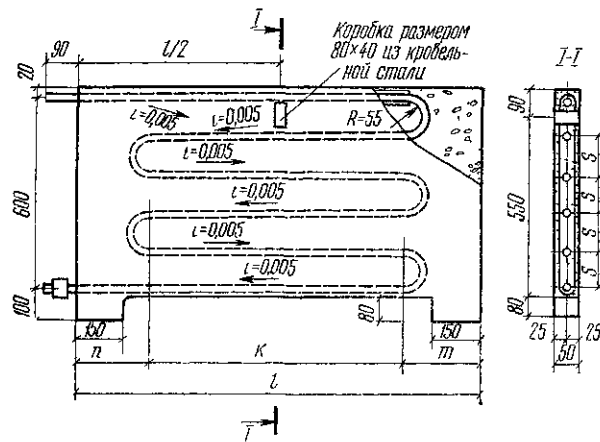
## ПАНЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПОДОКОННЫЕ (КОНСТРУКЦИИ НИИСТ ГОССТРОЯ СССР)



Тип панели	Длина $l$ , мм	Поверхность нагрева м <sup>2</sup>	Объем бетона м <sup>3</sup>	Масса, кг		
				арматуры	регистров	общая
П 1	1500	1,14	0,008	1,2	13,3	14,5

ТАБЛИЦА XIV 3

## ПАНЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПОДОКОННЫЕ (КОНСТРУКЦИИ ИНСТИТУТА ЛЕНПРОЕКТ) С КОНВЕКТИВНЫМ КАНАЛОМ



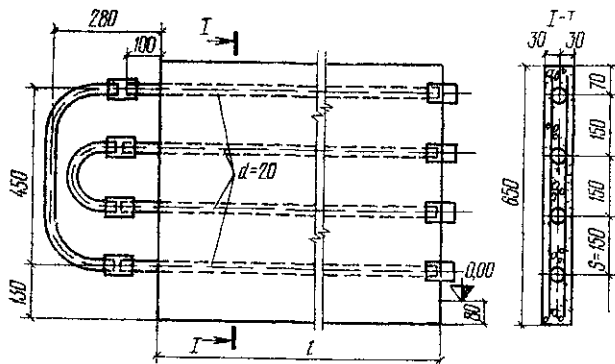
Тип панели	Поверхность нагрева, м <sup>2</sup>	мм				Общая масса кг
		$l$	$n$	$\lambda$	$m$	
БТ-1	1,5	1400	210	900	290	114
	1,7	1400	100	1200	100	
БТ-2	1,5	1500	210	900	390	122
	1,7	1500	100	1200	200	
	1,9	1500	100	1300	100	
БТ-3	1,5	1600	210	900	490	130
	1,5	1600	100	1200	300	
	1,9	1600	100	1300	200	
БТ 4	1,5	1800	210	900	690	141
	1,7	1800	100	1200	500	
	1,9	1800	100	1300	400	
	2,25	1800	100	1600	100	

## ПРИЛОЖЕНИЕ XIV

## Панели отопительные

ТАБЛИЦА XIV 1

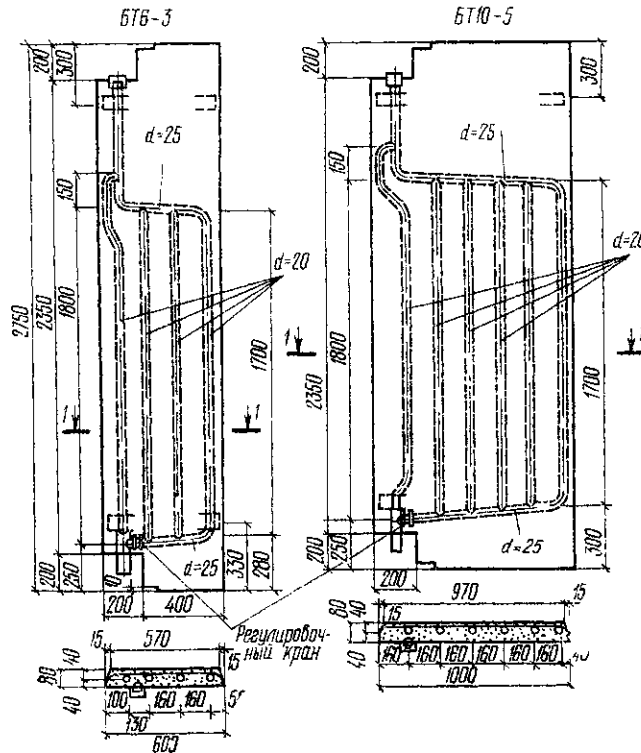
## ПАНЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПЛИНТУСНЫЕ (КОНСТРУКЦИИ САКБ)



Тип панели	Длина $l$ , мм	Поверхность нагрева м <sup>2</sup>	Объем бетона, м <sup>3</sup>	Масса, кг		
				арматуры	регистров	общая
БТ-24 6,5	2400	1,5	0,088	10,62	18,8	246
БТ 32-6,5	3200	2	0,118	13,64	24	330



ПАНЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕГОРОДОЧНЫЕ ДЛЯ  
ОДНОТРУБНЫХ СИСТЕМ (КОНСТРУКЦИИ САКБ ДЛЯ ЗДАНИЙ С ВЫСОТОЙ ЭТАЖА 3 м)



Тип панели	n, шт	Поверхность нагрева м <sup>2</sup>	Объем бетона м <sup>3</sup>	Масса, кг		
				регистров	арматуры	общая
BT6-3	3	1,25×2	0,121	16,9	2,15	340
BT6-6	6			25,46		
BT10-5	5	1,25	0,206	25,15	4,35	540
BT10-8	8	2,1×2	0,203	33,59		
BT10-11	11		0,2	42,15		

\* n — число трубок регистра кроме замыкающего участка

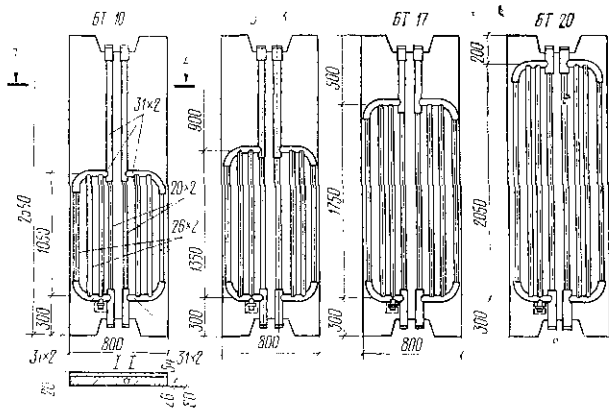


ТАБЛИЦА XV 5  
ПАНЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕГОРОДОЧНЫЕ  
ДЛЯ ДВУХТРУБНЫХ СИСТЕМ (КОНСТРУКЦИИ САКБ  
ДЛЯ ЗДАНИЙ С ВЫСОТОЙ ЭТАЖА 2,8 м)

Тип панели	Условная поверхность нагрева м	Объем бетона, м <sup>3</sup>	Масса, кг		
			арматуры	регистров	общая
BT-10	1,12×2	0,152	6,18	8,21	390
BT 13	1,36×2	0,151	6,18	9,21	
BT 17	1,68×2	0,15	3,35	10,32	
BT 20	1,9×2	0,149	3,35	11,21	

### ПРИЛОЖЕНИЕ XV

#### Подогреватели пароводяные емкостные и водоводяные скоростные секционные

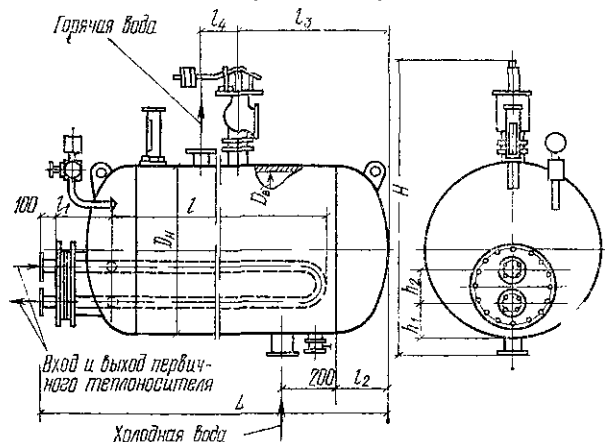


ТАБЛИЦА XV 1  
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ  
ЕМКОСТНЫХ ПАРОВОДЯНЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ  
ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ 3073—3078

Обозначение подогревателя	Размеры, мм											Емкость, л		Площадь поверхности нагрева емкостника, м <sup>2</sup>	Число трубок емкостника	Наружный и внутренний диаметры трубок мм d <sub>н</sub> /d <sub>в</sub>	Площадь сечения стальной трубки t тр м <sup>2</sup>	Масса (без воды) кг
	D <sub>н</sub>	D <sub>в</sub>	L	l	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	H	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	общая	рабочая					
3073 (№ 0,4)	712	700	1515	900	293,5	206	406	440	1250	115	200	440	400	0,475	2	33,5/27	0,0012	209
3074 (№ 0,6)	712	700	2155	1367	290,5	206	506	900	1250	115	200	690	640	0,76	2	33,5/27	0,0012	260
3075 (№ 1)	916	900	2156	1127	341	258	458	900	1454	156	260	1125	1000	1,22	3	48/41	0,0019	408
3076 (№ 1,5)	916	900	3157	1906	341	258	1458	900	1454	156	260	1766	1600	1,93	3	48/41	0,0039	529
3077 (№ 2,5)	1216	1200	2813	2193	341	333	1033	900	1754	188	260	2680	2500	2,88	4	48/41	0,0052	678
3078 (№ 4)	1216	1200	4313	3693	342	333	2533	900	1754	188	260	4490	4000	4,7	4	48/41	0,0052	956

Примечания 1 Максимальное рабочее давление пара и нагреваемой воды 5 кгс/см<sup>2</sup>

2 Подогреватели емкостные пароводяные горизонтальные 3073—3078, предназначенные в основном для систем горячего водоснабжения с периодическим разбором воды, выпускаются по нормам, разработанной проектно-конструкторским бюро Главцентрпромпромонтаж геста Проммонтажконструкция (г. Харьков)

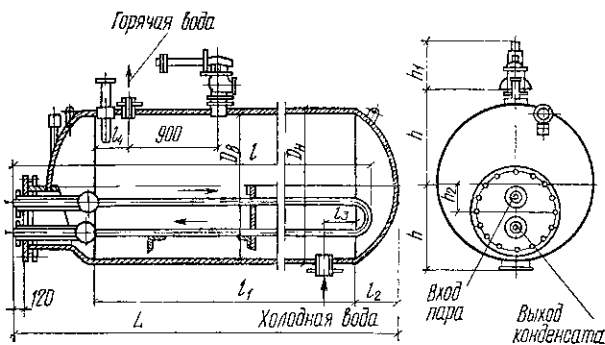


ТАБЛИЦА XV 2  
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ  
ЕМКОСТНЫХ ПАРОВОДЯНЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ  
ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ СТД 3068—3071

Обозначение подогревателя	Размеры, мм											Емкость л		Площадь поверхности нагрева элеватора, м <sup>2</sup>	Число трубок элеватора	Наружный и внутренний диаметры трубок элеватора, d <sub>н</sub> /d <sub>в</sub> , мм	Площадь живого сечения стальных трубок l <sub>тр</sub> , м <sup>2</sup>	Общая масса, кг
	D <sub>н</sub>	D <sub>в</sub>	L	l	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	h	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	общая	рабочая					
СТД 3068 (№ 1)	916	900	2280	1558	1500	260	200	300	565	361	120	1180	1000	1,3	3	48/41	0,0039	427,5
СТД 3069 (№ 1, 6)	916	900	3380	2386	2600	260	200	300	565	361	120	1180	1600	2,06	3	48/41	0,0039	569
СТД 3070 (№ 2, 5)	1216	1200	3032	2845	2100	335	300	400	715	358	240	2890	2500	3,16	4	48/41	0,0052	706
СТД 3071 (№ 4)	1216	1200	4432	4160	3400	335	300	400	715	358	240	4460	4000	4,78	4	48/41	0,0052	1030

Примечания 1. Максимальное рабочее давление пара и нагреваемой воды 5 кгс/см<sup>2</sup>.

2. Конструкция подогревателей разработана проектно-конструкторским бюро треста Сантехдеталь Минмонтажспецстроя СССР

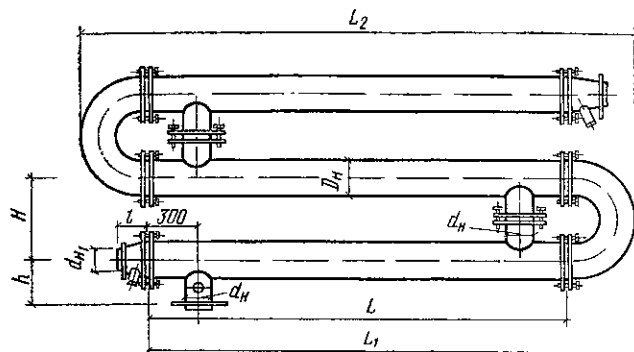


ТАБЛИЦА XV 3  
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ  
ВОДОВОДЯНЫХ СКОРОСТНЫХ СЕКЦИОННЫХ  
ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ПО ОТРАСЛЕВЫМ  
СТАНДАРТАМ 34588—68

Обозначение подогревателя	Размеры, мм									Площадь поверхности нагрева одной секции, м <sup>2</sup>	Число трубок	Площадь живого сечения, м <sup>2</sup>		Масса одной секции, кг
	D <sub>н</sub>	d <sub>н</sub>	d <sub>н1</sub>	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	l	H	h			трубок	межтрубного пространства	
020СТ 34588—68	57	45	45	4000	4110	4220	70	150	75	0,75	4	0,00062	0,00116	45,2
040СТ 34588—68	76	57	57	4000	4150	4300	80	200	100	1,31	7	0,00108	0,00233	61,6
060СТ 34588—68	89	76	76	4000	4170	4340	85	240	120	2,24	12	0,00185	0,00287	80,4
080СТ 34588—68	114	89	89	4000	4212	4424	90	300	150	3,54	19	0,00293	0,005	114
100СТ 34588—68	168	133	108	4000	4310	4620	142	400	200	6,9	37	0,0057	0,0122	207
120СТ 34588—68	219	168	159	4000	4416	4832	154	500	250	12	64	0,00985	0,02079	322
140СТ 34588—68	273	219	219	4000	4516	5032	178	600	300	20,3	109	0,01679	0,03077	487
160СТ 34588—68	325	273	219	4000	4616	5232	200	700	350	28	151	0,02325	0,04464	663
180СТ 34588—68	377	325	273	4000	4715	5430	322	800	400	40,1	216	0,03325	0,05781	901
200СТ 34588—68	426	377	325	4000	4812	5624	374	900	450	52,5	283	0,04356	0,07191	1138
220СТ 34588—68	530	426	377	4000	4776	5552	342	900	450	83,4	450	0,06927	0,11544	1683

Примечания 1. В таблице приведены данные при длине секции 4 м

2. Подогреватели выполняются разборными на P<sub>у</sub> 10 кгс/см<sup>2</sup> при предельной температуре воды 180 °С

3. Трубки латунные Ø 16×1 мм по ГОСТ 494—69

ТАБЛИЦА XV 4

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ВОДОВОДЯНЫХ СКОРОСТНЫХ  
СЕКЦИОННЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ПО МВН 2052-62**

Обозначение подогревателя	Внутренний диаметр, мм	Площадь поверхности нагрева одной секции, м <sup>2</sup>	Число трубок	Площадь живого сечения	
				трубок	между трубного пространства
МВН 2052-22	50	0,77	4	0,00076	0,00116
МВН 2052-24	64	1,35	7	0,00116	0,00281
МВН 2052-26	82	2,32	12	0,00198	0,00287
МВН 2052-28	100	3,66	19	0,00314	0,005
МВН 2052-30	158	7,14	37	0,00512	0,0122
МВН 2052-32	207	13,3	69	0,0114	0,0198
МВН 2052-34	259	21	101	0,018	0,0398
МВН 2052-36	301	29,1	151	0,025	0,0416

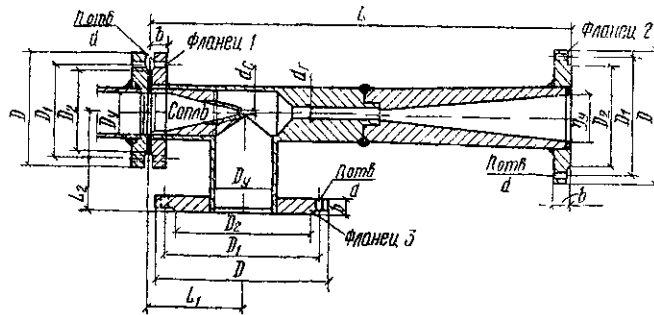
Примечание Трубки латунные  $\varnothing 16 \times 1$  мм по ГОСТ 401-69

## ПРИЛОЖЕНИЕ XVI

## Элеваторы водоструйные

ТАБЛИЦА XVI 1

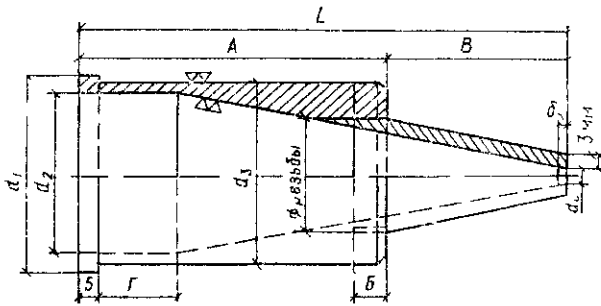
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм СТАЛЬНЫХ ЭЛЕВАТОРОВ КОНСТРУКЦИИ ВТИ-МОСЭНЕРГО НА  $P_{\text{раб}} 10$  кгс/см



№ элеватора	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	d <sub>c</sub>	d <sub>r</sub>	Фланец 1						Фланцы 2 и 3							
						D <sub>y</sub>	D	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	a	b	n, шт.	D <sub>y</sub>	D	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	a	b	n, шт.
1	425	90	110	*	15	40	145	110	88		18		50	160	125	102		21	4
2	425	90	110	*	20	40	145	110	88		18		50	160	125	102		21	4
3	625	135	155	*	25	50	160	125	102		19		80	195	160	138		25	4
4	625	135	155	*	30	50	160	125	102	18	19	4	80	195	160	138	18	25	4
5	625	135	155	*	35	50	160	125	102		19		80	195	100	138		25	4
6	720	180	175	*	47	80	195	160	138		20		100	215	180	158		27	8
7	720	180	175	*	59	80	195	160	138		20		100	215	180	158		27	8

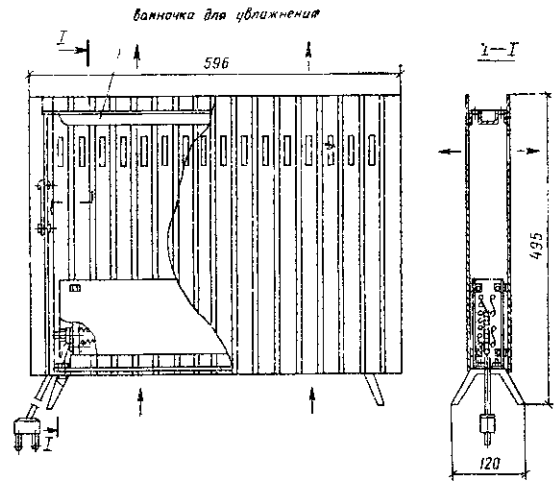
\* По расчету.

ТАБЛИЦА XVI  
РАЗМЕРЫ, мм, СОПЛА К ЭЛЕВАТОРАМ

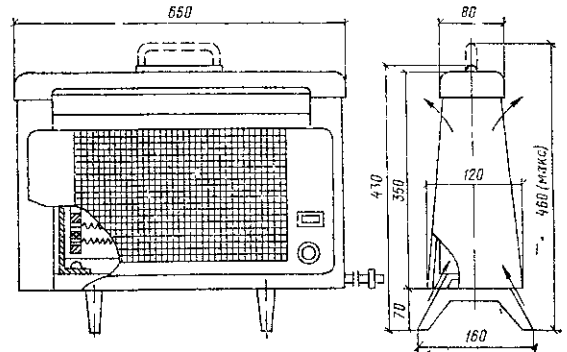


№ звена гора	L	A	Б	B	Г	б	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	Диаметр резьбы	
										d <sub>H</sub>	d <sub>B</sub>
1	110	65	10	45	20	4	44	32	39	16,66	14,95
2	100	65	10	35	20	2	44	32	39	16,66	14,95
3	145	105	10	40	30	5	56	44	49	26,44	24,12
4	135	105	5	35	30	3	56	44	49	26,44	24,12
5	125	105	10	20	30	3	56	44	49	26,44	24,12
6	175	130	15	45	35	2	88	72	81	41,91	38,95
7	175	130	15	25	35	2	88	72	81	41,91	38,95

Электроконвектор ВОВ-1,25М1\* массой 6,6 кг с напряжением 220 В и мощностью 1,25 кВт



Электроконвектор «Комфорт» массой 5 кг с напряжением 220 В и мощностью 1,25 кВт (с двумя ступенями переключения мощности — 0,625 и 1,25 кВт)



#### 4. ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОТОПЛЕНИЯ

##### ПРИЛОЖЕНИЕ XVII

##### Нагревательные приборы систем электрического отопления

Электроконвектор «Огонек» массой 6,5 кг (не более) с напряжением 220 В и мощностью 1,2 кВт (максимальная температура на поверхности кожуха 90° С; мощность регулируется 4-позиционным переключателем, размещенным на кожухе)

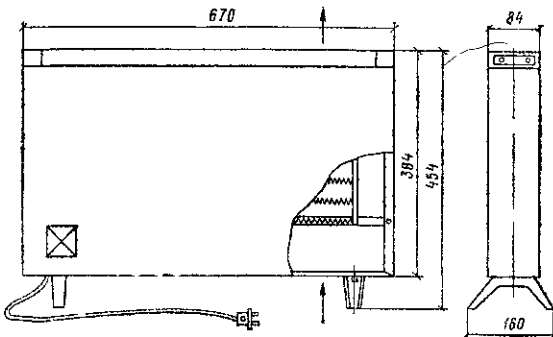
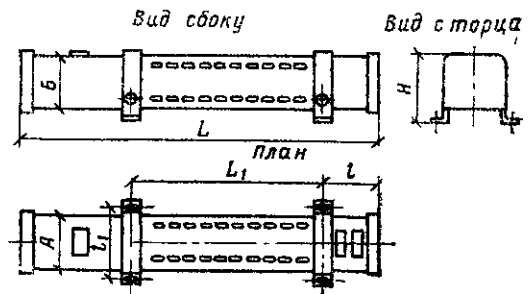


ТАБЛИЦА XVII  
ПЕЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТИПА ПЭТ



Продолжение табл. XVII.1

Тип	A	Б	L	L <sub>1</sub>	l	l <sub>1</sub>	H	Напряже- ние, В	Мощ- ность кВт	Масса, кг	Назначение
ПЭТ-9	105	100	625	345	100	127	120	220	0,5	5	Для бытовых и про- изводственных поме- щений
ПЭТ-5	105	100	625	345	100	127	120	500	0,76	5	
ПЭТ-7	105	100	625	345	100	127	120	220	0,76	5	
ПЭТ-4	180	130	656	390	95	216	170	220	1,0	6	

ТАБЛИЦА XVII.2

## ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРЫ СЕРИИ СФО

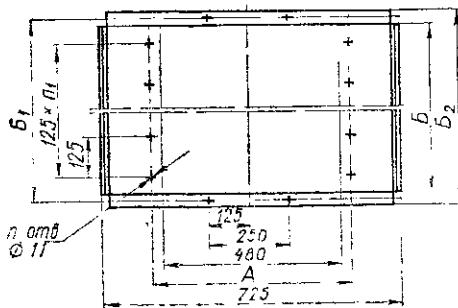
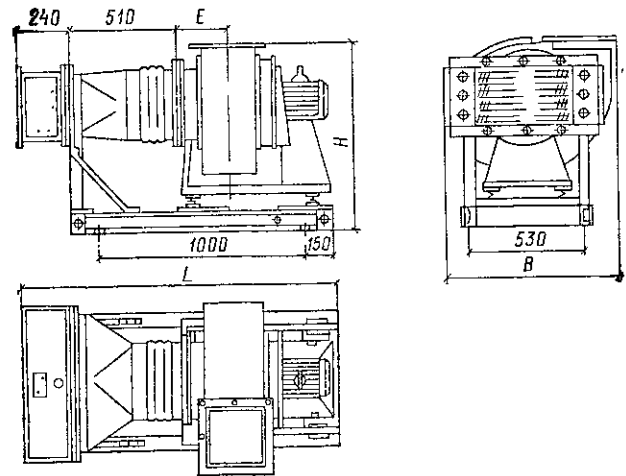


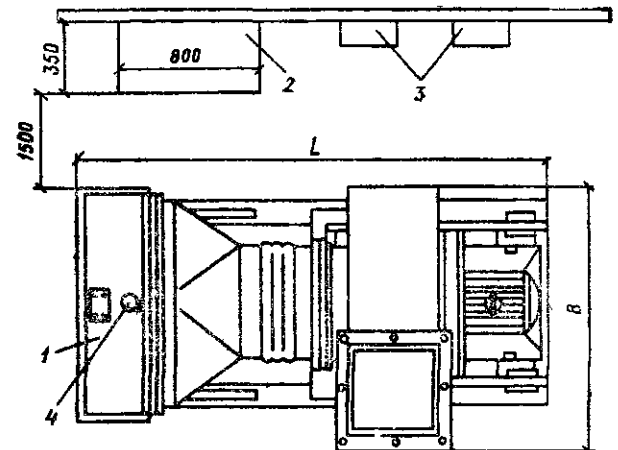
ТАБЛИЦА XVII.3

## ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРНЫЕ УСТАНОВКИ СЕРИИ СФОА



Тип калорифера	Размеры, мм				n, шт.	r <sub>1</sub>
	A	Б	Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>		
СФО-25/1Т-МО1	524	190	235	270	20	1
СФО-40/1Т-МО1	524	325	370	440	24	2
СФО-60/1Т-МО1	524	460	505	540	28	3
СФО-100/1Т-МО1	524	595	640	675	32	4
СФО-160/1Т-МО1	524	1000	1015	1085	41	7
СФО-250/1Т-МО1	524	1540	1585	1625	60	11

Тип калориферной установки	H	E	L	B	Масса, кг
СФОА-16/0,5ТЦ-М2/1	1035	215—220	1540	790	195
СФОА-25/0,5ТЦ-М2/1	1025	215—220	1540	790	100
СФОА-40/0,5ТЦ-М2/1	1200	218—248	1540	900	230
СФОА-60/0,5ТЦ-М2/1	1200	250—253	1540	900	245
СФОА-100/0,5ТЦ-М2/1	1600	305—350	1540	1100	358

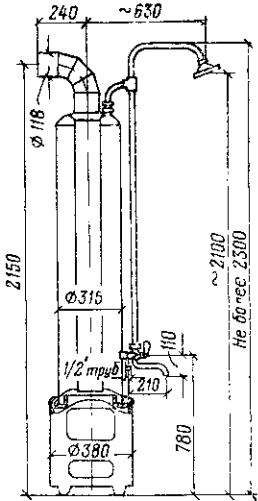
Рекомендуемая компоновка электрокалориферной  
установки

1 — электрокалориферная установка, 2 — щит управления,  
3 — датчики, 4 — место установки ТР-200

5. ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ XVIII

Водонагреватели местные для горячего водоснабжения



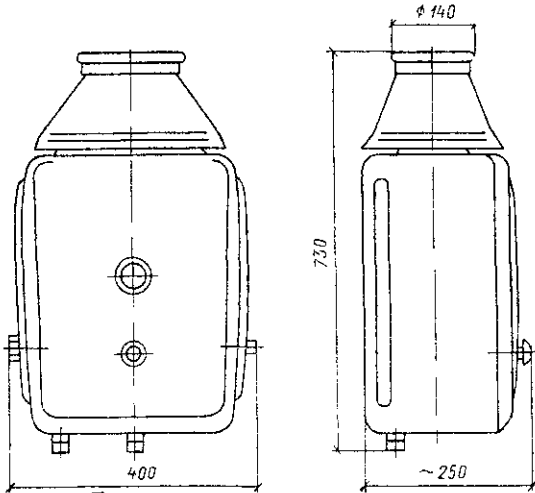
Техническая характеристика колонок водогрейных для ванн (по ГОСТ 8870-58)

Время нагрева воды до 70 °С мин	45-60
Емкость водяного бака, л	92-2
Максимальное избыточное давление в водном баке при пользовании душем, кг/см <sup>2</sup>	1
Диаметр, мм	
трубопровода, подводящего холодную воду	15
дымоотводящего трубопровода	118
Масса колонки без воды, кг	90

Примечание Топка колонки предназначена для сжигания твердого топлива

ТАБЛИЦА XVIII 1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПРОТОЧНЫХ ГАЗОВЫХ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ



Показатели	КГИ-56	ГВА-1	ГВА-3	Л-3	ВПГ-18
Номинальная тепловая нагрузка, ккал/ч	25 000	22 500	21 200	18 000	18 000
Расход воды при ее нагреве на 50 °С, л/мин	7,5	6	6	4,8	4,8

Продолжение табл XVIII 1

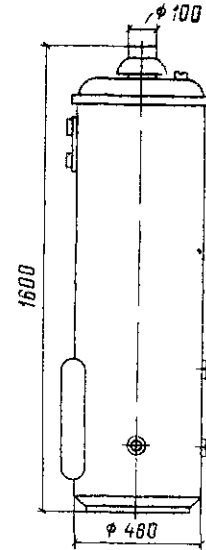
Показатели	КГИ-56	ГВА-1	ГВА-3	Л-3	ВПГ-18
Диаметр дымоотводящего патрубка, мм	130	125	125	128	140
Диаметр трубопровода газа, дюймы	1/4	1/4	1/4	1/4	1/2
Диаметр трубопровода холодной и горячей воды, дюймы	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Масса, кг	23	14	19,5	17,6	18

Примечания 1. На схеме показан водонагреватель ВПГ-18. Общий вид установки водонагревателя КГИ-56 приведен на рис 44 2.

2. Водонагреватель ГВА-1 снят с производства, его технические данные приводятся для справок.

ТАБЛИЦА XVIII 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЕМКОСТНЫХ ГАЗОВЫХ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ



Показатели	АГВ 90М	АГВ 120
Тепловая нагрузка основной горелки, ккал/ч	6000	17 000
Емкость водяного бака, л	80	120
Диаметр дымоотводящего патрубка, мм	80	100
Диаметр трубопровода газа, дюймы	1/4	1/4
Диаметр трубопровода холодной и горячей воды, дюймы	1 1/2	1 1/2
Масса, кг	85	100

Примечание На схеме показан водонагреватель АГВ 120. Общий вид установки водонагревателя АГВ 90М приведен на рис 44 3.

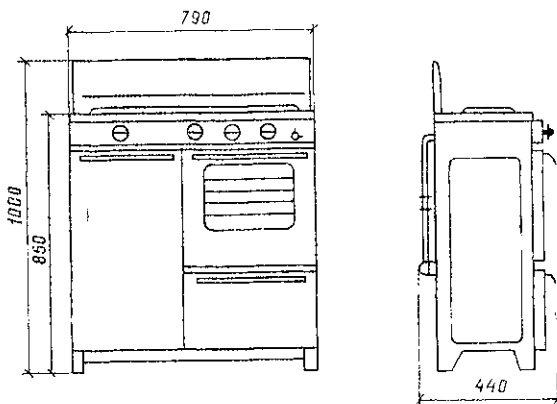
## ПРИЛОЖЕНИЕ XIX

## Плиты газовые

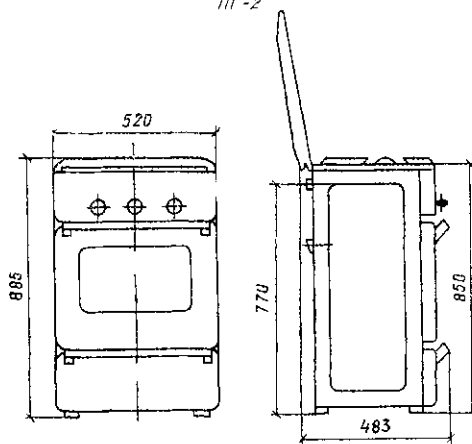
ТАБЛИЦА XIX I

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПЛИТ БЫТОВЫХ ГАЗОВЫХ СТАЦИОНАРНЫХ

ПГЗ-Б



ПГ-2



Показатели	ПГ4 унифицированная	ПГЗ Б	ПГ2 унифицированная
Число горелок стола . . . . .	4	3	2
Размеры духового шкафа, мм			
ширина . . . . .	360	330	360
глубина . . . . .	472	320	332
высота . . . . .	300	273	300
Тепловая нагрузка горелок, ккал/ч			
стола . . . . .	6400	4800	3200
духового шкафа . . . . .	3200	3000	2100
Масса, кг . . . . .	49	52 (без баллона)	40

\* Плита типа ПГ4 показана на рис 44 I



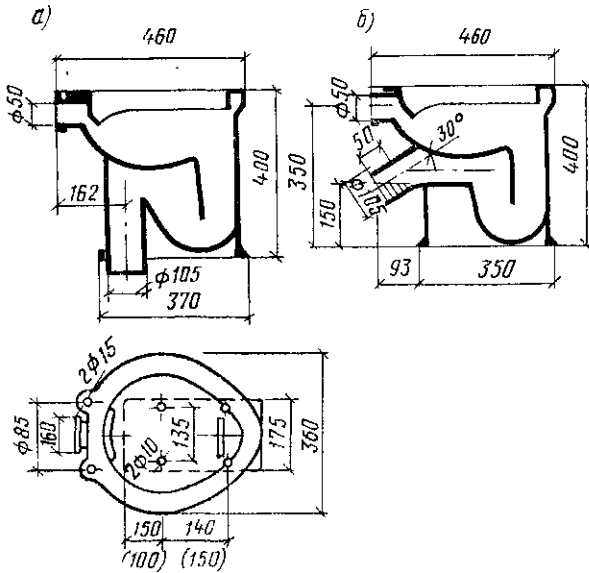
6. ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ

ПРИЛОЖЕНИЕ XX

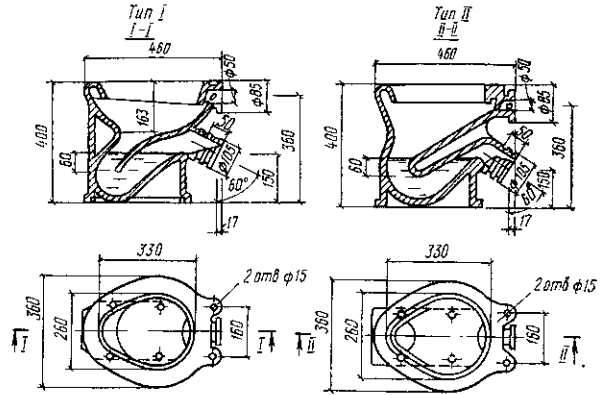
Санитарно-технические приборы

Унитазы керамические тарельчатые  
(по ГОСТ 14355—69)

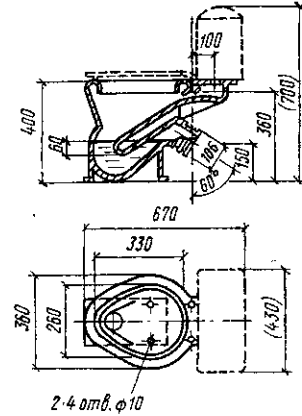
(в скобках даны размеры для унитаза с косым выпуском)



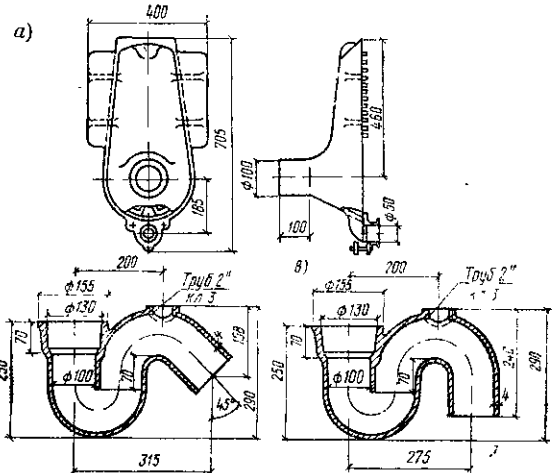
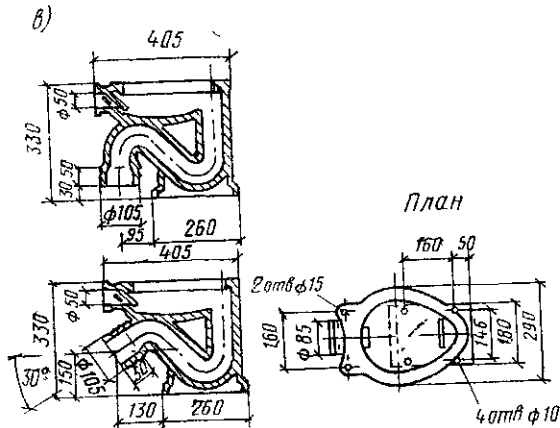
Унитазы керамические козырьковые  
(по ГОСТ 14355—69)



Унитазы «Компакт» керамические козырьковые  
с цельноотлитой полочкой и косым выпуском  
(по ГОСТ 9156—68)



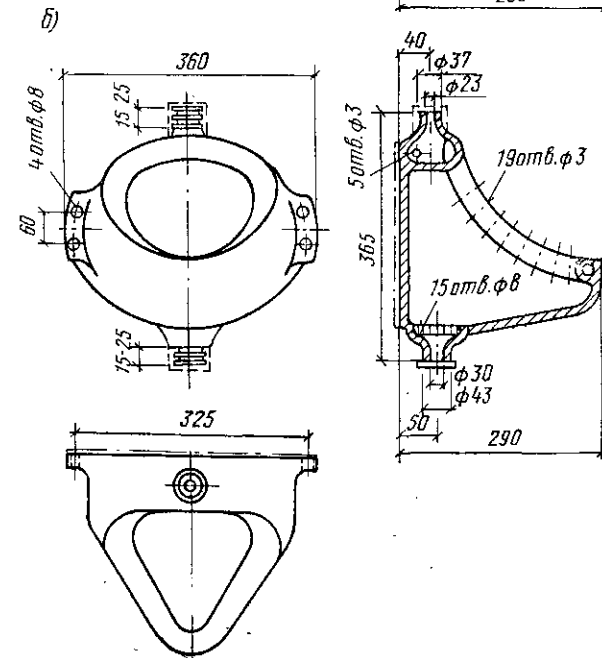
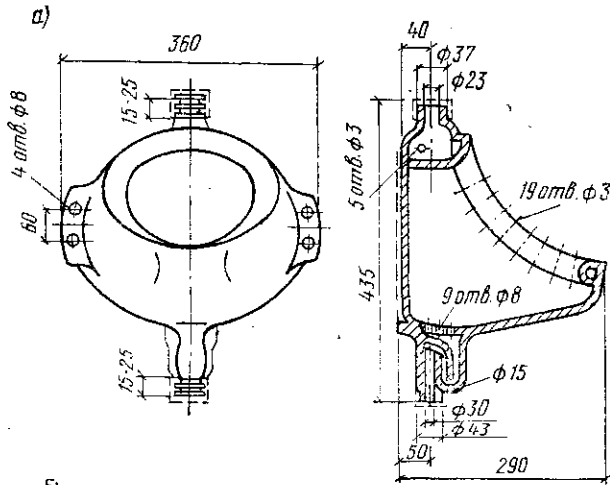
Чаши чугунные для общественных уборных и сифоны  
к ним (по ГОСТ 3550—68)



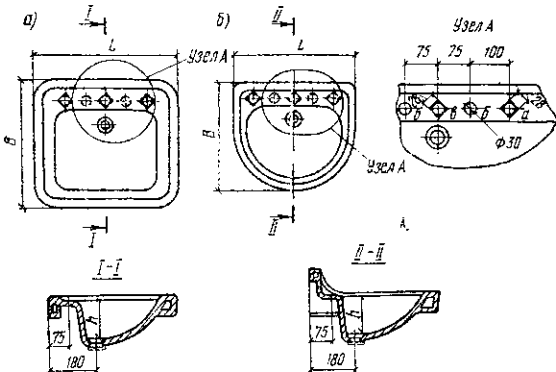
а — с прямым выпуском, б — с косым выпуском; в — детские

а — чаша чугунная (масса 20 кг); б — сифон косой (масса 6,8 кг); в — сифон прямой (масса 7,6 кг)

Писсуары настенные (по ГОСТ 755—72)

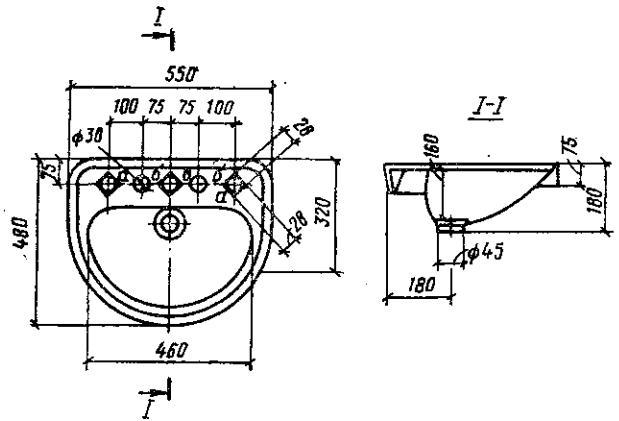


а — с цельноотлитым сифоном; б — без цельноотлитого сифона  
Умывальники керамические (по ГОСТ 14360—69)



а — тип I — прямоугольные; б — тип II — полукруглые.

Умывальники керамические полукруглые «Утро» (по ГОСТ 13560—68)



Раковины стальные эмалированные (по ГОСТ 8631—57)

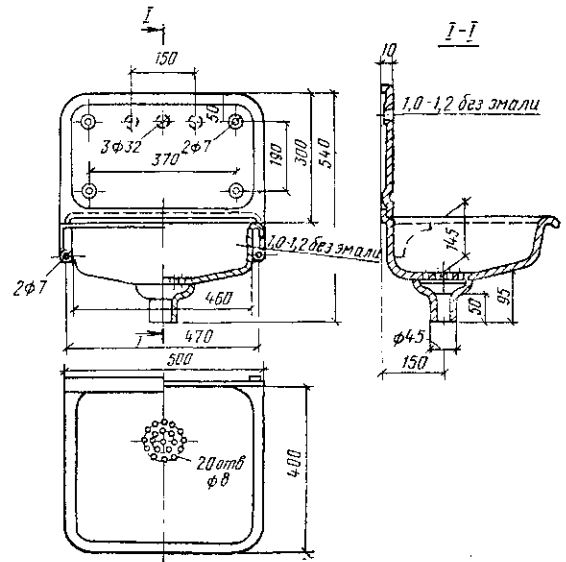


ТАБЛИЦА XX.I

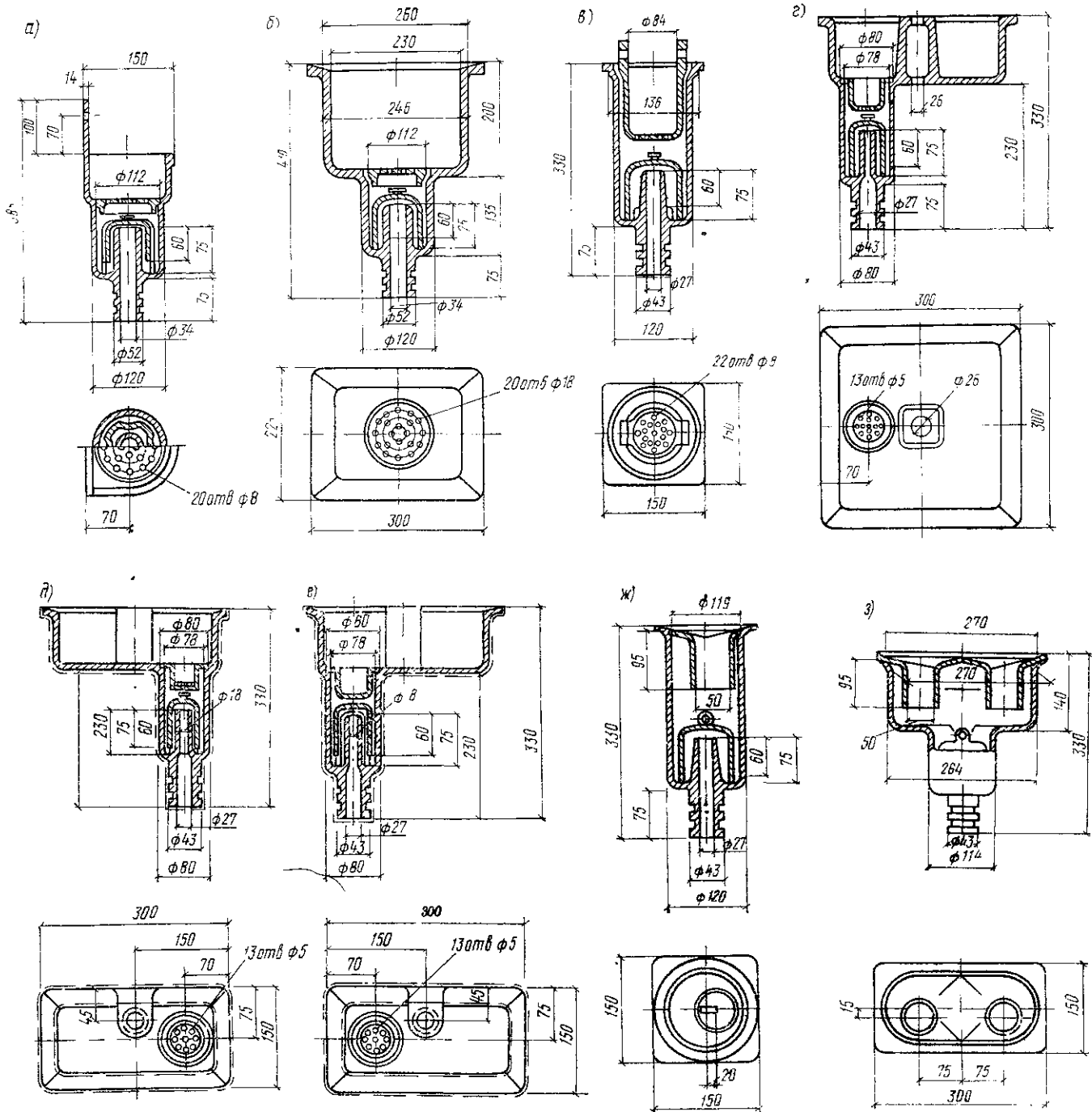
РАЗМЕРЫ УМЫВАЛЬНИКОВ, мм

Величина умывальников	Длина L	Ширина В	Глубина чаши
Первая	400—500	300	135
Вторая	550	420	150
Третья	600	450	150
Четвертая	650	500	150
Пятая	700	600	150

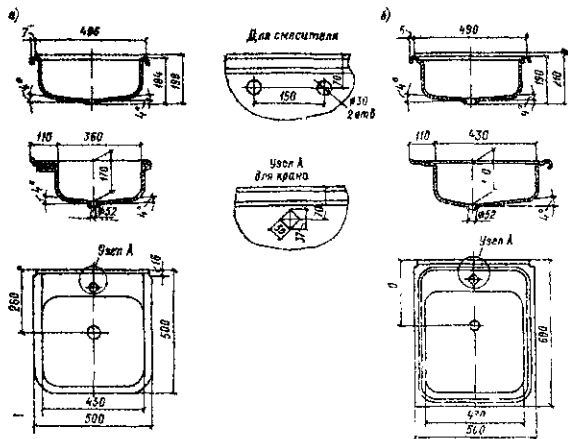
Примечания: 1. Умывальники обоих типов изготавливаются со спинкой и без спинки.

2. В горизонтальной полке предусматриваются отверстия для установки смесительной или туалетной арматуры: для настольного смесителя с верхней камерой смешения — два отверстия б, для настольного смесителя с нижней камерой смешения — два отверстия б и одно отверстие в; для центрального настольного смесителя или туалетного крана — одно отверстие в; для настольного смесителя, общего для умывальника и ванны — одно отверстие а.

Раковины и бороздчатые полуфарфоровые и фарфоровые (по ГОСТ 10486—63)



а — тип I — с сливкой (P015×015Фк). б — тип II — фланцевая с решеткой (P030×022Ф). в — тип IIIа — фланцевая с корзиной и центральным расположением выпуска (P015×015Ф). г — тип IIIб — фланцевая с корзиной и со смещенным выпуском (P020×030Фк). д — тип IIIв — фланцевая с корзиной и правым расположением выпуска (P015×030ФКП). е — тип IIIг — фланцевая с корзиной и левым расположением выпуска (P015×030ФКЛ). ж — тип IVа — фланцевая с одной воронкой (P015×015Фв). з — тип IVб — фланцевая с двумя воронками (P015×030Ф2в).

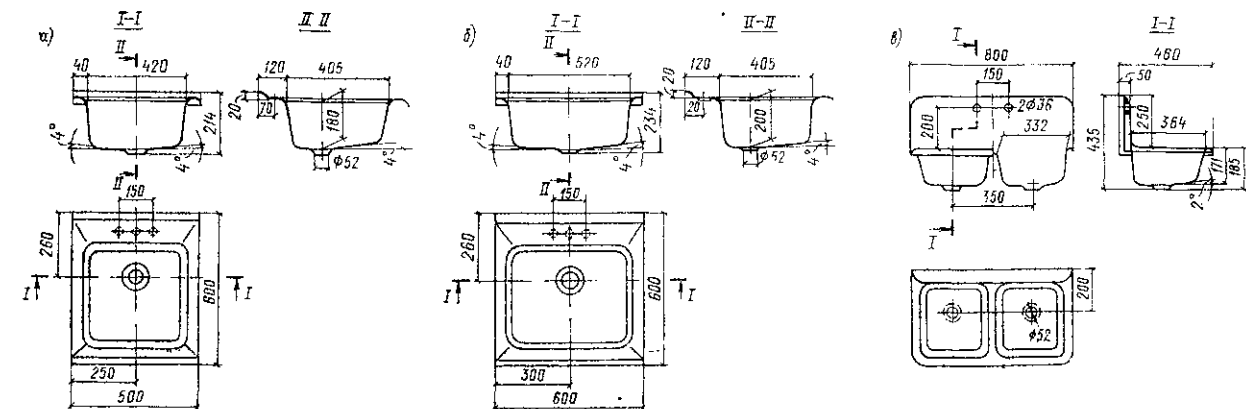


Мойки стальные эмалированные (по ГОСТ 14631—69)

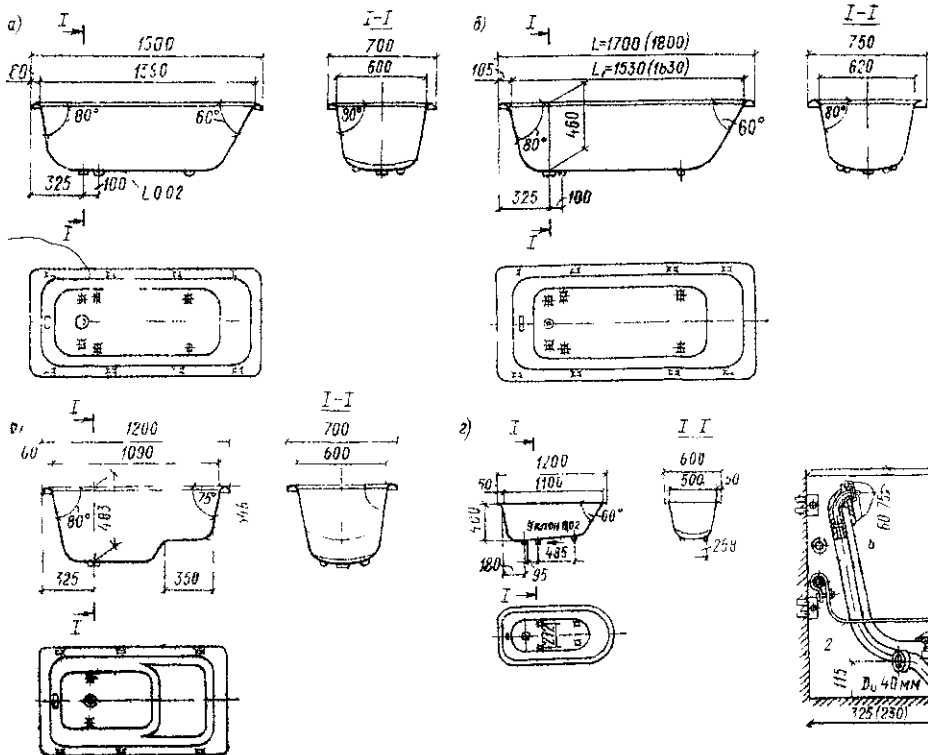
а — тип МС 1 на одно отделение для установки на шкафчике, б — тип МС 2 на одно отделение для установки на кронштейнах (комплект — сифон ревизия, выпуск с пробкой и печочкой кронштейны с шурупами и винтами)

Мойки чугунные эмалированные (по ГОСТ 7506—60)

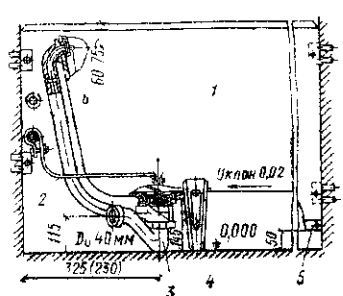
а — тип I — без спинки на одно отделение малой модели, б — тип I без спинки на одно отделение большой модели, в — тип II — с цельноотлитой спинкой на два отделения малой модели



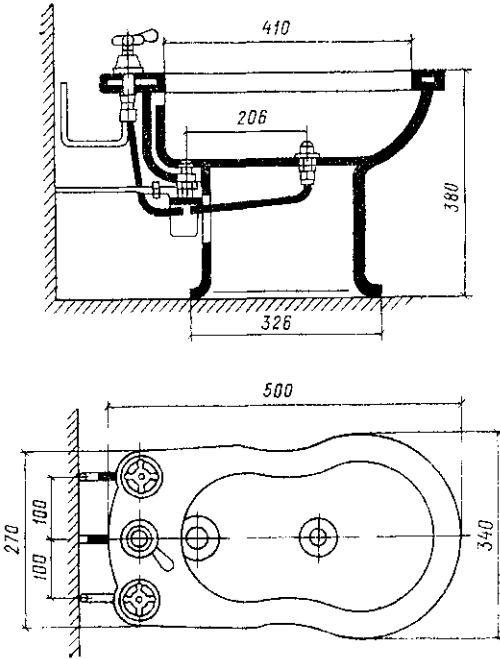
Ванны чугунные эмалированные (по ГОСТ 1154—66)



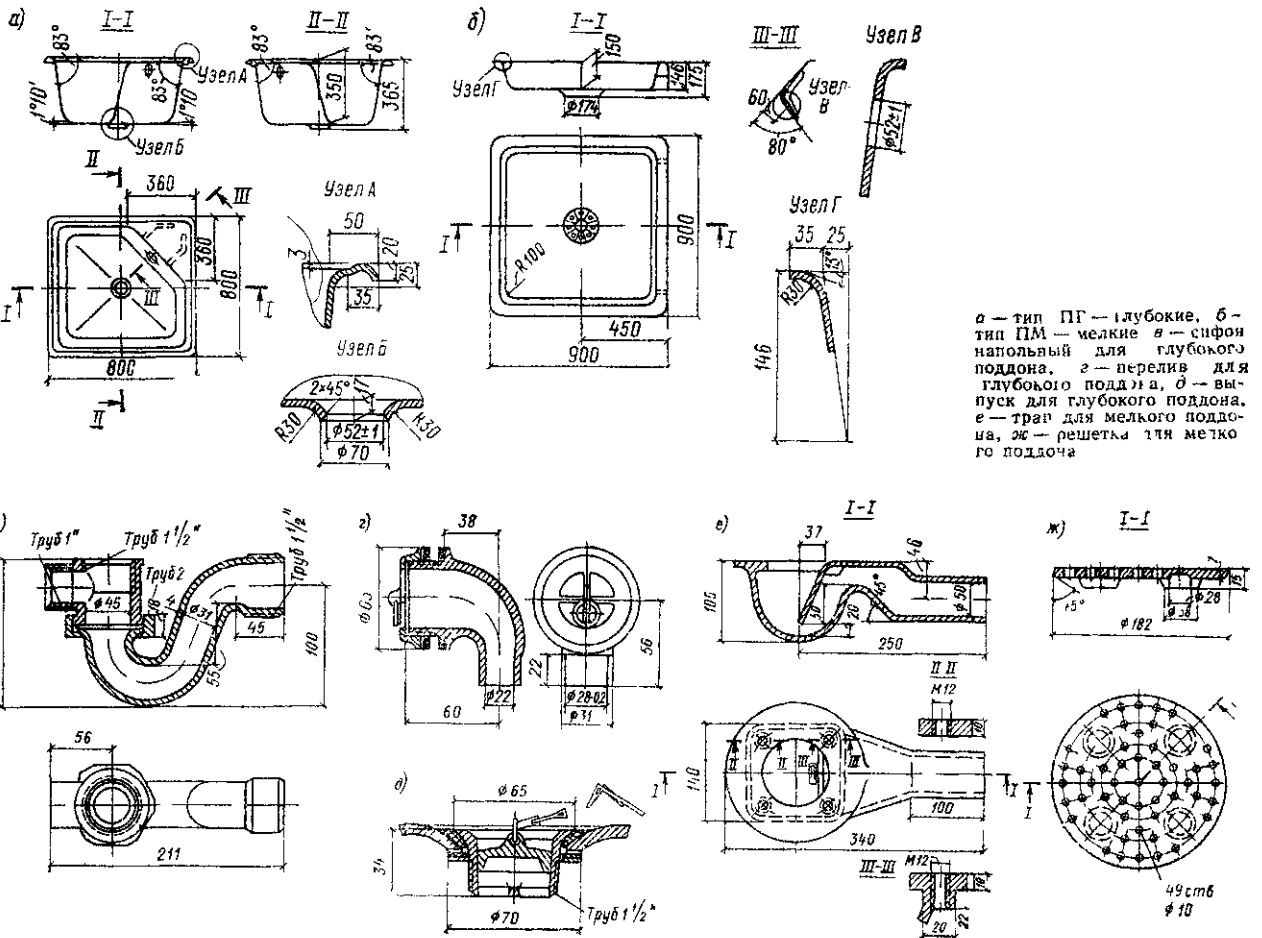
а — тип ПВ 0 — прямоугольная облегченная (масса с эмалью 98—106 кг), б — тип ПВ 1 и ПВ 2 — прямоугольная (масса соответственно 118 и 125 кг) в — тип СВ 1 — сидячая (масса с эмалью 90 кг) г — тип ДВ-1 — детские  $\varnothing$  — схема размещения переливного устройства, 1 — ванна, 2 — уравниватель электрического потенциала, 3 — выпускное устройство, 4 — ножки, 5 — панель с деталями крепления, б — переливное устройство

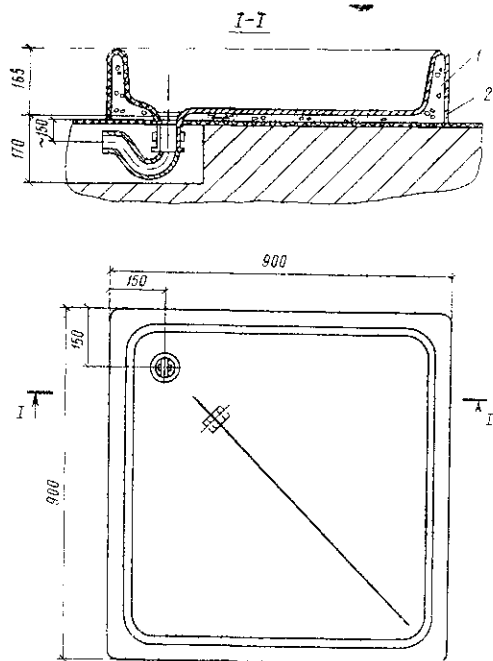


Душ-биде гигиенический женский (по ТУ 21-28-3-70)



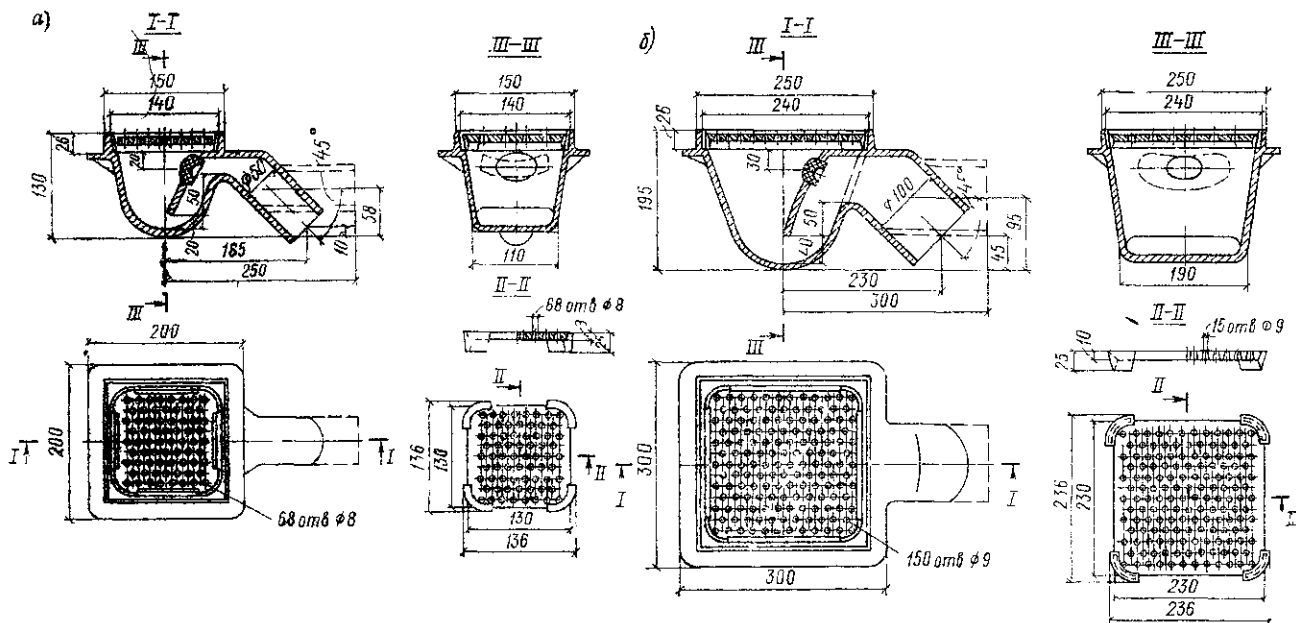
Поддоны душевые чугунные эмалированные (по ГОСТ 10161-62)



Поддон душевой мелкий с угловым выпуском.  
(по ТУ 21-26-013-68)

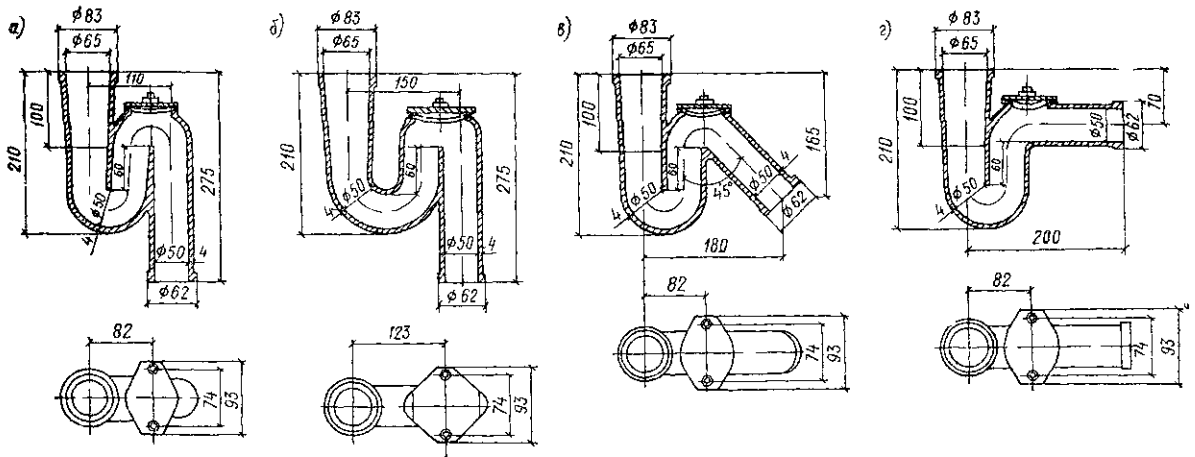
1 — бетонная подливка 2 — плитка глазурованная, 3 — плитка метлахская

Трапы чугунные (по ГОСТ 1811—62)



а — трап диаметром 50 мм (масса 7 кг) с прямым и косым отводом б — трап диаметром 100 мм (масса 17 кг) с прямым и косым отводом

Сифоны-ревизии чугунные (по ГОСТ 6924—69)

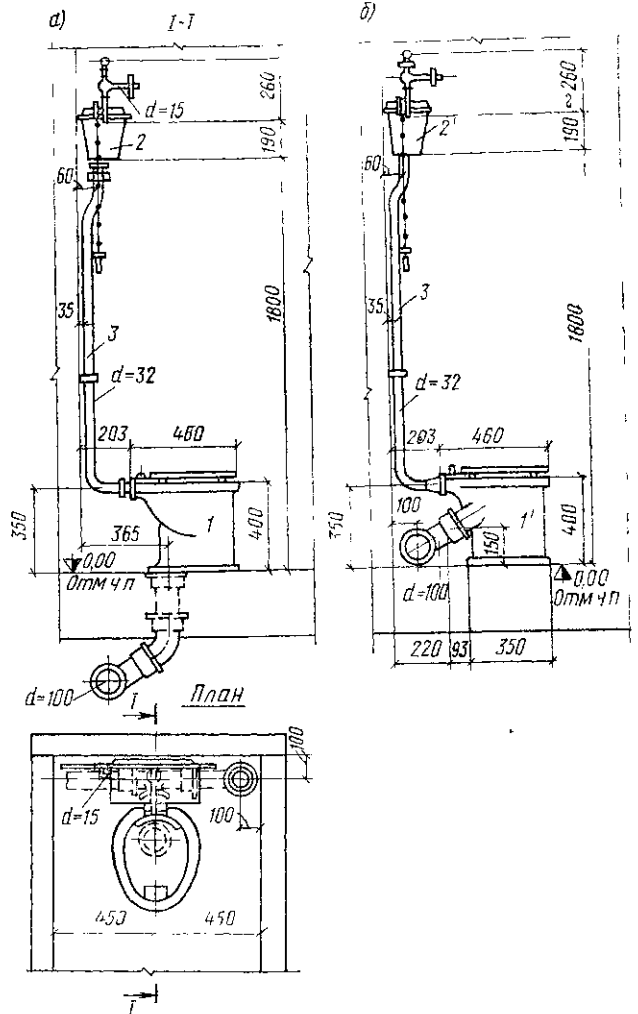


а — тип СФ110 — сифон-ревизия двухоборотный с вылетом 110 мм (для раковин), б — тип СФ150 — сифон-ревизия двухоборотный с вылетом 150 мм (для моек), в — тип СФК — сифон-ревизия косой (для моек и раковин), г — тип СФП — сифон-ревизия прямой (для моек и раковин)

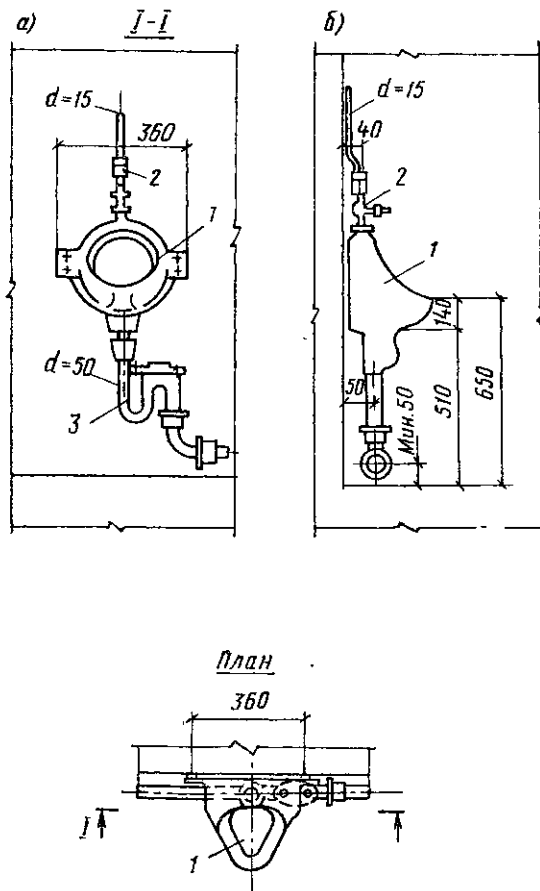
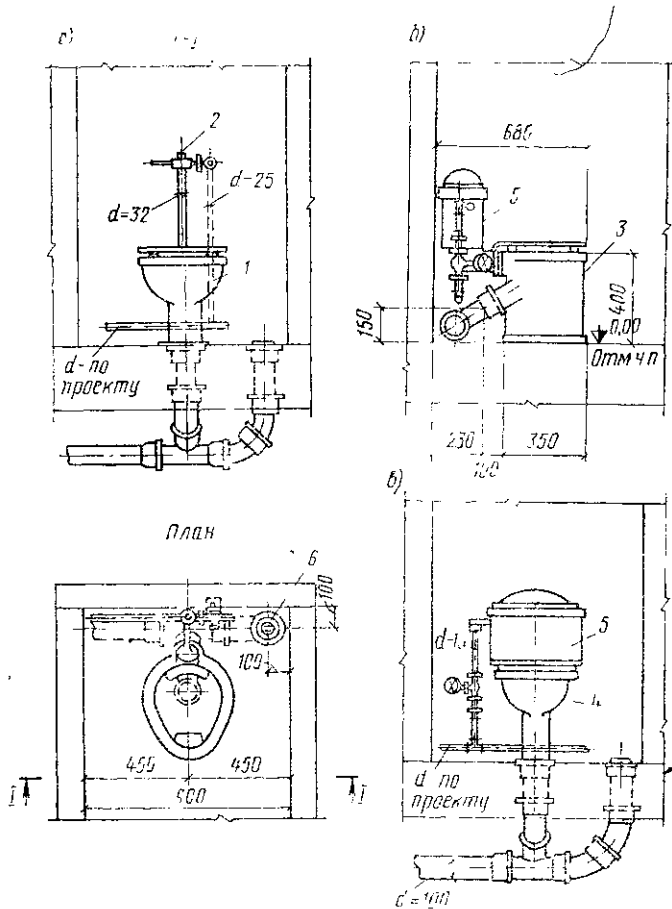
ПРИЛОЖЕНИЕ XXI

Установка санитарно-технических приборов

Установка унитазов



а — с прямым выпуском, б — с косым выпуском; I и I' — унитаз тарельчатый соответственно с прямым и косым выпуском (ГОСТ 14355—69), 2 и 2' — бабки смывные высокорасположенные (соответственно по ГОСТ 14288—69 и ГОСТ 14285—65), 3 — труба смывная (стальная водогазопроводная), d=32 мм (ГОСТ 3262—62)

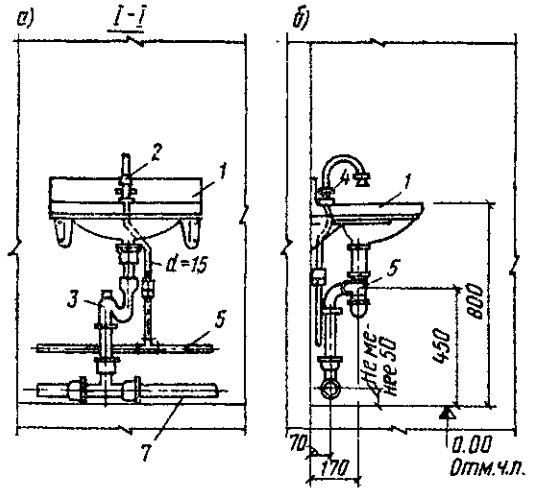


а) с прямым выпуском и смывным краном; б) «Компакт» с косым выпуском; в) «Компакт» с прямым выпуском; 1 — унитаз тарельчатый с прямым выпуском (ГОСТ 14355—69); 2 — край смывной полуавтоматической марки КР-141; 3 — унитаз «Компакт» тарельчатый с отъемной полочкой и косым выпуском под углом 30° (ГОСТ 9156—68); 4 — унитаз «Компакт» тарельчатый с отъемной полочкой и прямым выпуском (ГОСТ 9156—68); 5 — смывной бачок; 6 — заглушка

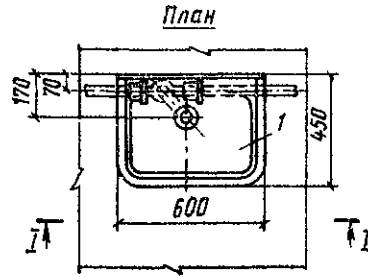
а — писсуар без цельноотлитого керамического сифона; б — писсуар с цельноотлитым сифоном (ГОСТ 755—62); 1 — писсуар; 2 — кран писсуарный  $d=15$  мм; 3 — сифон-ревизия двухоборотный, чугунный,  $d=50$  мм (ГОСТ 6924—69)



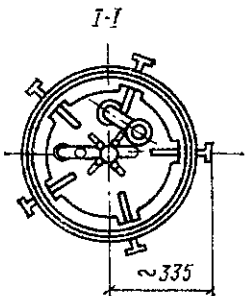
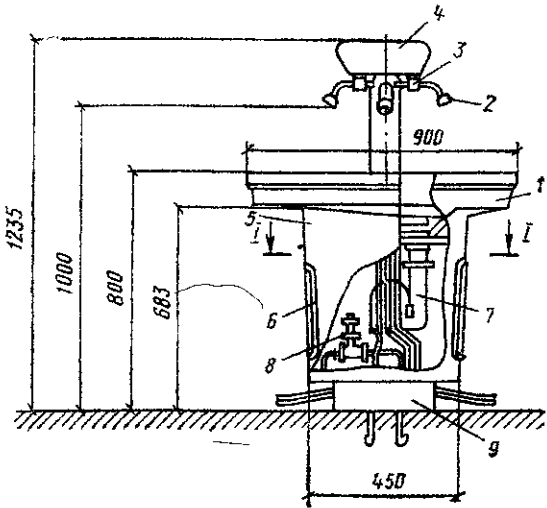
Установка умывальников



а — с сифоном-ревизией и туалетным краном; б — с бутылочным сифоном и смесителем; 1 — умывальник прямоугольный со спинкой (ГОСТ 14360—69); 2 — кран туалетный поворотный (ГОСТ 9457—69); 3 — сифон-ревизия двухоборотный (ГОСТ 6924—69); 4 — смеситель для умывальника настольный с нижней камерой смешения (ГОСТ 7941—64); 5 — водопровод; 6 — сифон бутылочный (ГОСТ 8246—68); 7 — канализация

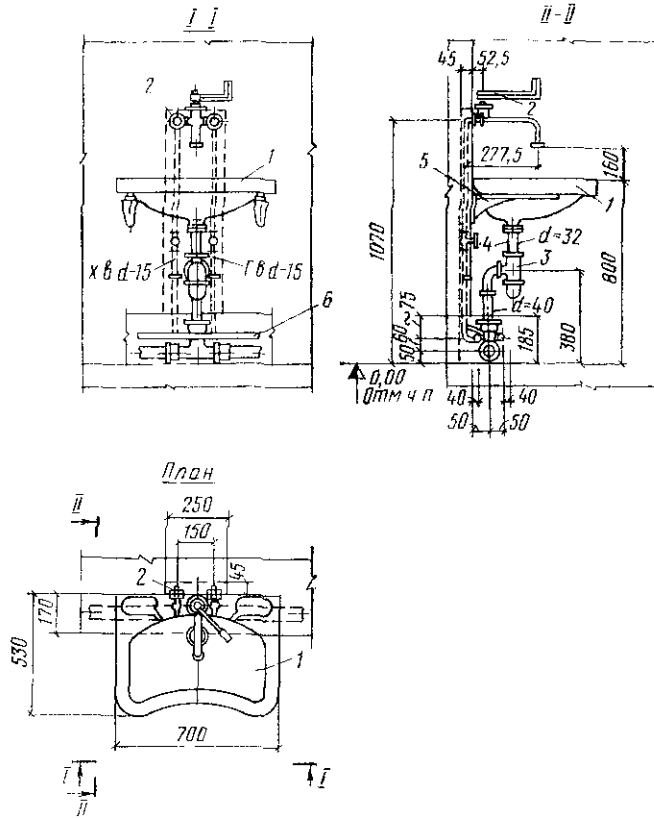


Установка умывальника круглого с индивидуальными изливом



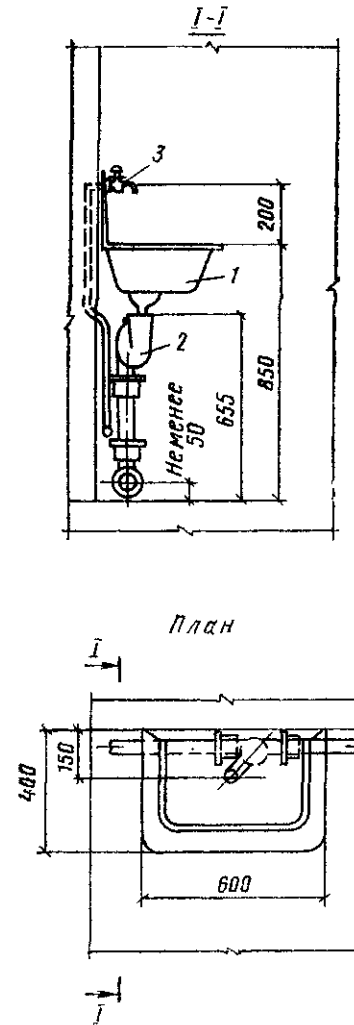
1 — чаша асбестоцементная или чугунная; 2 — излив; 3 — дозатор жидкого мыла; 4 — мыльница; 5 — постамент асбестоцементный или чугунный; 6 — крышка люка постамента; 7 — сифон двухоборотный,  $d=50$  мм; 8 — вентиль запорный,  $D=25$  мм; 9 — педальный пуск

Установка хирургического умывальника  
с локтевым смесителем



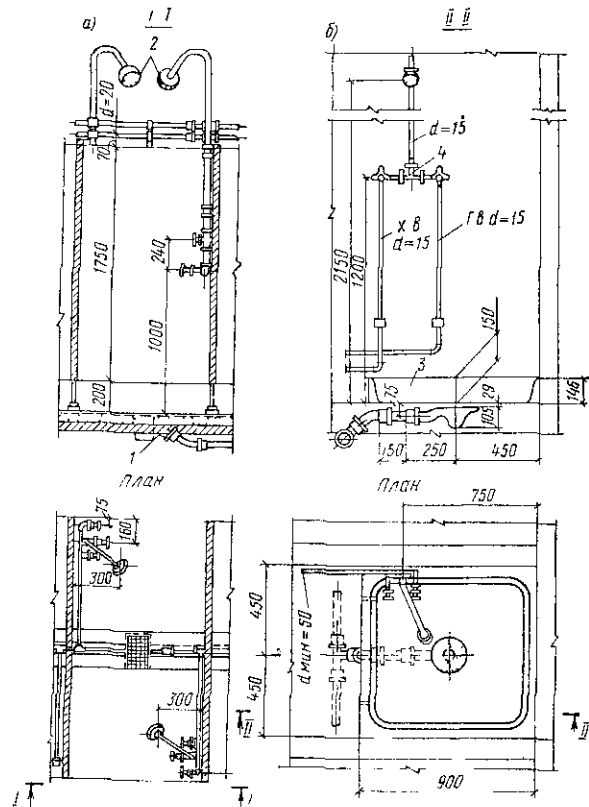
1 — умывальник хирургический с вогнутым бортом; 2 — смеситель локтевой (ГОСТ 7876—64); 3 — сифон бутылочный с вертикальным отводом (ГОСТ 8246—68); 4 — выпуск пластмассовый; 5 — кронштейны (ГОСТ 1153—58); 6 — канализация,  $d_{\text{мин}} = 50$  мм

Установка раковины стальной  
эмалированной  
с одним водоразборным краном



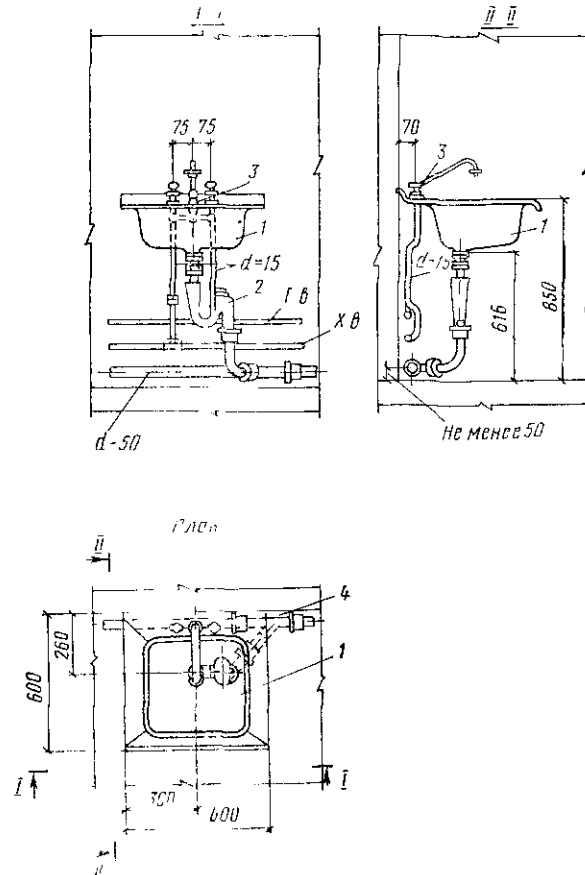
1 — Раковина стальная эмалированная (ГОСТ 8631—57); 2 — сифон-ревизия чугунный двухборогный,  $d=50$  мм (ГОСТ 6924—69); 3 — кран водоразборный,  $d=15$  мм (ГОСТ 8996—70)

Установка душевых кабин



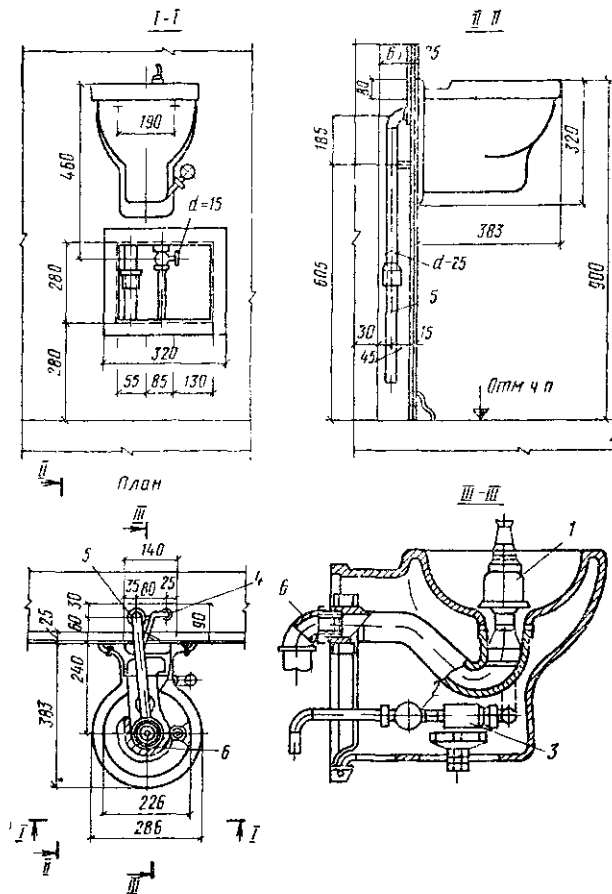
а — групповой, б — индивидуальной с мелким поддоном.  
1 — гран., 2 — душевая сетка, 3 — поддон душевой чугунный эмалированный мелкий с трапом (ГОСТ 10161—62), 4 — смеситель с открытой нижней подводкой воды со стационарной душевой трубкой и сеткой (ГОСТ 10822—64)

Установка мойки без спинки с одним отделением большой модели



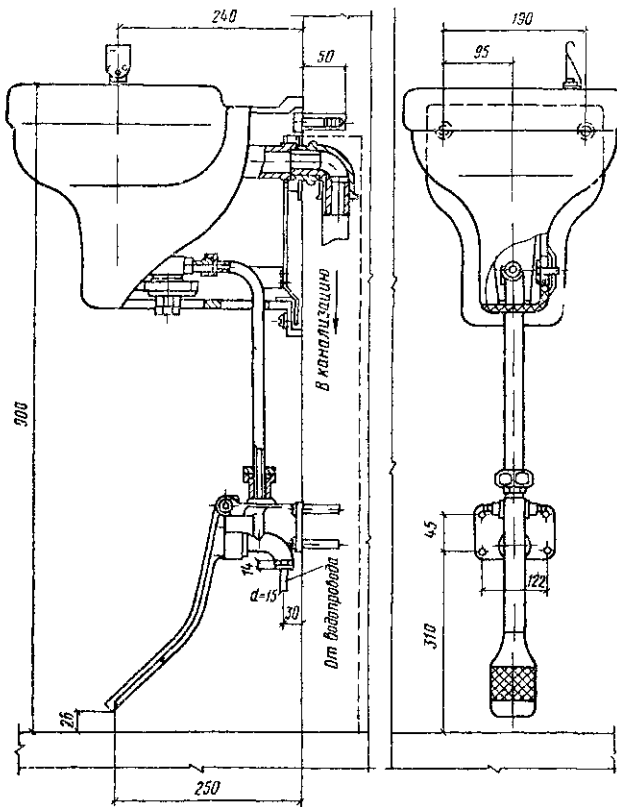
1 — мойка чугунная эмалированная (ГОСТ 7506—60), 2 — сифон-ревизия двухоборотный (ГОСТ 6924—69); 3 — смеситель для мойки с нижней камерой смещения, 4 — канализация

Установка фонтанчика питьевого настенного  
с ручным управлением (ТУ 21-01-120-67)

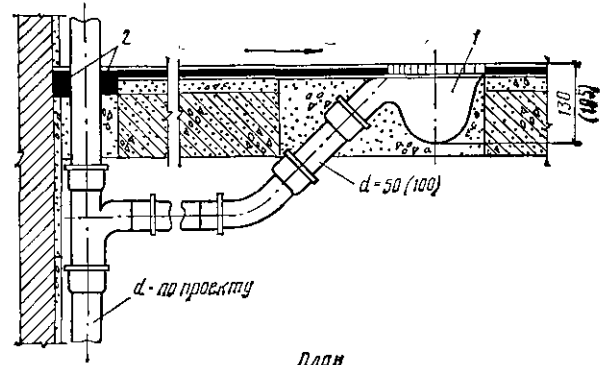


1 — питьевой насадок с козырьком; 2 — кран пусковой, 3 — регулятор давления 4 — водопровод, 5 — канализация, 6 — выпуск с решеткой

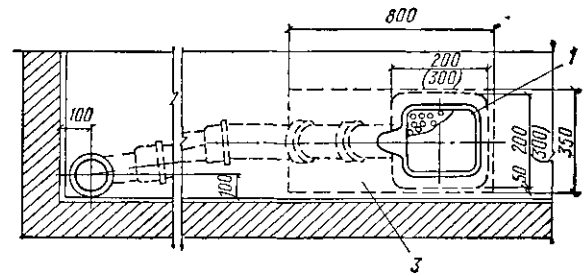
Установка фонтанчика питьевого настенного  
с pedalным управлением



Установка трапов  $d=50$  (100) (ГОСТ 1811—62)

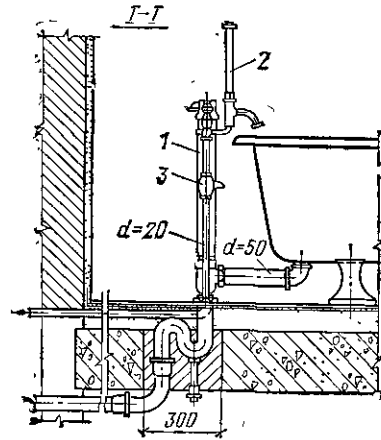


План

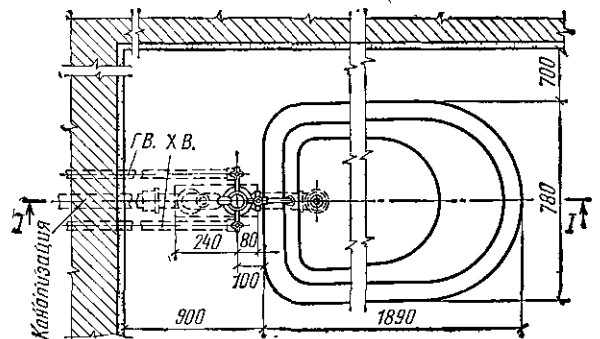


1 — трап; 2 — гидроизоляционный битумный замок; 3 — отверстие в перекрытии (размеры в скобках даны для трапа диаметром 100 мм)

Установка фаянсовых ванн в лечебных учреждениях



План



1 — смеситель на полке; 2 — термометр; 3 — запорные вентили,  $d=20$  мм, К. ст — канализационный стояк, Ст х в. — водопроводный стояк; Ст. г. в. — стояк горячего водоснабжения

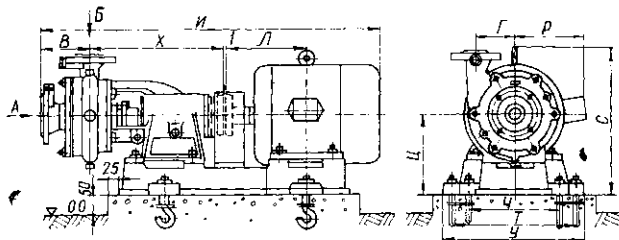
## 7. ОБОРУДОВАНИЕ

ПРИЛО

Нас

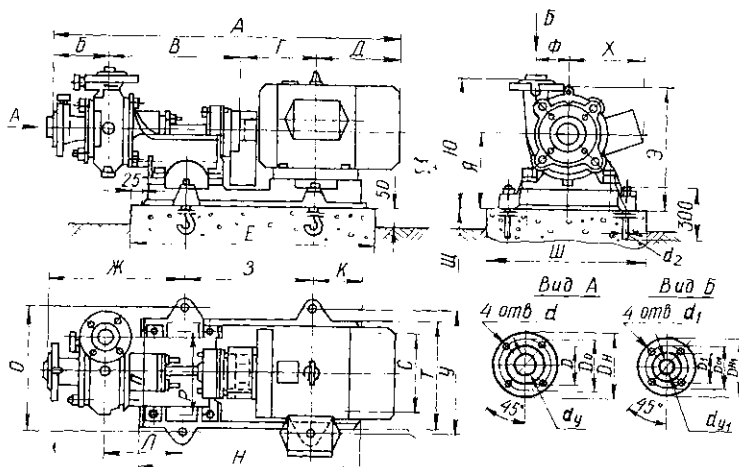
Насосы центробежные типов К и КМ Ереванского насосного завода  
для перекачки воды питьевой и промышленно-хозяйственного назначения

## ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ



Марка насоса	И	В	Х	Л	Ш	М	Щ	О	Н	Г	Р	Ц	С	Ч	Т
1,5К-8/19	808	120	341	175	309	328	114,5	535	227	75	162	210	294	185	250
1,5К-8/19а	808	120	341	175	309	328	114,5	535	227	75	162	210	294	185	250
1,5К-8/19б	788	120	341	164,5	309	317,5	114,5	531	207	75	146	210	283	185	225
2К-20/18	831	120	341	189	309	342	114,5	563	227	80	162	210	294	185	250
2К-20/18а	808	120	341	175	309	328	114,5	535	227	80	162	210	294	185	250
2К-20/18б	808	120	341	175	309	328	114,5	535	227	80	162	210	294	185	250
2К-20/30	857	120	341	206	309	359	114,5	587	270	98	174	210	339	225	290
2К-20/30а	831	120	341	193	309	346	114,5	561	270	98	174	210	339	225	290
2К-20/30б	836	120	341	189	309	342	114,5	363	227	98	162	210	294	185	250

## ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ



Марка насоса	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	К	Л	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф
3К-9	984	148	328,5	259	248	690	335	401	130,5	187	640	280	263	200	216	304	320	105
3К-9а	946	148	328,5	240	229	650	335	382	111,5	187	602	280	263	200	216	304	320	105
4К-18	990	158	331,5	250	248	690	348	401	130,5	190	640	280	263	200	216	304	320	108
4К-18а	952	158	331,5	240	249	650	328	382	111,5	190	602	280	263	200	216	304	320	108

ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

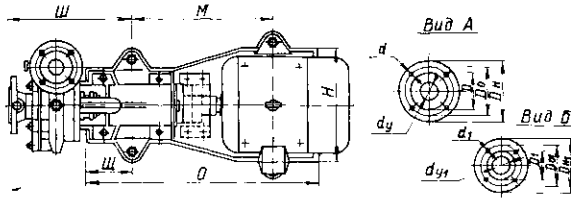
ЖЕНИЕ XXII

осы

(горизонтальные одноступенчатые консольные с колесом одностороннего входа с содержанием механических примесей до 0,05% по массе и размером до 0,1 мм)

ТАБЛИЦА XXII.1

НАСОСОВ ТИПА К МАРОК 1.5К-8/19—2К-20/30Б



У	Всасывающий патрубок					Нагнетательный патрубок					Тип электро-двигателя
	D <sub>н</sub>	D <sub>о</sub>	D	d <sub>у</sub>	d	D <sub>н1</sub>	D <sub>о1</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>у1</sub>	d <sub>1</sub>	
291	130	100	80	40	14	120	90	70	32	14	АОЛ2-21/2
291	130	100	80	40	14	120	90	70	32	14	АОЛ2-21/2
266	130	100	80	40	14	120	90	70	32	14	АОЛ2-12/2
291	140	110	90	50	14	130	100	80	40	14	АОЛ2-22/2
291	140	110	90	50	14	130	100	80	40	14	АОЛ2-21/2
291	140	110	90	50	14	130	100	80	40	14	АОЛ2-21/2
331	140	110	90	50	14	130	100	80	40	14	АОЛ2-32/2
331	140	110	90	50	14	130	100	80	40	14	АОЛ2-31/2
291	140	110	90	50	14	130	100	80	40	14	АОЛ2-22/2

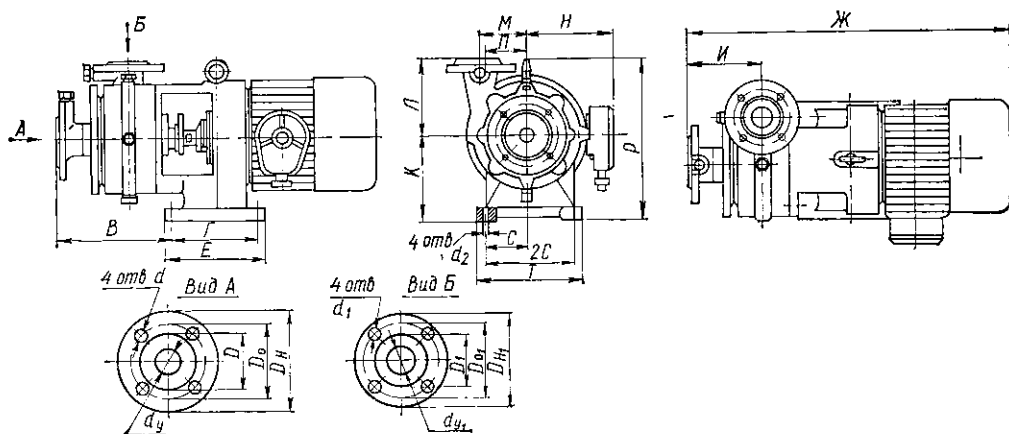
НАСОСОВ ТИПА К МАРОК 3К-9—4К-18а

ТАБЛИЦА XXII.2

Х	Ш	Щ	Э	Ю	Я	d <sub>2</sub>	Всасывающий патрубок					Нагнетательный патрубок					Тип электро-двигателя
							D <sub>н</sub>	D <sub>о</sub>	D	d <sub>у</sub>	d	D <sub>н1</sub>	D <sub>о1</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>у1</sub>	d <sub>1</sub>	
222	410	600	413	365	215	25	185	150	128	80	18	140	110	90	50	14	АО2-42-2
222	410	600	413	365	215	25	185	150	128	80	18	140	110	90	50	14	АО2-41-2
222	410	600	413	365	215	25	205	170	148	100	18	185	150	128	80	18	АОЛ2-42-2
222	410	600	413	365	215	25	205	170	148	100	18	185	150	128	80	18	АО2-41-2

ТАБЛИЦА XXII.3

## ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, НАСОСОВ ТИПА КМ



Марка электронасоса	B	Г	E	Ж	И	K	Л	M	H	П	P	C	T	d <sub>2</sub>	Всасывающий патрубок					Нагнетательный патрубок				
															D <sub>н</sub>	D <sub>о</sub>	D	d <sub>у</sub>	d	D <sub>н1</sub>	D <sub>о1</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>у1</sub>	d <sub>1</sub>
1,5КМ-8/19 1,5КМ-8/19а 1,5КМ-8/19б	205	140	170	532	120	140	125	75	150	74	257	75	190	14	130	100	80	40	14	120	90	70	32	14
2КМ-20/18 2КМ-20/18а 2КМ-20/18б	205	140	170	560	120	140	125	80	150	74	267	75	190	14	140	110	90	50	14	130	100	80	40	14
2КМ-20/30 2КМ-20/30а	205	140	170	588	120	140	150	90	167	102	270	75	190	14	140	110	90	50	14	130	100	80	40	14

ТАБЛИЦА XXII.4

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПОВ К И КМ

Марка насоса	Подача, м <sup>3</sup> /ч	Полный напор, м вод. ст.	Мощность, кВт		к. п. д., %	Диаметр рабочего колеса, мм	Масса агрегата, кг
			на втулу насоса	электродвигателя			
1,5К-8/19	6—14	20,3—14	0,7—1	1,5	44—53	123	79
1,5КМ-8/19	6—14	20,3—14	—	1,5	44—53	123	50,5
1,5К-8/19а	5—13,5	16—11,2	0,6—0,9	1,5	38—50	115	79
1,5КМ-8/19а	5—13,5	16—11,2	—	1,5	38—50	115	50,5
1,5К-8/19б	4,5—13	12,8—8,8	0,5—0,7	1,1	35—45	105	75
1,5КМ-8/19б	4,5—13	12,8—8,8	—	1,1	35—45	105	50,5
2К-20/18	11—22	21—17,5	1,2—1,6	2,2	56—56	123	86
2КМ-20/18	11—22	21—17,5	—	2,2	56—66	123	58,4
2К-20/18а	10—21	16,8—13,2	0,8—1,2	1,5	54—63	118	80
2КМ-20/18а	10—21	16,8—13,2	—	1,5	54—63	118	58,4



Продолжение табл. XXII.4

Марка насоса	Подача, м <sup>3</sup> /ч	Полный напор, м вод. ст.	Мощность, кВт		к. п. д., %	Диаметр рабочего колеса, мм	Масса агрегата, кг
			на валу насоса	электродвигателя			
2К-20/186	10-20	13-10,3	0,7-0,9	1,5	51-62	106	80
2КМ-20/186	10-20	13-10,3	—	1,5	51-62	106	58,4
2К-20/30	10-30	34,5-24	1,8-3,1	4	50,6-63,5	162	103
2КМ-20/30	10-30	34,5-24	—	4	50,6-63,5	162	77,3
2К-20/30а	10-30	28,5-20	1,4-2,5	3	54,5-64,1	148	99
2КМ-20/30а	10-30	28,5-20	—	3	54,5-64,1	148	77,3
2К-20/30б	10-25	24-16,4	1,2-1,7	2,2	54,9-64	132	89
3К-9	30-54	34,8-27	4,6-5,8	7,5	62-71,5	168	129
3К-9а	25-45	24,2-19,5	2,7-3,4	5,5	62,5-71	143	115
4К-18	60-100	25,7-18,9	5,6-6,7	7,5	76-77	148	133
4К-18а	50-90	20,7-14,3	3,9-4,7	5,5	73-75	136	119

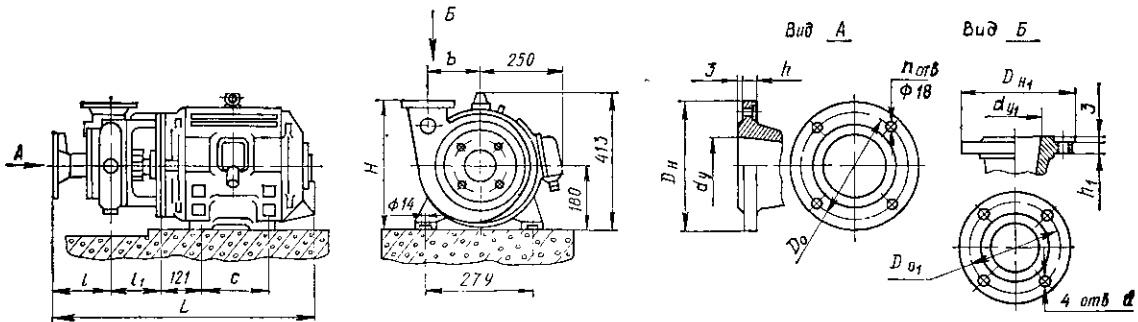
Примечания: 1. Буквы и цифры, составляющие марку насоса, например электронасоса 2КМ-20/30, обозначают: 2 — условный проход входного патрубка в мм, уменьшенный в 25 раз; КМ — консольный моноблочный; 20 — подача в м<sup>3</sup>/ч; 30 — напор в м вод. ст.

2. Допустимая вакуумметрическая высота всасывания 6 м вод. ст.; максимально допустимое давление на входе 2 кгс/см<sup>2</sup>; частота вращения 2900 об/мин

*Насосы центробежные типа КМ Китайского насосного завода  
(горизонтальные одноступенчатые консольные с колесом одностороннего входа  
для перекачки воды питьевой и промышленно-хозяйственного назначения,  
а также других жидкостей, сходных с водой по вязкости и химической активности,  
температурой до 85° или до 105° С по специальному заказу, не имеющих примесей  
волокнистых материалов, золы, шлака, песка, руды и других, вызывающих забивание  
каналов рабочего колеса и проточной части или быстрое изнашивание деталей насоса)*

ТАБЛИЦА XXII.5

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ И МАССА АГРЕГАТА, кг, НАСОСОВ ТИПА КМ



Марка насоса	b	c	L	l	l <sub>1</sub>	H	Всасывающий патрубок					Нагнетательный патрубок					Электродвигатель		Масса агрегата, кг
							D <sub>н</sub>	D <sub>о</sub>	a <sub>у</sub>	h	n, шт.	D <sub>н1</sub>	D <sub>о1</sub>	a <sub>у1</sub>	d	h <sub>1</sub>	тип	мощность, кВт	
3КМ-6	124	203	777	160	173	390	185	150	80	19	4	140	110	50	14	17	A2-61-2	17	196
3КМ-6а	124	203	777	160	173	390	185	150	80	19	4	140	110	50	14	17	A2-61-2	17	196
4КМ-8	135	241	815	160	173	390	205	170	100	19	4	180	145	70	18	19	A2-62-2	22	204
4КМ-8а	135	203	777	160	173	390	205	170	100	19	4	180	145	70	18	19	A2-61-2	17	197
4КМ-12	120	203	777	160	173	380	205	170	100	19	4	185	150	80	18	19	A2-61-2	17	195
4КМ-12а	120	203	777	160	173	380	205	170	100	19	4	185	150	80	18	19	A2-61-2	17	195
6КМ-12	180	203	807	170	193	430	260	225	150	17	8	205	170	100	18	15	A2-61-4	13	230
6КМ-12а	180	203	807	170	193	430	260	225	150	17	8	205	170	100	18	15	A2-61-4	13	230

Примечания: 1. Завод изготавливает насосы с нагнетательным патрубком, направленным вертикально вверх, иное направление должно оговариваться в заказе.

2. Направление вращения вала по часовой стрелке (правое), если смотреть со стороны всасывания.

3. Насосы поставляются только с указанными электродвигателями.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПА КМ

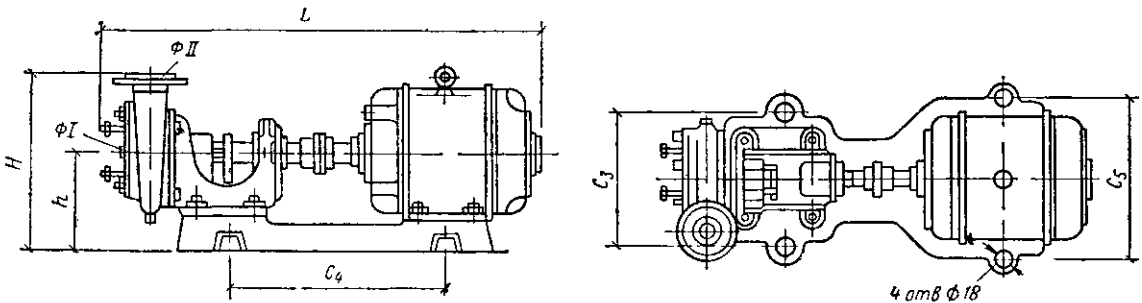
Марка насоса	Подача		Напор, м вод. ст. (предельное отклонение $\pm 5\%$ )	Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м вод. ст.	Частота вращения, об/мин	К п д, % не менее	Мощность н. валу насоса, кВт
	м <sup>3</sup> /ч	л/с					
3КМ-6	30,6	8,5	58	7	2900	52	8,8
	45	12,5	54	5		63	10,5
	61	17	45	4,5		67	12,5
3КМ-6а	27,7	7,7	46	7	2900	50	6,7
	40	11,1	41,5	6		56	7,4
	56	15,5	33,5	4,5		59	9
4КМ-8	65	18	61	6	2900	62	16,5
	90	25	55	5		73	18,5
	112	31	45	4		65	20,1
4КМ-8а	61	17	49	6	2900	62	13,9
	90	25	43	5		57	16
	104	29	36,5	4		64	16,5
4КМ-12	65	18	38	6,5	2900	69	9,8
	90	25	34	5		77	10,8
	112	31	27,5	3,5		67	12
4КМ-12а	61	17	32,5	6,5	2900	70	8
	85	23,6	28,6	5		70	9,2
	100	27,8	23	3,5		69	9,6
6КМ-12	126	35	22,5	6,8	1450	75	10
	162	45	20	6		81	10,9
	167	52	17,5	5,5		76	11,3
6КМ-12а	108	30	18	6,8	1450	70	6,8
	150	41,7	15	6		73	8,35
	165	46	14	5,5		74	8,5

Примечания: 1. Допустимая вакуумметрическая высота всасывания дана для воды температурой 20° С при атмосферном давлении 10 м ст. жидкости.

2. Максимальное допустимое давление на входе 1,5 кгс/см<sup>2</sup>.

Насосы центробежные типа ЦНШ (горизонтальные одноступенчатые консольные для перекачки воды температурой до 80° С)

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ И МАССА АГРЕГАТА, кг, АГРЕГИРОВАННЫХ НАСОСОВ ТИПА ЦНШ



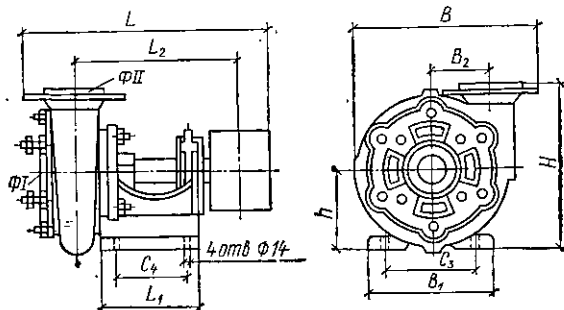
Марка насоса	L	H	h	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	Фланец ФI					Фланец ФII					Электродвигатель			
							D <sub>н</sub>	D <sub>о</sub>	d <sub>y</sub>	шпильки	п, шт.	D <sub>н</sub>	D <sub>о</sub>	d <sub>y</sub>	d	п, шт.	тип	номинальная мощность на валу, кВт	частота вращения, об/мин	Масса агрегата
ЦНШ-40	702	310	165	260	350	260	140	110	50	M12	4	130	100	40	15	4	АО2-12-4	0,8	1360	62
	820	322	177	260	392	310											АО2-32-2	4	2880	84

Продолжение табл. XXII.7

Марка насоса	L	H	h	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	Фланец ФI					Фланец ФII					Электродвигатель			Масса агрегата
							D <sub>H</sub>	D <sub>O</sub>	d <sub>y</sub>	шпильки	n, шт.	D <sub>H</sub>	D <sub>O</sub>	d <sub>y</sub>	d	n, шт.	тип	номинальная мощность на валу, кВт	частота вращения, об/мин	
ЦНШ-65	810	327	202	285	397	320	160	130	75	M12	4	160	130	65	15	4	АО2-32-4 АО2-51-2	3	1430	96
	955	355	230	285	475	415												10	2900	169
ЦНШ-80	926	355	202	285	397	320	190	150	80	M12	4	190	150	80	18	4	АО2-32-4 АО2-52-2	3	1430	97
	1002	383	230	285	490	415												13	2900	192

ТАБЛИЦА XXII.8

РАЗМЕРЫ, мм, и МАССА, кг, НЕАГРЕГИРОВАННЫХ НАСОСОВ ТИПА ЦНШ



Марка насоса	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	H	h	B	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	Масса насоса
ЦНШ-40	386	175	296	270	125	272	200	102	150	105	28,8
ЦНШ-65	417	180	307	295	150	330	225	116	175	135	40,1
ЦНШ-80	432	180	306	311	150	350	225	118	175	135	41,5

Примечание. Размеры фланцев ФI и ФII приведены в табл. XXII.7.

ТАБЛИЦА XXII.8

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПА ЦНШ

Марка насоса	Подача, м <sup>3</sup> /ч	Полный напор, м вод. ст.	Частота вращения вала насоса, об/мин	Электродвигатель		Вид соединения с электродвигателем	Диаметр шкива, мм							
				тип	мощность, кВт		насоса	электродвигателя						
ЦНШ 40	11 15 18 21 23	26 24 22 20 18	2880	АО2-32-2	4	Непосредственное	—	—						
	16 19	12 10							2210	АО2-22-4	1,5	Ременная передача	80	125
	7 10 12	6 5 4							1360	АО2-12-4	0,8	Непосредственное	—	—
ЦНШ 65	30 43 52 60 65 70	30 28 26 24 22 20	2900	АО2-51-2	10	То же	—	—						

Продолжение табл. XXII 9

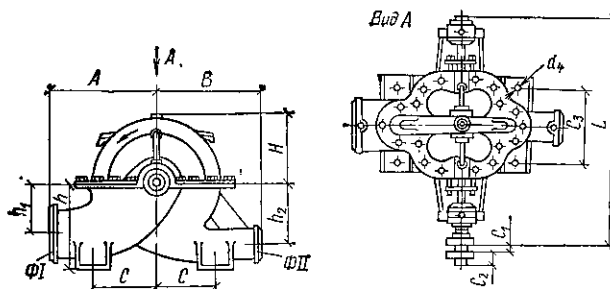
Марка насоса	Подача, м <sup>3</sup> /ч	Полный напор, м вод. ст.	Частота вращения вала насоса, об/мин	Электродвигатель		Вид соединения с электродвигателем	Диаметр шкива, мм		
				тип	мощность, кВт		насоса	электродвигателя	
ЦНШ-65	40 48 56 63	22 20 18 16	2610	АО2-51-4	7,5	Ременная передача	140	250	
	36 45 52	12 10 8							2010
	26 32 37	6 5 4	1430	АО2-32-4	3		—	—	
	19 26	5 4	1270	АО2-22-4	1,5		Ременная передача	140	125
ЦНШ-80	45 60 84 90 96 101	38 34 30 28 26 24	2900	АО2-52-2	13	Непосредственное	—	—	
	58 65 72 79 85 94	28 26 24 22 20 18							2610
	48 67	16 12	2010	АО2-41-4	4		180	250	
	28 36 50	10 8 6	1430	АО2-32-4	3		Непосредственное	—	—
	32 40 47	6 5 4	1270	АО2-22-4	1,5		Ременная передача	140	125

Примечание. Допустимая вакуумметрическая высота всасывания для насосов марок ЦНШ-40, ЦНШ-65 и ЦНШ-80 равна соответственно 8; 7 и 6 м вод. ст. Указанная высота всасывания обеспечивается при температуре воды до 10° С; с повышением температуры высота всасывания уменьшается.

Насосы центробежные типа НДв (горизонтальные одноступенчатые с колесом двустороннего входа для перекачки воды температурой до 100° С)

ТАБЛИЦА XXII.10

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, НАСОСОВ ТИПА НДв



Марка насоса	L	H	h	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	A	B	C	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>	Фланец ФI					Фланец ФII					Масса насоса
													D <sub>H</sub>	D <sub>O</sub>	d <sub>y</sub>	d	n, шт	D <sub>H</sub>	D <sub>O</sub>	d <sub>y</sub>	d	n, шт	
4НДв-60	778	220	300	145	181	340	300	165	4	85	260	23	260	225	150	18	8	215	180	100	18	8	184
5НДв-60	848	266	350	162	224	426	373	215	4	85	260	23	260	225	150	18	8	235	200	125	18	8	242,5
6НДв-60	873	303	400	188	260	492	474	255	4	112	320	23	315	280	200	18	8	260	225	150	18	8	342

ТАБЛИЦА XXII.11

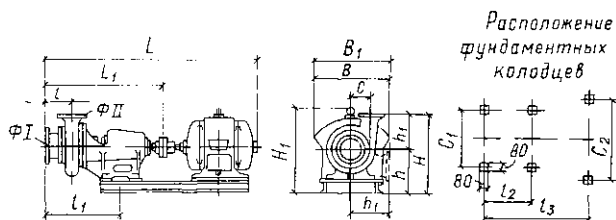
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПА НД<sub>в</sub>

Марка насоса	Подача, м <sup>3</sup> /ч	Полный напор, м вод. ст.	Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м вод. ст.	Частота вращения (синхронная), об/мин	Мощность электродвигателя, кВт	Диаметр колеса, мм
4НД <sub>в</sub> -60	180—150	97—104	2—3,3	3000	75	280
	150—126	84—94	2—4	3000	75—55	265
	103—90	22—24	6,5	1500	14	280
5НД <sub>в</sub> -60	180—126	26—30	6,8—7,3	1500	30	300
	210—150	28—33	5,8—7		30	325
	250—150	31—40	4,6—7		40—30	350
6НД <sub>в</sub> -60	360—216	33—42	4—5,5	1500	55	360
	360—216	39—48	4—5,5		75—55	380
	360—250	46—54	4—5		75—55	405

Насосы центробежные фекальные типа НФ Рыбницкого насосного завода (горизонтальные одноступенчатые консольные для перекачки фекальных жидкостей и сточных вод температурой до 100°С и объемной массой  $\gamma=1050 \text{ кг/м}^3$ )

ТАБЛИЦА XXII.12

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ И МАССА, кг, НАСОСОВ ТИПА НФ



Марка насоса	L	L <sub>1</sub>	l	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	H	H <sub>1</sub>	h	h <sub>1</sub>	C	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	B	B <sub>1</sub>
2½НФу	1194	800	200	450	—	600	545	—	320	225	125	260	260	378	—
	1390			470	—	600	535	—	310			270	270	500	—
	1346			500	—	600	557	—	332			260	260	390	—
	1346			495	—	600	505	—	280			300	300	400	—
	1378			473	—	680	597	—	372			200	200	315	—
	1447			500	—	680	505	—	280			300	300	456	—
	1397			510	—	680	545	—	320			260	200	440	—
	1458			500	—	680	505	—	280			300	300	450	—
	512	—	680	477	—	252	445	445	540	—					
4НФу	1410	930	283	600	—	630	—	580	320	300	190	260	260	—	565
	1570			605	—	680	—	580	280			300	300	—	
	1536			700	—	680	—	580	320			403	403	—	
	1536			603	—	680	—	555	295			290	370	—	
6НФ	2185	1310	380	796	510	1020	—	970	580	450	235	465	465	—	860
	2255			818	550	1100	—	970	576			465	465		
8НФ	2810	1582	405	950	650	1300	—	1230	736	500	345	690	690	—	1030

Примечание. Нагнетательный патрубок у насоса 2½НФу направлен вертикально вверх, у остальных насосов — горизонтально (на схеме показано пунктиром).

Продолжение табл. XXII 12

Марка насоса	Фланец Ф I					Фланец Ф II					Электродвигатель			Вид плиты	Масса насоса (без двигателя и рамы)
	D <sub>H</sub>	D <sub>O</sub>	d <sub>y</sub>	d	л, шт.	D <sub>H</sub>	D <sub>O</sub>	d <sub>y</sub>	d	л, шт.	тип	номинальная мощность кВт	частота вращения, об/мин		
2½НФу	185	150	80	18	4	160	180	65	18	4	АО2-32-4	3	1430	Сварная > > Литая Сварная Литая Сварная Литая Сварная	125
											АО2-42-4	5,5	1450		
											АО2-51-2	10	2900		
											АО2-51-2	10	2900		
											АО2-52-2	13	2900		
											АО2-62-2	17	2900		
4НФу	205	170	100	18	4	205	170	100	18	4	АО2-52-6	7,5	970	Сварная > > Литая	200
											АО2-62-6	13	970		
											А2-71-4	22	1455		
											А2-71-4	22	1455		
6НФ	280	240	150	20	8	280	240	150	20	4	АО2-82-6	40	980	Сварная >	615
											АО2-91-6	55	985		
8НФ	335	295	200	20	8	335	295	200	20	8	А101-6м	100	980	Сварная >	920
											А102-6м	125	980		

ТАБЛИЦА XXII 13

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПА НФ

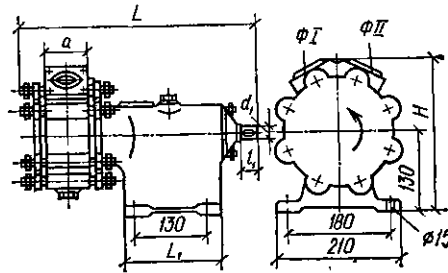
Марка насоса	Подача, м³/ч	Полный напор, м вод. ст.	Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м вод. ст.	Частота вращения (синхронная), об/мин	Мощность на валу насоса, кВт	Диаметр колеса, мм
2½НФу	54	9,7	8,3	1500	2,3	195
	100	32	4,2	3000	13,5	175
	105	36	3,8	3000	16	185
	103	40	3,2	3000	18,5	195
4НФу	115	10	6	1000	5	300
6НФ	360	23	6	1000	36	450
8НФ	576	36	5	1000	86	540

Примечание. Подача, напор и вакуумметрическая высота всасывания даны для оптимального режима работы насоса.

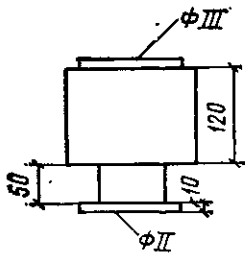
Насосы вихревые типа ВКиВ (горизонтальные одноступенчатые консольные для перекачки воды температурой до 85 °С)

ТАБЛИЦА XXII.14

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, НАСОСОВ ТИПОВ ВК И В



Марка насоса	L	L <sub>1</sub>	H	d <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	Фланец ФI					Фланец ФII					Фланец ФIII					Масса насоса без колпака
						a	D <sub>0</sub>	d <sub>y</sub>	d	n, шт.	a	D <sub>0</sub>	d <sub>y</sub>	d	n, шт.	D <sub>н</sub>	D <sub>0</sub>	d <sub>y</sub>	d	n, шт.	
ВК-1/16	368	160	257	25	35	78	75	25	M10		78	75	25	M10		120	75	25	M10		23,5
ВК-2/26	365	160	260	25	35	100	100	40	M12		100	100	40	M12		130	100	40	M12		27,6
ВК-4/24	378	160	260	25	35	100	100	40	M12	4	100	100	40	M12	4	130	100	40	M12	4	28
ВК-5/24	390	160	270	25	35	108	110	50	M12		108	110	50	M12		140	110	50	M12		30,6
ЗВ-2,7м	470	180	285	28	45	120	130	70	M12		120	130	70	M12		160	130	70	M12		43



Примечания: 1. Насосы типов ВК и В выпускаются также в вариантах: ВКО и ВО — обогреваемые; ВКС и ВС — самовсасывающие, оборудованные чугунным воздушным колпаком (см схему), обеспечивающим самовсасывающую способность насоса.  
2. Размеры фланца ФIII относятся к воздушному колпаку.

ТАБЛИЦА XXII.15

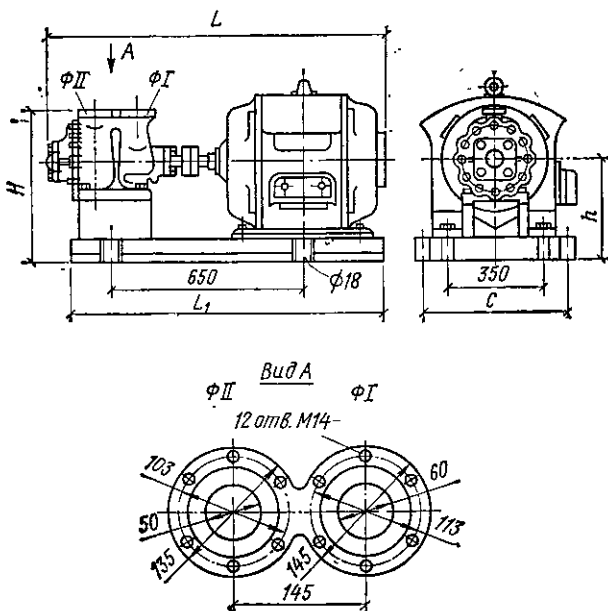
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПОВ ВК И В

Марка насоса	Подача, м <sup>3</sup> /ч	Полный напор, м вод. ст.	Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м вод. ст.	Частота вращения (синхронная), об/мин	Мощность электродвигателя, кВт
ВК-1/16	3,6	16	6	1500	1,5
ВК-2/26	7,2	26	5	1500	5,5
ВК-4/24	14,4	24	4	1500	7,5
ВК-5/24	18	24	3,5	1500	10
ЗВ-2,7м	20—35	80—35	4—3,5	1500	30

Насосы центробежно-вихревые типа 2,5 ЦВм (горизонтальные двухступенчатые с центробежным и вихревым колесами для перекачки воды температурой до 105 °С)

ТАБЛИЦА XXII.16

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ И МАССА, кг, НАСОСОВ ТИПА 2,5ЦВМ



Марка насоса	Δ	L <sub>1</sub>	H	h	C	Электродвигатель			Масса агрегата
						тип	мощность, кВт	частота вращения, об/мин	
2,5ЦВ-0,8м	1240	1080	420	235	450	A2-61-2	17	2900	320
2,5ЦВ-1,1м	1375	1080	440	255	450	АО2-71-2	22	2900	390
2,5ЦВ-1,3м	1275	1080	440	255	450	A2-71-2	30	2900	365
2,5ЦВ-1,5м	1325	1080	440	255	450	A2-72-2	40	2900	390

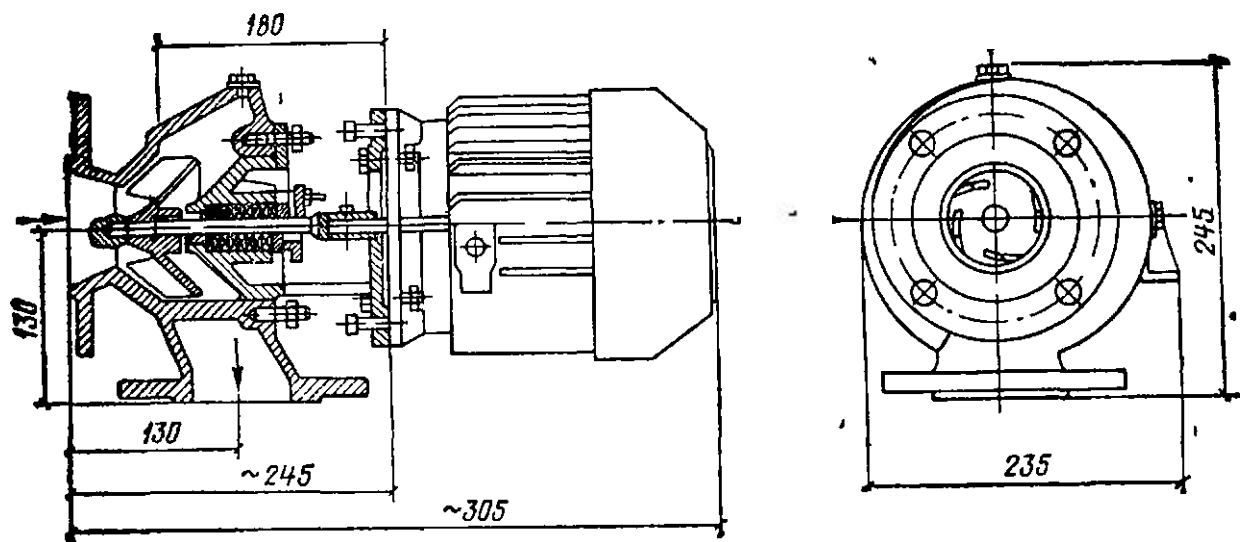
ТАБЛИЦА XXII.17

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПА 2,5ЦВм

Марка насоса	Подача, м <sup>3</sup> /ч	Гарантированный напор, м вод. ст.	Вакуумметрическая высота всасывания, м вод. ст., при температуре воды не более 10° С
2,5ЦВ-0,8м	5	190	7
2,5ЦВ-1,1м	10	190	7
2,5ЦВ-1,3м	15	190	7
2,5ЦВ-1,5м	20	190	7



Насосы диагональные ЦНИПС-10 и ЦНИПС-20 (для циркуляции воды в системах отопления при давлении до 5 кгс/см<sup>2</sup>)

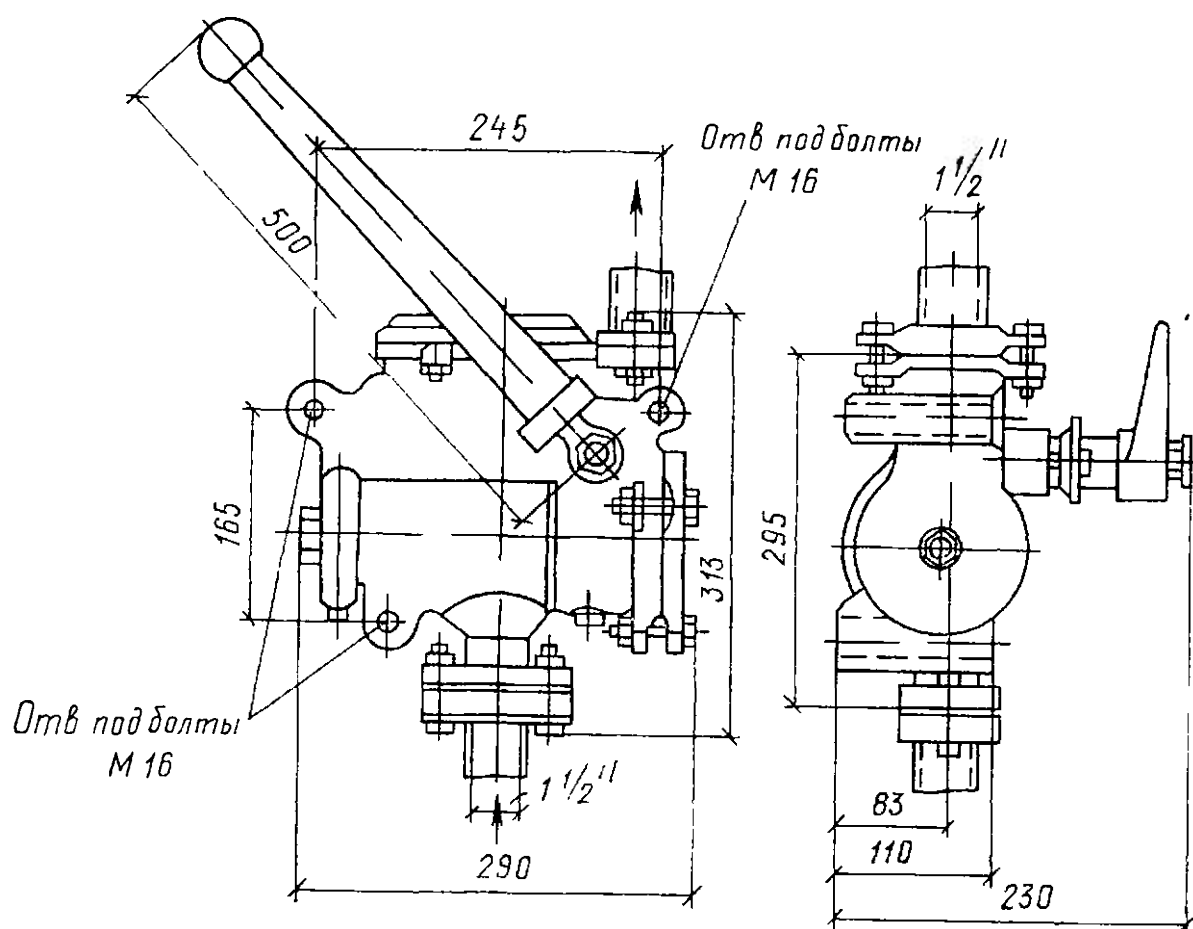
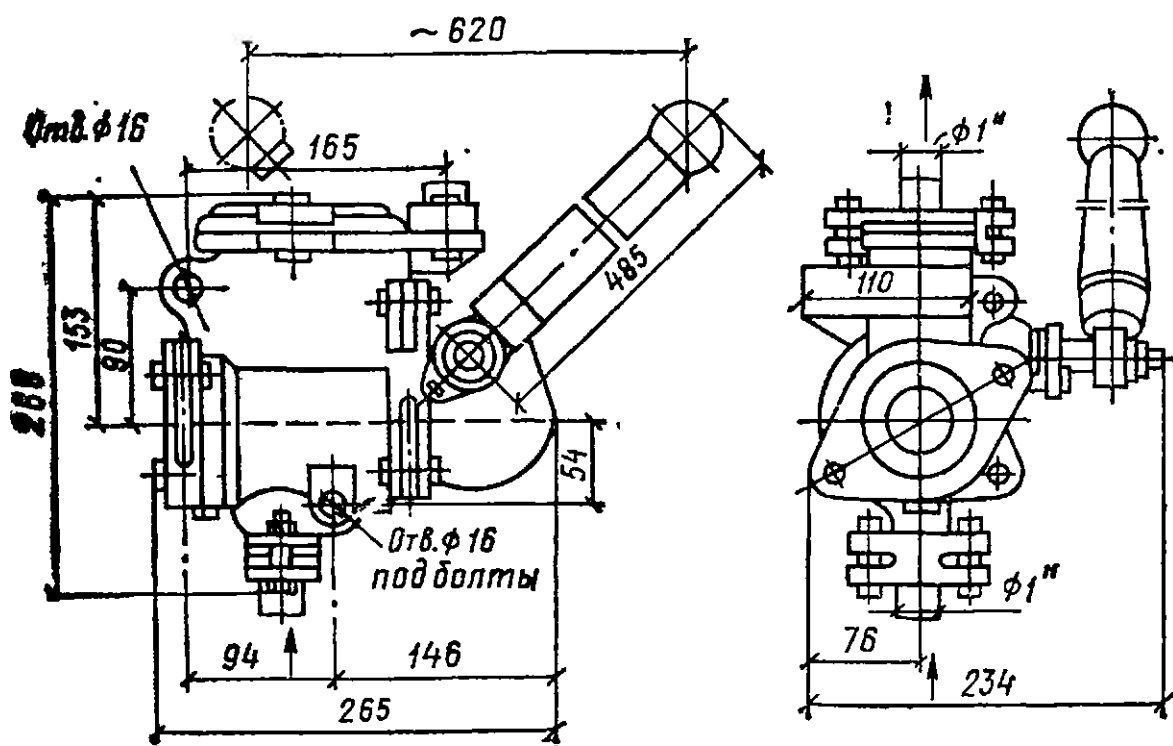


Техническая характеристика насоса ЦНИПС-20

Подача:	
м <sup>3</sup> /ч . . . . .	≤ 20,5
л/с . . . . .	≤ 6,5
Напор, м вод. ст. . . . .	1,5—3,1
Диаметр рабочего колеса, мм	105
Электродвигатель:	
тип . . . . .	АОЛБ-31—4—Вз
мощность, кВт . . . . .	0,27
частота вращения, об/мин . . . . .	1450
напряжение, В . . . . .	220
масса, кг . . . . .	13,5
Масса агрегата, кг . . . . .	35

Примечание. Насос ЦНИПС-10 изготавливается по специальному заказу.

Насосы ручные поршневые типа БКФ (одноцилиндровые двойного действия с ручным приводом для перекачки пресной воды, бензина, керосина, нефти и масел температурой до 80—90° С и вязкостью не более 10° Э)



Техническая характеристика насоса БКФ-2

Диаметр цилиндра, мм . . . . .	75
Ход поршня, мм . . . . .	70
Число двойных ходов за 1 мин . . . . .	30—45
Производительность (для воды) за двойной ход, л . . . . .	0,5
Напор наибольший, м вод. ст. . . . .	30
Высота всасывания наибольшая при температуре воды до 18°С, м вод. ст. . . . .	4,5
Масса, кг . . . . .	19

Техническая характеристика насоса БКФ-4

Диаметр цилиндра, мм . . . . .	100
Ход поршня, мм . . . . .	90
Ход рукоятки, мм . . . . .	710
Число двойных ходов за 1 мин . . . . .	30—45
Производительность (для воды) за двойной ход, л . . . . .	1,3
Напор наибольший, м вод. ст. . . . .	30
Высота всасывания наибольшая при температуре воды до 18°С, м вод. ст. . . . .	4—5
Масса, кг . . . . .	25

BOOKS.PROEKTANT.ORG

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОПИЙ КНИГ

для проектировщиков и технических специалистов

**Т а б л и ц а соотношений между некоторыми единицами физических величин, подлежащими изъятию, и единицами СИ**

Наименование величины	Единица				Соотношение единиц
	подлежащая изъятию		СИ		
	наименование	обозначение	наименование	обозначение	
Сила; нагрузка, вес	килограмм-сила тонна-сила грамм-сила	кгс тс гс	ньютон	Н	1 кгс $\approx$ 9,8 Н $\approx$ 10 Н 1 тс $\approx$ 9,8 $\cdot$ 10 <sup>3</sup> Н $\approx$ 10 кН 1 гс $\approx$ 9,8 $\cdot$ 10 <sup>-3</sup> Н $\approx$ 10 мН
Линейная нагрузка	килограмм-сила на метр	кгс/м	ньютон на метр	Н/м	1 кгс/м $\approx$ 10 Н/м
Поверхностная нагрузка	килограмм-сила на квадратный метр	кгс/м <sup>2</sup>	ньютон на квадратный метр	Н/м <sup>2</sup>	1 кгс/м <sup>2</sup> $\approx$ 10 Н/м <sup>2</sup>
Давление	килограмм-сила на квадратный сантиметр миллиметр водяного столба миллиметр ртутного столба	кгс/см <sup>2</sup> мм вод. ст. мм рт. ст.	паскаль	Па	1 кгс/см <sup>2</sup> $\approx$ 9,8 $\cdot$ 10 <sup>4</sup> Па $\approx$ 10 <sup>5</sup> Па $\approx$ 0,1 МПа 1 мм вод. ст. $\approx$ 9,8 Па $\approx$ 10 Па 1 мм рт. ст. $\approx$ 133,3 Па
Механическое напряжение Модуль продольной упругости; модуль сдвига; модуль объемного сжатия	килограмм-сила на квадратный миллиметр килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/мм <sup>2</sup> кгс/см <sup>2</sup>	паскаль	Па	1 кгс/мм <sup>2</sup> $\approx$ 9,8 $\cdot$ 10 <sup>6</sup> Па $\approx$ 10 <sup>7</sup> Па $\approx$ 10 МПа 1 кгс/см <sup>2</sup> $\approx$ 9,8 $\cdot$ 10 <sup>4</sup> Па $\approx$ 10 <sup>5</sup> Па $\approx$ 0,1 МПа
Момент силы; момент пары сил	килограмм-сила-метр	кгс $\cdot$ м	ньютон-метр	Н $\cdot$ м	1 кгс $\cdot$ м $\approx$ 9,8 Н $\cdot$ м $\approx$ 10 Н $\cdot$ м
Работа (энергия)	килограмм-сила-метр	кгс $\cdot$ м	джоуль	Дж	1 кгс $\cdot$ м $\approx$ 9,8 Дж $\approx$ 10 Дж
Количество теплоты	калория килокалория	кал ккал	джоуль	Дж	1 кал $\approx$ 4,2 Дж 1 ккал $\approx$ 4,2 кДж
Мощность	килограмм-сила-метр в секунду лошадиная сила калория в секунду килокалория в час	кгс $\cdot$ м/с л. с. ккал/с ккал/ч	ватт	Вт	1 кгс $\cdot$ м/с $\approx$ 9,8 Вт $\approx$ 10 Вт 1 л. с. $\approx$ 735,5 Вт 1 кал/с $\approx$ 4,2 Вт 1 ккал/ч $\approx$ 1,16 Вт
Удельная теплоемкость	калория на грамм-градус Цельсия килокалория на килограмм-градус Цельсия	кал/(г $\cdot$ °С) ккал/(кг $\cdot$ °С)	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг $\cdot$ К)	1 кал/(г $\cdot$ °С) $\approx$ 4,2 $\cdot$ 10 <sup>3</sup> Дж/(кг $\cdot$ К) $\approx$ 4,2 кДж/(кг $\cdot$ К) 1 ккал/(кг $\cdot$ °С) $\approx$ 4,2 кДж/(кг $\cdot$ К)
Теплопроводность	калория в секунду на сантиметр-градус Цельсия килокалория в час на метр-градус Цельсия	кал/(с $\cdot$ см $\cdot$ °С) ккал/(ч $\cdot$ м $\cdot$ °С)	ватт на метр-кельвин	Вт/(м $\cdot$ К)	1 кал/(с $\cdot$ см $\cdot$ °С) $\approx$ 420 Вт/(м $\cdot$ К) 1 ккал/(ч $\cdot$ м $\cdot$ °С) $\approx$ 1,16 Вт/(м $\cdot$ К)
Коэффициент теплообмена (теплоотдачи); коэффициент теплопередачи	калория в секунду на квадратный сантиметр-градус Цельсия килокалория в час на квадратный метр-градус Цельсия	кал/(с $\cdot$ см <sup>2</sup> $\cdot$ °С) ккал/(ч $\cdot$ м <sup>2</sup> $\cdot$ °С)	ватт на квадратный метр-кельвин	Вт/(м <sup>2</sup> $\cdot$ К)	1 кал/(с $\cdot$ см <sup>2</sup> $\cdot$ °С) $\approx$ 42 кВт/(м <sup>2</sup> $\cdot$ К) 1 ккал/(ч $\cdot$ м <sup>2</sup> $\cdot$ °С) $\approx$ 1,16 Вт/(м <sup>2</sup> $\cdot$ К)