

А.З. Евилевич

# **ОШИБКИ** **В ЭКСПЛУАТАЦИИ** **ВОДОПРОВОДОВ** **И КАНАЛИЗАЦИЙ**



А. З. ЕВИЛЕВИЧ

# О Ш И Б К И В ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОПРОВОДОВ И КАНАЛИЗАЦИЙ



ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ  
Ленинград · 1972

УДК : 628.147.2+628.2.004.1

**E 168**

Научный редактор — канд. техн. наук **М. В. Ле-  
щинский.**

В книге на фактическом материале анализируются серьезные ошибки при эксплуатации водопроводов и канализаций, главным образом, небольших объектов, где они чаще допускаются, приводя к неудовлетворительной работе дорогостоящие и жизненно важные сооружения.

Даются рекомендации, как устранить аварии в местах, где они возникли, а также как предупредить их.

Книга рассчитана на средний инженерно-технический персонал, непосредственно занятый эксплуатацией водопроводных и канализационных сооружений.

3-2-10

БЗ № 7-1972 г-№ 18

**Абрам Захарович ЕВИЛЕВИЧ**

**ОШИБКИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ВОДОПРОВОДОВ И КАНАЛИЗАЦИЙ**

Стройиздат, Ленинградское отделение  
Ленинград, пл. Островского, 6

Редактор издательства Е. Г. Никольская  
Технический редактор В. В. Живнова  
Корректор И. И. Кудревич  
Обложка художника И. К. Новодворской

Сдано в набор 12/І 1972 г. Подписано к печати 10/ІV 1972 г.  
М-13781. Формат бумаги 60×90<sup>1/16</sup> № 2. Бум. л. 3,75. Печ. л. 7,5.  
Уч.-изд. л. 8,43. Изд. № 1266-Л Тираж 16 000 экз. Заказ № 126.  
Цена 42 коп.

Ленинградская типография № 4 Главполиграфпрома Комитета  
по печати при Совете Министров СССР, Социалистическая, 14.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Серьезные ошибки в эксплуатации водопроводных и канализационных сооружений чаще допускаются на небольших объектах и составляют главную причину неудовлетворительной работы этих жизненно важных устройств. В результате многие сооружения, будучи даже построенными безупречно, нередко через короткий срок приходят в негодность.

Описанные и анализируемые ошибки собраны автором по фактическим материалам в течение 12 лет.

Необходимо отметить, что все приведенные ошибки по эксплуатации вызваны не какими-либо особыми причинами, а в подавляющем числе случаев некомпетентностью, неподготовленностью обслуживающего персонала, незнанием, а часто игнорированием самых элементарных требований эксплуатации.

С экономической стороны ошибки вызывают ничем не оправданное удорожание эксплуатации — стоимость мероприятий по устранению аварий, как правило, во много раз превосходит стоимость нормальной эксплуатации. К сожалению, в некоторых случаях ущерб не ограничивается экономическими потерями или функциональной ненадежностью сооружений, но включает и человеческие жизни.

Излагая некоторые наиболее серьезные недостатки в эксплуатации водопроводов и канализаций в форме анализируемых ошибок, автор глубоко убежден, что такая форма является наиболее конкретной, убедительной и действенной. Она будет лучше способствовать устранению ошибок в тех местах, где они допускаются, а также поможет предупредить их возникновение на других объектах.

## Глава I ВВОДНАЯ

### § 1. Основные схемы водоснабжения населенных пунктов

Современный водопровод представляет собой систему инженерных сооружений и устройств, обеспечивающих населенный пункт или объект водой требуемого качества в необходимом количестве.

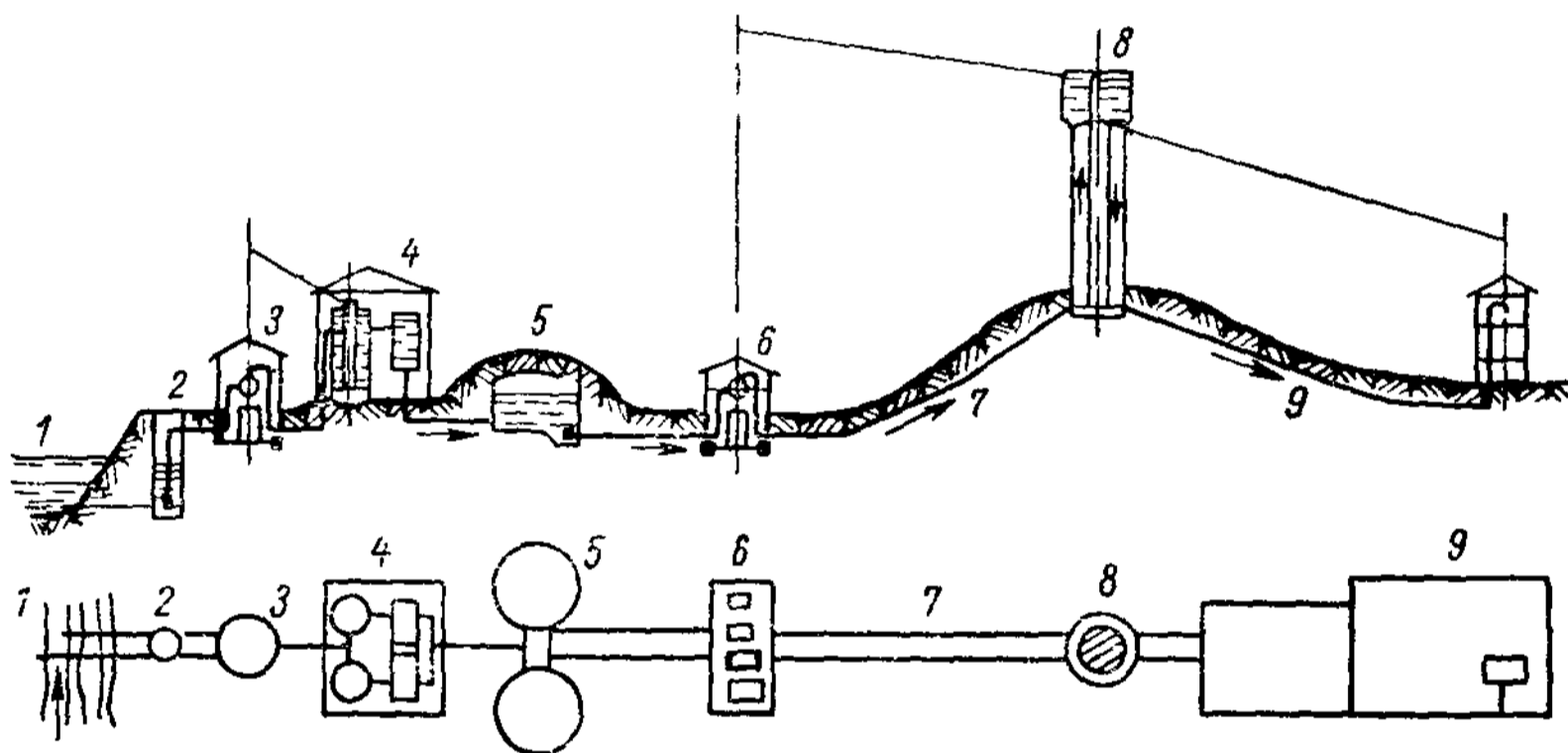


Рис. 1. Схема водоснабжения населенного пункта при заборе воды из открытого источника

1 — водоприемник с самотечными линиями; 2 — береговой колодец, 3 — насосная станция 1-го подъема, 4 — очистные сооружения, 5 — резервуар чистой воды; 6 — насосная станция 2-го подъема, 7 — водоводы, 8 — водонапорная башня; 9 — водопроводная сеть

Состав этих сооружений и устройств зависит от назначения водопровода, источника водоснабжения, способа подачи воды в сеть и некоторых других условий

На рис. 1 представлена наиболее дорогая и сложная для эксплуатации схема водоснабжения населенного пункта при заборе воды из открытого источника (река, озеро, водохранилище, море).

Водопроводная сеть является одним из основных элементов системы водоснабжения и составляет 50—70% стоимости системы. Она непосредственно связана с работой водоводов, насосных станций, водонапорных башен и других регулирующих емкостей. Водопроводная сеть прокладывается в виде разветвленных или тупиковых линий, но чаще в виде замкнутых или кольцевых линий, обеспечивая этим более надежную и бесперебойную эксплуатацию.

Для устройства водопроводной сети применяются трубы: чугунные, стальные, асбестоцементные, железобетонные, бетонные, пластмассовые. Сеть оборудуется запорно-регулирующей, водоразборной и предохранительной арматурой, размещаемой, как правило, внутри колодцев.

Для правильной эксплуатации водопроводной сети применяется следующая арматура: задвижки и вентили — для выключения аварийных или ремонтируемых участков сети, а также для переключения на другие режимы работы; выпуски — для спуска воды из труб в пониженных точках сети во время ремонта, промывки или очистки; вантузы — для автоматического удаления скопившегося воздуха из повышенных точек водопроводных линий и для выпуска воздуха, когда давление в трубах становится ниже атмосферного; предохранительные клапаны — для защиты водопроводных труб от сверхдопустимых давлений, вызываемых гидравлическими ударами (последние являются причиной большинства

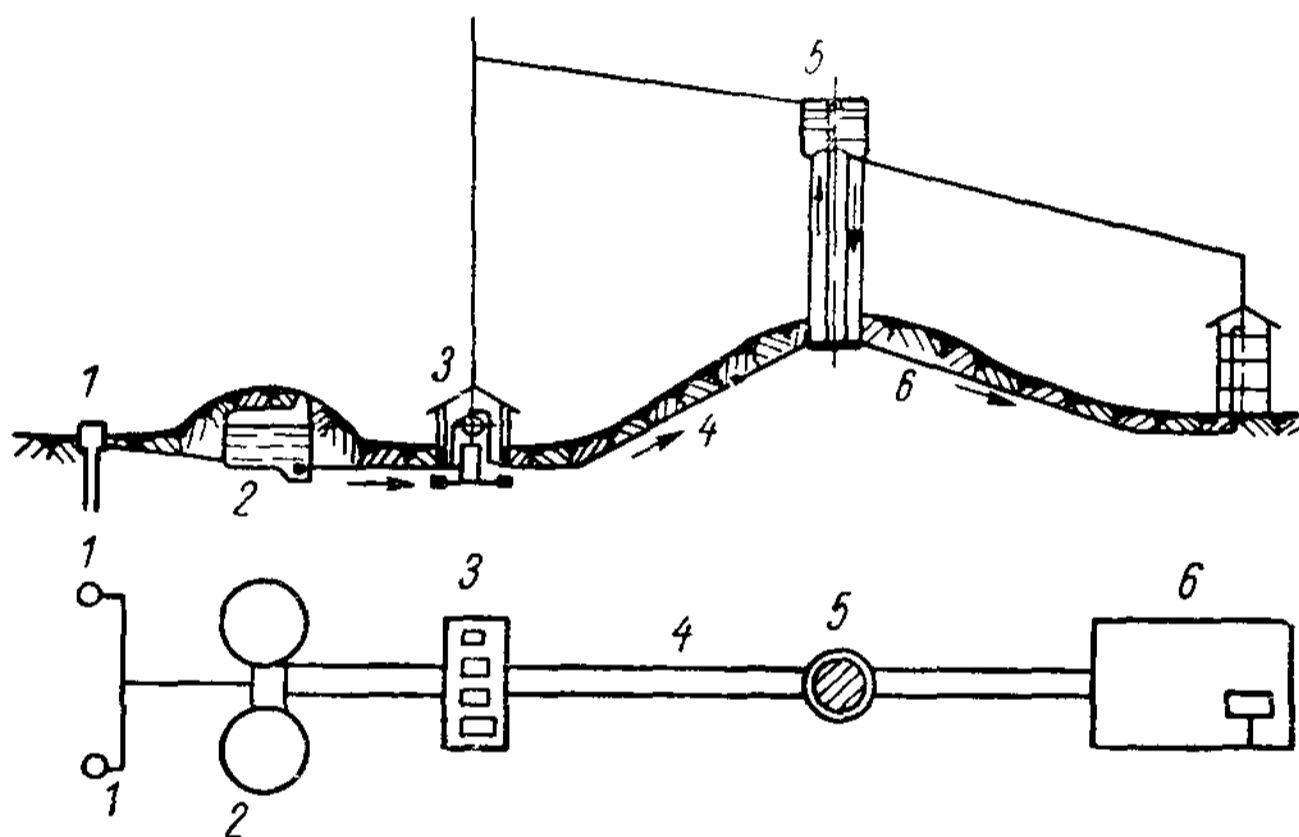


Рис. 2 Схема водоснабжения населенного пункта при заборе воды из подземных источников

1 — трубчатые колодцы (скважины); 2 — сборный резервуар, 3 — насосная станция, 4 — водоводы; 5 — водоизмерительная башня; 6 — водопроводная сеть

аварий на сети); обратные клапаны — для пропуска воды только в одном направлении; пожарные гидранты — для водоразбора из сети при наружном пожаротушении; водоразборные колонки — для разбора воды населением домов, не имеющих внутреннего водопровода; компенсаторы — для предохранения стальных трубопроводов от повреждения при деформации, возникающей от температурных колебаний; водомеры — для учета расходуемой или пропускаемой воды.

На рис. 2 приведена схема водоснабжения населенного пункта при заборе воды из подземных источников (грунтовые, артезианские воды, ключи).

При наличии хороших подземных источников схема водоснабжения намного упрощается. Отпадает необходимость очистных

сооружений и часто насосов второго подъема. В эксплуатационном отношении подобные схемы водоснабжения являются наиболее простыми, экономичными и надежными.

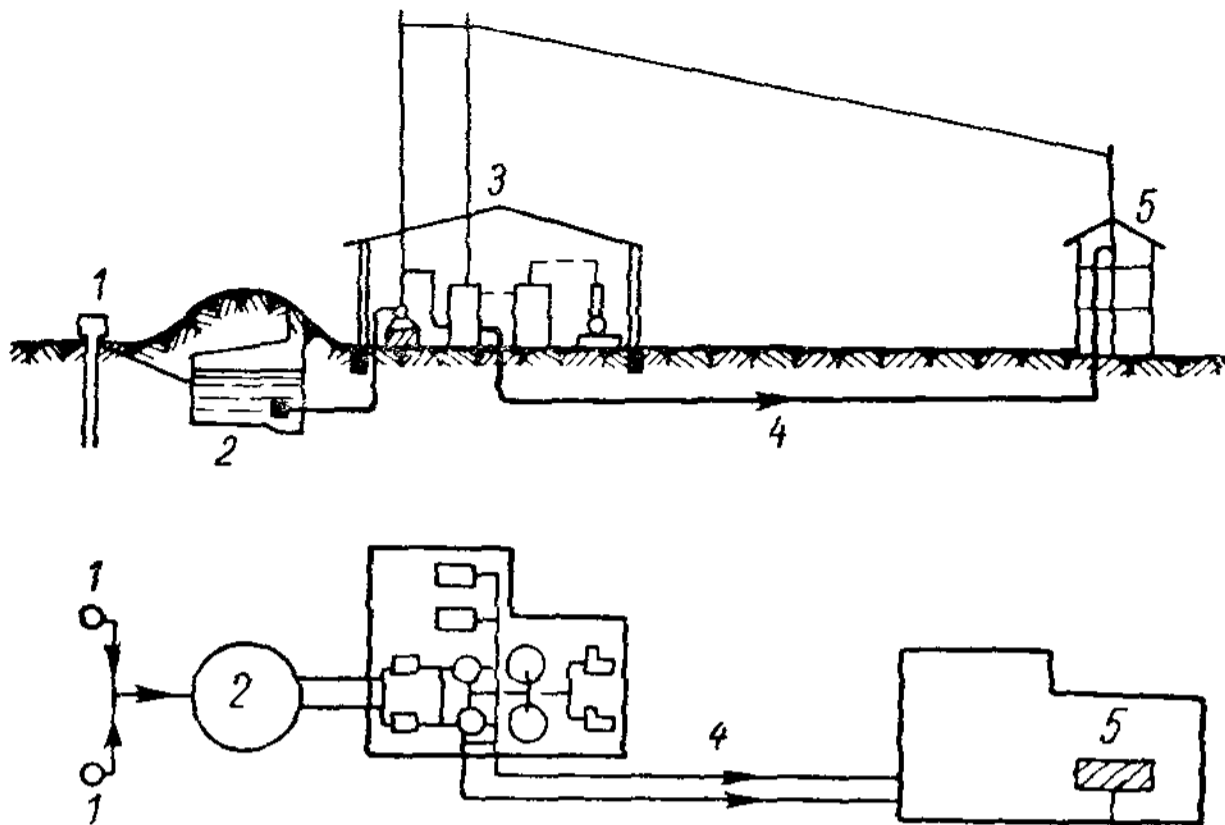


Рис. 3. Схема пневматического водоснабжения при использовании подземного источника воды

1 — трубчатые колодцы; 2 — сборный резервуар; 3 — насосно-пневматическая станция; 4 — водоводы; 5 — водопроводная сеть

На рис. 3 приведена схема пневматического водоснабжения при использовании подземного источника воды. Здесь пневматические котлы, установленные на земле или под землей, заменяют водонапорные башни. В эксплуатационном отношении эта схема сложнее башенной. Она успешно применяется там, где постройка башен по тем или иным условиям недопустима или нецелесообразна.

## § 2. Основные схемы канализации населенных пунктов

Современная канализация представляет собой комплекс инженерных сооружений и устройств, предназначенных для приема и отвода сточных вод за пределы канализуемой территории, где эти стоки подвергаются необходимой очистке и обеззараживанию, после чего выпускаются в водоем.

На рис. 4 приведена общая схема канализации. Самотечная канализация устраивается из керамических, бетонных, железобетонных, асбестоцементных и других труб. Напорные участки выполняются из железобетонных, асбестоцементных, чугунных и стальных труб. К сетевым устройствам относятся все смотровые, перепадные, дождеприемные колодцы; дюкеры и сифоны — для перехода через водные преграды; ливнеспуски, ливнеотводы и выпуски — для сбрасывания дождевых вод в водные протоки; переходы через железные и автомобильные дороги.

Сточные воды, собранные со всей канализуемой территории или части ее, поступают на насосную станцию, которая перекачивает их по напорному водоводу на очистную станцию,

расположенную, как правило, за пределами канализуемой территории.

На очистной станции производится очистка сточных вод до такой степени, чтобы они не оказывали вредного влияния на водоем,

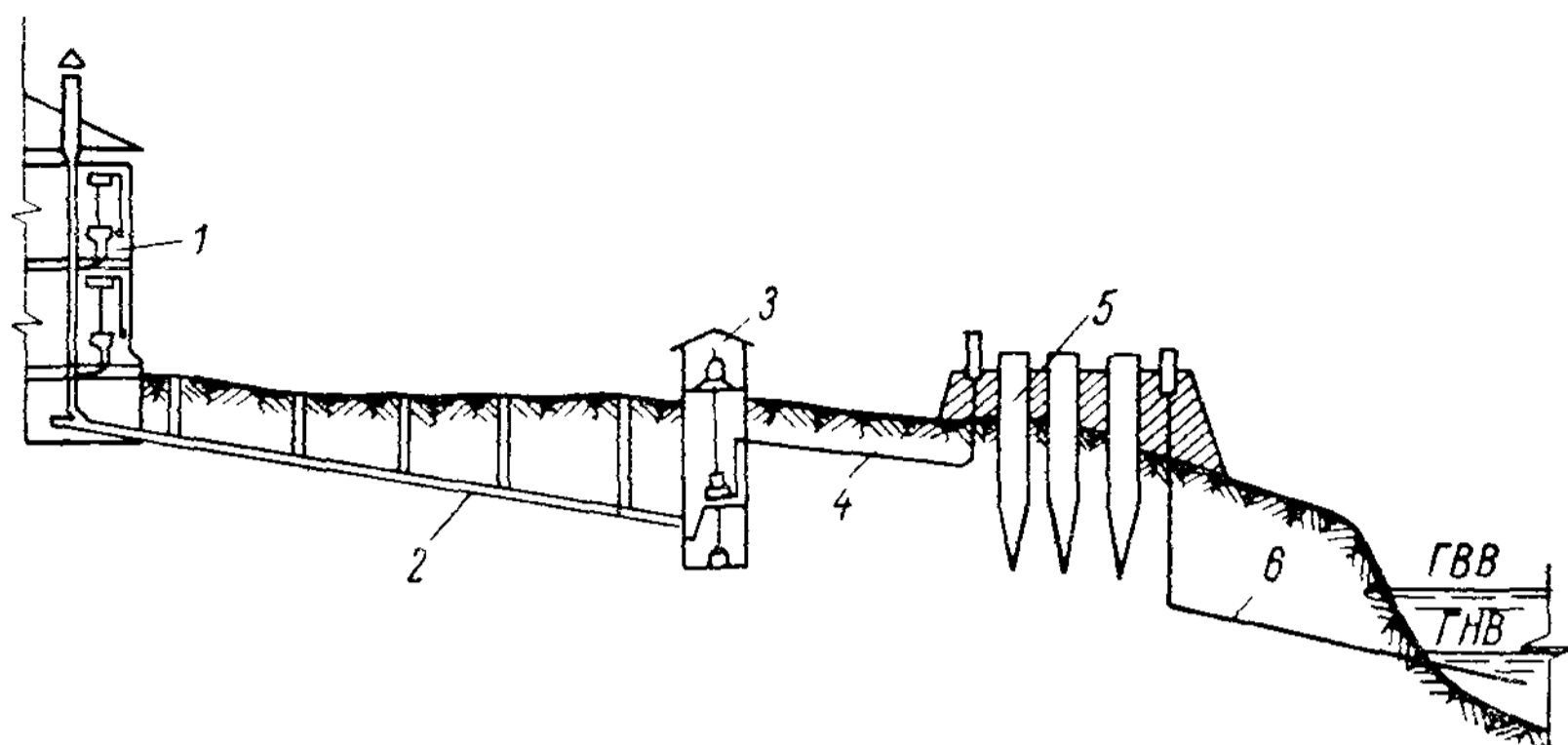


Рис. 4. Общая схема канализации

1 — внутренняя канализация; 2 — наружная канализационная сеть; 3 — насосная станция; 4 — напорный водовод; 5 — очистная станция; 6 — выпуск очищенных стоков в водоем

принимающий эти стоки. С этой целью применяют сооружения механической очистки, механо-химической, биологической, позволяющие очищать сточные воды до требуемой степени. После

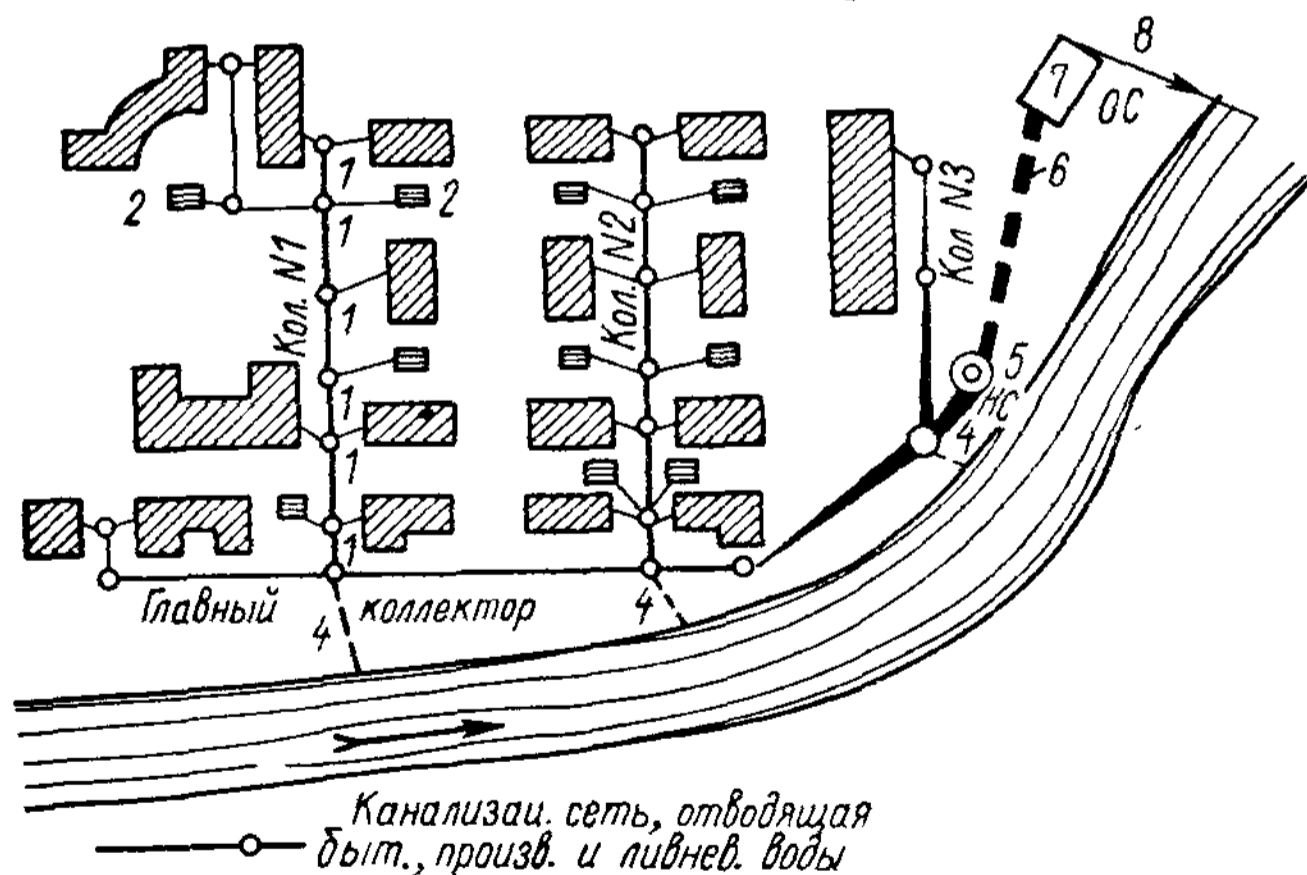


Рис. 5. Схема общесплавной системы канализации

1 — смотровые колодцы; 2 — дождеприемные колодцы; 3 — сеть общесплавной канализации; 4 — ливнеспуски; 5 — насосная станция; 6 — напорный водовод; 7 — очистная станция; 8 — выпуск в водоем

очистки и обеззараживания сточные воды через выпуск сбрасываются в водоем.

В зависимости от поступления в канализационную сеть и системы отвода сточных вод (бытовых, производственных, дождевых)



различают следующие основные системы канализации: общесплавная, раздельная и полураздельная.

При общесплавной системе канализации, схема которой представлена на рис. 5, все категории сточных вод отводятся по одной, общей, сети труб. При этом в целях уменьшения размеров труб и снижения стоимости данной системы канализации устраиваются ливнеспуски, ливнеотводы и выпуски, при помощи которых большая часть дождевых вод (во время интенсивных ливней) сбрасывается в водоем.

При раздельной системе канализации (см. схему на рис. 6) устраивают две самостоятельные сети труб. По одной из них от-

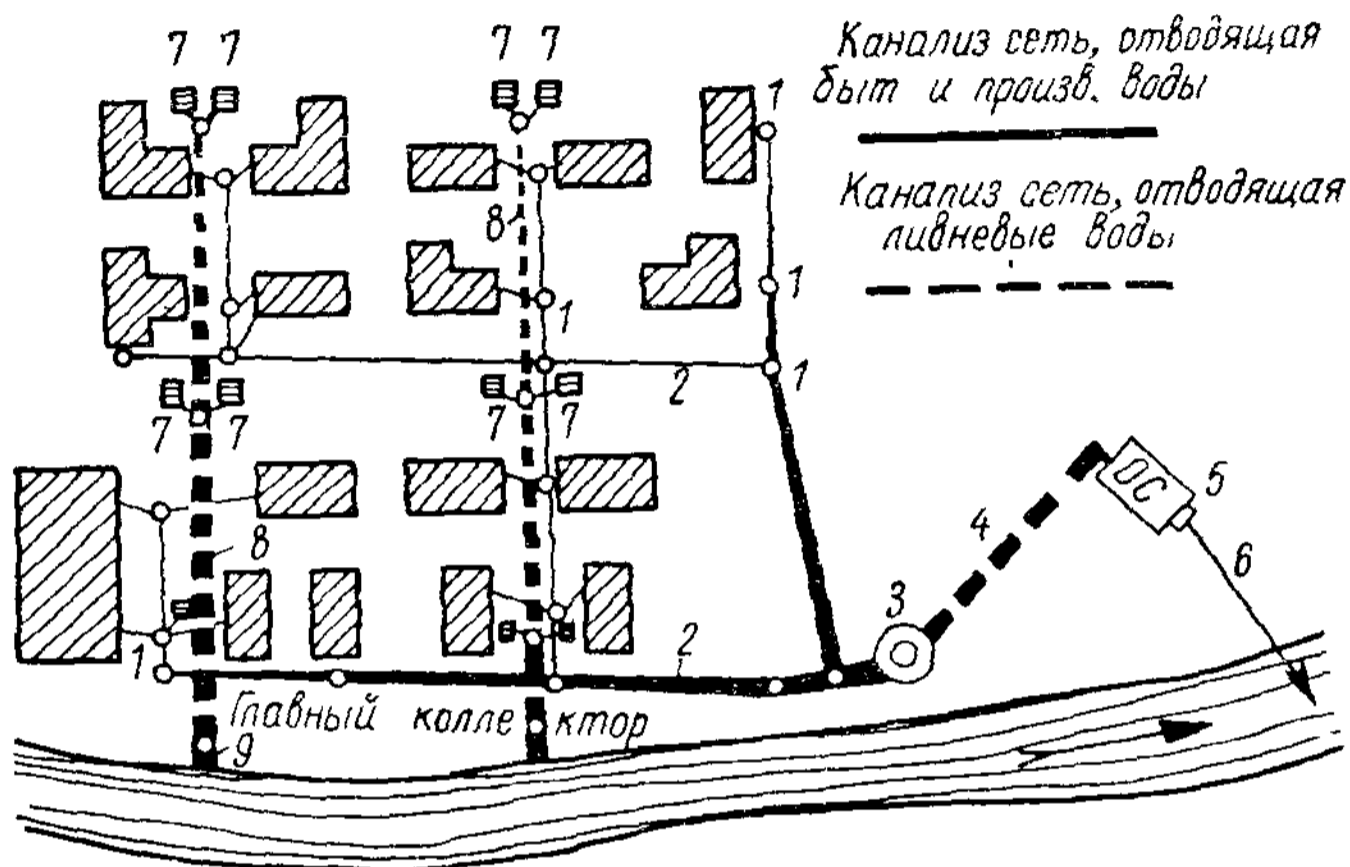


Рис. 6. Схема раздельной системы канализации

1 — смотровые колодцы; 2 — сеть бытовой и производственной канализации; 3 — насосная станция; 4 — напорный водовод; 5 — очистная станция; 6 — выпуск в водоем; 7 — дождеприемные колодцы; 8 — сеть дождевой канализации; 9 — выпуск дождевых вод в водоем

водятся на очистные сооружения бытовые и загрязненные производственные сточные воды; по другой сети отводятся дождевые и условно чистые производственные стоки, выпускаемые в ближайший водоем.

На практике довольно часто в первую очередь строится одна сеть для отвода наиболее грязных бытовых и производственных сточных вод. При этом дождевые и условно чистые воды удаляются по естественным склонам местности и протокам. Такая система канализации в отличие от раздельной называется неполной раздельной системой.

При полураздельной системе канализации, применяемой очень редко, устраивают также две сети труб; по одной — отводятся на очистные сооружения все бытовые, загрязненные производственные, а также наиболее грязные дождевые воды, выпавшие в начале дождя и поступившие в эту сеть через соединительные камеры; по другой сети отводятся наиболее чистые дождевые и условно чистые воды.

### § 3. Общие требования к эксплуатации водопроводных и канализационных сооружений

Основным требованием, предъявляемым к эксплуатации водопроводных и канализационных сооружений, является обеспечение бесперебойной работы в соответствии с расчетными показателями, а также обеспечение надежности и долговечности этих сооружений.

Аварии и другие причины, нарушившие нормальную работу водопроводных и канализационных сооружений, должны тщательно изучаться эксплуатационным персоналом в целях неповторения и предотвращения в дальнейшем.

Эксплуатационный персонал может быть допущен к работе лишь после необходимой подготовки и проверки знаний по эксплуатации соответствующих сооружений и правил безопасности. На насосных станциях, очистных сооружениях, участках по эксплуатации водопроводных и канализационных сетей должны быть инструкции по технической эксплуатации сооружений, агрегатов, механизмов, сетей и сетевых устройств, а также должностные инструкции. В последних указываются права и обязанности всех должностных лиц, включая порядок эксплуатации, действия при аварийном положении, связь и т. п.

Нормальная эксплуатация сооружений, механизмов, сетей может быть обеспечена правильным использованием их, а также содержанием в состоянии постоянной готовности выполнять свои технические функции.

Основные задачи эксплуатации водопровода следующие:

обеспечение заданного режима работы сооружений, оборудования сетей, а также качества воды;

борьба с утечками воды и нерациональным использованием ее, а также с потерями электроэнергии, реагентов при очистке воды;

систематические проверки работы и планово-предупредительные осмотры всех сооружений и устройств;

текущий и капитальный ремонт сетей, сооружений и оборудования.

К эксплуатации систем канализации относятся:

контроль за правилами пользования канализацией всеми присоединенными объектами, в том числе контроль за составом и количеством спускаемых стоков;

периодический осмотр технического состояния очистных сооружений, оборудования насосных станций и сетевых устройств с устранением обнаруженных дефектов;

текущий и капитальный ремонт сооружений и устройств;

профилактическая промывка и прочистка сети.

Указанные мероприятия по эксплуатации водопровода и канализации планируются и осуществляются соответствующими службами эксплуатации (управление, трест, контора, отдел, участок, группа), которые должны быть обеспечены эксплуатационным персоналом, транспортом, механизмами, инструментом, соответствующим инвентарем и материалами.

Глава II. ОШИБКИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОЗАБОРНЫХ  
СООРУЖЕНИЙ

§ 4. Береговой водоприемник, не очищаемый от песка

На одном обследованном объекте водоснабжения, питающемся водой из реки Ахтубы, было обращено внимание на большой вынос мелкого песка, попадающего в сеть после полного цикла очистки воды. Установили, что на отстойники, а затем и скорые фильтры поступает много минеральных примесей, перекачиваемых вместе с водой из водоприемника насосами 1-го подъема.

Береговой водоприемник расположен на высоком берегу быстрой и глубоководной реки, несущей много примесей. Учитывая это обстоятельство, проект предусматривал устройство более глубокой и широкой первой приемной камеры по сравнению со второй — для всасывающих труб от насосов первого подъема.

Железобетонный водоприемник высотой 14 м состоит из двух секций. Входные окна с решетками и шиберами устроены в два яруса. Общая ширина водоприемника со стороны реки — 6 м, со стороны насосной станции — 3 м. Длина приемной камеры — 2 м, всасывающей — 1 м. Глубина приемной камеры от нижнего яруса окна — 3 м, а всасывающей — 1 м. В прямках первых камер были смонтированы эжекторы.

Недооценка роли регулярной работы эжектора вскоре привела к переполнению приемных камер речными наносами. Сами эжекторы оказались закупоренными и засыпанными двухметровым слоем грязного песка и не могли функционировать, что привело к нарушению работы других устройств этого объекта.

Крупные частицы песка, попадая в лопасти центробежных насосов 1-го подъема, за три года дважды выводили из строя рабочие колеса. Большое количество примесей усложнило работу отстойников и фильтров, ухудшило качество воды и условия эксплуатации водопроводной сети.

В таких случаях, прежде всего, необходима регулярная работа эжекторов и полная очистка приемных камер. Во избежание затруднений с откачкой уплотненного песка применяют эжекторы с разрыхлителем. Учитывая размеры камеры, целесообразно эжекторы монтировать подвесными, с гибким шлангом для подвода рабочей воды с целью полной откачки песка как по глубине приемной камеры, так и по площади ее.

В случае, если очистка приемной камеры берегового водозабора от осадка связана с необходимостью спуска обслуживающего персонала в камеру, работа должна проводиться под наблюдением ответственного лица, с соблюдением правил техники безопасности.

Если поступление песка или наносов носит постоянный характер, эксплуатационники, учитывая местные условия, должны подумать о мерах, предупреждающих это поступление или снижающих его до минимума. Иногда лишь одно увеличение размеров окон водоприемника может дать снижение скорости воды на входе, а вместе с этим уменьшить количество вовлекаемых наносов. Для небольших объектов обычно принимают входные скорости 0,2—0,3 м/сек и даже меньше. Для уменьшения поступления наносов, и в первую очередь наиболее тяжелых, имеет значение высота порога от дна реки до входных окон. При большой высоте порога поступление наносов уменьшается. На практике высота порога колеблется в пределах 0,5—1,5 м в зависимости от глубины реки и количества наносов.

В некоторых случаях проводят специальные наблюдения за движением наносов в реке выше водозабора с тем, чтобы принять меры для уменьшения количества их в районе водозабора.

## **§ 5. Приостановка водоснабжения из-за обмерзания водоприемной решетки**

Случай с обмерзанием водоприемной решетки, вызвавший двухдневную приостановку водоснабжения населенного пункта в Днепропетровской области, произошел исключительно по вине эксплуатационного персонала.

Первой ошибкой было принятие в эксплуатацию всех головных водопроводных сооружений, в том числе берегового водозабора, без обогрева водоприемной решетки паром, предусмотренного проектом и сметой. Эксплуатационники согласились выполнить эту работу своими силами.

Вторая ошибка заключалась в том, что, приняв на себя выполнение работ по обогреву решетки, они не выполнили их. Так прошло шесть лет; многие забыли про обогрев решетки, а некоторые считали этот обогрев, для района с мягкой зимой, ошибкой проектировщиков, пока случай с обмерзанием, произошедший в 1959 г., не напомнил о недооценке условий и допущенной ошибке.

Опыт эксплуатации водопроводов свидетельствует о нередких ледовых затруднениях, которые наблюдаются не только в северных районах СССР, но и на юге [3]. Больше того, большинство водопроводных станций, расположенных на Крайнем Севере, не испытывает нарушений из-за ледовых условий.

Ледовые затруднения вызываются не столько географическим расположением объекта водоснабжения, сколько местными температурными условиями.

Внутриводный лед образуется при переохлаждении воды в реке. Например, при переохлаждении воды до  $-0,085^{\circ}\text{C}$  сила смерзания кристалликов льда на стальной решетке достигает  $0,136 \text{ кгс/см}^2$  [4].

Примерзание льда к решеткам возможно только при наличии внутриводных кристалликов льда. Последние образуются на открытых участках, расположенных выше водоприемника (перекаты, пороги).

После образования сплошного ледяного покрова выделение внутриводного льда не наблюдается.

Борьба с обмерзанием решеток осуществляется обогревом паром, электрическим током, скалыванием льда. Но эти способы довольно сложны и малоэкономичны.

В последние годы были разработаны антиобледенительные покрытия для решеток [4]. К ним относятся парафин с солидолом, нефтяной битум марки БН-II, 5%-ный раствор метилхлорсилана, но эти средства лишь уменьшают смерзаемость на 50—70% и недостаточны.

К более надежным и долговечным средствам относится покрытие металлических стержней решетки слоем резины 2—3 мм. Очень хорошо показала себя решетка, выполненная из арктилита,— спрессованного под большим давлением древеснослоистого пластика, по прочности близкого к стали.

Интересные испытания восьми решеток провел инж. И. В. Горюнов в 1963 г. в районе нижнего бьефа Волжской гидростанции [5]. Испытывались шесть металлических решеток и две винипластовые.

Наблюдения показали, что металлические решетки, покрытые жидким стеклом или полихлорвиниловой оболочкой (обмоткой), меньше всего подвержены обмерзанию.

Металлическая решетка без покрытий была полностью забита льдом. Чуть меньше забились льдом металлические решетки, покрытые гудроном и винипластовой обмоткой. Винипластовые решетки медленнее обрастают льдом по сравнению с металлическими. Но после образования пленки льда дальнейшее обмерзание по скорости не уступает обмерзанию металлической решетки.

Правилами технической эксплуатации [1] предусматриваются регулярные наблюдения за зимним режимом водоема, начиная с ледостава и кончая ледоходом. В это время наблюдают за температурой и уровнями воды в реке и у водоприемника, за состоянием и продвижением льда.

При температуре воды ниже  $1^{\circ}\text{C}$  (критическая температура) внимательно следят за приемными окнами, не допуская закупорку их донным льдом или шугой. Еще до наступления заморозков необходимо подготовить к действию средства подогрева решеток паром, горячей водой, электрическим током.

При отсутствии указанных средств подогрева применяется установка шугоотбойных запаней, щитов, коробов и сброс у водозабора отработанной теплой воды. При закупорке водоприемных отверстий производится скалывание льда.

## § 6. Ухудшение работы водозаборных скважин

### Пескование скважины

С подобными примерами в эксплуатации приходилось встречаться нередко в различных пунктах страны, где были пробурены скважины в мелкозернистых водоносных песках. По существу это не ошибки эксплуатации, а скорее тяжелые случаи, выпавшие на долю эксплуатационников в силу различных причин.

Часто пескование вызывается неправильным подбором производительности насосов, превышающей дебит скважины.

В одном случае для 8-дюймовой скважины, пробуренной на глубине 84 м, с высоким динамическим уровнем воды, был установлен сетчатый фильтр галунного плетения (номер сетки 8/70 или 14/100). Для откачки воды установили погружной насос 6АП-9×6 с производительностью 2 л/сек. Вместе с водой скважина выдавала довольно большое количество мелкого песка, который истирал лопатки рабочего колеса насоса и поступал затем в сеть к потребителю воды.

В данном случае причина пескования заключалась в неправильном выборе конструкции фильтра.

После рекомендации эксплуатационникам — заменить сетчатый фильтр корзинчатым песчано-гравийным фильтром, последний был выпол-

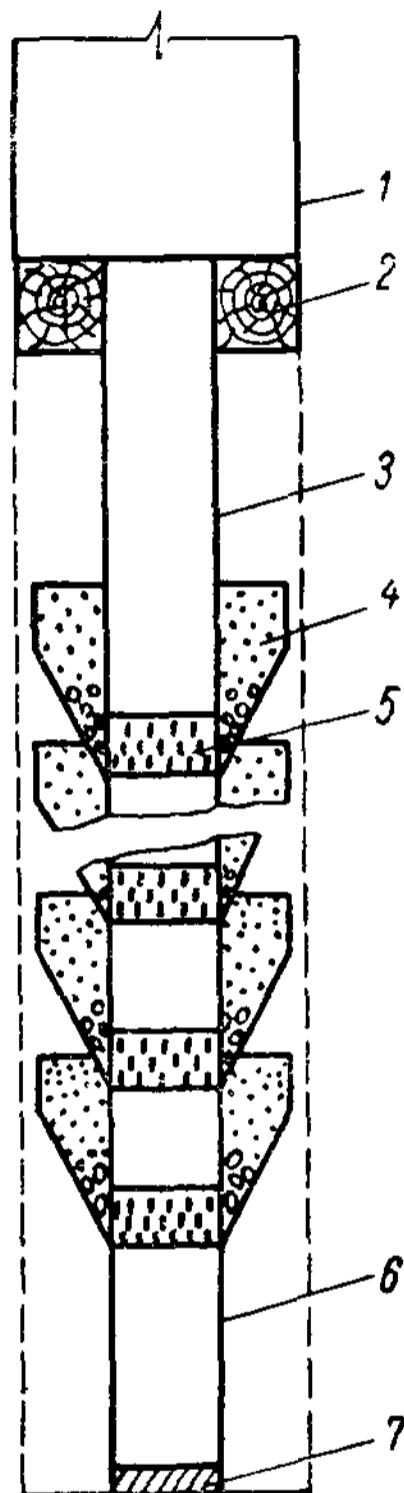


Рис. 7. Корзинчатый гравийный фильтр

1 — обсадная труба; 2 — деревянный сальник; 3 — надфильтровая труба; 4 — корзинка (воронка); 5 — приемная часть фильтра (щелевые отверстия); 6 — отстойник; 7 — пробка

нен на месте и опущен в скважину. Пескование скважины прекратилось без ущерба для ее дебита.

Корзинчатый фильтр (рис. 7) представляет стальную трубку со щелевидными отверстиями, расположенными отдельными ярусами. Против отверстий привариваются стальные карманы (корзинки), которые заполняются на поверхности земли песком и гравием в 2—3 слоя.

Размеры фракций верхнего слоя песка (высота 30—40 мм) подбираются в 6—7 раз крупнее наиболее мелких зерен водоносного песка, которые при откачке должны быть задержаны фильтром. Фракции среднего слоя фильтра (высота 30—40 мм) должны быть в 3 раза крупнее верхнего, а размеры гравия нижнего слоя,

закрывающего щелевидные отверстия трубы, в 3 раза больше среднего слоя.

Скважность фильтровой трубы этого фильтра обычно не превышает 10%.

### Авария пескующей скважины

Другой случай с пескованием 8-дюймовой скважины завершился аварией и полной потерей этой скважины как источника водоснабжения.

Скважина была пробурена в 1952 г. на глубину 73 м, откуда забирала отличную по качеству воду с напорного водоносного грунта, состоящего из мелко- и тонкозернистого песка (рис. 8).

Максимальный дебит скважины  $18,8 \text{ м}^3/\text{ч}$  или  $450 \text{ м}^3/\text{сутки}$ , при удельном дебите  $0,57 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Скважина проработала всего 2 года 5 месяцев. Вынос песка был столь велик, что пришлось ставить промежуточный резервуар для отстаивания песка.

За две недели до аварии дебит скважины заметно понизился. Вместе с тем было замечено выделение из воды глинистых примесей, задержанных вместе с песком в отстойном резервуаре, чего раньше не замечалось. Понизился и динамический уровень воды.

Предполагали засорение и механическую закупорку сетчатого фильтра частицами грунта —

была осуществлена усиленная промывка фильтра при помощи эрлифта. Однако после этого скважина полностью прекратила выдачу воды.

При осмотре поднятой фильтровой части скважины было обнаружено, что наружная часть сетки полностью забита глинистыми частицами.

В акте комиссии было сделано заключение, что в результате большого выноса песка в зафильтровой части скважины образовались пустоты и провалы, куда начали поступать глинистые частицы грунта, лежащего над песчаным водоносным слоем. Интенсивная промывка скважины еще больше подмыла глинистый грунт, что ускорило обвал и полную закупорку скважины.

Основная ошибка эксплуатационников состояла в том, что слишком долго допускали пескование скважины, не принимая своевременных мер против выноса песка.

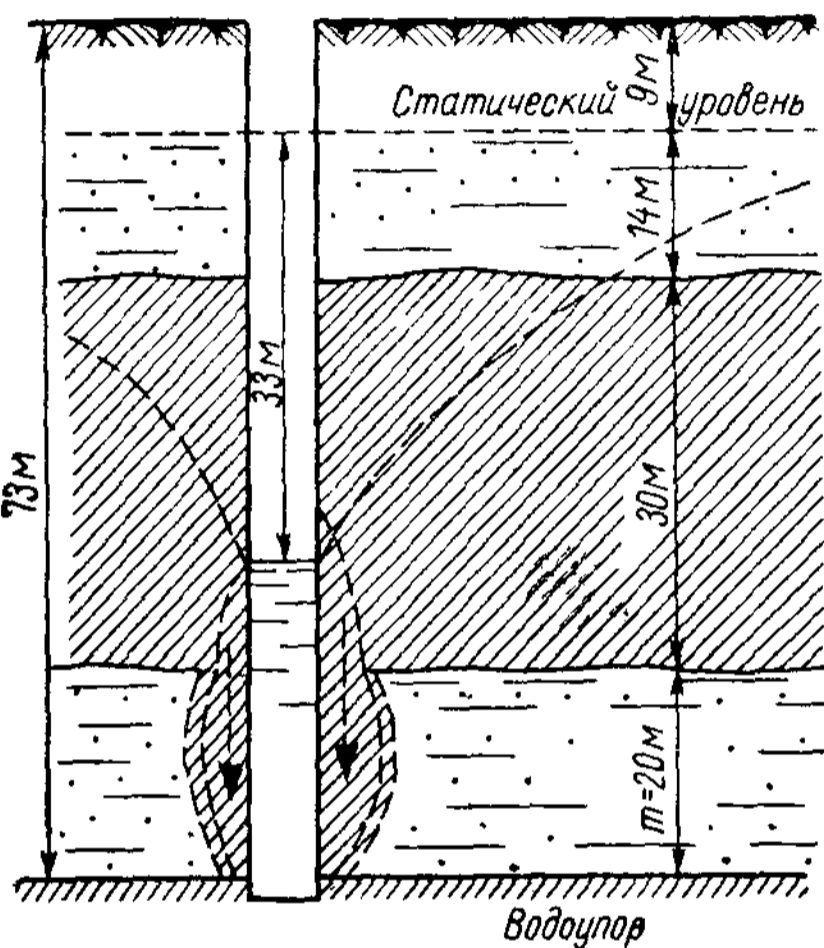


Рис. 8 Пескующая скважина (к случаю с аварией)

Подобно предыдущему примеру, здесь также можно было заменить сетчатый фильтр корзинчатым или гравийным. В некоторых случаях пескование вынуждает уменьшить производительность откачки, что снижает приток воды к скважине, скорость фильтрации воды, а следовательно, и пескование.

### *Уменьшение дебита скважины*

На одном объекте водоснабжения были пробурены три скважины диаметром 250 мм глубиной 60—64 м в разнородных песках, расположенных под двойной водонепроницаемой кровлей. Все скважины были оборудованы сетчатыми фильтрами высотой 12 м с удельным дебитом от 1,5 до 2 м<sup>3</sup>/ч. Суточный расход воды всех скважин был равен 1400—1500 м<sup>3</sup>.

Через 14 лет эксплуатационники обратили внимание на уменьшение дебита скважин. Через 18 лет удельный дебит скважин уменьшился на 40%, понизился и динамический уровень воды.

Приняв эти показатели за признак истощения водоносного слоя, работники эксплуатации включили в план своей работы бурение двух новых скважин и приступили к бурению одной из них. Здесь эксплуатационниками была допущена явная ошибка.

При истощении водоносного слоя грунта понижается не только динамический уровень воды, но и статический; удельный дебит, как правило, не изменяется [7]. Уменьшение удельного дебита без изменения статического уровня воды говорит о механическом засорении или химическом зарастании фильтра.

При анализе возможных причин уменьшения дебита скважины причина механического засорения фильтра частицами грунта отпала после выяснения факта выноса мелкого песка из скважин в первый период их эксплуатации.

В дальнейшем вынос песка прекратился и скважины работали нормально. Такие явления довольно часто встречаются при разнородных песках. Обычно вынос мелкого песка прекращается после образования в зафильтровой части естественного защитного фильтра.

Таким образом, была выдвинута причина химического засорения фильтра и осуществлена химическая обработка его соляной кислотой. После ликвидации химического засорения фильтров скважины полностью восстановили первоначальный дебит.

При химической закупорке фильтра наблюдается зарастание отверстий сетки солями, чаще всего гидратом окиси железа и солями кальция. Гидрат окиси железа при взаимодействии с соляной кислотой превращается в сернокислое железо, выпадающее в виде осадка красноватого цвета. Этот осадок легко вымывается эрлифтом, освобождая фильтры от химической закупорки и увеличивая этим удельный дебит иногда в шесть раз и больше [8].

Оборудование скважины при химической обработке показано на рис. 9.

Берется ингибированная кислота (соляная кислота с добавкой 0,3—0,5% технической ледяной уксусной кислоты). Количество



ее принимается в 1,5 раза больше объема рабочей части скважины. Через заливочную трубу диаметром 32—37 мм, опущенную до рабочей части скважины, заливают кислоту. После заливочную трубу извлекают и скважину заглушают сверху фланцем, с манометром и патрубком с двумя кранами.

Сжатый воздух от передвижного компрессора через гибкий шланг, присоединенный к верхнему крану, поступив в скважину, давит на поверхность воды в скважине, а вода — на нижележащую

кислоту. Последняя под давлением вытесняется через фильтр, взаимодействуя с солями и растворяя их.

Давление в скважине должно поддерживаться в течение одного часа с таким расчетом, чтобы при вытеснении соляной кислоты уровень воды в скважине не опускался ниже верхней части фильтра.

Затем верхний кран от компрессора закрывают и открывают боковой кран для выпуска воздуха. Соляная кислота при этом поступит обратно в скважину, с восстановлением первоначального уровня воды в скважине. Такая операция повторяется 4—6 раз, с промежутками в 3—4 часа.

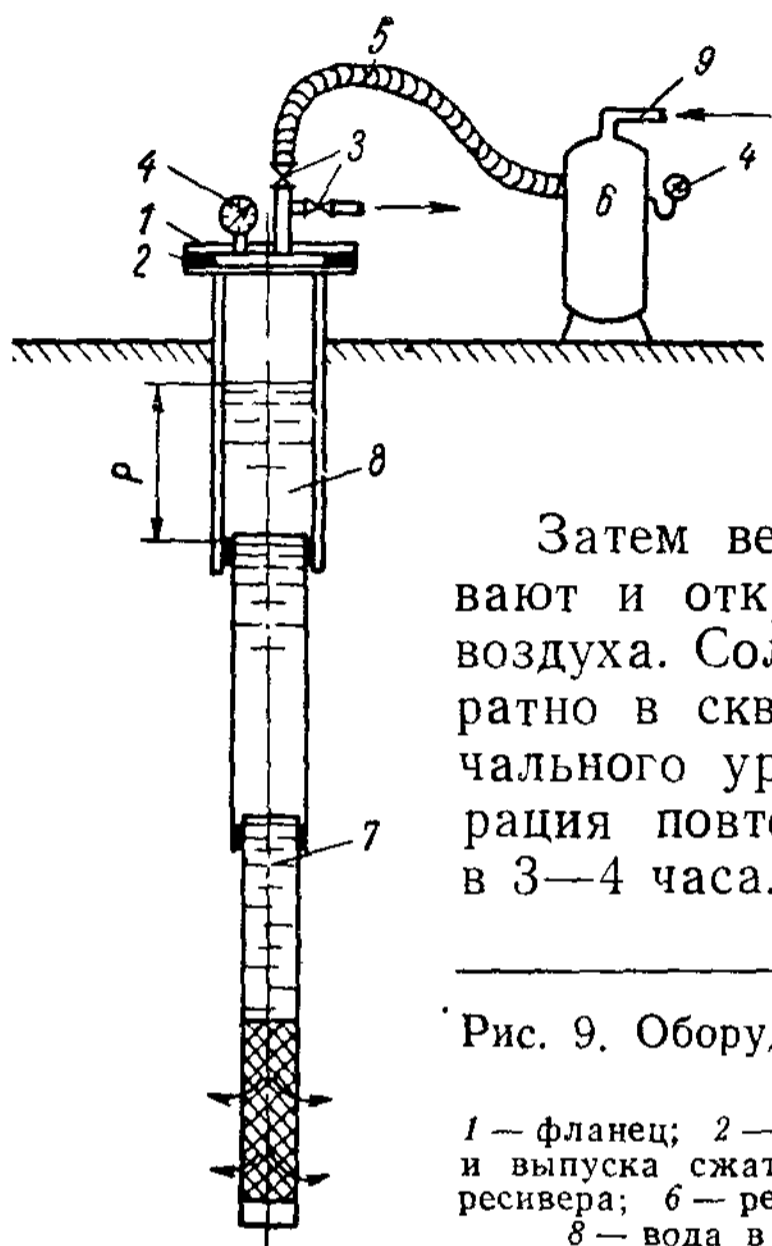


Рис. 9. Оборудование скважины при химической обработке

1 — фланец; 2 — резиновая прокладка; 3 — краны для нагнетания и выпуска сжатого воздуха; 4 — манометр; 5 — гибкий шланг от ресивера; 6 — ресивер; 7 — ингибированная кислота в скважине; 8 — вода в скважине; 9 — сжатый воздух от компрессора

После химической обработки фильтра для промывки и выноса осадка производится откачка воды эрлифтной установкой.

### *Опыт гравийной обработки скважин, забирающих воду из мелкозернистых песков*

Сущность метода «гравийной обработки скважин», разработанного Подмосковным научно-исследовательским угольным институтом, заключается в следующем [7].

До водоносного песка скважина проходится обсадными трубами. Дальнейшее бурение ведется через фильтровую колонну. Последняя в диаметре на 100—150 мм меньше обсадной трубы, имеет щелевую перфорацию и заканчивается конически расходящимся башмаком, с наружным диаметром на 25 мм меньше внутреннего диаметра обсадных труб (рис. 10).

По мере дальнейшего заглубления скважины в зафильтрованное пространство засыпают гравий различных фракций. Уровень гравия должен быть на несколько метров выше конца обсадных труб.

После окончания бурения производится интенсивная откачка воды большой желонкой. При этом в зафильтровом пространстве формируется гравийный фильтр, который обеспечивает большой дебит и исключает пескование скважины.

Для фильтра применяют обсадные трубы, в которых газовым аппаратом прожигают щели шириной 4—5 мм и длиной 150 мм. Расстояние между щелями принимают 80—100 мм. Сквасность фильтра должна быть не меньше 2,5% и не больше 7—8%. Общая площадь отверстий фильтра должна быть в 5—20 раз больше его поперечного сечения. Коэффициент фильтрации засыпки обычно в 20—50 раз больше коэффициента фильтрации водоносного песка.

Опыт 18 скважин с гравийной обработкой показал, что их дебит больше проводочных в 2 раза и больше керамических и пористобетонных фильтров в 3 раза.

*Резкое уменьшение расчетного дебита скважины из-за неправильной установки эрлифта*

Во время консультации на одном объекте водоснабжения было выявлено следующее ненормальное положение с эксплуатацией скважины.

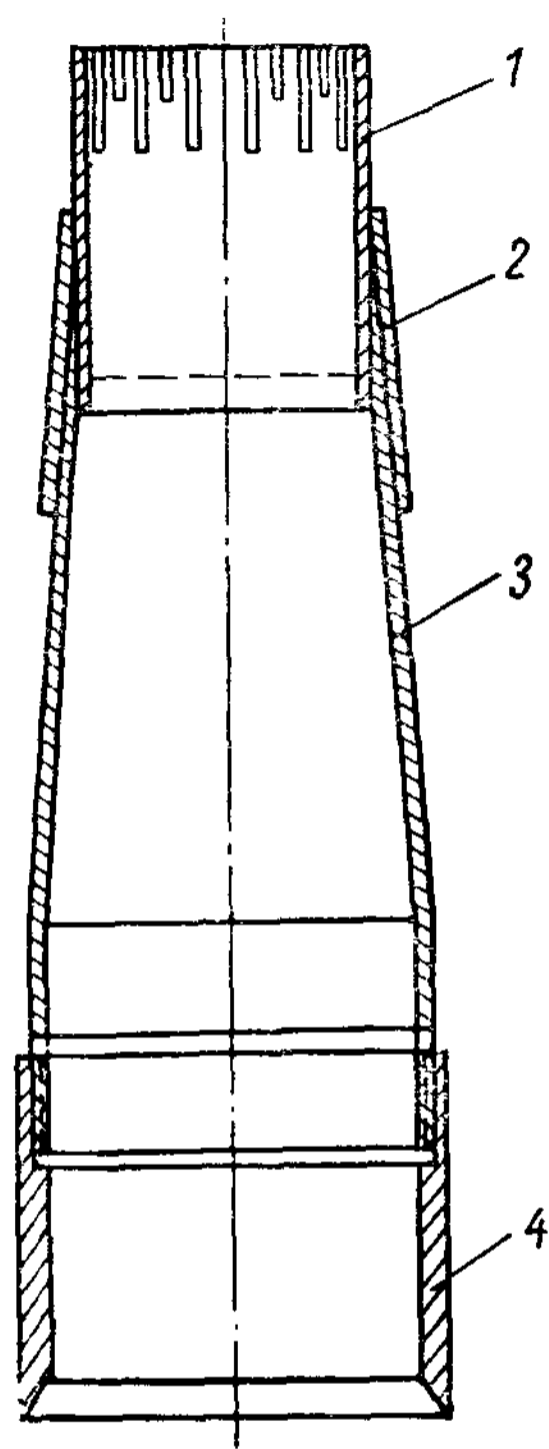


Рис. 10. Башмак фильтра для гравийной обработки скважины  
1 — фильтр; 2 — накладка; 3 — конус; 4 — башмак обсадной трубы

Скважина была пробурена на глубину 105 м, с расчетным дебитом 10 л/сек. После установки эрлифта для подъема воды выяснилось, что скважина дает только 3 л/сек. Эксплуатационники,

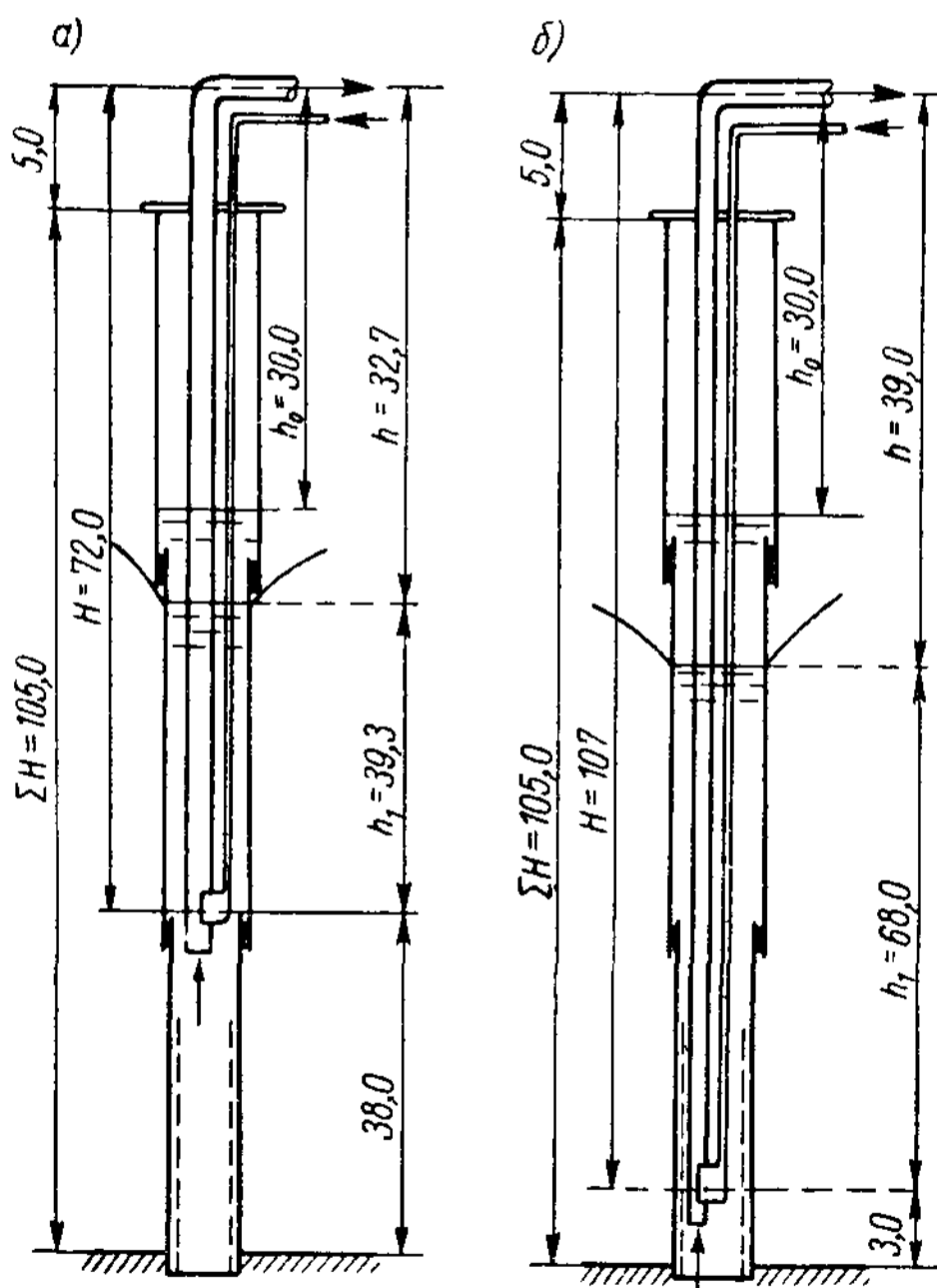
Таблица 1

Два режима работы эрлифта  
(см. рис. 11)

Показатели	Единица измерения	Обозначение	Результаты подсчета	
			по рис. 11, а	по рис. 11, б
Удельный дебит скважины при понижении уровня воды в скважине на 1 м . . . . .	м <sup>3</sup> /ч	q <sub>0</sub>	4,0	4,0
Глубина статического уровня, от уровня излива . . . . .		h <sub>0</sub>	30,0	30,0

Показатели	Единица измерения	Обозначение	Результаты подсчета	
			по рис. 11, а	по рис. 11, б
Глубина динамического уровня, от уровня излива . . . . .	м	$h$	32,7	39,0
Глубина погружения форсунки . . . . .	»	$H$	72,0	107,0
Коэффициент погружения форсунки . . . . .	—	$k = \frac{H}{h}$	2,2	2,75
Гидравлический к. п. д. эрлифта . . . . .	—	$\eta$	0,52	0,57
Удельный расход воздуха на 1 м <sup>3</sup> воды . . . . .	м <sup>3</sup>	$V_0$	4,0	3,4
Дебит скважины . . . . .	м <sup>3</sup> /ч	$Q$	10,8	36,0
Расход воздуха . . . . .	м <sup>3</sup> /мин	$W$	0,72	2,0
Пусковое давление компрессора . . . . .	кгс/см <sup>2</sup>	$P_0$	4,4	8,0
Рабочее давление компрессора у скважины . . . . .	»	$P_k$	4,3	7,33
Производительность компрессора . . . . .	м <sup>3</sup> /мин	$W_k$	0,80	2,2

столкнувшись с фактом большого недостатка воды, поторопились заключить договор на бурение двух дополнительных скважин.



Анализ работы скважины выявил следующее: установка эрлифта и компрессора (см. рис. 11, а) была выполнена неправильно; эксплуатационный персонал плохо представлял особенности режима работы эрлифта; при установке эрлифта по рисунку 11, б и другого компрессора скважина может дать расчетный дебит.

Эксплуатационники допустили две существенные ошибки. Первая заключалась в неиспользовании всей глубины скважины для установки эрлифта. Это

Рис. 11. К анализу ошибки установки эрлифта в скважине  
а — неправильная установка, б — правильная установка

снизило коэффициент погружения форсунки, уменьшило гидравлический к. п. д. эрлифта. Вторая ошибка заключалась в неправильном выборе компрессора. Это был случайный компрессор с пусковым давлением  $P_0 = 4,5$  кгс/см<sup>2</sup> вместо  $7,5$  кгс/см<sup>2</sup> и производительностью  $W_k = 0,8$  м<sup>3</sup>/мин вместо  $2,2$  м<sup>3</sup>/мин.

Если бы потребный компрессор с  $P_0=7,5 \text{ кгс/см}^2$  и  $W_k=2,2 \text{ м}^3/\text{мин}$  работал при условии недостаточного заглубления эрлифта по рис. 11, а, то характеристика последнего была бы невыгодная и его производительность не превышала бы 7 л/сек вместо возможных 10 л/сек.

Выше приведена табл. 1 с двумя режимами работы эрлифта в соответствии с рис. 11, а, б.

### *Выход из строя артезианских погружных насосов*

Как выяснилось при обследовании работы водопроводов, нередким явлением в эксплуатации артезианских скважин был выход из строя погружных насосов.

Как правило, эти случаи сопровождались завышенным показанием амперметра, иногда понижением производительности погружного насоса.

Причиной преждевременного выхода из строя насосов 8АП—10АП и ремонта их оказались слабые лигнофолевые подшипники, которые приходилось менять через 1000—3000 ч работы вместо 6000—8000 ч по норме. Следует отметить, что это были «непескующие» скважины, дающие чистую воду без песка.

Известны случаи, когда при наличии песка лигнофолевые подшипники приходилось менять через 250—700 ч непрерывной работы насоса [9].

Радикальным средством увеличения межремонтного периода работы погружного насоса до 6000—8000 ч и более является замена лигнофолевых подшипников резиновыми [9, 10].

При скважинах, дающих воду даже с небольшим выносом песка, электродвигатели погружных артезианских насосов часто выходят из строя через 100—300 ч работы [10]. Наличие песка в воде, которая необходима для смазки и охлаждения электродвигателя, способствует довольно быстрому истиранию и разрушению текстолитовых подшипников, выводя из строя электродвигатель значительно раньше, чем насос при тех же условиях работы. Этому способствует осевое усилие

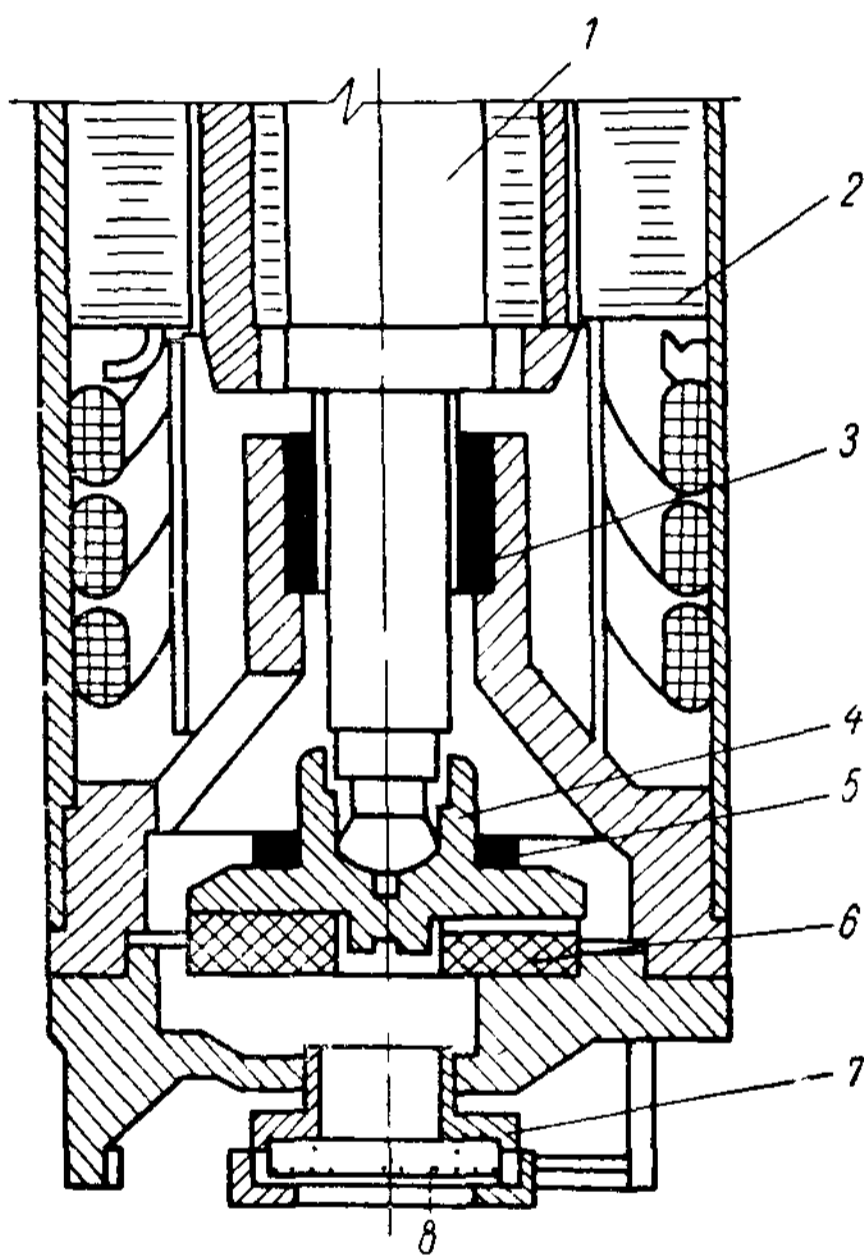


Рис. 12. К предложениям, улучшающим эксплуатацию погружного электродвигателя

1 — ротор, 2 — статор, 3 — нижний радиальный подшипник (резиновый вместо текстолитового); 4 — пята, 5 — турбинка; 6 — подпятник (резиновый вместо текстолитового) 7 — втулка, 8 — керамический фильтр

от насоса, разрушающее текстолитовый подпятник электродвигателя.

На рис. 12 приводится разрез нижней части электродвигателя, по предложению С. Е. Робакова [10] текстолитовые радиальные подшипники (верхние и нижние), а также подпятник заменены резиновыми.

Для улучшения системы охлаждения и непопадания песка нижнее отверстие с глухой пробкой расточено и туда ввернута втулка с керамическим фильтром. На пяту ротора установлена турбинка для хорошей принудительной циркуляции воды снизу в верхнюю часть электродвигателя. Наверху электродвигателя сетчатый фильтр заменен керамическим.

Указанные предложения позволили уравнять межремонтный период насоса и электродвигателя и довести его для всего агрегата до 6—8 тыс. часов.

## **§ 7. Некоторые требования по эксплуатации водозаборных сооружений, несоблюдение которых приводит к ошибкам**

Для обеспечения нормальных условий эксплуатации открытых водозаборных сооружений необходимо регулярно контролировать:

- уровень воды в водоеме;
- движение наносов;
- состояние льда в месте водозабора;
- зайливание водоема, изменение русла.

Контроль подземных водозаборов обычно сводится к проверке:

- состояния скважины и водоподъемного оборудования;
- динамического и статического уровней воды в скважине;
- дебита скважины путем периодической откачки во время эксплуатации;
- качества подземной воды.

На практике наблюдались примеры, когда не все перечисленные требования строго соблюдались. Так, на одном небольшом объекте водоснабжения с береговым водозабором отсутствовал контроль санитарного состояния водоема, служащего источником водоснабжения. Отсутствовала не только фиксированная зона санитарной охраны, но наблюдались случаи купания и водопоя колхозного стада коров выше водозабора на 200—300 м.

Разумеется, столь грубое нарушение зоны водоохраны явление редкое, но оно абсолютно недопустимо. На данном объекте водоснабжения летом нередко отмечались вспышки дизентерии. Приведенный случай оказался возможным в результате безответственного отношения работников по эксплуатации водопровода и отсутствия контроля со стороны местного органа санитарного надзора.

Полезно напомнить некоторые пункты из правительственного постановления о зонах санитарной охраны, устанавливаемых на всех постоянно или временно действующих и на вновь строящихся

питьевых водопроводах, питающихся водой из открытых водоемов и из подземных источников [1, 11].

Территория зоны санитарной охраны для водопроводных сооружений и источников водоснабжения состоит из двух поясов, размеры которых устанавливаются при разработке проекта водоснабжения.

В первом поясе зоны санитарной охраны, охватывающем место забора воды, предусматривается ограждение территории забором, живой изгородью, установленными знаками и запрещается свободный доступ посторонним лицам, выпас скота, купание, рыбная ловля, стирка белья, проживание и строительство, которое без ущерба для эксплуатации может быть осуществлено за пределами первой зоны водоохраны.

Во втором поясе зоны санитарной охраны предусматриваются меры, предотвращающие возможность прямого и непрямого загрязнения источников водоснабжения бытовыми и промышленными стоками, кладбищами, скотомогильниками, свалками нечистот, стойбищами скота, купанием, стиркой белья и пр.

Строительство во втором поясе зоны должно быть согласовано с управлением водопроводного хозяйства и местным органом санитарного надзора.

Санитарно-технический надзор за зоной санитарной охраны осуществляется лицами, выделенными приказом управления водопровода, которые действуют в соответствии с инструкциями и планом работ, согласованным с местным органом санитарного надзора.

### **Глава III. ОШИБКИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ОЧИСТНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

#### **§ 8. Неудовлетворительная работа очистной станции в результате нарушения правил приемки**

В практике строительства очистных водопроводных станций нередко встречается несоответствие натурного исполнения отдельных сооружений с чертежами рабочего проекта.

Имеют место также дефекты, допускаемые в строительном производстве, мимо которых проходят эксплуатационники во время приемки работ. Все это отражается на технологии водоочистки и ведет к нарушению эксплуатационного режима работы соответствующих сооружений.

Вот один из таких случаев. Построенная и пущенная в эксплуатацию очистная станция на  $10\,000\text{ м}^3/\text{сутки}$  состояла из двух осветлителей со взвешенным осадком, четырех скорых фильтров, реагентного хозяйства, хлораторной, промывных насосов и вспомогательного оборудования.

Уже с первых дней эксплуатации очистной станции обнаружались дефекты в работе осветлителей со взвешенным осадком.

Лабораторные анализы воды показали, что фактический эффект осветления воды примерно в два раза меньше проектного. При обследовании выяснилось, что из 4-х нижних распределительных труб две трубы у одного осветлителя не работали, так как были забиты смолой. У другого осветлителя вообще не все трубы имели отверстия. В результате неравномерного распределения воды в осветлителях образовались «мертвые» зоны и зоны с повышенными скоростями восходящего потока; отсюда ухудшение качества осветления. Кроме того, при заметных температурных колебаниях речной воды наблюдались явления интенсивного выноса взвесей и даже частичное всплытие взвешенного фильтра.

Учитывая неудовлетворительную работу осветлителей, один из эксплуатационных работников внес «рацпредложение» превратить их в простые отстойники. Это было быстро выполнено, но эффект задержания взвешенных примесей не стал больше. В результате выноса взвесей на скорые фильтры последние стали быстрее засоряться, сократился фильтроцикл, потребовалось больше воды для промывки фильтров. Производительность скорых фильтров уменьшилась, и объект испытывал недостаток в воде.

В описываемом случае допущены грубые ошибки. Во-первых, было нарушено положение о сдаче и приемке сооружений в эксплуатацию [12], где указывается порядок сдачи «скрытых работ», к которым относятся также дренажные и поддонные трубы. Во-вторых, во время пробного пуска и наладки осветлителей с взвешенным осадком необходимо было отработать [13]:

а) режим оптимального дозирования реагентов для обработки воды в осветлителях;

б) равномерное распределение воды по осветлителям и по всей площади каждого осветлителя;

в) создание плотного и устойчивого взвешенного фильтра оптимальной высоты;

г) получение оптимальной скорости восходящего потока воды, дающей максимальную производительность осветлителя и надлежащий эффект очистки;

д) режим удаления избыточного осадка из осадкоуплотнителя.

## § 9. Неправильное хлорирование воды

Хлорирование воды является наиболее распространенным методом ее обеззараживания. Для небольших очистных станций производительностью до 20 000 м<sup>3</sup>/сутки чаще всего применяют установки, обеззараживающие воду хлорной известью.

Эксплуатация этих установок довольно простая, она сводится к приготовлению раствора хлорной воды, регулировке расхода, пуску и выключению установки.

Несмотря на простоту установки и эксплуатации, здесь нередко допускаются ошибки, приводящие к чрезмерно большой дозе хлорирования или дозе, недостаточной для обеззараживания. Хлораторщики не всегда понимают сущность и важность этого меро-

приятия и поэтому не чувствуют ответственности при нарушении режима хлорирования перед поступлением воды к потребителю.

На одном из объектов хлорировалась подземная вода из неглубокой скважины, бактериально загрязненная. Хлорирование осуществлялось раствором хлорной извести, приготовленным в ведре; содержимое ведра выливалось в цистерну емкостью 50 м<sup>3</sup> и перемешивалось деревянным веслом через горловину цистерны. С другого конца цистерны вода забиралась насосом и перекачивалась в сеть к водопотребителю. Подобное обеззараживание воды производили несколько раз в сутки, нарушая самые элементарные требования.

Жители постоянно жаловались на сильный запах и привкус хлора в воде, которые появлялись несколько раз в сутки, видимо в часы описанного выше обеззараживания. Но чаще вода к потребителю поступала без всякой обработки, о чем напоминали нередкие случаи заболевания дизентерией.

Обследованием на месте удалось выяснить, что над горловиной цистерны должны были построить небольшую хлораторную установку с дозированием хлора во время подачи воды из скважины в цистерну. Эту установку не сделали, решили ограничиться хлорированием из ведра.

Следует отметить, что при такой схеме водоснабжения предполагаемое хлорирование с помощью специальной установки не увеличило бы надежность обеззараживания воды. По-прежнему бы в часы небольшого водоразбора вода поступала к потребителю перехлорированной, а в часы наибольшего водоразбора — недохлорированной.

На другом объекте водоснабжения обеззараживание очищенной воды из открытого источника осуществлялось правильно — хлорной известью с помощью затворного бака, растворных и дозирующего бачков. Опытный химик из лаборатории постоянно контролировал работу хлораторщицы и качество хлорированной воды, поступающей к водопотребителю.

После отъезда химика в другой город работа по контролю за хлорированием была поручена другому лицу, недостаточно подготовленному. В результате появились ошибки с хлорированием, снижающие качество обеззараживания питьевой воды.

### *Режим хлорирования*

Учитывая, что затруднения с правильным хлорированием воды могут встретиться и на других объектах водоснабжения, ниже приводятся основные сведения по режиму хлорирования воды [14].

При хлорировании происходит окисление органических веществ и гибель клеток болезнетворных бактерий.

При введении хлорной извести идут следующие реакции:  $2\text{CaOCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HClO}$ ; хлорноватистая кислота, будучи нестойкой, распадается на соляную кислоту и атомарный кислород, который, главным образом, и приводит к гибели бактерий:  $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{O}$ .



Эффект обеззараживания воды зависит от дозы хлора и от продолжительности контакта хлора с водой. Показателем надежного действия хлора является наличие остаточного хлора после контакта его с водой.

Для питьевой воды по ГОСТ 2874—54 содержание остаточного хлора в водопроводной воде после очистки должно быть 0,3—0,5 мг/л. Таким образом, доза хлора равна хлоропоглощаемости воды, суммированной с остаточным хлором.

Для природных вод, содержащих сравнительно небольшое количество органических веществ и бактерий, доза хлора, вводимого в очищенную воду (перед резервуаром чистой воды), обычно принимается в пределах 0,5—2 мг/л. В периоды наибольшего загрязнения природной воды эта доза может быть увеличена.

Потребную дозу хлора определяют пробным хлорированием воды в лаборатории. Для этого в бутылки емкостью 1 л или 0,5 л наливают воду, подлежащую хлорированию. В каждую бутылку вводят раствор хлорной воды в таком количестве, чтобы по отношению к объему воды в бутылке это соответствовало бы определенной дозе хлора 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0 мг/л или другим дозам. После перемешивания хлорированную воду оставляют стоять спокойно от 30 мин до 2 ч в зависимости от принятой длительности контакта в каждом случае. По остаточному хлору в каждой бутылке определяют потребную дозу. Эта доза для надежного обеззараживания воды должна быть на 0,3—0,5 мг/л больше дозы поглощенного водой хлора.

В эксплуатационных условиях заданную дозу хлора поддерживают с помощью дозирующего бачка с дозирочным краном, ориентируясь на количество пропускаемой воды после очистной станции. Дозу хлора можно поддерживать и по остаточному хлору

При приготовлении раствора хлорной извести пользуются установкой, состоящей из затворного бака, двух растворных (рабочих) баков и дозирующего бачка с краном, аналогично установке для приготовления раствора коагулянта [15].

В затворный бак засыпают хлорную известь, содержащую 20—25% активного хлора, и добавляют туда воду, затем перемешивают. Полученное известковое молоко направляют в растворные баки, где добавляют воду, приготовляя таким образом раствор концентрацией 1—1,5% по активному хлору.

В растворных баках известь осаждается, а вышерасположенная хлорная вода поступает в дозирующий бачок и оттуда в дезинфицируемую воду. В установке для хлорирования воды обычно два растворных (рабочих) бака. Один пополняет дозирующий бачок, а в другом готовится и отстаивается 1—1,5%-ный раствор хлорной извести.

Емкость каждого растворного бака в  $m^3$

$$W = 0,24 \frac{aQ}{nbc},$$

где  $a$  — расчетная максимальная доза хлора в мг/л или г/ $m^3$ ;

- $Q$  — количество хлорируемой воды в  $m^3/ч$ ;  
 $n$  — число растворений в сутки (2—4);  
 $b$  — концентрация раствора в % по хлорной извести (1—1,5%);  
 $c$  — процентное содержание активного хлора в технической хлорной извести (20—25%).

## § 10. Водопроводная вода с неприятным вкусом и запахом

На одном из южных водопроводов в течение многих лет из реки после очистки подавалась вода, по качеству полностью отвечающая нормам ГОСТ, в том числе и по вкусовым нормативным показателям.

После пуска вышерасположенного гидролизного завода, вырабатывающего спирт и кормовые дрожжи, органолептические свойства воды ухудшились до двух и даже до трех баллов, вместо нулевого балла. Причиной ухудшения качества воды оказались плохо работающие канализационные очистные сооружения завода и, в частности, аэрофилтры. Последние, будучи перегруженными, очищали сточные воды не на 90—95%, а в лучшем случае лишь на 30—40%. В результате со временем в реке стал ощущаться недостаток растворенного кислорода; было отмечено явление гниения органических веществ и частичная гибель рыб.

Главная ошибка работников водопровода заключалась в том, что они не приняли незамедлительных мер, исключаящих причины ухудшения качества воды. Они легко поверили в обещание завода быстро наладить работу очистных сооружений и стали пассивно ждать. После вмешательства государственных органов санитарного надзора с угрозой закрыть завод, последний представил согласованный со строительными организациями перечень работ по очистным сооружениям, с календарным планом выполнения этих работ в течение года.

Даже после этого, зная по опыту, что наладка запущенных очистных сооружений вместе с некоторыми капитальными работами займет намного больше года, работники водопровода продолжали ждать. С другой стороны, они не предпринимали никаких самостоятельных попыток для возможного улучшения качества воды. Их ссылка на чрезмерную трудность и даже невозможность решения этой задачи являлась преувеличенной.

Имеются примеры, свидетельствующие, что в подобных случаях сравнительно простые мероприятия могут дать положительный эффект. Так, например, инженер И. Дрыз [16] описывает опыт борьбы с запахами и привкусами на винницком водопроводе. В реке Юж. Буг вода из-за загрязнений ухудшила органолептические свойства. Запахи и привкусы особенно резко ощущались в холодные зимы, когда растворенного кислорода в реке было в 10—20 раз меньше, чем в летнее время. Хорошие результаты дали повышенные дозы хлора, вводимого до отстаивания воды, с аммонизацией воды после очистки.

В результате лабораторных опытов была определена оптимальная доза хлора как для обеззараживания воды, так и для улучшения вкусовых свойств ее. Эта доза, соответствующая наибольшей хлоропоглощаемости и наименьшему количеству остаточного хлора, оказалась равной 9—10 мг/л.

Доза аммиака, добавляемого к воде после фильтров, — 0,5 мг/л, что составляет примерно 50% от количества остаточного хлора после фильтров.

К другим методам устранения привкусов и запахов воды, вызываемых органическими веществами, относятся [17]:

аэрирование воды в специальных аэраторах в течение 15 мин при расходе воздуха 0,37—0,65 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> воды;

озонирование воды при контакте озона с водой в течение 10—15 мин;

дезодорация воды активированным углем, широко применяемая в практике зарубежных водопроводов.

Опыты с дезодорацией воды, проведенные в СССР с активированным углем отечественных марок, показали также хорошие результаты [17, 15].

## **§ 11. Рекомендации по приемке и обслуживанию очистных сооружений, предупреждающие ошибки в начальный период эксплуатации**

Эффективность вводимых в эксплуатацию очистных водопроводных сооружений во многом зависит от правильности приемки и проведения пусковых и наладочных работ. Незнание правил приемки и пуска или пренебрежение к ним ведут к серьезным ошибкам уже с самого начала эксплуатации.

На одном объекте водоснабжения очистные сооружения принимал временно назначенный начальник очистной станции, которого после приемки заменил другой. Как выяснилось, приемка была произведена с некоторыми упущениями, в частности, не были установлены полностью приборы контроля и регулирования давления. Штат обслуживающего персонала не был подготовлен к самостоятельной работе с очистными сооружениями. В результате много времени ушло на наладку очистной станции и все же оптимальный режим работы сооружений не был достигнут.

В связи с изложенным уместно привести рекомендации по приемке и обслуживанию очистной станции [31].

Приемка построенных очистных сооружений производится по акту специальной комиссией, в состав которой обязательно входит представитель органов местного санитарного надзора.

До окончания строительства назначается начальник очистной станции, который отвечает за организацию эксплуатации очистных сооружений. В его функции входит:

подготовка эксплуатационного персонала;

составление должностных инструкций и журналов дежурных смен с показаниями работы сооружений;

заготовка необходимых запасов коагулянта, хлора, других реагентов, фильтрующей загрузки и прочих материалов.

Вся эта подготовительная работа должна быть завершена до пуска очистной станции в пробную эксплуатацию. Перед пробной эксплуатацией сооружения должны быть промыты и обеззаражены хлором: загрузочный материал — дозой не менее 100 мг/л, бетонные сооружения и трубы дозой 50 мг/л.

Пробная эксплуатация длится не менее 24 ч до получения воды надлежащего качества. После этого оформляется акт, согласованный с местными органами санитарного надзора, о вводе очистной станции в постоянную эксплуатацию.

При приемке сооружений после капитального ремонта они обрабатываются хлором дозой 25 мг/л, после чего также пускаются в пробную эксплуатацию.

Все ремонтные работы на станции производятся в спецодежде. Работники очистных станций периодически подвергаются медицинскому осмотру и предохранительным прививкам.

Очистная станция должна иметь следующие технические документы, необходимые для нормальной эксплуатации:

генеральный план участка с нанесенными зданиями и подземными коммуникациями (водоводы, кабели, тоннели, канализационные сети, дренаж и пр.);

исполнительные чертежи зданий с размещенным оборудованием и инженерными сетями;

технологическую схему очистки воды;

оперативные схемы по каждому рабочему участку;

должностные инструкции;

паспорта на все сооружения и оборудование.

## Глава IV. ОШИБКИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ И НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

### § 12. Отказ в работе насосно-пневматических установок

На некоторых небольших объектах водоснабжения, оборудованных насосно-пневматическими установками (водокачки типа ВЭ-2,5), эти установки не работали исключительно по неопытности обслуживающего персонала.

Принцип работы установки достаточно прост. Из скважины или другого источника вода подается в сеть к потребителям. Если потребление воды меньше, чем подает насос, то излишек воды поступает в нижнюю, водяную часть водовоздушного бака, повышая давление внутри бака. Если водопотребление больше, чем подает насос, то в дополнение к насосу вода в сеть будет поступать и из водовоздушного бака.

При малом водоразборе вода из насоса наполнит водяную часть водовоздушного бака до максимального уровня, соответствующего наибольшему давлению, после чего срабатывает реле

давления, насос выключается из работы. Дальнейший водоразбор будет осуществляться при давлении воздуха на воду. При достижении минимального уровня воды воздух займет почти весь объем водовоздушного бака, снижая при этом давление в баке до минимального. При минимальном давлении реле включит электродвигатель насоса в работу.

Таким образом, включение и выключение насоса происходит при определенном расчетном давлении внутри бака, зависящем от объема воздушной части его.

Чем больше объем воздушной части бака по сравнению с водяным объемом, тем экономичнее и спокойнее режим работы насоса. На практике это соотношение принимается от 3 до 1.

Почему же не работали упомянутые установки? Они не работали из-за утечки воздуха через негерметичные стыки в местах присоединений приборов и устройств к пневматическому баку, а также вследствие растворения воздуха в воде. В результате максимальный уровень воды при том же давлении насоса все увеличивался, пока не занял весь объем водовоздушного бака.

Принцип работы насосно-пневматической установки был нарушен; установки типа ВЭ-2,5 и им подобные в таком положении работать не могут. При потере регулирующей емкости для воды насосные агрегаты вынуждены работать непрерывно с весьма нерациональным режимом для себя и для сети.

Для восстановления воздушного расчетного объема внутри бака необходимо [18]:

выключить установку;

выпустить из бака воду до минимального уровня;

после снижения давления до нуля через нижний трехходовой кран водомерного стекла заполнить весь бак атмосферным воздухом;

закрыть трехходовой кран к насосам; наполнить водой бак до расчетного максимального уровня, соответствующего максимальному давлению.

Главное же, устранить негерметичность стыков.

В настоящее время выпускаются более совершенные насосно-пневматические установки с автоматическим регулятором давления воздуха [19].

## § 13. Перебои в работе насосов

### *Недостаточное разрежение*

В процессе эксплуатации насосных установок и их коммуникаций, особенно при фланцевых соединениях, со временем плотность соединений во всасывающих трубах ослабевает, а сальник насоса начинает пропускать воздух вследствие изношенности или недоброкачественной набивки.

В результате получается плохое разрежение в насосе, и последний работает с меньшей производительностью. Обычно это

обнаруживается вакуумметром, а также течью воды на поврежденных участках при проверочной заливке сальника.

На поврежденных местах соединений необходимо сменить прокладки, подчеканить стыки или заново произвести сборку всасывающих труб; заменить изношенную или затвердевшую сальниковую набивку новой; прочистить и промыть водой трубку, подводящую воду к сальнику для уплотнения.

*Насос работает беспокойно: дрожит, дребезжит, временами слышится резкий шум*

Такие явления встречаются в результате неправильной эксплуатации насосного агрегата. Сюда относятся: ослабление болтов, крепящих насос к плите или к фундаменту насоса; заедание вращающихся частей, износ подшипника; износ резиновых колец в соединительной муфте; предельная высота всасывания воды в условиях увеличившихся потерь напора во всасывающей линии в процессе эксплуатации (кавитация).

Необходимо, в первую очередь, закрепить болты насоса с плитой или фундаментом и устранить заедание вращающихся частей. Заменить изношенный подшипник, отремонтировать соединительную муфту и проверить горизонтальность валов; устранить кавитацию путем уменьшения потерь напора во всасывающем трубопроводе, включая и заглубление насоса, если это возможно, в целях уменьшения высоты всасывания.

#### **§ 14. К чему ведет отсутствие автоматизации насосов**

На одном обследуемом объекте водоснабжения вода из пяти артезианских скважин с погружными насосами поступала в бак водонапорной башни и в водопроводную сеть.

Все скважины управлялись вручную по составленному графику. Однако это не могло исключить те ошибки в работе скважин, которые при отсутствии автоматики довольно часто повторялись, не говоря уже о чрезмерном удорожании эксплуатации такой нерациональной схемы водоснабжения.

Отсутствие единого пульта автоматического управления приводило нередко к неэкономичному режиму работы насосов, к переполнению бака водонапорной башни.

Пять артезианских скважин, работающих круглосуточно, обслуживало 18 человек. Только одна заработная плата этого штата в год составляла 20 тыс. руб. Между тем при автоматическом управлении потребовалось бы максимум три человека с выплатой им порядка 4 тыс. руб. в год.

Некоторое представление о возможной автоматизации водопровода применительно к данному случаю может дать принципиальная технологическая схема, представленная на рис. 13.

Здесь все операции, связанные с пуском и остановкой пяти погружных насосов, а также контролем за их состоянием, осуществляются в установленной последовательности автоматическими

устройствами, без участия человека. В случае отказов в работе того или иного насосного агрегата срабатывает реле защиты, выключая агрегат из работы и оповещая о неисправности на центральном пульте управления.

Сигналы на пуск и остановку насосов подаются при помощи реле уровня, установленного в баке водонапорной башни.

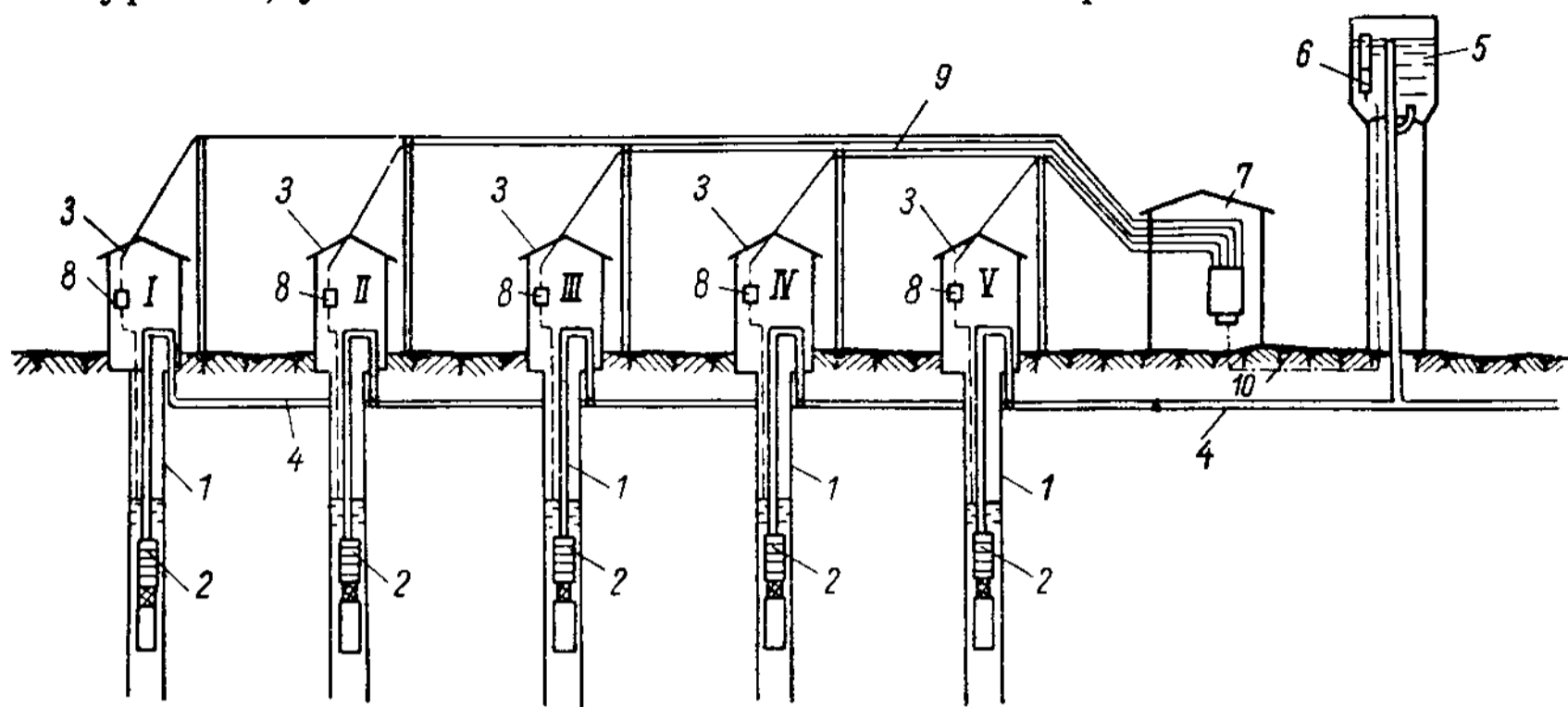


Рис. 13. Принципиальная технологическая схема автоматизированной работы пяти артезианских погружных насосов

1 — артезианская скважина; 2 — погружной насос; 3 — павильон над скважиной; 4 — водовод; 5 — водонапорная башня; 6 — электродный датчик уровня воды; 7 — диспетчерский автоматизированный пункт управления работой скважины; 8 — блок управления погружным насосом; 9 — связь и сигнализация; 10 — сигнализация уровня воды в баке

Сигнал от электродного датчика уровня передается по линии связи и сигнализации, в результате чего срабатывают промежуточные реле, и исполнительные механизмы осуществляют заданные операции.

В зависимости от интенсивности водоразбора и уровня воды в баке автоматика обеспечивает одновременную работу такого количества насосных агрегатов, которое поддерживало бы уровень воды в заданных пределах.

Электроды датчиков уровня подают сигналы на высотах, соответствующих 20, 40, 60, 80 и 100% от полной расчетной емкости бака. При достижении 100% емкости в баке все насосы будут отключены. При снижении уровня до 20% емкости будут работать все четыре рабочих насоса. Если уровень воды будет опускаться ниже 20%, сработает датчик уровня в схеме аварийной сигнализации, и в работу включится пятый, резервный насос.

При помощи штепсельных гнезд схема предусматривает возможность изменения режима и очередности работы погружных насосных агрегатов.

Автоматические насосные станции могут выполнять различные функции, обеспечивающие лучший и экономичный режим эксплуатации [20, 21]. За последние годы налажен серийный выпуск типовых станций автоматического управления насосными агрегатами, что облегчает получение необходимого оборудования.

монтаж и эксплуатацию. Так, например, Харьковский электро-механический завод выпускает около 20 различных типов унифицированных станций автоматического управления насосами ПЭХ, предназначенных для автоматизации насосов с различными электродвигателями, в том числе артезианских погружных насосов. С помощью переключателя станция может включаться на ручное

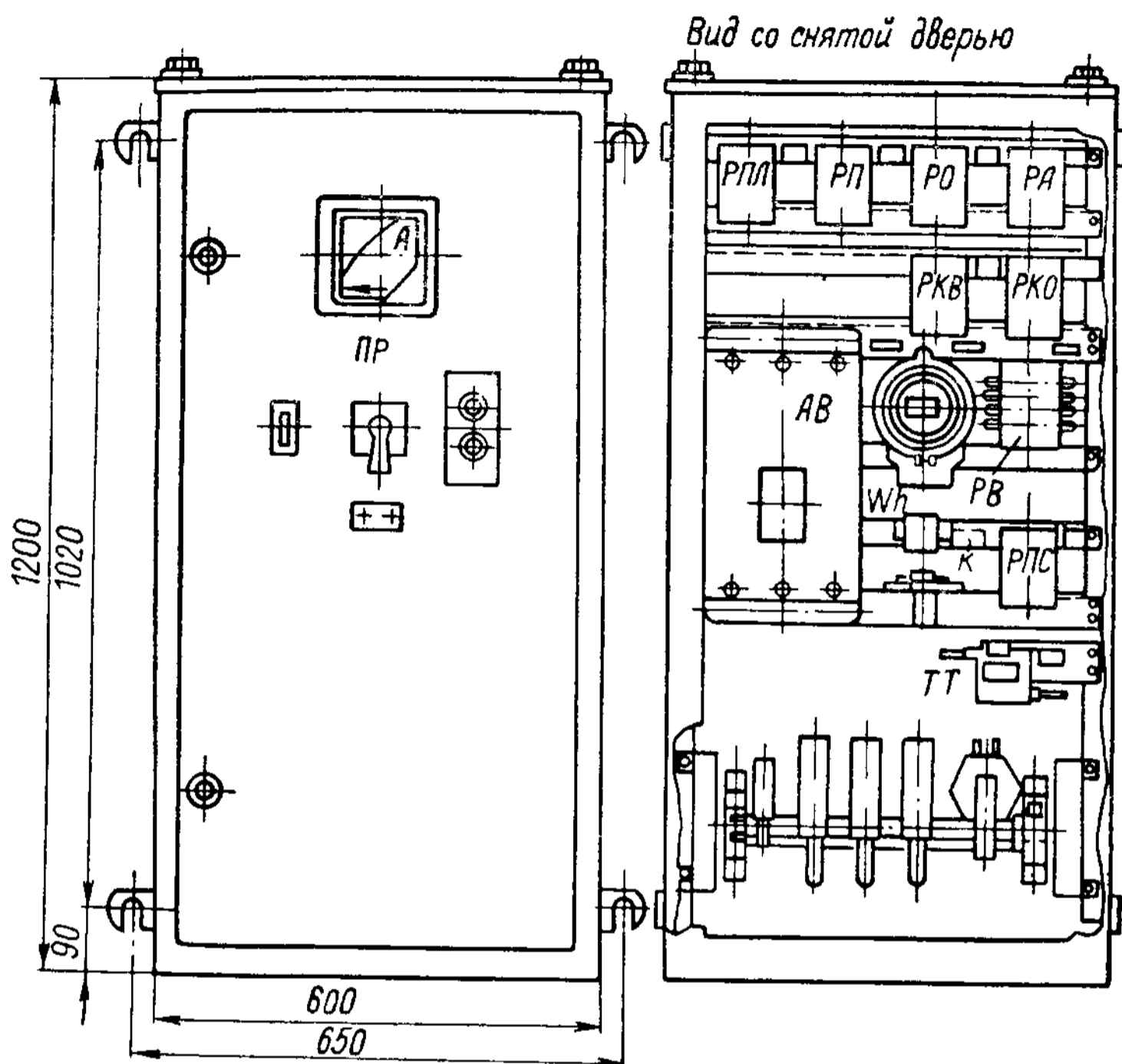


Рис. 14. Общий вид автоматической станции управления ПЭХ-5003-33А2

РПЛ — реле пусковое линейного контактора; РП — реле пусковое; РО — реле остановки; РА — реле аварии; РКВ — контакты реле включения; РКО — контакты реле отключения; АВ — автоматический выключатель; РПС — реле типа МКУ-48; РВ — реле типа ЭВ-234; Wh — счетчик активной энергии; К — электрический конденсатор герметизированный; ТТ — трансформатор тока; ПР — переключатель режима; А — амперметр

или автоматическое управление. На рис. 14 показан общий вид станции управления ПЭХ-5003-33А2.

Серийный выпуск станций автоматического управления насосными агрегатами налажен Орловским приборостроительным заводом (СУНО-1, СУНО-2, СУНО-3). Эти станции предназначены для насосов с низковольтными электродвигателями с короткозамкнутым ротором, мощностью от 20—55 кВт до 125—250 кВт и для асинхронных двигателей с фазовым или короткозамкнутым ротором.



## § 15. Основные правила эксплуатации насосных станций

Незнание или нарушение правил эксплуатации насосных станций приводит к самым неожиданным последствиям. На одной крупной насосной станции из-за неопытности дежурного и отсутствия схемы включения насоса сгорела обмотка электродвигателя мощностью 120 квт. На другой станции из-за нарушения правила, запрещающего дежурить подряд две смены, дежурный заснул и не мог принять вовремя меры против возникшего на станции пожара.

Случаев нарушения правил эксплуатации, к сожалению, не так мало; в связи с этим полезно будет привести здесь основные правила эксплуатации насосных станций.

Для удобства эксплуатации на каждой насосной станции все оборудование распределяется между производственными группами. Последние ведают насосными агрегатами, распределительными и трансформаторными подстанциями, распределительными сетями, электромеханическими ремонтными работами, автоматикой и дистанционным устройством, контрольно-измерительной аппаратурой.

Для каждой производственной группы или цеха должны быть определены функции и обязанности основных категорий работников. На малых насосных станциях, производительностью до 5000 м<sup>3</sup>/сутки, эксплуатацией ведают дежурные электрики и слесари или бригады.

Общим требованием для эксплуатации каждой насосной станции является бесперебойность и надежность подачи воды в соответствии с расчетными напорами при хозяйственно-питьевом водопотреблении, а также в случае пожаротушения.

Дежурный персонал при работе руководствуется местной должностной инструкцией и графиком дежурств, утвержденным начальником станции. Продолжительность дежурства в смене не должна превышать 7 ч. Запрещается дежурство в течение двух смен подряд. Минимальный перерыв между сменами определяется 17 часами.

В должностных инструкциях для обслуживающего персонала, составленных с учетом местных условий, указываются:

- права и обязанности;
- последовательность выполнения операций по пуску и остановке оборудования;
- способы регулирования и порядок обслуживания оборудования во время работы;
- меры, которые необходимо принять в случае аварий;
- техника безопасности при обслуживании оборудования и противопожарные мероприятия.

В обязанности дежурного при приемке смены входит:

- осмотр состояния оборудования на своем участке, в соответствии с должностной инструкцией;
- опрос сдающего смену об оборудовании, находящемся в ремонте или требующем усиленного наблюдения в целях предупреждения аварий;

проверка и прием инструмента, материалов, журналов, а также ознакомление с записями и распоряжениями за время предшествующих смен;

проверка исправности средств связи и аварийного освещения;

сообщение вышестоящему дежурному о приемке смены и о замеченных недостатках;

оформление приемки и сдачи смены с соответствующей записью в журнале.

## Глава V АВАРИЙНЫЕ ОШИБКИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ НАПОРНО-РЕГУЛИРУЮЩИХ СООРУЖЕНИЙ

### § 16. Случай при пожаре, когда сборный резервуар оказался без воды

Этот случай произошел в 1948 г. на объекте водоснабжения с числом жителей около 100 тыс. человек, с суточным расходом воды 18 000 м<sup>3</sup>.

Система водоснабжения состояла из четырех скважин диаметром 350 мм (в том числе одна резервная), оборудованных глубинными насосами типа АТН, добывающими артезианскую воду из трещиноватого песчаника с удельным дебитом 40 м<sup>3</sup>/ч.

Из скважин вода поступала в сборный резервуар емкостью 2000 м<sup>3</sup>. Отсюда хозяйственные и пожарные насосы станции второго подъема перекачивали воду по двум водоводам в сеть к потребителям.

Сборный резервуар представляет круглое в плане железобетонное сооружение диаметром 25 м, высотой 4,5 м, с плоским безбалочным перекрытием. От полезной емкости 2000 м<sup>3</sup> регулирующая емкость составляла 1200 м<sup>3</sup> и пожарная — 800 м<sup>3</sup>.

Сборный резервуар оборудован подающей трубой от насосов артезианских скважин, всасывающей — от хозяйственных насосов второго подъема, всасывающей — от пожарных насосов, переливной трубой и грязевой. Всасывающая труба от хозяйственных насосов размещена на дне резервуара, в центре открытого цилиндрического бетонного колодца, верхний уровень которого совпадает с уровнем запаса воды для тушения пожаров. Ниже этого уровня могут забирать воду только пожарные насосы.

Для обеспечения водой двух расчетных пожаров, с одновременным расходом воды на хозяйственные цели, предполагалось быстрое пополнение резервуара водой при включении трех артезианских глубинных насосов.

Резервуар был оборудован поплавковым реле для сигнализации на насосную станцию 2-го подъема максимального уровня воды и минимального хозяйственного уровня, на высоте неприкосновенного пожарного запаса воды.

Пожар произошел от взрыва кислородного баллона на химическом заводе. По сигналу пожарной части на насосной станции

2-го подъема были включены насосы, обеспечивающие необходимый расход воды для тушения пожара, а также и хозяйственный водоразбор.

Под действием мощных струй воды из шести пожарных рукавов через полчаса сильный пожар начал утихать, но затем совершенно неожиданно разгорелся с новой силой, увеличивая площадь огня.

Из акта расследования выяснилось следующее: через 33 мин с начала тушения пожара вода из пожарных гидрантов перестала поступать в передвижные автонасосы высокого давления, и пожар нечем было тушить. Как выяснилось в дальнейшем, сборный резервуар оказался без воды.

Диспетчер насосной станции только после звонка обратил внимание на работу пожарных насосов без нагрузки. Он уверял, что насосы в исправности и, видимо, что-то случилось во всасывающей коммуникации труб. Дальше он сообщил, что по показанию поплавкового реле воды в резервуаре много, ее уровень на 2,65 м выше дна, что соответствует емкости 1300 м<sup>3</sup>, тогда как для тушения одного пожара в течение трех часов требуется меньше 400 м<sup>3</sup>.

При наличии столь «большого запаса» воды диспетчер не включил в работу артезианские насосы.

После повторного безуспешного запуска пожарных насосов были осмотрены всасывающий трубопровод и сборный резервуар, в результате чего и обнаружилось отсутствие воды в резервуаре. На все эти поиски ушло около 10 мин. Только после запуска всех четырех артезианских насосов, через 3 мин были снова запущены пожарные насосы, которые работали нормально до конца тушения пожара. Но перерыв в тушении пожара в течение 12—13 мин оказался губительным для половины завода, вместе с оборудованием и продукцией.

В результате произведенного расследования было выяснено, что непосредственная причина аварии заключалась в выпадении куска бетона из внутреннего колодца, откуда хозяйственный насос забирал воду (рис. 15).

В результате образовавшегося проема хозяйственные насосы могли беспрепятственно забирать и расходовать запас воды, предназначенный только для противопожарных целей.

Экспертиза установила, что проем в колодце образовался задолго до пожара, о чем свидетельствовали старые трещины и торцевые стенки проема. Таким образом, одной из причин аварии явилось нарушение регламентных проверок резервуара,—серьезный дефект не был вовремя обнаружен.

Вторая основная причина заключалась в неисправности поплавкового реле, которое также не подвергалось регулярной проверке. При опускании троса с поплавком ниже отметки 2,65 м от дна резервуара он оказывался в крайнем положении втулки, при котором втулка заедала трос и не давала ему свободно опускаться. При наполнении резервуара водой выше отметки 2,65 м поплавок с тросом поднимался нормально, создавая впечатление исправной работы реле.

В момент пожара поплавков опустился до отметки 2,65 м (см. рис. 15), фактически уровень воды в резервуаре был на 0,60—0,70 м выше дна, что соответствует емкости 300—340 м<sup>3</sup>. За 33 мин на тушение пожара было израсходовано 60 м<sup>3</sup> воды, остальные 240—290 м<sup>3</sup> были израсходованы за это же время на хозяйственные нужды при обычном среднем водоразборе.

Третья причина заключалась в невнимательном отношении диспетчера к работе. При сигнале о пожаре он обязан особенно тщательно следить за работой пожарных насосов и приборов.

Если бы диспетчер обратил внимание на поведение поплавкового реле, показание которого за полчаса работы пожарных на-

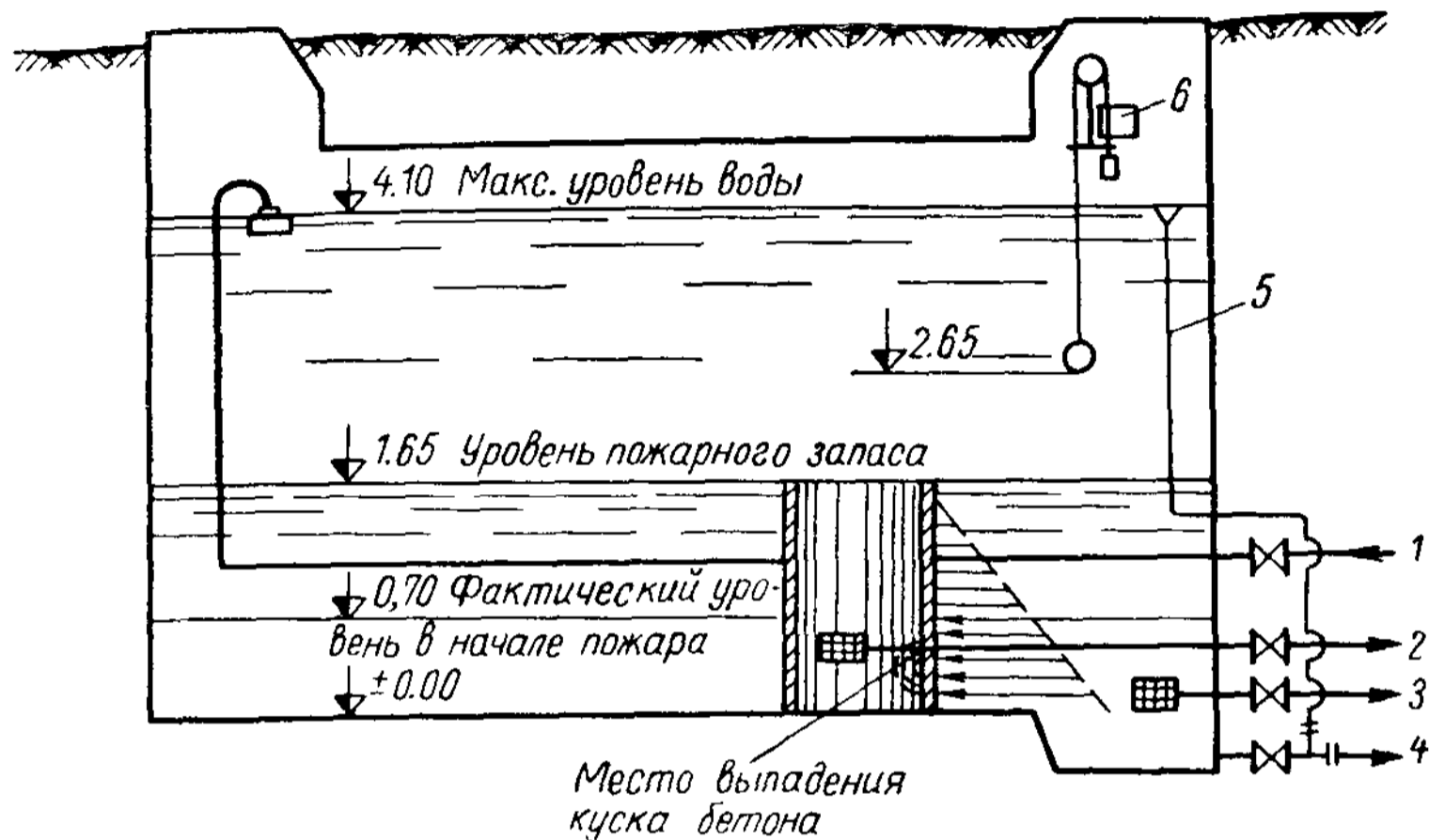


Рис. 15. Схема сборного резервуара (к случаю с пожаром)

1 — подающая труба; 2 — всасывающий трубопровод к хозяйственным насосам, 3 — всасывающий трубопровод к пожарным насосам; 4 — грязевая труба; 5 — переливная труба; 6 — реле уровня

сосов не изменилось, он вовремя обнаружил бы неисправность реле и принял меры для пополнения резервуара водой, чем предотвратил бы 13-минутный перерыв в тушении пожара.

Уместно отметить неудобства в эксплуатации при наличии одного резервуара, а не двух. В проекте расширения данного объекта предусматривалось строительство второго резервуара во вторую очередь. Однако с эксплуатационной стороны было бы более оправдано строительство двух резервуаров емкостью по 1000 м<sup>3</sup> в первую очередь строительства водопровода. Важность этого положения оговорена СНиПом II-Г. 3—62.

Наличие двух резервуаров позволяет легче осуществить регулярный осмотр их и ремонт.

## § 17. Затопление поселка водой из напорного резервуара

Авария водовода диаметром 400 мм, с разрушением участка протяженностью 35 м, привела к затоплению поселка и оставила без воды город с населением 40 тыс. человек в течение 30 часов;

авария произошла исключительно по вине эксплуатационных работников.

Город снабжался подземной водой, которая перекачивалась в напорный резервуар емкостью  $3000 \text{ м}^3$ , расположенный на отметке  $105 \text{ м}$ , превышающей отметку города на  $57 \text{ м}$ . Из резервуара вода поступала в город по водоводу диаметром  $400 \text{ мм}$  (рис. 16). Ближе к резервуару расположился рабочий поселок с населением  $2000$  человек, застроенный преимущественно двухэтажными зданиями.

Авария стального водовода произошла в  $80 \text{ м}$  от ответвления к поселку из-за трещины и разрыва трубы в месте сварки. Даль-

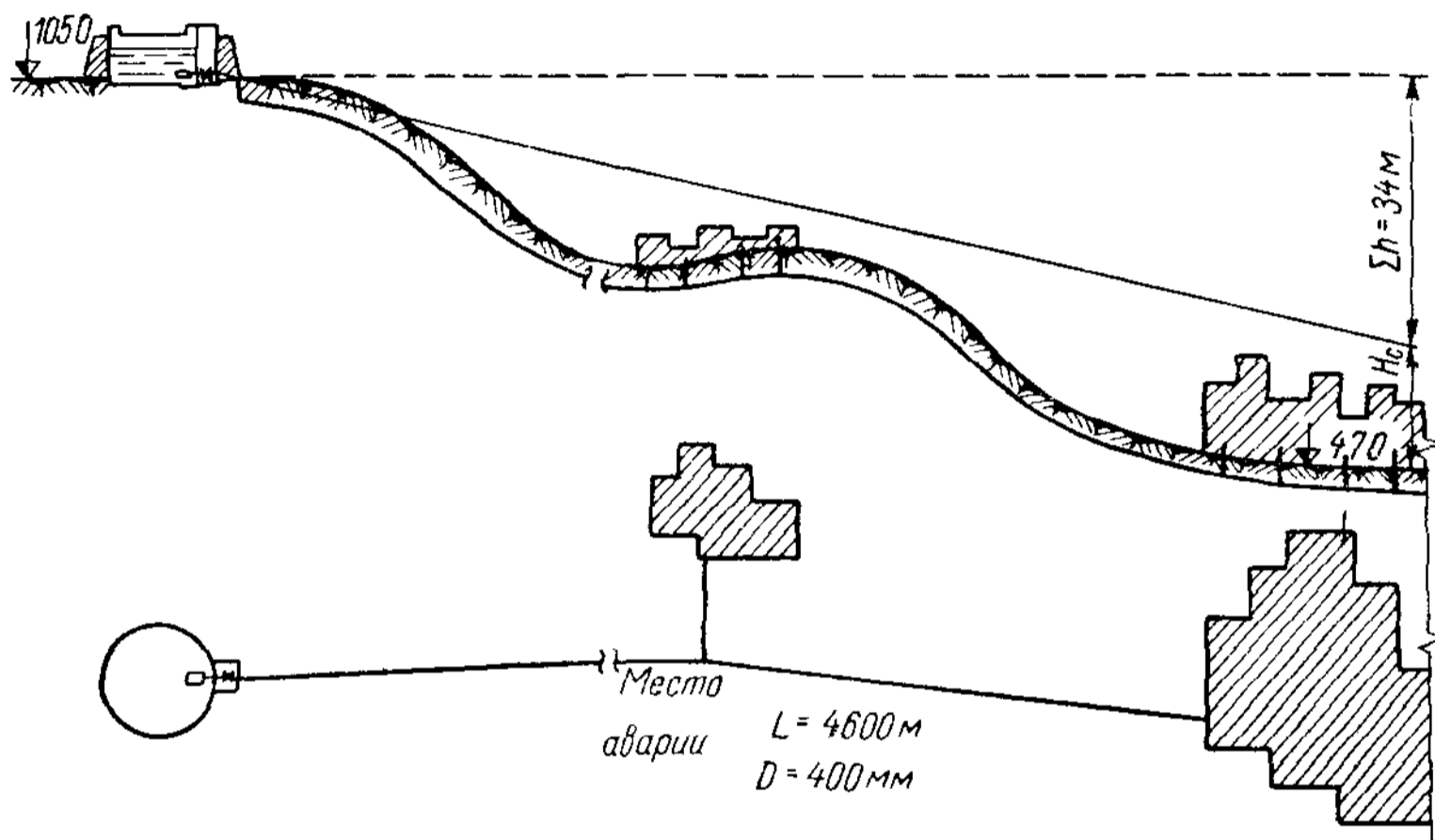


Рис. 16 К случаю с затоплением поселка

нейшее распространение аварии можно было бы легко предупредить, перекрыв в начале водовода задвижку, расположенную рядом с напорным резервуаром. Но задвижка, которая больше года не проверялась, была неисправной, и закрыть ее не удалось.

В это время резервуар был заполнен водой на  $70\%$ , и  $2000 \text{ м}^3$  воды, быстро проникнув на поверхность, сильным потоком по склону местности направились к поселку. Затопление поселка длилось больше  $3$  часов, пока не опорожнился резервуар. Были затоплены подвалы и даже первые этажи домов, расположенных в наиболее низких местах. Пятнадцать процентов зданий поселка дали просадку.

Расследованием было установлено, что поломка задвижки у резервуара произошла в результате гидравлических ударов на водоводе, причем задвижка была постоянно открыта не полностью, а на  $40 \text{ мм}$  меньше.

Если бы проводилась постоянная проверка регулирующей арматуры, неисправность была бы обнаружена вовремя, задвижку можно было легко заменить в часы минимального водоразбора.

## § 18. Случай с разрушением водонапорной башни

Кирпичная водонапорная башня высотой 18 м и емкостью металлического бака 200 м<sup>3</sup> была построена на небольшом объекте водоснабжения в засушливом районе страны.

Башня оборудована напорно-разводящей трубой, переливной, выходящей наружу на отмокку, и грязевой трубой. В 100 м от башни расположена насосная станция второго подъема, куда подведена сигнализация уровня воды в баке башни. Ствол башни опирается на бутовый фундамент глубиной 2 м, заложенный в макропористом грунте.

За несколько дней до аварии рядом с водонапорной башней был вырыт небольшой котлован глубиной около 2 м для установки электроосветительного столба.

События, связанные с разрушением водонапорной башни, изложены в акте комиссии, который частично приводится ниже.

«...В ночь на 11 июня 1963 г. сильный, глухой удар, сопровождающийся колебаниями почвы, разбудил проживающих вблизи жителей. На месте происшествия валялась разбитая башня с вывороченной стальной трубой и смятым металлическим баком. Из трубы, подводящей воду к башне, изливалась вода. Грунт вокруг башни представлял жижеобразную массу из серого пылеватого песка.

Разрушение вызвано неисправностью поплавковой сигнализации уровня воды в баке, неисправностью запорного клапана на подающей трубе, а также нарушением трудовой дисциплины дежурным машинистом, который, проработав дневную смену, остался в ночную смену и заснул с вечера при работающем насосе.

После полного наполнения бака водой излишек воды через переливную трубу стал поступать в вырытый котлован, а затем под фундамент водонапорной башни. Фундамент был подмыт с северо-восточной стороны, макропористый грунт в этом месте превратился в разжиженную массу, и водонапорная башня, накренившись в сторону подмыва, под действием веса ствола и 200-тонного бака рухнула на землю».

Описанный редчайший случай произошел исключительно по вине эксплуатационных работников. Следует отметить, что на этом объекте переливы воды в баке наблюдались нередко и раньше из-за неисправности уровнемера. Только недооценка элементарных условий эксплуатации водопроводных сооружений при стечении обстоятельств привела к столь тяжелой аварии.

После аварии на данном объекте была осуществлена безбашенная, пневматическая система водоснабжения.

## § 19. Осмотр, чистка и ремонт напорно-регулирующих сооружений

При соблюдении сроков периодических осмотров и работ по текущему и капитальному ремонту, указанных в приложениях 1 и 2, многие ошибки по эксплуатации напорно-регулирующих

сооружений могли бы быть предупреждены, в том числе и те серьезные, которые были рассмотрены в настоящей главе.

Ремонтные работы в баках водонапорных башен и резервуарах оформляются актом с указанием: даты снятия пломбы с лазов и входов, фамилий ответственного производителя работ и лиц, производивших работу, времени окончания работ и сведений о дезинфекции резервуара.

Порядок входа в резервуар, осмотра, чистки и ремонта устанавливается инструкциями, с соблюдением особых санитарных правил, согласованных с органами Государственного санитарного надзора. Этот порядок предусматривает специальную одежду для всех входящих в резервуар лиц. Результаты каждого осмотра и чистки записываются в журнал.

Все инструменты, метлы, щетки для мытья стен и колонн резервуара перед началом работы дезинфицируются однопроцентным раствором хлорной извести.

При чистке резервуара вначале удаляются со дна песок и ил, потом стальными щетками очищаются от слизи стены и колонны, которые затем дважды обмываются водой из брандспойта. Вслед за стенами и колоннами отмывается днище резервуара. Чистка заканчивается повторной обмывкой всех внутренних поверхностей водой из брандспойта.

Перед вводом резервуара в работу (после ремонта и чистки) предусматривается обязательная дезинфекция его хлором дозой 25 мг/л при суточном контакте воды с хлором.

После чистки и дезинфекции резервуар наполняют чистой, фильтрованной и нормально хлорированной водой. Затем приоткрывают задвижку на сточной трубе с таким расчетом, чтобы приток и сброс воды были бы примерно равными, о чем свидетельствует приблизительно постоянный уровень воды в резервуаре. Такое наполнение и сброс воды продолжаются до трехкратного обмена воды в резервуаре. Последний может быть пущен в работу, если бактериологические анализы воды трех таких наполнений покажут удовлетворительный результат.

## Глава VI ОШИБКИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

### § 20. Падение напора

На небольшом объекте водоснабжения (16 тыс. жителей) водопроводная сеть, состоящая из труб диаметром 100—200 мм, в течение 9 лет не промывалась и не прочищалась. Постепенно в результате отложения на стенках труб илистых взвешенных частиц, солей кальция, магния и железа, содержащихся в воде, а также в результате деятельности микроорганизмов произошло зарастание труб.

Это обстоятельство привело к увеличению гидравлического сопротивления на некоторых участках в два раза и к уменьшению

пропускной способности труб до 30%. Напор в сети настолько упал, что вода свободно поступала лишь в первые этажи, редко появлялась во вторых и совсем не поступала в третьи этажи. Бак водонапорной башни заполнялся водой на половину высоты. Необходимо также обратить внимание, что на участках сети, удаленных от очистной станции, хлоропоглощаемость была настолько большой, что постоянно наблюдался дефицит в хлоре. Здесь колититр падал от 300 в начале сети до 35 в конце.

Следует отметить, что приведенный пример не является исключением. В практике эксплуатации водопроводных сетей многих объектов случаи с падением напора в сети далеко не редки.

Учитывая, что падение напора приводит к ухудшению работы всей системы водоснабжения, а также то, что на местах эксплуатационный персонал далеко не везде представляет, что необходимо делать в таких случаях, более подробно остановимся на мерах, предупреждающих и устраняющих подобные явления.

### *Наблюдение за свободными напорами*

Периодическое наблюдение за свободными напорами в контрольных точках водопроводной сети позволяет вовремя обнаружить отклонения от нормальной работы тех или иных участков сети, а следовательно, принять соответствующие меры.

Под свободным напором понимается давление в сети в *м вод. ст.*, которое необходимо для поднятия воды от отметки земли до верхнего водоразборного крана, с учетом потерь напора в трубах внутренней сети и обеспечения свободного излива воды из крана с давлением в 1—2 *м*.

Свободный напор зависит от этажности зданий и по нормам равен:

для 1-этажного здания . . .	10 м
» 2-этажного » . . .	12 м
» 3-этажного » . . .	16 м
» 4-этажного » . . .	20 м
» 5-этажного » . . .	25 м и т. д.

Контрольные точки выбираются чаще всего в начале и конце водовода на тупиковых участках и на разводящей сети, в первую очередь на участках, наиболее удаленных от головных водопроводных сооружений, причем в местах с наиболее высокими отметками земли. В этих точках производится замер давления манометром не реже одного раза в квартал, днем между 10 и 16 часами или в другие часы наибольшего водоразбора.

Для контрольных точек могут использоваться специально оборудованные манометрические посты в каких-либо служебных помещениях или смотровых колодцах, а также пожарные гидранты, на которые навинчиваются стендеры с обыкновенным манометром. Примерное расстояние между контрольными точками определяется в 500—1000 *м*.

Некоторые специалисты рекомендуют контрольные точки выбирать на одинаковом расстоянии от насосной станции или водо-



напорной башни. Напоры в этих точках хорошо знать до и после большого отбора воды.

Сравнивая полученные свободные напоры с предыдущими замерами, можно установить, на каких участках труб произошли изменения, которые могут нарушить или даже нарушили нормальный режим эксплуатации.

Зная отметки земли у контрольных точек, прибавив к ним соответствующие свободные напоры, можно определить пьезометрические давления в этих точках и по ним вычертить профиль с пьезометрическими линиями по основным потокам воды в трубах. По этим линиям можно видеть падение напоров на различных участках сети и по таблицам определить расходы воды и скорости движения ее в трубах.

По этим данным можно судить о перегрузке или недогрузке отдельных участков сети и принять меры, улучшающие эксплуатацию ее.

Для более крупных объектов водоснабжения контрольные замеры давления следует производить самопишущими манометрами или приборами дистанционного действия, постоянно передающими показания на центральный или районный диспетчерский пункт управления.

При заметных снижениях свободного напора на том или ином участке водопроводной сети необходимо принять соответствующие меры против заиливания или зарастания труб. Чем раньше будут приняты меры, тем легче восстановить нормальную работоспособность труб.

### *Меры борьбы с зарастанием труб*

Илистые отложения в трубах из тонких частиц песка, глины и других механических примесей легко устранить обычной промывкой с повышенными скоростями движения воды, примерно 2 м/сек [22]. Этим же способом можно устранить биологические отложения группы микроорганизмов, развивающихся при наличии в воде железа в количестве 0,1—0,3 мг/л и более. Эти отложения весьма рыхлые и непрочны сцеплены со стенками металлических труб.

Но те же отложения при наличии в воде солей железа со временем затвердевают, и тогда требуются более трудоемкие и сложные способы борьбы, такие как гидropневматический, химический, механический.

Плотное, сплошное отложение по периметру металлических труб образуют в воде химические элементы  $SO_4$ ;  $O_3$ ;  $Cl$ , которые вызывают окисление металла с образованием гидратов закиси железа  $Fe(OH)_2$ , переходящих в воде в гидроксид железа  $Fe(OH)_3$ . Часто свежая верхняя часть гидроокиси, не успевшая затвердеть, вымывается обычной или гидropневматической промывкой трубы [22].

Обычная промывка с повышенными скоростями движения воды. Повышенные или размывающие скорости при обычной промывке достигаются за счет искусствен-

ного уменьшения сечения трубы. Например, для небольших труб диаметром 100—200 мм применяют шаровые деревянные пробки размером на 25 мм меньше внутреннего диаметра труб. Деревянный шар вводят в промываемый участок между гидрантами I и II (рис. 17) через пожарную подставку, сняв гидрант [23]. Эту подставку закрывают специальным фланцем с сальником, через который пропускается трос. Последний одним концом прикрепляется к деревянному шару, другим — к валу лебедки. Вода, двигаясь от гидранта I к гидранту II, увлекает шар, медленно спускаемый на тросе; при этом образуются повышенные, размывающие скорости, и отложения смываются со стенок труб. Вынос загрязнений вместе с промывной водой производится через стальной стояк, устанавливаемый на подставку гидранта II. При отсутствии гидрантов промывку сети можно осуществить через корпус задвижки или специальные тройники.

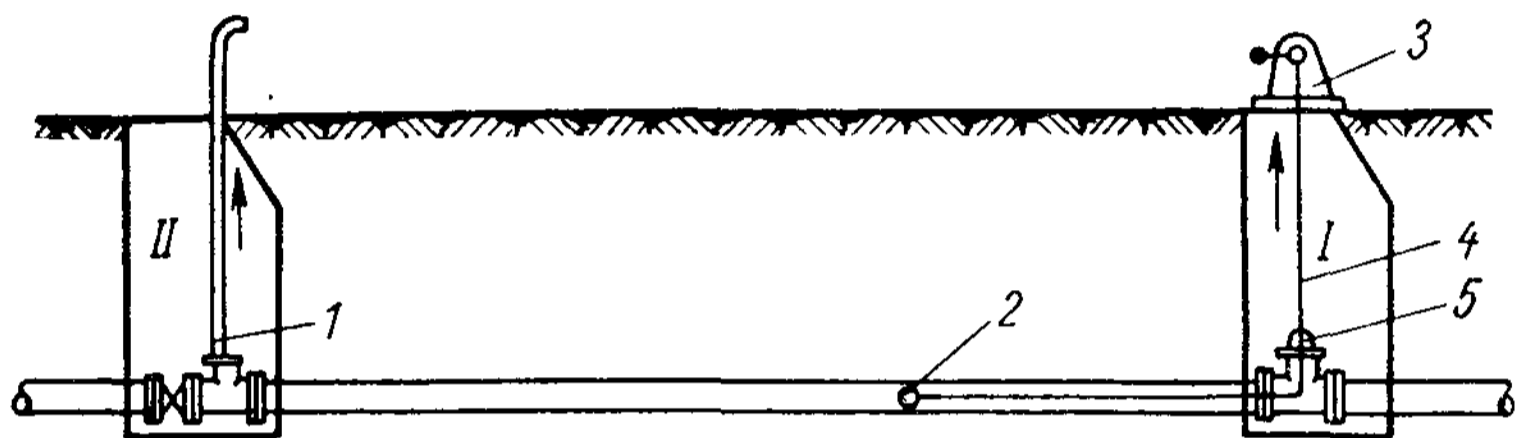


Рис. 17. Схема промывки водопроводной сети  
1 — стояк; 2 — деревянный шар; 3 — лебедка; 4 — трос; 5 — сальник

Гидропневматическая промывка. Для удаления из труб более плотных отложений прибегают к гидропневматическому способу промывки и очистки труб. Сущность этого способа заключается в промывке определенного участка водопроводных труб (200—400 м) водовоздушной смесью [22, 24]. Сжатый воздух, подаваемый вместе с водой, значительно увеличивает скорость движения воды. Создается своеобразное движение воды и воздуха в виде водяных «пробок», чередующихся с воздушными пузырями, т. к. воздуха подается по количеству в несколько раз больше воды. При подобном движении смеси возникает большая ударная сила, разрушающая и удаляющая прочные отложения со стенок водопроводных труб.

Схема гидропневматической промывки приведена на рис. 18. В колодцах, расположенных в начале и в конце промываемого участка, выключенного из эксплуатации, снимают или частично разбирают арматуру (гидранты, задвижки и пр.). На место арматуры устанавливают приспособления для впуска сжатого воздуха и выброса промывной воды. Продолжительность промывки зависит от характера отложений и обычно составляет 2—4 ч [24]. Инженер В. И. Готовцев приводит интересный пример с гидропневматической промывкой водопроводной сети диаметром 100, 125, 150

и 200 мм, снабжающей артезианской водой г. Калининград Московской области.

До промывки состояние водопроводных труб было исключительно тяжелым. Средняя толщина плотных отложений была равна 16 мм. Некоторые отдельные бугры по высоте достигали 45 мм. Свобод

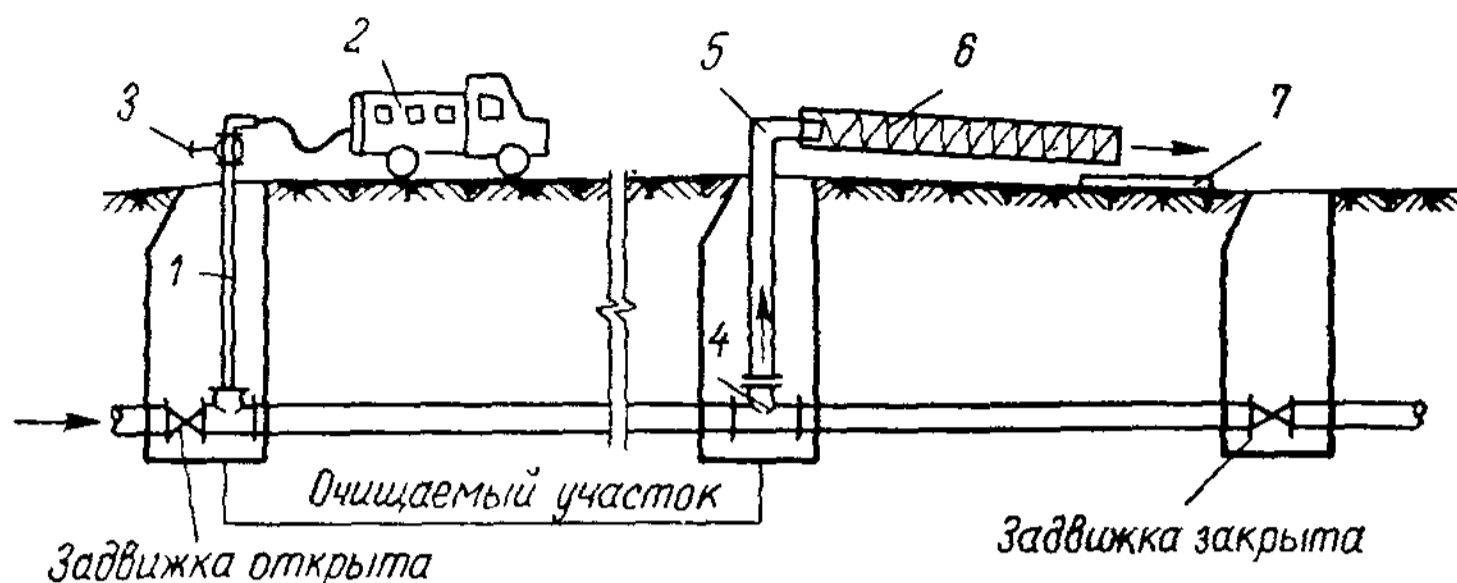


Рис. 18. Схема гидропневматической промывки труб

1 — газовая труба  $\varnothing$  25—50 мм; 2 — передвижной компрессор; 3 — вентиль; 4 — подставка пожарного гидранта; 5 — отводной стояк; 6 — рукав; 7 — доска

ные напоры упали до 7—10 м, вода не поднималась выше второго этажа, отличалась большой мутностью и неприятным запахом.

После гидропневматической промывки пропускная способность трубы увеличилась в 2 раза и больше, свободные напоры возросли на 10—18 м; станции подкачки в отдельных домах прекратили работу; качество воды резко повысилось.

За месяц бригада из 4 человек очистила таким образом более 11 км труб, заросших бугристыми плотными железистыми отложениями. Стоимость такой очистки для труб диаметром 100—200 мм оказалась равной 2,7—10 коп. за 1 м, что в десятки раз меньше стоимости механического и химического способа очистки.

Механическая очистка труб. При такой очистке используют специальные скребковые очистители, протаскиваемые в трубах при помощи стальных тросов [22, 24]. Следует отметить, что, несмотря на большую результативность механической очистки труб, этот способ не получил широкого распространения из-за высокой стоимости, составляющей по некоторым данным 8—15% стоимости водопроводной сети, из-за трудоемкости подготовительных и основных операций, частых застреваний скребкового аппарата в трубах, нарушения внутренней изоляции труб [24].

Более совершенным, на наш взгляд, является самоходный вибрационный трубоочиститель, предложенный и испытанный инженерами А. В. Лютовым и И. Ф. Бетля [25].

Принципиальной особенностью данного аппарата (рис. 19) является самоходность (движение от электродвигателя), наличие упругих ножей, пригодных при одной длине для труб 3—4 размеров; большая производительность; очистка труб со скоростью 70—150 м/ч; малый расход электроэнергии 0,02—0,03 квт·ч на 1 м трубы диаметром 500—700 мм.

Химическая очистка. Достоинством этого способа является возможность очистить стенки водопроводных труб от очень твердых отложений, не прибегая к специальному оборудованию. Он наиболее эффективен для чугунных труб небольшой протяженности диаметром 50—75 мм, например для домовых вводов.

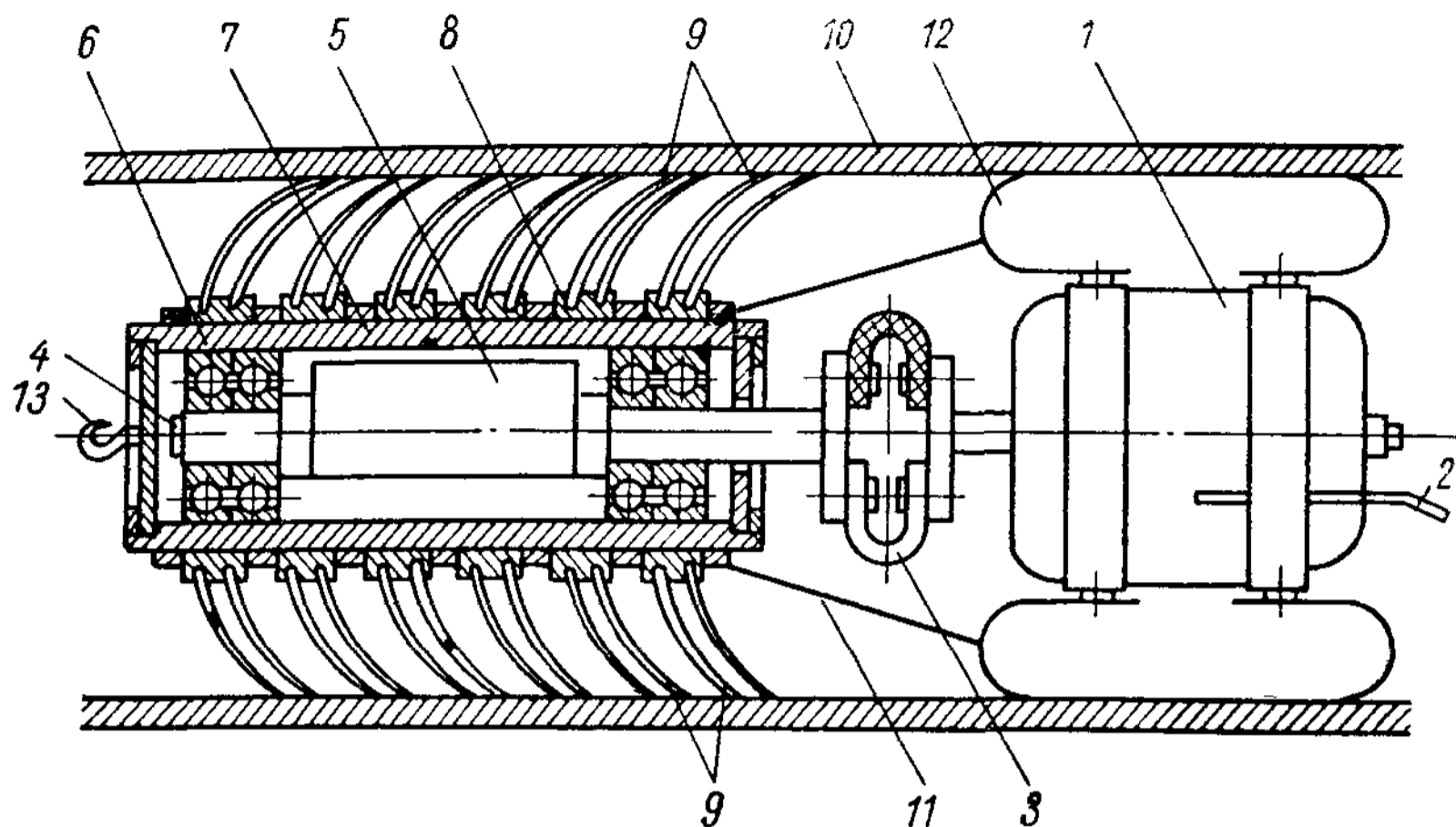


Рис. 19. Самоходный вибрационный трубоочиститель

1 — электродвигатель; 2 — кабель; 3 — упругая муфта; 4 — вал; 5 — дебаланс, 6 — шарикоподшипники; 7 — корпус очистителя; 8 — кольца, 9 — упругие ножки; 10 — стенка трубы, 11 — связь электродвигателя с корпусом очистителя; 12 — пружинящие салазки, 13 — крюк

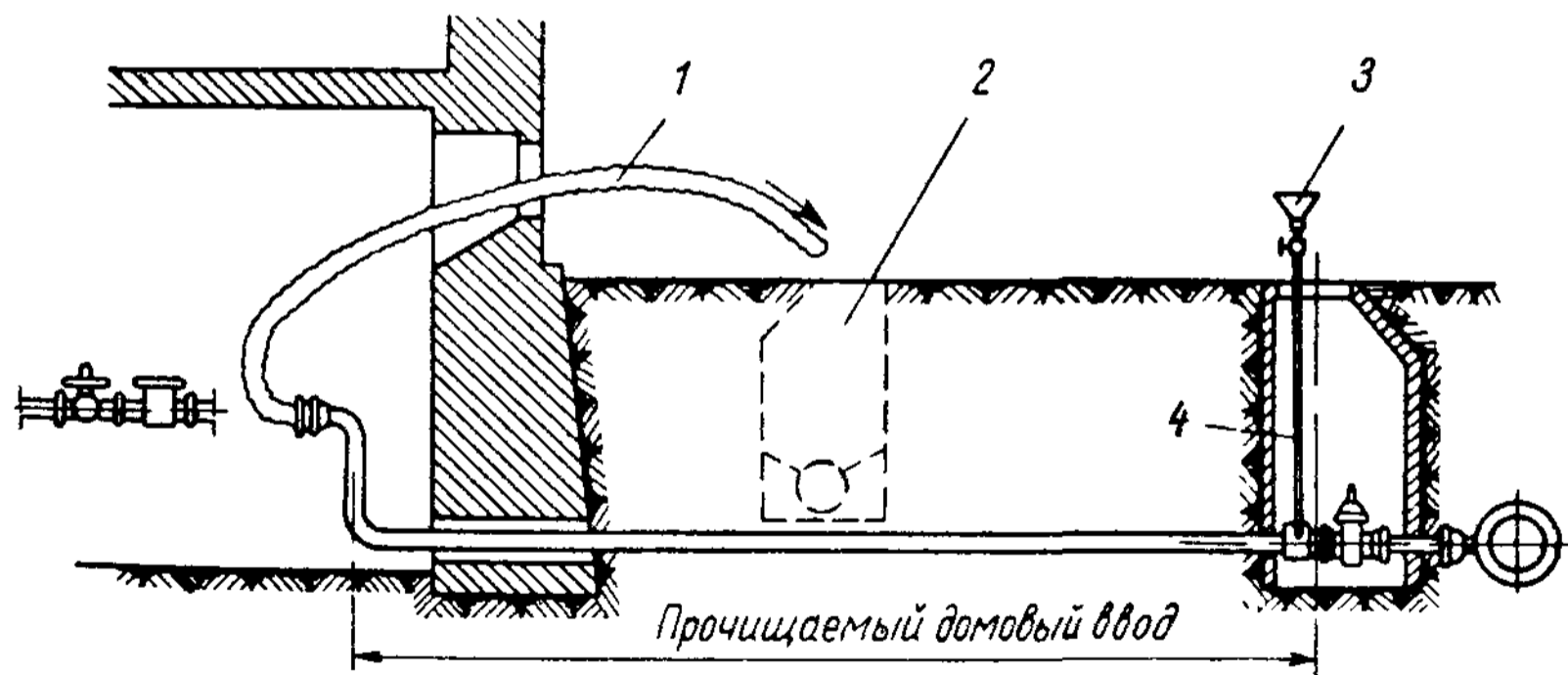


Рис. 20. Схема химической очистки домового ввода

1 — резиновый шланг, 2 — канализационный колодец; 3 — воронка для заполнения ввода кислотой; 4 — труба  $\varnothing$  13—19 мм

Сущность химической очистки труб заключается в наполнении домового ввода, отключенного от водопроводной сети (рис. 20), 20%-ной соляной кислотой с добавкой ингибитора, предохраняющего металлические стенки труб от разрушающего действия кислоты [22]. После 12—15 часов трубопровод промывают, удаляя через резиновый шланг в канализационный колодец раствор кислоты вместе с отложениями.

## § 21. К чему приводит утечка воды

На одном объекте водоснабжения головные водопроводные сооружения вместе с очистной станцией обеспечивают водой населенный пункт, насчитывающий около 80 тыс. жителей. Суточная потребность воды составляет примерно 16 000 м<sup>3</sup>, из которых 2000 м<sup>3</sup> расходуются тремя промышленными предприятиями.

Расчетная производительность очистной водопроводной станции 20 000 м<sup>3</sup> воды в сутки, и тем не менее воды не хватало жителям. Больше всех испытывали недостаток жители верхних этажей.

Если принять в расчет 16 000 м<sup>3</sup> воды за вычетом 2000 м<sup>3</sup>, расходуемых на промышленные цели, то оставшиеся 14 000 м<sup>3</sup> составят проектную норму суточного расхода на одного человека — 175 л. Фактически жители получали воды намного меньше.

В 1958 г. городским управлением коммунальных предприятий было организовано специальное обследование с целью выявления причин неудовлетворительной работы городского водопровода. Было решено обследовать район, составляющий по застройке и числу жителей 1/3 города.

В программу входило:

обследование состояния внутренней сети и арматуры;

обследование домовых вводов и состояния наружной водопроводной сети.

Первая часть программы была полностью выполнена 4 бригадами (2 человека в бригаде) в течение двух месяцев. Они обследовали 6800 квартир. Вторая часть программы не была выполнена, если не считать опытных промывок наружной водопроводной сети в двух разных участках, по которым можно приближенно судить об отсутствии существенных отложений на стенках водопроводных труб.

Таблица 2

Потери на утечки воды

Причина утечки	Число неисправных приборов в городе	Размер утечки в м <sup>3</sup> /сутки (по данным АКХ)	Суммарная утечка в м <sup>3</sup> /сутки
Неисправности в смывных бачках . . . . .	492	6	2952
» уmyвальных кранов . . . . .	255	5	1275
» кранов у раковин . . . . .	294	7	2058
Общие потери . . . . .		—	6285

В результате обследования 6800 квартир были обнаружены утечки от следующего количества приборов:

смывных бачков . . . . .	164
уmyвальных кранов . . . . .	85
кранов кухонных раковин . . . . .	98

В процентном отношении неисправности составили от 1,2 до 2,3% по отношению к установленным приборам. Эти утечки 0,05—0,08 л/сек, кажущиеся безобидными, составляют в сутки значительные потери.

Если размер утечек принять по данным ЛНИИ АКХ, полученным в результате проведения специальных исследований [26], то общие бесполезные потери, вызванные утечками, составляют для всего города 6285 м<sup>3</sup>/сутки или 39% от общего расхода воды в городе (см. табл. 2).

Если к этим потерям прибавить утечку из наружной водопроводной сети — 2% от общего расхода, то общие потери на утечку воды составят 6605 м<sup>3</sup>/сутки или 41% от общего суточного расхода. Таким образом, фактическая норма водопотребления была не 175, а 117 л/чел в сутки, т. е. на 58 л меньше проектной нормы.

Утечки воды в городских водопроводах в масштабе страны составляют огромные потери не только ценной питьевой воды, которой в ряде районов не хватает, но и миллионов киловатт-часов электроэнергии, расходуемой на подачу этой теряемой воды.

По данным Московского городского отдела подземных сооружений, утечки воды через неисправные краны в домах и наружной водопроводной сети составляют 800 тыс. м<sup>3</sup> в сутки или 300 млн. м<sup>3</sup> в год. На подачу этой бесполезной воды расходуется 150 млн. кВт-ч электроэнергии в год, почти 9 млн. руб.

По всей стране на утечки расходуется 1 млн. кВт-ч электроэнергии и 80 млн. руб в год. Эти утечки могли бы полностью обеспечить водой такие города, как Москва и Ленинград.

Таким образом, утечки вызывают:

- уменьшение фактического водопотребления;
- снижение расчетных напоров;
- появление воды и затопление подвальных и цокольных этажей зданий;
- провалы мостовых и тротуаров, подмывы фундаментов зданий и коммуникаций труб;
- неэкономичный режим работы водопроводных сооружений.

### *Устранение утечки из водоразборных кранов*

Утечка из водоразборных кранов чаще всего происходит вследствие изношенности кожи или резины золотника и изношенности резьбы шпинделя крана, из-за чего ручка крана повертывается, и кран полностью не закрывается.

Замена изношенной кожи или резины не вызывает затруднений. Но обычно водопроводчик вырезает и подгоняет кружки резины или кожи на месте. Более правильно это делать заранее в мастерской при помощи штампа.

Устранение износа резьбы в шпинделе многие считают невозможным. Но такие краны можно восстановить путем постановки на верхний стерженек золотника одного или двух колечек, сделанных из медной проволоки толщиной 2—3 мм (рис. 21). Тогда

нижняя часть шпинделя при поворачивании будет упираться не в золотник, а в поверхность колечка. Изношенная резьба шпинделя войдет вглубь нарезки крышки, и кран перестанет пропускать воду

### Устранение утечки из смывных бачков

Основные причины утечки из смывных бачков следующие: изношенность кожи или резины на золотнике шарового крана, неисправность поплавка, неисправность спускного устройства.

Изношенность кожи золотника проявляется в том, что при поднятии штока поплавок до его верхнего положения вода из крана продолжает поступать в бачок. Изношенная кожа должна быть заменена.

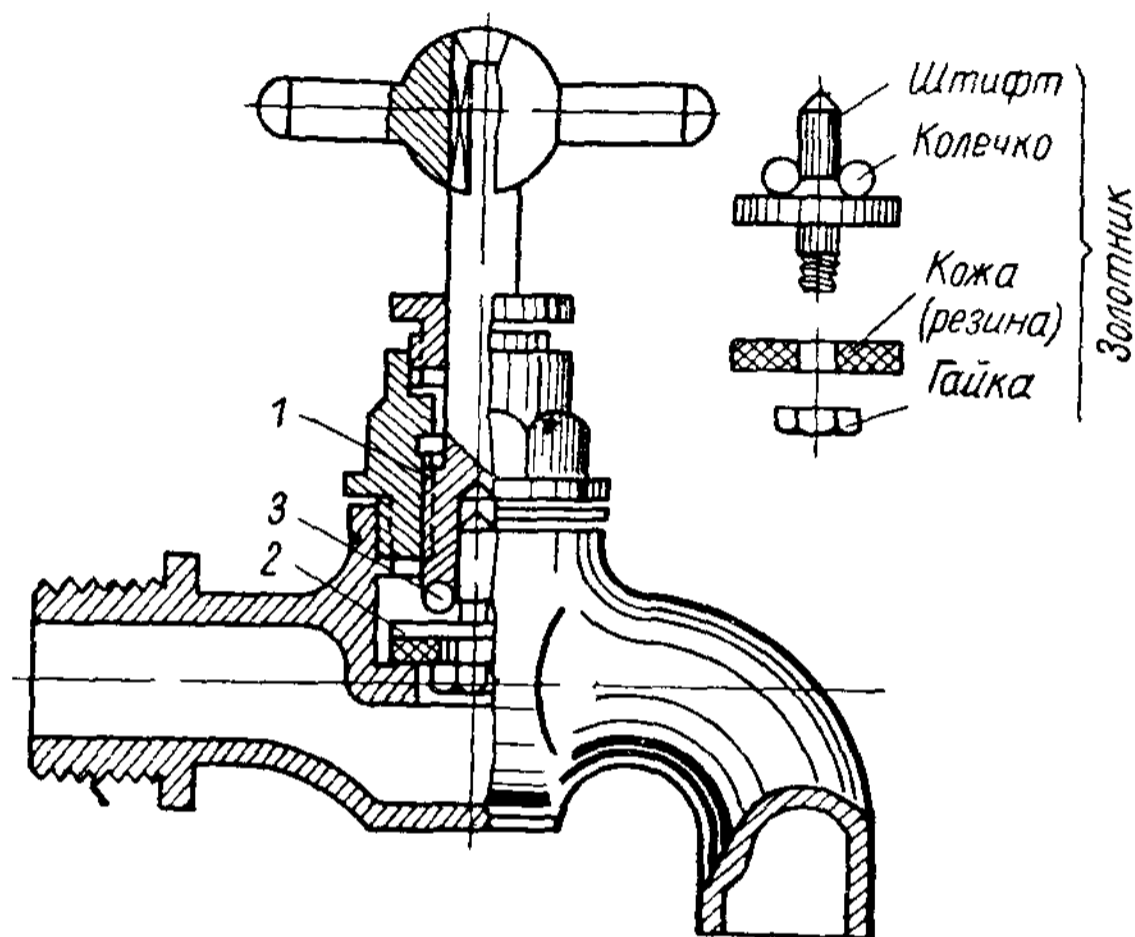


Рис. 21. Способ устранения утечки из водозаборного крана

1 — изношенная винтовая резьба, 2 — золотник; 3 — колечко из медной проволоки

Неисправность поплавка возникает вследствие ржавления и наполнения его водой. Поплавок тонет. Такой поплавок следует опорожнить от воды и запаять. В случае отпайки поплавок от штока крана его следует снова припаять.

Утечка воды из спускного устройства промывного бачка ликвидируется либо заменой старой изношенной кожи на новую, либо изъятием посторонних предметов между кожей золотника и седельной гнезда, либо (если золотник выдергивается из гнезда) постановкой ограничительного кольца на конец стержня золотника.

### Определение скрытой утечки на вводе

Группа ленинградских водопроводчиков, возглавляемая Ф. С. Евтеевым [27], разработала и успешно применяет способ определения скрытой утечки воды на вводе в здание по контрольному патрубку (рис. 22).

Для определения утечки на вводе последовательно закрываются задвижки 2 и 5, исправность которых также должна быть проверена. После этого вывинчивается пробка из контрольного патрубка. Осветив отверстие контрольного патрубка, внимательно наблюдают за уровнем воды. Понижение уровня воды в отверстии свидетельствует о наличии утечки на вводе. Резкое понижение уровня воды говорит о большой утечке и серьезном повреждении ввода. Если уровень воды в отверстии не меняется, утечки нет.

Некоторые опытные эксплуатационники определяют утечку на вводе ладонью, закрывая ею контрольный патрубок сверху, после предварительного заполнения патрубка водой. При наличии утечки ощущается присасывание ладони.

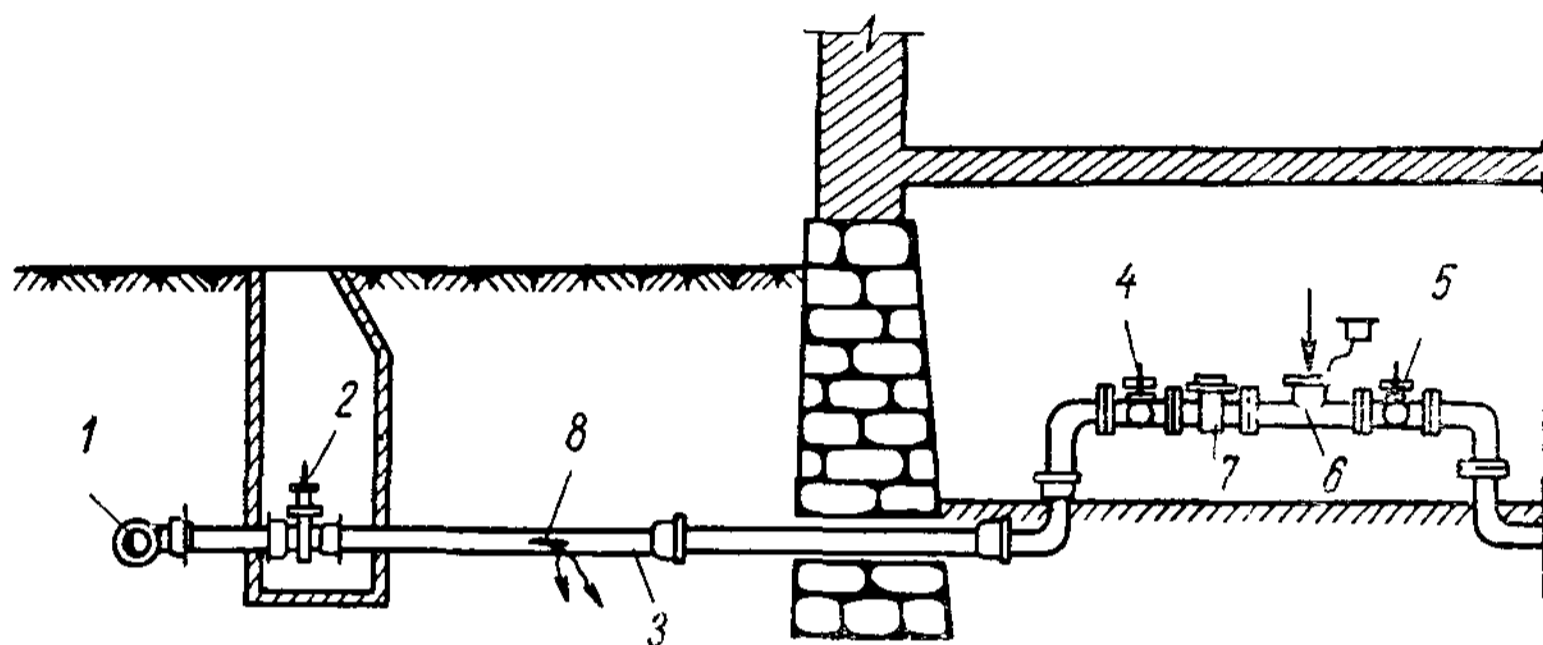


Рис. 22. Способ определения скрытой утечки на вводе в здание  
1 — наружная сеть; 2 — колодец с задвижкой; 3 — ввод в здание, 4 — кран до водомера, 5 — кран после водомера, 6 — контрольный патрубок (пробка вывинчена); 7 — водомер, 8 — место утечки

По сравнению с акустическим способом определения утечки, который при своей сложности не всегда давал положительные результаты, описанный способ является элементарно простым и надежным.

### *Определение утечки в наружной водопроводной сети*

Существующие акустические приборы для определения утечки из водопроводных труб, воспринимающие своеобразный шум вытекающей воды и передающие его через высокочувствительные микрофоны, оказались малонадежными [22, 28].

На некоторых водопроводах применялся прибор АКХ, разработанный Ростовским научно-исследовательским институтом [22]. Этот электроакустический прибор на полупроводниках и электронных лампах позволяет находить места утечек при величине утечки не менее 0,3 л/сек или 26 м<sup>3</sup> в сутки.

На московском водопроводе широко пользуются способом определения места утечки, предложенным В. П. Поповым [22]. Резиновый пневматический баллон на тросе передвигают в трубе перекрытого участка и наблюдают за падением уровня воды в трубопроводе. Место утечки можно установить довольно точно. Размеры



баллонов, выпускаемых заводом «Водоприбор» для труб диаметром 100—300 мм, следующие: длина от 200 до 680 мм, диаметр от 70 до 160 мм.

На архангельском водопроводе для определения места и величины утечки воды в трубах широко пользуются прибором Е. Ф. Панкевича. Прибор основан на учете падения давления в баллоне при наличии утечки [22]. Инструкция по применению прибора «Указания по обнаружению мест скрытых утечек» составлена трестом Оргводоканал и издана Министерством коммунального хозяйства РСФСР в 1960 г.

Для ленинградского водопровода при участии ЛНИИ АКХ разработан способ определения утечки воды на обследуемом участке с помощью специального водомерного узла [27] (рис. 23).

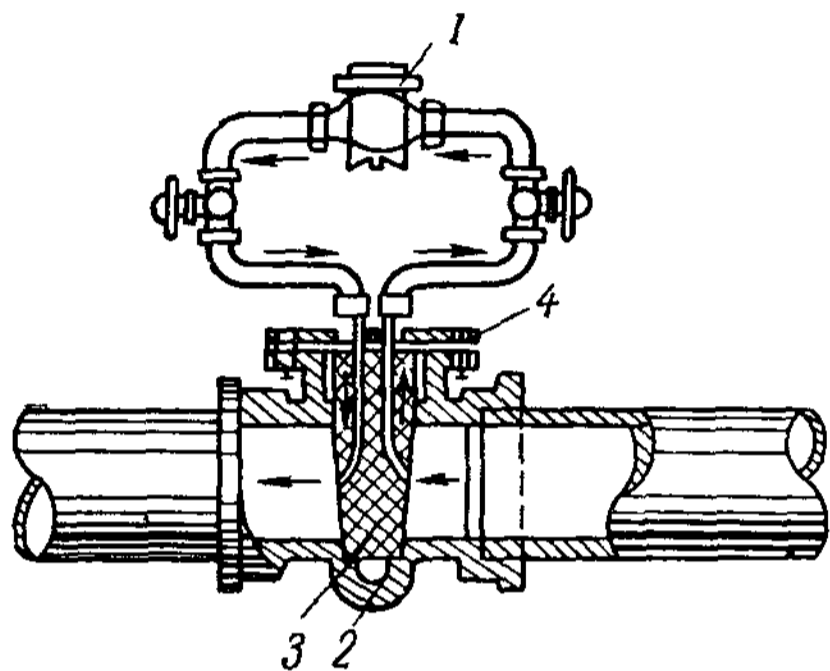


Рис 23. Способ определения утечки воды в наружной сети с помощью водомерного узла

1 — водомер; 2 — корпус задвижки; 3 — заглушка с двумя каналами; 4 — фланец

При этом способе выключаются обследуемый участок и вышележащий (питающий) участок. Затем полностью разбирается задвижка, отделяющая обследуемый участок от вышележащего. На место шиберного устройства задвижки вставляется специальная заглушка 3, прижимаемая сверху фланцем 4. Имеющиеся в заглушке два канала соединяются обводной трубкой диаметром 19 мм через водомер 1 с двумя вентилями.

Это простое устройство позволяет установить величину скрытой утечки на обследуемом участке, но не определяет местоположение ее.

## § 22. О трех главных ошибках, которые приводят к повреждению водопроводных сетей

На объекте водоснабжения, при заборе воды из речного источника, вода после очистки перекачивалась в город по двум стальным водоводам диаметром 300 мм и длиной 2100 м каждый.

Водоводы были проложены и испытаны осенью 1954 г. и в первый же год эксплуатации, зимой, дали трещины в 37 местах, что составило 12% всех стыковых соединений. После ремонта и повторной заварки труб девять стыков дали трещины в тех же местах. Вообще, расстройство стыковых соединений на водопроводных трубах является наиболее частым видом повреждения и составляет 60—70% от общего числа.

Кроме этого, на разводящей водопроводной сети из чугунных труб диаметром 100—200 мм нередко происходили поперечные переломы труб.

Для эксплуатационников подобные явления оказались неожиданными особенно после, казалось бы, нормальной приемки сети. Они не знали ни причин столь частых аварий, ни средств, позволяющих от них избавиться или хотя бы уменьшить их число.

Аварии на сети нарушают бесперебойное обеспечение водой населения и производственных предприятий. С другой стороны, частые ремонты сильно удорожают стоимость эксплуатации сети, ускоряют износ этих дорогостоящих устройств, которые составляют 50—70% от стоимости всей водопроводной системы.

Первая категория ошибок допускается на стадии проектирования, когда без знания местных геологических условий выбирается вид труб и требуемый напор.

Вторая категория ошибок допускается при монтаже водопровода. Эксплуатационники не предъявляют жестких требований во время приемки работ. Неудовлетворительное качество материалов заделки раструбов, сама недоброкачественная заделка или сварка, плохая подготовка основания траншей, небрежная утрамбовка приямков отражаются самым непосредственным образом на эксплуатации сети — вызывают аварии.

Третья категория ошибок допускается непосредственно при эксплуатации, причем работа сети подчас не изучается, причины, вызвавшие аварию, не анализируются.

Уместно привести некоторые сведения, в том числе ВНИИ ВОДГЕО, основанные на обобщении опыта эксплуатации многих систем водоснабжения, их необходимо знать эксплуатационным работникам [29, 30].

Прежде всего, оценка чугунных, стальных и асбестоцементных труб по различным видам повреждений. Если повреждения чугунных труб условно принять за 100, то в стыковых соединениях стальные трубы повреждаются чаще в 1,8 раза, а асбестоцементные в 2 раза.

По разрывам фасонных частей и арматуры стальные трубопроводы повреждаются в 3,8 раза, а по коррозии в 3,3 раза чаще. Из всех повреждений стальных трубопроводов 83% происходит по причине расстройств сварных стыков. По поперечным переломам асбестоцементные трубы в 7 раз повреждаются больше чугунных.

Анализ показал, что появление трещин в стыках и разрыв их происходит как во время эксплуатации, так и при монтаже, в периоды резкого понижения, а в отдельных случаях повышения температуры трубопровода. Обследование стальных трубопроводов в 16 системах показало, что за холодную половину года (октябрь — март) повреждения составляют 76%, а за остальную половину — только 24%.

Как известно, сварные швы стальных трубопроводов хорошо работают на сжатие и плохо — на растяжение. Поэтому лучше эти трубы прокладывать зимой. Они будут нормально вести себя в зимнее время, а также летом, когда стык будет испытывать сжатие, а сама труба — растяжение.

К сожалению, до сих пор стальные трубы практически не оказываются самыми надежными. Они приходят в аварийное состояние задолго до истечения срока амортизации.

В отношении асбестоцементных труб отмечаются довольно частые повреждения в продольном направлении при первоначальном гидравлическом испытании их. Рекомендуется принимать меры предохранения асбестоцементных труб от повреждений при транспортировании и укладке.

Во время укладки асбестоцементных и чугунных труб диаметром до 150—200 мм рекомендуется заглубление их в материковый грунт. С этой целью в дне нормальной траншеи вырывается малая траншея, по ширине и глубине равная диаметру трубы. Такой прием укладки резко уменьшает траншейную нагрузку на трубы и предохраняет их от переломов.

### **§ 23. Что надо дополнительно знать по эксплуатации водопроводной сети**

Приемка и пуск в эксплуатацию наружных водопроводных труб производится в соответствии с «Техническими указаниями на производство и приемку работ по устройству наружных трубопроводов водоснабжения и канализации».

Обследование и проверка проложенных труб и сетевых сооружений осуществляется представителями строительной и эксплуатационной организации. Эксплуатационная организация должна получить исполнительные чертежи, сверенные с рабочим проектом, а в случае отклонений от проекта — обоснованные документы о всех изменениях.

В эксплуатацию водопроводной сети входит систематический обход и осмотр сети, арматуры и устройств с одновременным выполнением мелкого профилактического ремонта, а также мероприятия по планам текущего и капитального ремонта.

Периодичность осмотров текущих и капитальных ремонтов с перечнем характера ремонтных работ приведены в приложениях 1, 2, 3.

При эксплуатации сети следует обратить серьезное внимание на предохранение ее от замерзания. В тех случаях, когда имеются участки, проложенные с нарушением указаний [1] о незамерзаемости, необходимо на этих участках обеспечить непрерывную циркуляцию воды.

Для утепления колодцев с сетевой арматурой применяется утепляющий материал (солома, древесная стружка, пакля, войлок, минеральная вата), укладываемый чаще на дополнительной деревянной крышке, ниже верхней чугунной крышки на 0,3—0,4 м.

Все эксплуатационные работы выполняются эксплуатационными и ремонтно-аварийными (дежурными) бригадами, создаваемыми при управлении или службе сети. В бригаде должно быть не менее трех человек — бригадир и два слесаря. Каждый член

бригады допускается к работе только после сдачи зачета по минимуму эксплуатации сети и технике безопасности.

Эксплуатационная бригада накануне каждого дня получает наряд обхода, определяемый планом текущей эксплуатации сети.

Сюда относятся: обход сети и осмотр арматуры, обследование дюкеров и переходов под железнодорожными путями, обследование водопроводных систем абонентов, промывка сети и проверка показаний свободных напоров, утеплительные работы.

Законченные эксплуатационные работы принимаются по акту, где отмечается объем и качество произведенных работ.

В задачу аварийных бригад входит локализация аварий и устранение повреждений на сети. К авариям относятся такие повреждения на сети, в результате которых происходит полное или частичное прекращение подачи воды потребителю.

Аварийная бригада подчиняется дежурному диспетчеру и обеспечивается дежурным автотранспортом. Дежурство бригад круглосуточное, включая праздничные дни

К ликвидации крупных аварий привлекаются ремонтные бригады и весь эксплуатационный персонал.

## § 24. Как механизировать ремонтные и аварийные работы на водопроводных сетях

Промедление в выполнении иногда даже небольших ремонтных работ на водопроводных сетях нередко приводит к серьезным авариям. Многие аварии начинаются с небольших трещин или расстройств стыкового соединения.

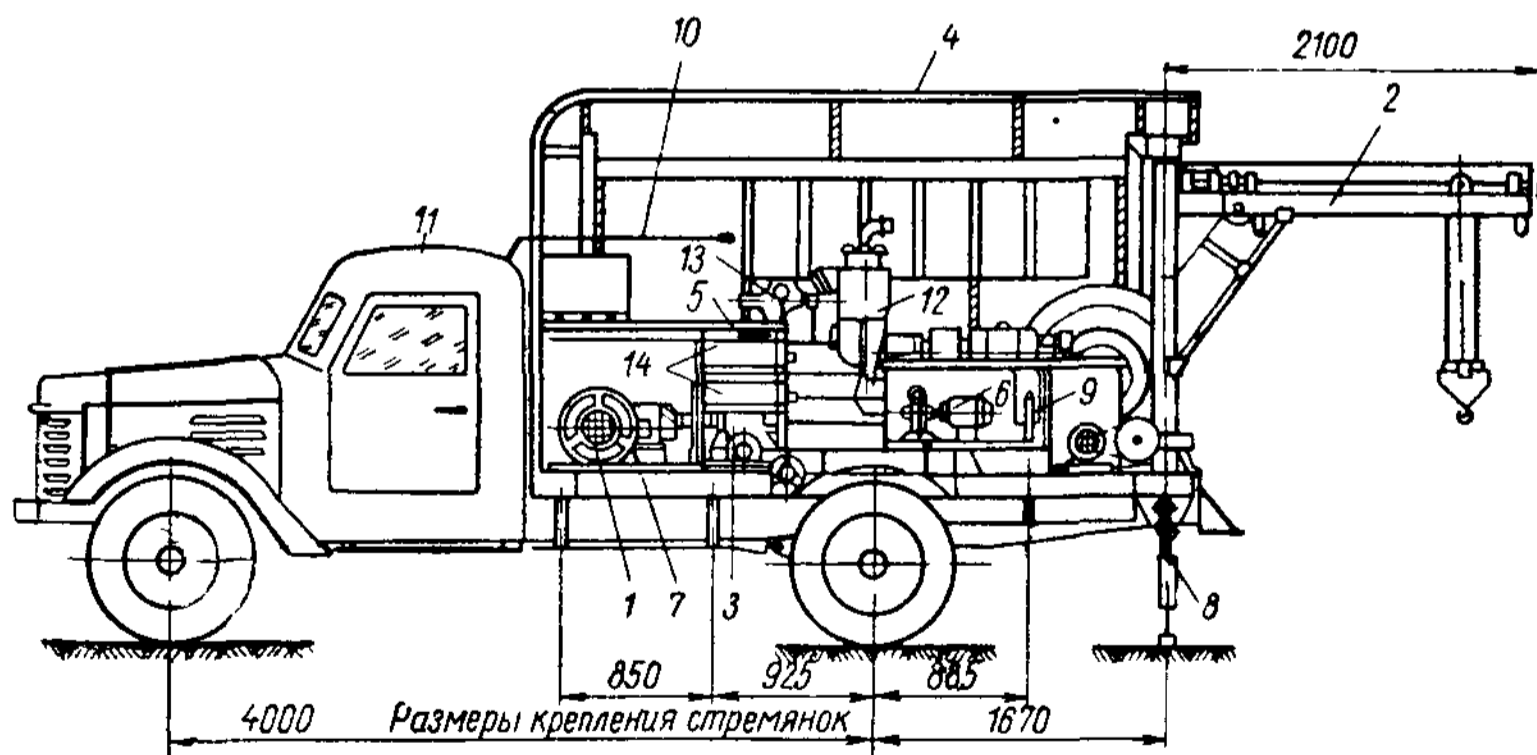


Рис. 24. Ремонтно-водопроводная машина РВМ-2

1 — привод генератора, 2 — подъемный кран в сборе; 3 — лебедка, 4 — кузов, 5 — верстак, 6 — вентиляционная установка; 7 — шасси, 8 — аутриггер; 9 — проектор; 10 — переговорное устройство, 11 — кабина; 12 — самовсасывающий насос, 13 — тиски, 14 — полки для инструментов

На небольших объектах служба эксплуатации водопроводной сети часто не укомплектована оборудованием для быстрого вскрытия мостовой, заделки стыка, заварки трещины. Нередко уходит

много времени в поисках необходимой арматуры для замены повреждений. В таких случаях небольшие трещины, особенно в асбестоцементных трубах, при гидравлических ударах превращаются в аварийные разрывы труб со всеми тяжелыми последствиями для самого водопровода и объекта водоснабжения.

Для быстрого выполнения ремонтных работ и предупреждения многих серьезных аварий служба эксплуатации должна иметь соответствующие ремонтные машины.

В настоящее время в серийном производстве имеются водопроводные машины, позволяющие механизировать ремонтные и аварийные работы на водопроводных сетях. Эти машины, разработанные конструкторским бюро АКХ, показали себя вполне удовлетворительно на эксплуатации многих водопроводов [31].

На рис. 24 приведена наиболее мощная и хорошо оборудованная ремонтно-водопроводная машина РВМ-2. Она смонтирована на шасси автомобиля ЗИЛ-164 и предназначена как для ремонта сети, так и для прокладки новых линий. В закрытом кузове машины установлено оборудование для вскрытия дорожного полотна, разработки грунта, производства сварки.

В машине имеется насос для откачки воды, электромолоток, подъемный кран на 1000 кг, набор инструментов, тиски и пр. Необходимая электроэнергия вырабатывается генератором мощностью 30 квт, привод — через коробку отбора мощности от двигателя автомашины. Машину обслуживают четыре человека вместе с шофером.

Глава VII. ОШИБКИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

§ 25. Взрыв на участке канализационной сети при нарушении правил эксплуатации

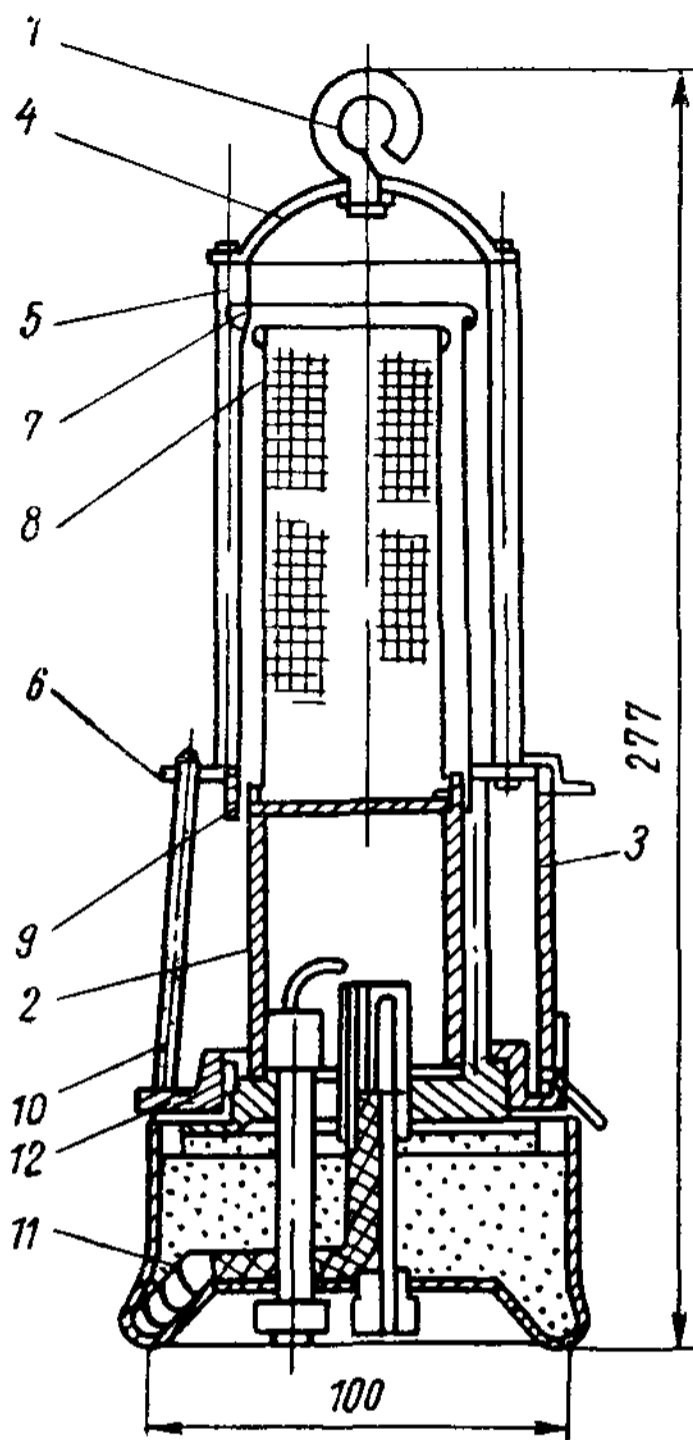
Нормальная, безаварийная и длительная работа канализационной сети, составляющей более 70% от общей стоимости канализации, во многом зависит от эксплуатации. Нарушение элементарных правил эксплуатации нередко ведет к тяжелым последствиям. Один из аварийных случаев приводится ниже.

Взрыв произошел на второстепенном бетонном коллекторе диаметром 400 мм на участке длиной 150 м. Общая длина этого коллектора, уложенного по ровной местности, составляла 900 м. В целях самотечного подключения к главному коллектору весь второстепенный коллектор был проложен с минимальными уклонами. При недостаточных скоростях движения воды коллектор часто засорялся. Этому способствовала грязь от мойки автомашин гаража, попадавшая в канализационную сеть

17 августа 1956 г. бригада из трех человек выехала на участок для устранения засорения. Бригадир С. Н. Зотов для проверки загазованности коллектора и определения нижней границы засорения открыл крышку смотрового колодца и бросил зажженную газету в колодец, как делал до этого много раз. В тот же миг раздался взрыв, который отбросил Зотова на три метра, опалив глаза и лицо. В тяжелом состоянии он был отвезен в больницу. Силой взрыва выбросило крышки от люков двух вышележащих колодцев, а также от нижележащего колодца. Взрывом засорение было устранено, по коллектору пошла вода, но, как в дальнейшем выяснилось, большая часть ее стала просачиваться в грунт через нарушенные стыковые соединения. После раскопки труб установлено, что все стыки на участке 150 м были повреждены; на некоторых звеньях труб были обнаружены трещины

В процессе расследования выяснилось, что грубое нарушение правил эксплуатации на данном объекте было явлением обычным. Тот же бригадир при засорениях постоянно пользовался открытым пламенем для проверки колодцев, рассчитывая на безнаказанность. Комиссия определила, что причиной взрыва явились пары бензина. Небольшая концентрация их в воздухе (2—6%) является взрывоопасной. Утечка бензина из гаража в наружную канализационную сеть происходила из-за плохой эксплуатации бензинопроводителя.

Правила техники безопасности [1] предупреждают, что наибольшую опасность в канализационных колодцах представляют различные взрывающиеся и отравляющие газы. Они предписывают перед спуском рабочего в колодец или камеру производить проверку воздуха на газ шахтерской лампой. В настоящее время



появились новые приборы: лампа «ЛБВК» и приборы «ШИ-3», «ШИ-5»

Проверка на загазованность бросанием зажженной бумаги или другим видом открытого огня категорически запрещается.

Для проверки присутствия опасных газов пользуются шахтерской лампой. Если пламя лампы при опускании ее начнет тускнеть, вытягиваться вверх и коптить, это указывает на наличие взрывоопасных газов. Если этот признак малозаметен, операцию повторяют при спущенном фитиле лампы.

Если пламя лампы при нормальном положении фитиля начнет сокращаться (спадать), это указывает на наличие газов, вредных для дыхания.

Рис. 25. Лампа „ЛБВК” для обнаружения загазованности смотровых колодцев

1 — крючок; 2 — ламповое стекло; 3 — зеркальный отражатель; 4 — верхняя крышка; 5 — верхняя стойка; 6 — верхнее кольцо; 7 — сетка наружная; 8 — сетка внутренняя; 9 — асбестовая прокладка; 10 — нижняя стойка; 11 — резервуар; 12 — затворное кольцо

В последние годы экспериментальным заводом АКХ выпускаются более совершенные газобензиновые лампы «ЛБВК», служащие для обнаружения загазованности смотровых колодцев на канализационной сети (рис. 25).

Вес лампы с ящиком для переноски — 5,4 кг. Сама лампа в рабочем положении весит 1,28 кг. Продолжительность непрерывного горения лампы — 12 часов. До выдачи бригадире лампы «ЛБВК» она должна быть заправлена и проверена на герметичность в специальном помещении. Включенную наверху лампу вынимают из ящика, открывают зеркальный светоотражатель и регулируют пламя, которое не должно коптить.

После лампы опускают в колодец и через зеркальный светоотражатель наблюдают за поведением пламени. Если пламя увеличивается, коптит и угасает (вследствие усиления горения), это свидетельствует о наличии в колодце горючих, взрывоопасных газов. Если пламя уменьшается и угасает, — в колодце имеются вредные для человека газы и пары.

Спокойное, ровное горение лампы свидетельствует об отсутствии в смотровом колодце вредных для работы газов.

Ленинградские эксплуатационники пользуются прибором «ШИ-3» (шахтерский интерферометр), предназначенным для определения концентрации метана и углекислого газа до 6% по объему. Вес прибора без футляра — 1,47 кг.

Для удаления газов правилами предусматривается:

- а) естественное проветривание путем открытия крышек соседних выше- и нижележащих смотровых колодцев;
- б) принудительное проветривание при помощи вентилятора, если естественное проветривание недостаточно.

## § 26. Случай с отравлением рабочих при ликвидации засорения

На небольшом объекте канализации произошло засорение наружной канализационной сети диаметром 250 мм на глубине 6,4 м. Сигналом о засорении послужило затопление одного глубокого подземного помещения с уникальным оборудованием.

Прибывшая на место засорения бригада из 4 человек открыла крышки колодцев затопленного участка, чтобы определить границу затопления. В нижнем затопленном колодце вода оказалась выше дна на 4 м. Обследование вилами устья трубопровода в затопленном колодце показало, что место засора находится на участке сети между колодцами. Попытка устранить засорение проволокой с направляющей трубой успеха не имела.

Было решено ликвидировать засорение подмывом водопроводной водой со стороны «сухого» колодца. С этой целью в колодец спустился первый рабочий с прорезиненным рукавом, перевязанным на конце веревкой для образования суженного конца наподобие насадки. По договоренности с бригадой он должен был дать сигнал голосом о подаче воды из ближайшего пожарного гидранта. По прошествии пяти минут рабочие наверху окликнули его; не получив ответа, в колодец спустился второй рабочий узнать, в чем дело, почему первый молчит. Стоящим наверху бригадиру и рабочему слышались несколько неразборчивых слов от второго, ответом на оклик опять было молчание.

Предположив недоброе и полагая, что второй рабочий не в силах вытащить первого, в колодец спустился третий рабочий с веревкой для оказания срочной помощи. Бригадир, державший конец веревки, услышал от спускавшегося, что он видит двоих на дне колодца без движения, что он сейчас будет помогать бригадиру вытаскивать пострадавших наверх. Через короткое время бригадир расслышал последние слова третьего рабочего: «... руки немеют, голова кружится...»

Поняв, что с товарищами произошло несчастье из-за отравления, бригадир вызвал по телефону другую аварийную бригаду; в ближайшей воинской части достал противогаз и только после этого спустился в колодец, чтобы оказать помощь пострадавшим.



Из трех рабочих, поднятых наверх, только третьего удалось спасти, но от тяжелого отравления он остался инвалидом.

Расследованием было установлено, что причина отравления — сероводород, который, будучи значительно тяжелее воздуха, скопился на дне колодца над поверхностью воды. Даже при небольшой концентрации 0,1—0,2% он вызывает мгновенную смерть, при концентрации 0,05% — тяжелое отравление. Было также выяснено, что бригада не имела ни спасательных поясов с веревками, ни шахтерской лампы. По делу о гибели рабочих к уголовной ответственности были привлечены четыре человека из административного и инженерно-технического персонала, их судили за преступную халатность в деле обеспечения инвентарем бригад, посылаемых на участки. Как выяснилось, на складе не было ни маски со шлангом, ни кислородного противогаза, ни другого необходимого инвентаря.

В отношении бригадира суд вынес частное решение об условном наказании его за грубую ошибку, выразившуюся в том, что он приступил к ликвидации засора, не имея инвентаря, предусмотренного техникой безопасности.

В правилах по технике безопасности категорически запрещается спускаться в колодец без предварительной проверки отсутствия опасных газов и без надетого предохранительного пояса с веревкой, а при наличии опасных газов — без противогаза.

Административно-технический персонал несет ответственность за подготовку рабочих по технике безопасности, за инструктаж о специальных мерах по предупреждению несчастных случаев при работах на сети.

## § 27. Разрушение участка бетонного коллектора от коррозии

Одним из важных правил эксплуатации канализационной сети является осуществление регулярного контроля за составом и количеством сточных вод, за правильным пользованием канализацией во всех объектах, присоединенных к сети.

Правила эксплуатации также предусматривают периодический осмотр технического состояния всех сетевых устройств в целях своевременного выявления и устранения обнаруженных дефектов.

На практике довольно часто эти правила нарушаются, что приводит иногда к непоправимым ошибкам, о чем свидетельствует приведенный ниже пример.

На одном из участков бетонного коллектора диаметром 400 мм в городскую канализационную сеть принимались стоки научно-исследовательского института химической промышленности.

В свое время, перед присоединением в коллектор институт представил данные о сточных водах, которые по составу мало отличались от бытовых:

Общее количество стоков в $m^3/сутки$ . . . . .	220
$pH$ . . . . .	6,7
сухие вещества в $мг/л$ . . . . .	300

взвешенные вещества в мг/л . . . . .	170
свободная серная кислота в мг/л . . . . .	150—300
БПК <sub>5</sub> в мг/л . . . . .	150

Через 9 лет профиль института несколько изменился. Это сильно повлияло на состав и количество стоков, особенно в отношении свободной серной кислоты при залповом выпуске:

общее количество стоков в м <sup>3</sup> /сутки . . . . .	500
pH . . . . .	5,1
сухие вещества в мг/л . . . . .	520
взвешенные вещества в мг/л . . . . .	130
свободная серная кислота в мг/л . . . . .	3000
БПК <sub>5</sub> в мг/л . . . . .	150

Однако новый состав производственных стоков выяснился после обследования аварии, приведшей к разрушению 230 м труб. За 1,5 года действия этих стоков бетонные трубы были разрушены в лотковой части и во многих местах стенок труб образовались свищи и каверны.

Эксплуатационники должны хорошо знать, что наиболее опасными для бетонных труб являются воды, содержащие кислоты (серную, азотную, соляную и др.).

Бетонные трубы, и в первую очередь из портландцемента, сравнительно быстро разрушаются, т. к. в бетоне содержится свободная известь, которая легко вымывается агрессивной водой. Так, например, бетон растворяется при взаимодействии со свободной серной кислотой при концентрации ее выше 0,25%. При этом образуется гипс (сернокислый кальций), который занимает объем, почти в два раза больший по сравнению с объемом, занимаемым известью, и вспучивается, разрушая бетон. В присутствии растворимых солей азотной, соляной, серной кислот гипс растворяется, образуя каверны в трубах. Последние на улицах с большим движением транспорта нередко приводят к провалам.

Наиболее распространенной причиной разрушения бетонных труб является сульфоалюминит кальция (соли Деваля), который при образовании увеличивается в объеме в 20 раз и больше.

Растительные и животные жиры опасны для бетонных труб своими жирными кислотами, которые образуют со свободной известью бетона известковое мыло. Оно, легко растворяясь, уносится водой, открывая поверхность бетона для других вредных воздействий.

При загнивании белковых веществ в сточной воде выделяется в большом количестве сероводород. Главная опасность состоит в его способности окисляться в серную кислоту при соприкосновении с воздухом. Капли серной кислоты, образуясь на стенках труб выше уровня воды, при соединении с известью бетона образуют сернокислый кальций, т. е. тот же разрушительный гипс. Эксплуатационники должны контролировать состав сточных вод

предприятий, которые могут выпускать агрессивные стоки, опасные для бетонных труб. Обычно такие стоки получаются от предприятий газоочистки, черной металлургии, газификации твердого топлива, нефтяной промышленности, мясокомбинатов, кожевенных, свеклосахарных, консервных, пивоваренных, маргариновых, пищегаготовительных, гидролизных, фарфоро-фаянсовых, сульфитноцеллюлозных заводов и др.

В приведенном случае можно было при постоянном контроле состава сточных вод заставить институт нейтрализовать стоки до выпуска их в городскую канализационную сеть и предупредить разрушение бетонных труб.

## **§ 28. О недопустимом приеме прочистки канализационной сети при отсутствии необходимого инвентаря**

Нередки случаи, когда служба эксплуатации канализационной сети не укомплектована самыми необходимыми инструментами и инвентарем.

Так, на одном небольшом объекте канализации из-за отсутствия лебедок прочистка отдельных участков сети производилась волоком, усилиями нескольких рабочих.

Во время очередной прочистки наружной канализационной сети, состоящей из керамических труб диаметром 200 мм, на одном из участков «заело» металлический диск. Видимо, скопилось много тяжелых осадков, и усилия четырех рабочих, тянувших трос с диском, были недостаточны. Тогда один из рабочих предложил обратиться к помощи проезжавшей мимо грузовой автомашины. Получив согласие шофера, рабочие закрепили трос за задний крюк машины. Сильно тронув с места, машина вытащила трос с диском вместе с большим количеством осадков. Но, как оказалось, от чрезмерного усилия подшелыжный блок в колодце был раздавлен и тросом повреждена шелыжная часть устьевого трубы и вместе с ней еще две ближайшие к колодцу трубы.

Пришлось произвести довольно сложную раскопку с водотливом, чтобы заменить поврежденные трубы, пришедшие в негодность по вине самих работников эксплуатации.

Как выяснилось, на складе службы эксплуатации отсутствовали многие инструменты и такой инвентарь, как ерши, шары, шахтерская лампа, зеркало, маски и др. Больше того, руководители службы эксплуатации не знали перечня необходимых инструментов, инвентаря и приспособлений для обеспечения нормальной работы на участках.

Так как с подобным положением приходилось сталкиваться неоднократно, считаем полезным ниже привести ведомость основного инструмента и инвентаря, необходимого для выполнения различных работ, связанных с осмотром сети, прочисткой и устранением засоров [2].

**Ведомость инструментов, инвентаря и приспособлений  
для эксплуатационных работ  
на наружной канализационной сети**

Наименование	Колнче- ство в шт.
Знак оградительный . . . . .	3—4
Топор . . . . .	1
Лом . . . . .	2
Лопата . . . . .	2
Крючок для открывания крышек . . . . .	2
Ведро с веревкой . . . . .	1
Совок ручиой . . . . .	1
Рейка складная или шест . . . . .	1
Лампа шахтерская . . . . .	2
Лампа «ЛБВК» . . . . .	2
Прибор «ШИ-3» . . . . .	2
Фонарь аккумуляторный . . . . .	3
» сигнальный . . . . .	2—3
Зеркало . . . . .	2
Пояс предохранительный с веревкой . . . . .	3—4
Маска изолирующая со шлангом . . . . .	2
Противогаз кислородный изолирующий (КИП-5) . . . . .	3
Вентилятор ручной . . . . .	1
Лебедка складная 0,25—0,5 <i>m</i> . . . . .	1—2
» 1,5 <i>m</i> . . . . .	1—2
Стальной трос $\varnothing$ 3—5 <i>мм</i> ; $l = 150 - 200$ <i>m</i> . . . . .	1
» » $\varnothing$ 8—9 <i>мм</i> ; $l = 150 - 200$ <i>m</i> . . . . .	1
» » $\varnothing$ 12—14 <i>мм</i> ; $l = 150 - 180$ <i>m</i> . . . . .	1
» » $\varnothing$ 6—9 <i>мм</i> ; $l = 50 - 60$ <i>m</i> . . . . .	1
Стальная проволока $\varnothing$ 6—8 <i>мм</i> ; $l = 50 - 60$ <i>m</i> ; $l = 100$ <i>m</i> (круг) . . . . .	1
Веревка для резиновых шаров (круг) . . . . .	1
Направляющая труба $\varnothing$ 50 <i>мм</i> с надставками (набор) . . . . .	1
Ручка для проволоки . . . . .	1
Трубодержатель . . . . .	1
Блок . . . . .	2
» усиленный . . . . .	1
» подшелыжный . . . . .	2
Поплавок со шиуром . . . . .	1
Стендер . . . . .	1
Рукав пеньковый $d = 50 \div 63$ <i>мм</i> ; $l = 75$ <i>m</i> . . . . .	1—2
Шары резиновые (набор) . . . . .	1
Ерши (набор) . . . . .	1
Шест направляющий . . . . .	1—2
Крючок для вылавливания троса . . . . .	2
Штанги $d = 19 \div 25$ <i>мм</i> ; $l = 0,70 \div 0,90$ <i>m</i> (набор) . . . . .	1
Набор накоичников (бурав, пика, шар, пила, кольцо, «кукла») . . . . .	1
Башмак с крючком для штанг . . . . .	1
Пробки (набор) . . . . .	1
Вилы . . . . .	2
Насос для откачки воды . . . . .	1
Аптечка походная . . . . .	1

## § 29. Применение механизации для очистки и устранения засорений канализационной сети

Устранение засорений в наружной канализационной сети, особенно на небольших объектах, производится ручным способом. При этом 60—80% всех засорений ликвидируются стальной проволокой диаметром 6—8 мм.

Существенным недостатком этого способа является свойство проволоки размещаться в трубе не прямо, а в виде неправильной спирали, отчего усилие 80—100 кг, прикладываемое тремя рабочими у места засорения, в трубопроводе диаметром 150 мм снижается до 5—10 кг. Что же касается труб 200—250 мм, то чаще всего усилие рабочих, прикладываемое к проволоке, истрачивается

на трение о стенки трубы раньше, чем она достигнет места устранимого засора.

В целях повышения эффективности при устранении засорений канализационной сети московской канализации в 1955 г. были испытаны опытные образцы специального приспособления с гибким валом, которые показали хорошие результаты [32]. Общая длина гибкого вала — 51 м. Он состоит из оболочки с натяжной муфтой, стального оцинкованного троса и наконечника (рис. 26).

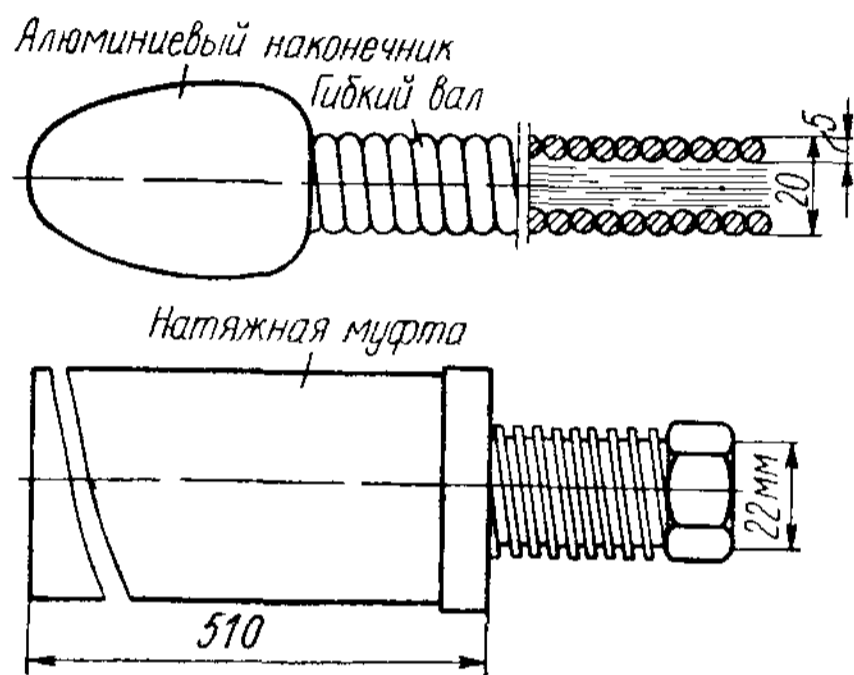


Рис. 26 Гибкий вал с натяжной муфтой

Оболочка гибкого вала выполняется из проволоки сечением 5 мм марки В-1 (ГОСТ 5047—49) и представляет собой пружину, плотно навитую вокруг стального оцинкованного троса сечением 8 мм. Передний конец стального троса жестко соединен с оболочкой алюминиевым сплавом, образующим наконечник гибкого вала. При работе вручную наконечник имеет гладкую шарообразную форму, для механизированной работы при вращательно-поступательном движении гибкого вала наконечнику придают шарообразную форму со спиральными выступами. Для регулирования степени жесткости гибкого вала на конце троса имеется специальная натяжная муфта.

Работа с гибким валом производится так же, как и с обычной стальной проволокой, вводимой в канализационную сеть через направляющую трубу диаметром 50 мм.

Опыт показал, что гибкий вал легко доходит до места закупорки, устраняя ее значительно быстрее по сравнению с обычной стальной проволокой.

В 1968 г. московская канализация приобрела и эксплуатировала специальные машины для прочистки канализационной сети западногерманских фирм. Эти машины позволили механизиро-

вать трудоемкие работы по прочистке сетей и ликвидации засорений, проводившиеся ранее в антисанитарных условиях.

Оборудование, смонтированное на шасси автомобиля, содержит цистерну с двумя отделениями для чистой и грязной воды, поршневой насос высокого давления, вакуум-насос, большой и малый барабаны со шлангами длиной 80 и 20 м, комплект насадок-снарядов и пистолетов-брендспойтов, предназначенных для обмыва колодцев и камер и прочистки сети. Все управление двигателем и насосным оборудованием осуществляется с пульта, размещенного в конце кузова машины.

Мощность дизельного двигателя машины — 150—180 л. с.; емкость цистерны — 7 м<sup>3</sup> вместе с отсеком для грязной воды емкостью 3 м<sup>3</sup>; давление плунжерного насоса до 100 атм. Вес машины 13—16 т. Габариты — 2500 × 3200 × 8300 мм.

Во время работы машина устанавливается рядом с колодцем или камерой так, чтобы большой барабан со шлангом высокого давления находился над люком.

Вначале пистолетом смываются загрязнения со стен камеры или колодца. Затем подбирается снаряд по диаметру очищаемого канала, который вводится по направляющему блоку в трубу против течения воды. Снаряд перемещается в очищаемой трубе за счет реактивной силы струй высокого давления (операция холостого хода).

Рабочий ход снаряда осуществляется при возвращении его по потоку воды. В это время струи высокого давления смывают все загрязнения со дна и на стенках труб, которые уносятся потоком сточной воды вместе со смывной водой. При обратном возвращении снаряда механический привод вращает барабан, на который наматывается шланг.

Ликвидация засорения производится специальным снарядом, имеющим дополнительное сопло, необходимое для размыва засоров. Машины имеют возможность откачивать загрязнения, собираемые в колодцах или камерах.

С помощью указанных машин трестом «Мосочиствод» было прочищено более 200 км труб и ликвидировано 150 тяжелых засорений. Машины снижают трудоемкость работы, позволяют уменьшить число рабочих, исключают необходимость опускания рабочего в колодец. Наиболее эффективно машина показала себя при прочистке труб диаметром 150—160 мм, проложенных с малыми и обратными уклонами.

Опыт эксплуатации подобных машин имеется и у ленинградской канализации.

Недостатками машины являются:

необходимость использования для промывки чистой воды;

частая заправка цистерны;

недостаточная прочность высоконапорных шлангов;

невозможность эксплуатации в зимнее время.

Несмотря на это, применение подобных машин, по мнению эксплуатационников, себя оправдало.

### § 30. Колодцы без скоб — это опасно

В 1965 г. автору пришлось участвовать в комиссии по приемке канализационной сети военного жилого городка на 15 тыс. жителей. После ознакомления со всеми промежуточными актами приемки, в том числе на скрытые работы, комиссия решила произвести осмотр законченных работ на месте, пройдя по трассе канализационной сети. При осмотре колодцев было обращено внимание на тщательность выполнения работ по устройству лотков, аккуратную затирку и железнение стенок колодцев изнутри. Но было также обращено внимание на отсутствие скоб в колодцах.

На вопрос о скобах представители строительной организации ответили, что для большего удобства работ по обслуживанию сети они изготовили для всех колодцев металлические приставные лестницы из уголкового железа.

Когда комиссия справедливо отметила, что такие лестницы будут мешать работать в колодце, строители, с обидой на «неблагодарность и недогадливость» некоторых членов комиссии, пояснили, что эти приставные лестницы очень удобны для спуска выхода на поверхность, а во время работы лестница должна подниматься на поверхность земли, и тогда она не будет мешать рабочим в колодце.

Лишь после настоятельных требований и разъяснений, что колодцы без скоб могут быть мышеловкой при эксплуатации, когда рабочий в угрожаемый момент не сможет сам выбраться из колодца, строители выполнили дополнительные работы по устройству скоб, отмеченные в акте комиссии.

Приведенный случай является грубым нарушением условий техники безопасности со стороны строителей, мало знакомых с особенностями эксплуатации канализационной сети.

Как известно, колодец является основным сооружением сети, с помощью которого осуществляется осмотр состояния подземных трубопроводов, их промывка, прочистка, устранение закупорок и другие работы. Число колодцев, разных по назначению, расположению, форме, достигает 25—30 на протяжении 1 км сети.

Для облегчения спуска рабочих и выхода их на поверхность в любой момент в стенках колодцев заделываются ходовые скобы в шахматном порядке по высоте. Лестницы допускаются только в специальных больших колодцах — камерах. Скобы занимают в плане мало места и не мешают производить работы в тесном колодце. С другой стороны, они позволяют при малейшем подозрении на опасность быстро подняться наверх, предупредив этим возможные несчастные случаи.

### § 31. Как «ликвидировали» одну закупорку на канализационной сети

На одном объекте канализации произошла закупорка участка из керамических труб диаметром 250 мм, заложенных на глубине 6,3 м в макропористом водонасыщенном грунте. Хотя место засо-

рения было определено довольно точно, закупорка оказалась настолько плотной и твердой, что никакие способы ликвидации не смогли устранить ее. Пришлось прибегнуть к раскопке места засорения. При этом поврежденный участок между двумя колодцами был выключен, и у вышележащего колодца был временно установлен насос, который по мере накопления стоков перекачивал их в нижележащий колодец.

Для ускорения работы решили рыть котлован до трубы, с малым откосом стенок котлована, примерно  $20^\circ$ . Это была грубая ошибка технических работников, руководящих ликвидацией закупорки. Уже на глубине 4,5 м показалась грунтовая вода, которая сильно мешала дальнейшему рытью котлована.

При глубине 5 и 5,7 м котлован дважды обваливался из-за подмыва его. Из небольшого, с размерами  $6 \times 8$  м вначале, он превратился в бесформенную разрытую площадку с примерным диаметром поверху 13—15 м. Котлован дошел до угла 4-этажного общежития, которому стала угрожать просадка фундамента. Пришлось срочно забивать шпунтовые крепления на углу общежития для защиты здания.

На глубине около 6 м решили сделать шпунтовое ограждение вокруг трех труб, но сделали это технически неправильно, без обвязки, без плотной подгонки шпунтовых досок. В результате в центре котлована образовалось сплошное месиво из тонкозернистого песка и воды. Поврежденная труба была поднята наверх, но соседние участки труб потонули в пловуне. Вода продолжала прибывать через плохо забитые шпунтовые доски. Пришлось забивать второй ряд шпунтовых досок, позади первого, с соблюдением технических правил. Только после этого и после откачки воды и восстановления траншеи удалось ликвидировать аварию, затратив труд большой бригады в течение 22 дней, вместо намеченных трех.

Этот пример иллюстрирует грубейшие технические ошибки при ремонтно-восстановительных работах в условиях макропористых водонасыщенных грунтов.

В подобных ситуациях быстрее, дешевле и оправданнее устройство шпунтового крепления вокруг нескольких труб, начиная его на 0,5 м выше грунтовых вод.

При отсутствии шпунта можно прибегнуть к рационализации трубоукладчиков г. Калинина, которые с помощью металлического короба успешно укладывали канализационные трубы в водонасыщенных грунтах [33].

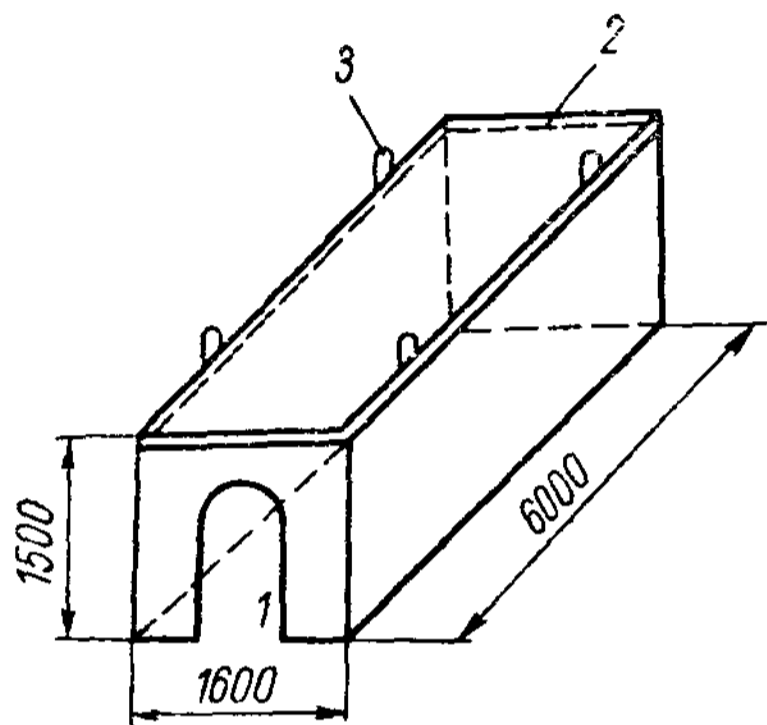


Рис. 27. Металлический короб для укладки труб в водонасыщенных грунтах

1 — вырез для пропуска труб; 2 — рама из уголка  $75 \times 75$  мм; 3 — ушки для подъема короба



Металлический короб (рис. 27) имеет размеры  $6000 \times 1600 \times 1500$  мм. Он выполнен из стального листа толщиной 8—10 мм, с вырезом немного больше диаметра укладываемой трубы. Траншею под короб на глубину, не достигающую до грунтовых вод, можно вырыть экскаватором, затем устанавливают короб, забивая его бабой от того же экскаватора, пока вырез не дойдет до верха трубы. Зазор между вырезом и трубой заделывают глиной. Грунт из короба выбирают вручную, откачивая при этом воду. По окончании работ короб вытаскивается экскаватором.

В отличие от короба, приведенного на рисунке, для вновь прокладываемых труб диаметром 500 мм при водонасыщенных грунтах мощностью до 1,5 м для нашего примера короб можно было бы сделать размером в плане  $4 \times 1,2$  м и высотой 2 м. При этом для ремонтных работ следует делать два выреза с торцов короба.

### § 32. Что должен помнить проектировщик об эксплуатации канализационной сети

При расчете канализационной сети многие проектировщики в погоне за экономией на диаметрах труб стремятся принимать наименьший из возможных диаметров, используя его до предель-

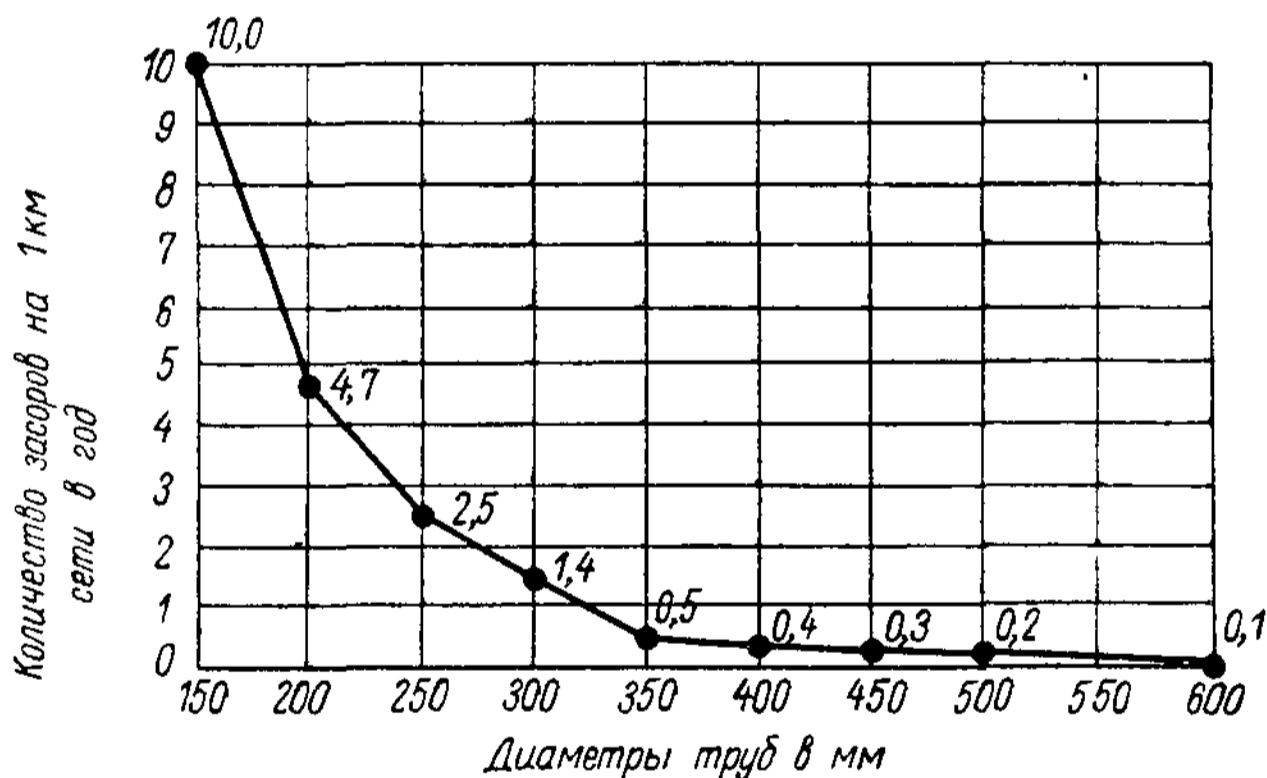


Рис. 28. График зависимости числа засоров от диаметра канализационной сети

ного наполнения. Подобный выбор оправдывается также соображением как можно меньше менять сортамент труб в целях упрощения производства работ при прокладке канализационной сети. Разумеется, эти соображения должны приниматься во внимание, но без учета условий эксплуатации нельзя правильно за проектировать канализационную сеть.

На одном небольшом объекте канализации, с общей протяженностью сети около 4 км, сеть диаметром 150 мм составляла 3 км, сеть диаметром 200 мм — 0,5 км и сеть диаметром 250 мм — 0,5 км.

Учет эксплуатационных работ на сети за последние четыре года позволил установить, что число засорений на участках диаметром 150 мм было больше, чем на участках 200 мм, в 1,7 раза, а по сравнению с диаметром 250 мм — в шесть раз. Общее число засорений в год составляло в среднем 84, т. е. одно засорение за 4—5 дней.

В связи с этим уместно привести данные многолетних наблюдений московской канализации, представленные в виде зависимости числа засорений от диаметра сети, приведенных к одному километру сети, в год (рис. 28).

Из графика видно, что число засорений на участках диаметром 200 мм по сравнению с диаметром 150 мм в 2 раза меньше, а на участках диаметром 350 мм — меньше в 20 раз.

Если теперь мы воспользуемся приведенным выше примером канализационной сети протяженностью 4 км и допустим, что из 3 км диаметром 150 мм 2 км можно перевести на диаметр 200 мм, то удорожание производства работ, связанное с увеличением диаметра труб, составит всего около 2000 руб. С учетом амортизации удорожание стоимости прокладки труб составит не больше 100 руб. в год. А экономия стоимости эксплуатации за счет двукратного снижения числа засорений составит не менее 3000 руб. в год, не говоря уже о неудобствах и вредных последствиях, которые могут быть вызваны засорениями.

### **§ 33. Последствия ликвидации вытяжной части канализационных стояков в помещениях уборных и о вентиляции канализационной сети**

В двух жилых домах образовалась протечка в чердачном перекрытии в местах расположения внутренних фановых стояков, переходящих в вытяжные части стояков. Протечка проникла в помещения уборных верхних этажей 4-этажных жилых домов.

Попытка устранить протечки силами жилищно-эксплуатационной конторы не дала положительных результатов. После каждого значительного дождя границы протечки увеличивались, распространяясь на кухню и частично в ванное помещение. Кроме этого, в одном здании протечка прошла по стояку через перекрытие 3-го этажа. Тогда по распоряжению инженера ЖЭК стояки были разобраны и заглушены на 1 м выше пола уборных. Ревизии были оставлены. Отверстия в чердачных перекрытиях, где проходили вытяжные стояки, были тщательно заделаны, и протечка больше не наблюдалась. Но в ЖЭК поступили новые более серьезные жалобы от жильцов квартир, где были ликвидированы вытяжные стояки. Жильцы жаловались на появление неприятных запахов в квартирах и головные боли, чего раньше не наблюдалось.

В течение года заявления жильцов оставались без внимания, и лишь после коллективной жалобы в редакцию местной городской газеты была организована комиссия из трех специалистов и одного представителя ЖЭК.

Комиссия установила:

1. Вредные газы из канализационной сети часто беспрепятственно поступают в квартиры через не заполненные водой сифоны унитазов, раковин, умывальников, ванн.

2. Пустые сифоны образуются в результате действия смывных устройств, расположенных в нижележащих этажах. При этом в верхних этажах, вследствие оттока воздуха в стояке, образуется вакуум, в результате чего гидравлические затворы (под давлением атмосферного воздуха из верхних квартир) сифонируют, и вода из них вытекает в стояк.

3. Вредные газы из канализационной сети, главным образом углекислый газ, в меньшей степени — сероводород, метан и другие, проникая в помещение, отравляюще действуют на людей.

4. Фановые трубы, через которые обычно осуществляется основное проветривание сети и пополнение атмосферным воздухом стояка в случае оттока воздуха, в данном случае оказались заглушенными. Это явилось причиной образования пустых гидравлических затворов и поступления вредных газов из канализационной сети внутрь квартир. После восстановления вытяжных стояков указанные явления, а с ними и жалобы жильцов прекратились.

Уместно вообще отметить большое значение вентиляции в канализационной сети. В 1956—57 гг. ЛНИИ АКХ провел специальные исследования и анализ опыта эксплуатации канализации 47 городов в разных районах СССР [35].

При обследовании состава воздуха в 86% проб обнаружены вредные газы, которые отрицательно влияют на здоровье людей.

Постоянное присутствие вредных газов в отдельных местах сети наблюдалось в 60% обследованных городов, причем в  $\frac{1}{3}$  городов были случаи отравления рабочих и взрывов в колодцах.

Обследование и экспериментальные наблюдения показали, что естественное проветривание сети обеспечивает нормальный состав воздуха. Нарушение этого состава наблюдалось в сетях, не имеющих вентиляции, или при поступлении в сеть особо концентрированных промышленных стоков.

Для поддержания нормального состава воздуха необходимо обеспечить кратность обмена для малых труб 0,5—1 объем в часи больших труб — 2 объема в час. Для естественного проветривания сети большое значение имеют вентиляционные стояки внутренней канализации. В условиях Ленинграда каждый такой стояк диаметром 100 мм вытягивает из сети летом 3—15 м<sup>3</sup>/ч воздуха, а зимой 40—50 м<sup>3</sup>/ч.

Для нормальной вентиляции необходимо обеспечить приток воздуха в сеть. Для больших коллекторов, например диаметром 1000 мм, рекомендуется устройство специальных приточных отверстий из расчета 300—400 см<sup>2</sup> на 1 км длины, а для южных районов даже 500—800 см<sup>2</sup>.

Для сети диаметром до 600 мм считается достаточным приток воздуха, который происходит через неплотности прилегания крышек смотровых колодцев.

Учитывая загрязнение и закупорку щелей крышек колодцев и попадание мусора и атмосферной воды через отверстия в крышках, иногда рекомендуют устройство вентиляционных тумб. Последние хотя и немного удорожают устройство сети, но обеспечивают во всех случаях ее хорошую вентиляцию.

### **§ 34. Приемка канализационной сети и контроль за ее работой**

Приемка законченных работ по сети и сдача ее в эксплуатацию производится технической комиссией с обязательным участием представителя службы эксплуатации.

По поручению технической комиссии по приемке проводится контрольная нивелировка сети, просмотр зеркалом всех внутренних участков труб между колодцами, проверка на эксфильтрацию и инфильтрацию, проверка технической документации. Техническая комиссия знакомится с представленными материалами, проверяет наличие исполнительных чертежей и сверяет их с проектной документацией, осматривает сети в натуре и выносит решение о приемке.

При обнаружении недоделок или дефектов комиссия устанавливает сроки их устранения и после исправления подписывает акт приемки.

Контроль за работой сети осуществляется путем внешнего и внутреннего осмотров сети и сооружений на ней (колодцев, выпусков, переходов, переключений).

Внешний осмотр сети производится бригадой из двух человек — бригадира и рабочего. Они обходят трассу и устанавливают: случаи неплотного прикрывания крышек люков на колодцах; повреждение их;

просадки сети и колодцев;

случаи неразрешенных работ, угрожающих целостности канализационной сети;

спуск поверхностных вод и сброс мусора в колодцы; завалы смотровых колодцев.

При внешнем осмотре последовательно открывают все крышки колодцев, очищая их от мусора и снега. Осмотр внутреннего состояния колодцев производится сверху (без спуска в колодец), при этом устанавливают:

степень наполнения труб водой;

наличие подпоров, засорений или других отклонений;

наличие всех скоб и видимых разрушений стенок и лотков колодцев;

присутствие газа (на запах).

Результаты осмотра заносятся в журнал плано-предупредительного осмотра канализационной сети.

Внутренний осмотр канализационной сети производится бригадой из трех человек — бригадира и двух рабочих. Один из бригады опускается в колодец, остальные находятся наверху. Тщательным

обследовани­ем смотровых колодцев устанавливаются дефекты в стенах колодцев и лотках;  
во входящих и выходящих трубах;  
на аварийных выпусках или переключениях (проверяется герметичность закрытия задвижек, целостность пломб);  
на напорных водоводах (проверяется действие задвижек, вантузов, смазка частей).

Результаты осмотра заносятся в журнал плано­во-предупредительного осмотра канализационной сети.

По данным внутреннего осмотра составляются дефектные ведомости и техническая документация для текущего и капитального ремонтов.

Периодичность плановых осмотров указывается в приложении 1, а периодичность текущего и капитального ремонтов — в приложениях 1 и 2.

### **§ 35. О пропавшем аварийном выпуске и технической документации**

На одном объекте во время ликвидации аварии на канализационной сети необходимо было воспользоваться аварийным выпуском, который значился в проекте. Как выяснилось, никакого выпуска на указанном месте не было. Пришлось спешно смонтировать насосную установку и прокладывать временный перепуск для перекачки сточных вод с аварийного участка. Лишь спустя много времени выпуск был обнаружен в другом месте, не указанном ни в каких чертежах.

Отклонения от проекта сетевых или других работ по тем или иным причинам явления не редкие, но во всех случаях они должны значиться в технической документации, без которой нормальная эксплуатация невозможна.

Для эксплуатации канализационной сети необходимо иметь следующую техническую документацию:

план сети объекта в масштабе 1 : 1000 или 1 : 2000 с указанием в плане аварийных выпусков, переключений, диаметров труб;

исполнительные чертежи сети в масштабе: планы 1 : 200 или 1 : 500, профили 1 : 50 или 1 : 100, сооружения 1 : 10 и 1 : 25. На планах должны быть указаны: длины участков, диаметры труб, уклоны, смотровые колодцы, нивелирные отметки в характерных точках, выпуски от зданий и сооружений, на профилях — соответствующие профильные таблицы;

акты и документы приемки, разрешения на ввод в эксплуатацию;

инвентаризационная ведомость всей сети с указанием технической характеристики каждого участка, даты постройки, первоначальной стоимости работ и даты ввода в эксплуатацию;

технические паспорта на каждый участок сети с соответствующими схемами и указанием диаметров труб, длин интервалов,

уклонов, отметок, смотровых колодцев, даты постройки, первоначальной стоимости, амортизационных отчислений, ежегодных затрат на капитальный ремонт, профилактические прочистки и прочие сведения.

Технический паспорт служит основным документом, на основании которого подводится ежегодный итог эксплуатации участка и делается вывод о его работе.

## Глава VIII ОШИБКИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

### § 36. О частых засорениях насосов, вызванных решетками

Частые засорения насосов, вызванные решетками с крупными прозорами, имели место на многих станциях перекачки. Так например, для фекальных насосов марок 2,5НФ, 4НФ решетки с прозорами между прутьями 50 мм совершенно непригодны. Столь большие прозоры пропускали к насосам крупные примеси которые засоряли рабочее колесо иногда до десяти раз в сутки.

СНиП II-Г. 6—62 рекомендует применять решетки с шириной прозоров:

для насосов 2,5НФ	не более	20 мм			
»	»	4НФ	»	40	»
»	»	6НФ	»	70	»

и т. д.

Однако опыт эксплуатации небольших насосных станций перекачек показал, что более надежны решетки с шириной прозоров:

для насосов 2,5НФ	—	16 мм			
»	»	4НФ	—	20	»

На малых насосных станциях чаще всего устанавливаются решетки с ручной очисткой.

В санитарном отношении и для более полной очистки воды от крупных примесей предпочтительны решетки с механизированной очисткой. При количестве отбросов  $0,1 \text{ м}^3/\text{сутки}$  и более установка механизированной решетки по СНиП является обязательной.

Следует иметь в виду, что для эксплуатации механизированной решетки безразличным является тип решетки и способ очистки ее грабельным аппаратом. Так, по данным М. В. Лещинского [34], установлено, что насосы 4НФ, перекачивая сточные воды, прошедшие механизированную решетку с прозорами 16 мм, очищаемую грабельным аппаратом, расположенным сверху, засоряются до 700 раз в год. При применении такой же решетки, но с грабельным аппаратом, расположенным снизу, число засорений резко снижается — до 5 раз в год.

Для малых и средних насосных станций наиболее эффективна механизированная решетка М. В. Лещинского с нижним грабельным аппаратом марки Л-2М.

### **§ 37. Как работа насосной станции может влиять на засорение сети**

Некоторые насосные канализационные станции перекачки на небольших объектах работают периодически, по мере накопления воды в приемном резервуаре. При этом, с целью более продолжительной работы насосов и последующих больших перерывов, воды в резервуаре накапливается так много, что уровень ее превышает дно подводящего коллектора на 2—3 м и более.

Подобный режим работы насосной станции отрицательно сказывается на эксплуатационном режиме сети. Сеть затопляется на многие сотни метров, а при спокойном рельефе местности — на километры, гидравлический уклон сети фактически уменьшается до нуля, превращая колодцы и трубы в отстойник. В результате такого подпора в канализационной сети выпадает много осадка, в том числе тяжелого, который вызывает засорения и может быть удален лишь специальной прочисткой, требующей больших эксплуатационных затрат.

Чтобы не допустить подпор сети чрезмерным накоплением воды в приемном резервуаре насосной станции, необходимо автоматизировать работу насосов с тем, чтобы при накоплении воды до коллектора насосы включались и работали до тех пор, пока уровень не станет минимальным.

На крупных объектах канализации часто наблюдалось подтопление сети из-за решеток насосной станции, создавалось положение, когда решетки почти не пропускали воду к насосам. Подпор в сети достигал 1—2 м, а сеть при нулевых скоростях потока засорялась крупными, тяжелыми примесями с объемным весом более  $2,0 \text{ г/см}^3$ .

Даже решетки с механическими граблями при ручном управлении не гарантируют нормальный режим работы. Наилучшее решение — автоматические решетки, включаемые в работу при определенном расчетном уровне воды.

### **§ 38. Почему автоматическую насосную станцию перекачки перевели на ручное управление**

Автоматическая насосная станция для перекачки бытовых стоков состояла из приемного резервуара с ручной решеткой и машинного помещения, оборудованного двумя насосами 2,5НФ, из которых один был резервный.

Станция перекачивала  $600 \text{ м}^3$  воды в сутки. Решетку обслуживал рабочий, который приходил два раза в сутки, в 10 и 16 часов, для очистки решетки и уборки отбросов.

Автоматическая работа насоса (пуск и остановка) осуществлялась при помощи поплавкового реле уровня и контактного устройства в приемном резервуаре, замыкающего или размыкающего электрическую цепь электродвигателя насоса.

Автоматический пуск насоса производился при открытых задвижках на всасывающем и напорном трубопроводах. Эти задвижки с ручным приводом необходимы при ремонтных работах. На напорном трубопроводе установлен обратный клапан, который необходим для предотвращения обратного тока воды через неработающий насос. Электрическая схема предусматривала возможность перехода на ручное управление насосами.

Пока работала наладочная группа, станция функционировала нормально, но после отъезда ее эксплуатационники не смогли справиться с автоматикой, начались перебои в работе станции, отказы в запуске и остановке насосов. В результате пришлось станцию перевести на ручное управление.

Одна из причин отказа автоматической работы насоса заключается в неудовлетворительной работе включающего устройства, установленного в сыром помещении приемного резервуара. Контакты этого устройства сильно окислялись, отсыревали и не давали необходимого замыкания или размыкания для пуска или остановки насоса. В таких случаях более надежно работает электродное реле уровня (ДУ) для загрязненных вод. Датчик представляет собой металлическую дырчатую трубу с расположенными внутри нее электродами. Последние устанавливаются на разной высоте, соответственно уровням воды в приемном резервуаре для начала и окончания перекачки.

При верхнем уровне воды в приемном резервуаре, достигающем электрода, цепь реле управления замыкается, реле срабатывает и его замыкающий контакт включает катушку магнитного пускателя электродвигателя насоса. При понижении уровня насос продолжает работать благодаря блокировке реле управления. Его работа прекратится лишь при опускании воды ниже второго электрода.

Автоматическая аппаратура требует тщательного ухода, тогда она работает безотказно. Необходима регулярная очистка всех деталей аппаратов от грязи и пыли; замена износившихся контактов; очистка нагара; регулярный замер сопротивления изоляции токоведущих частей, проверка всей системы в соответствии с Правилами технической эксплуатации.

На автоматической канализационной станции в Ленинграде приборы автоматики подвергались особенно сильной коррозии. В связи с этим приборы были смонтированы в герметическом шкафу. Это мероприятие устранило коррозию приборов. На другой станции приборы автоматики были вынесены в сухое помещение, что также дало положительный результат.

### **§ 39. Об особенностях эксплуатации канализационных насосных станций**

Приведенные ошибки в эксплуатации канализационных насосных станций показывают, сколь отрицательно они могут влиять на работу канализационной сети и самой насосной станции. В связи с этим уместно привести некоторые рекомендации,



учитывающие особенности текущей эксплуатации канализационных насосных станций. На небольших насосных станциях (производительностью до 5000 м<sup>3</sup>/сутки) для незасорения малых насосов следует иметь решетки с прозорами не больше 16 мм.

Удаление отбросов с решеток следует механизировать, т. е. перемалывать их дробилкой и сбрасывать в коллектор до решетки. При ручном удалении отбросы, сбрасываемые в контейнер, вывозятся на специальные участки для обезвреживания. В летнее время отбросы с решеток посыпают хлорной известью, а также закапывают в грунт или сжигают.

Приемные резервуары следует ежедневно очищать от осадков путем взмучивания их сточной водой, поступающей из напорного трубопровода по ответвлению в приямок резервуара. Взмученный осадок перекачивается насосами вместе со сточной водой, что предохраняет приемный резервуар от загнивания в нем осадков и распространения неприятного запаха. С этой же целью полы и стены приемного резервуара вместе с решетками, а также все проходы и лестницы ежедневно должны обмываться водой и брандспойта.

В помещении приемного резервуара должна быть естественная или искусственная вытяжная вентиляция, обеспечивающая 5-кратный обмен воздуха. В помещении для насосов температура воздуха должна быть не менее 16°С. Помещение приемного резервуара при кратковременном пребывании обслуживающего лица может не отапливаться.

Текущая эксплуатация канализационных насосных станций предусматривает осмотры и ремонты (см. приложения 1, 2 и 3).

При ежедневных осмотрах, проводимых дежурным механиком или старшим по смене, проверяются:

- наружное состояние агрегатов;
- состояние болтовых соединений и креплений;
- правильность хода агрегатов;
- правильность работы вала и подшипников;
- состояние сальников и их набивки;
- отсутствие течи в соединениях;
- состояние решетки и чистота приемного резервуара.

На автоматических насосных станциях проверяется работа автоматики и сигнализации.

## **Глава IX ОШИБКИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ОЧИСТНЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ**

### **§ 40. Очистные сооружения, работающие с неравномерной нагрузкой**

К наиболее существенным эксплуатационным ошибкам, влияющим отрицательно на работу очистных сооружений и эффект очистки, относится неравномерное распределение сточных вод по сооружениям.

На одной очистной станции сооружения, рассчитанные на полную биологическую очистку  $12000 \text{ м}^3/\text{сутки}$  воды, состояли из 5 двухъярусных отстойников, 10 секций биофильтров, хлораторной, 4 вторичных отстойников и выпуска. В распределительную камеру сточные воды поступали по напорной трубе и, ударяясь о противоположную стенку камеры, делились на четыре неравных потока, как показано на схеме (рис. 29). Распределение воды по двухъярусным отстойникам не регулировалось. Проведенные нами приближенные замеры показали, что из 5 отстойников ни один не работал с расчетным расходом, два работали с большой перегрузкой, а остальные три — с двукратной и четырехкратной недогрузкой.

Так как такой режим работы отстойников продолжался длительное время, а выпуск сброженного осадка производился примерно с одинаковым расчетным расходом, то первые два отстойника (справа и слева) были настолько переполнены осадком, что последний оказался выше щелей желобов. Таким образом, эти два отстойника, которые из-за перегрузки и без того плохо задерживали взвешенные примеси, были источниками большого дополнительного выноса взвесей из щелей желобов на карты биофильтров.

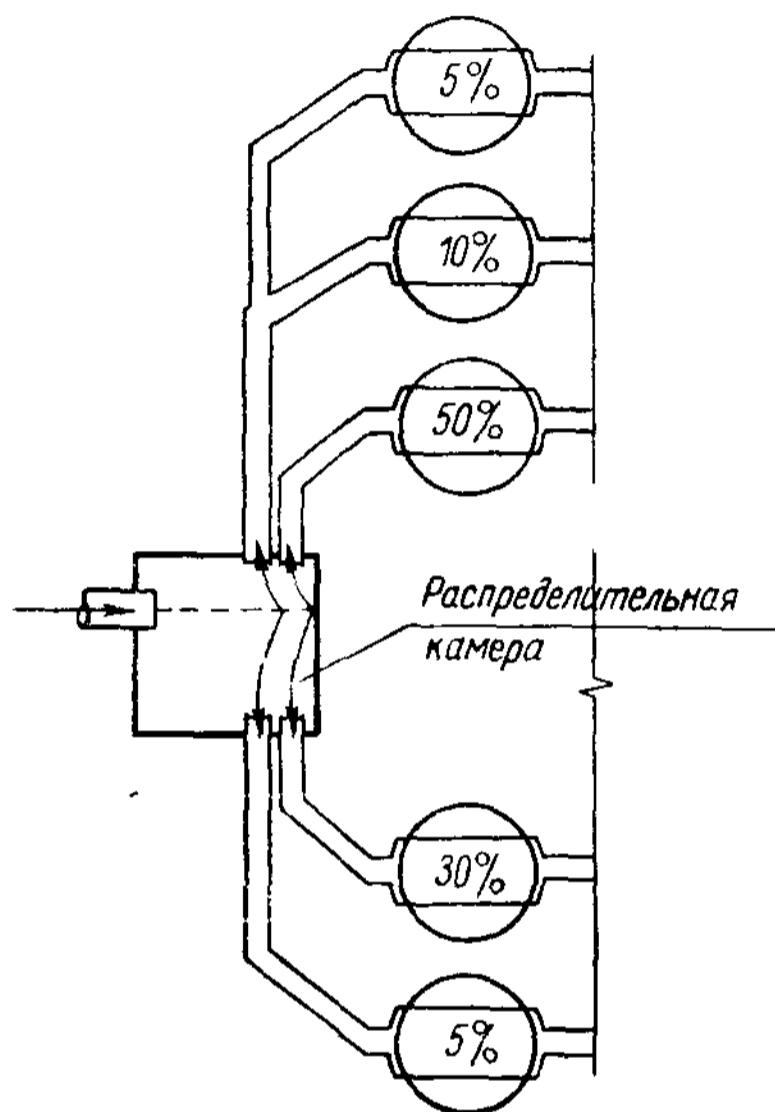


Рис 29 Схема неравномерного распределения воды по двухъярусным отстойникам

Следует заметить, что неравномерная нагрузка очистных сооружений из-за отсутствия контроля за распределением воды в той или иной мере довольно часто встречается при эксплуатации, особенно на небольших и средних очистных станциях.

Многие эксплуатационники затрудняются осуществить этот контроль из-за незнания способов регулирования и определения расходов воды. В связи с этим мы считаем полезным изложить в следующем параграфе некоторые способы замера расходов воды на очистных сооружениях.

#### § 41. Способы определения расхода сточной воды на очистных сооружениях

##### *Определение расхода с помощью шибера (истечение из-под щита)*

Это наиболее простой и доступный способ замера расхода воды по очистным сооружениям, где почти всегда имеются каналы и лотки, оборудованные шиберами (рис. 30).

Расход регулируется высотой поднятия шибера, т. е. образующимся при этом отверстием, через которое проходит вода  
Расход определяется по формуле

$$Q = 2,75bh\sqrt{z},$$

где  $b$  — ширина отверстия в м;

$h$  — высота отверстия в м;

$z$  — разность уровней воды до и после шибера в м.

Для быстрого определения расхода воды заранее составляется расчетная таблица для различных значений  $h$  и  $z$ . Обычно расходы даются в л/сек для  $z$  через каждые 5 мм.

Величины  $h$  устанавливаются практикой эксплуатации для каждой очистной станции.

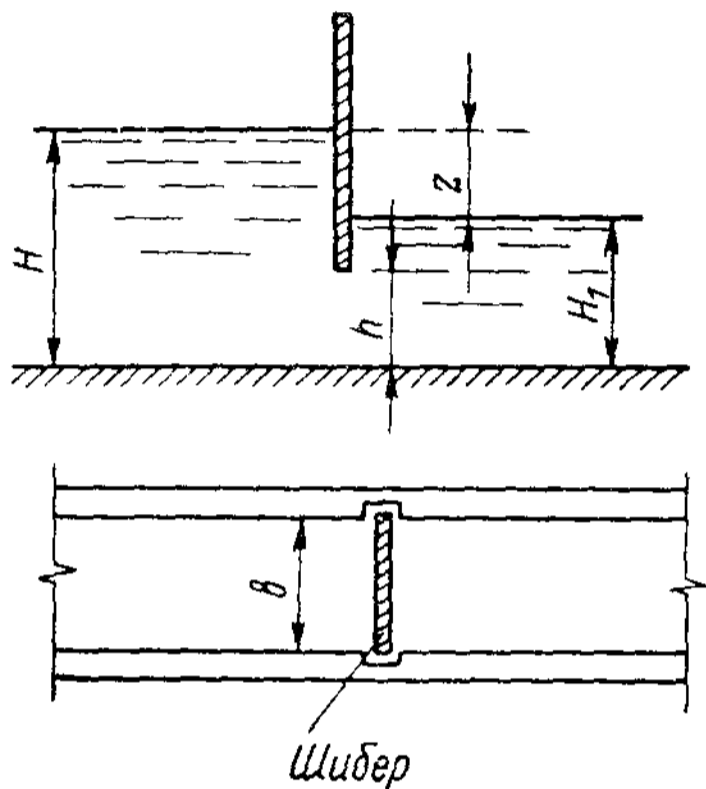


Рис 30 К определению расхода воды шибером

*Определение расхода воды с помощью прямоугольного и треугольного водосливов с тонкой стенкой*

Для небольших расходов можно пользоваться прямоугольным водосливом с боковым сжатием струи воды, когда ширина  $b$  отверстия стенки меньше ширины  $B$  лотка или канала (рис. 31, а).

Для больших расходов и большей точности часто применяют пря-

моугольный водослив без бокового сжатия, когда ширина водослива  $b$  равна ширине лотка или канала  $B$  (рис. 31, б).

При установке этих водосливов необходимо соблюдать вертикальность стенки и перпендикулярность ее направлению течения воды.

Гребень порога водослива должен быть заостренным и горизонтальным.

Секундный расход воды указанных незатопленных водосливов определяется по формулам

$$Q = \frac{2}{3} \mu b H \sqrt{2gH}, \text{ или } Q = \frac{2}{3} \mu b H^{\frac{3}{2}} \sqrt{2g},$$

где  $b$  — ширина водослива в м;

$H$  — свободный напор над порогом водослива в м (замер производится на расстоянии  $3H$  от стенки водослива);

$g$  — ускорение силы тяжести ( $9,81 \text{ м/сек}^2$ );

$\mu$  — опытный коэффициент расхода (обычно принимается  $\mu = 0,68$ ).

Для более точного определения  $\mu$  пользуются формулой

$$\mu = 0,5757 + 0,058 \frac{b}{H} + \frac{0,0008}{H}.$$

Треугольный водослив применяется для довольно широкого диапазона расходов воды (рис. 31, в). Вырез водослива делается по форме равнобедренного треугольника, чаще с прямым углом  $\alpha$ .

Для данного водослива более точные результаты отсчета расхода получают при напоре  $H \geq 5$  см.

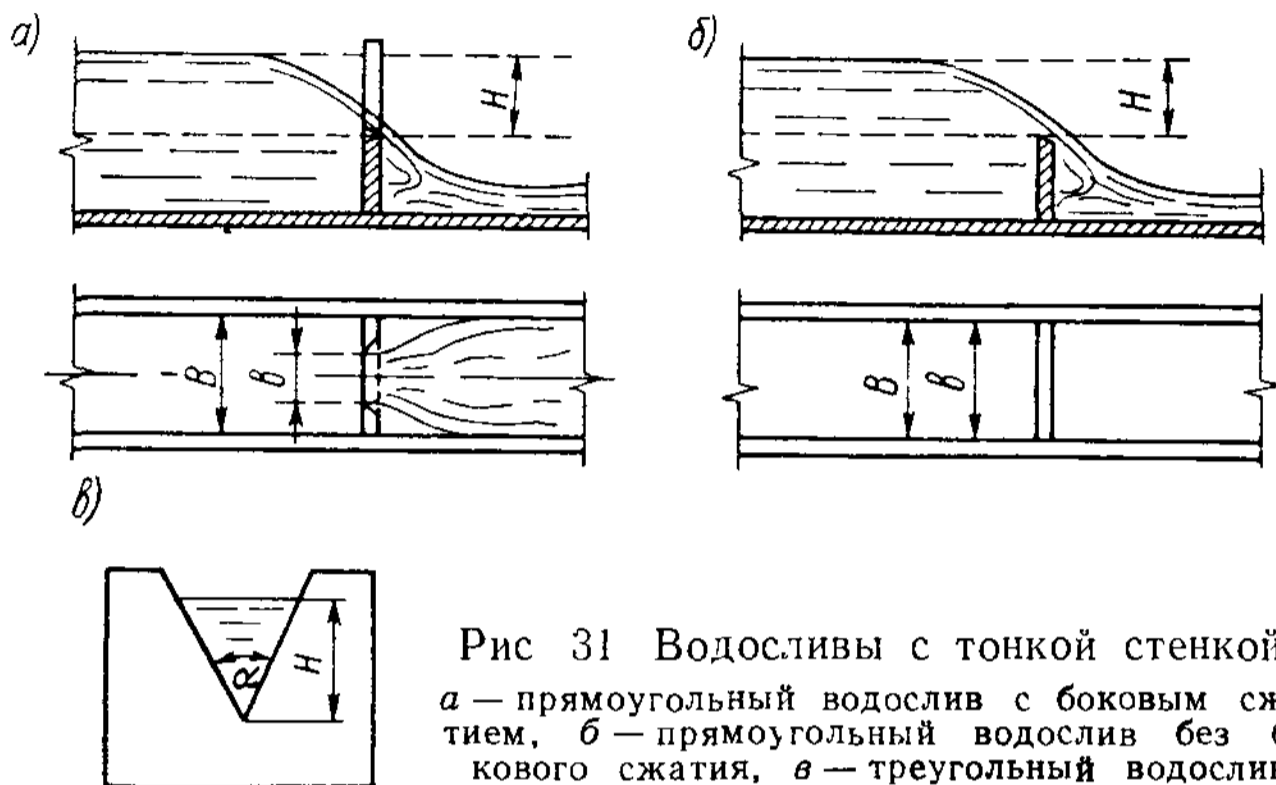


Рис 31 Водосливы с тонкой стенкой  
 а — прямоугольный водослив с боковым сжатием, б — прямоугольный водослив без бокового сжатия, в — треугольный водослив

Расход воды в треугольном водосливе с прямым углом определяется по формуле

$$Q = 1,4H^{\frac{5}{2}}.$$

Для быстрого определения расхода воды с помощью водослизов пользуются таблицами, заранее составленными для различных напоров.

### Определение расхода с помощью лотка Паршала

Лоток Паршала для замера общего расхода сточной воды, поступающей на очистную станцию, обычно устанавливают после решеток и песколовков, на прямом участке канала. Это лоток с суженной частью (горловиной), работающий со свободным истечением жидкости. Потери напора в таком лотке на 25% меньше, чем на водосливах, а точность замера расходов — 1—3%.

Лоток Паршала (рис. 32) осуществляется при соблюдении следующих условий. Дно перехода на участке  $l_1$  делается без уклона. Падение в горловине  $g$  на участке  $l_3$  принимается по табл. 5. Дно перехода на участке  $l_2$  осуществляется с таким подъемом, чтобы в конце участка перепад был бы  $h_H$  (см. табл. 5). Дно в начале участка с шириной  $B_1$  в целях незатопления лотка Паршала принимается с падением  $h$ , равным величине падения напора водоизмерительного лотка. В этих же целях необходимо, чтобы величина  $z$  возвышалась над порогом водослива (при  $b \geq 0,3$  м)

не больше чем на  $0,7 H_A$ , а сама величина  $H_A$  для разных размеров лотка не должна быть больше значений, приведенных в табл. 3

Для лотков Паршала с горловиной  $b=0,3$  м и больше принимаются следующие размеры в м:

$$l_1 = 0,5b + 1,2;$$

$$l_2 = 0,9;$$

$$l_3 = 0,6;$$

$$B = 1,2b + 0,48;$$

$$B_1 = b + 0,3.$$

Для правильной работы водомерного лотка необходимо, чтобы прямой участок канала до него был проложен с одинаковым уклоном и имел протяженность не меньше  $5,5B$ , а прямой участок

после водомера прокладывается с тем же уклоном и с протяженностью не менее  $2B_1$

Расчетный расход воды в лотках Паршала с  $b=0,3$  м и больше при свободном сливе определяется по формуле

$$Q = 2,365bH_A^a,$$

где  $Q$  — расход воды в  $\text{м}^3/\text{сек}$ ;

$b$  — ширина горловины в м;

$H_A$  — глубина воды в точке измерения в м;

$a$  — показатель степени, зависящий от ширины горловины (табл. 4).

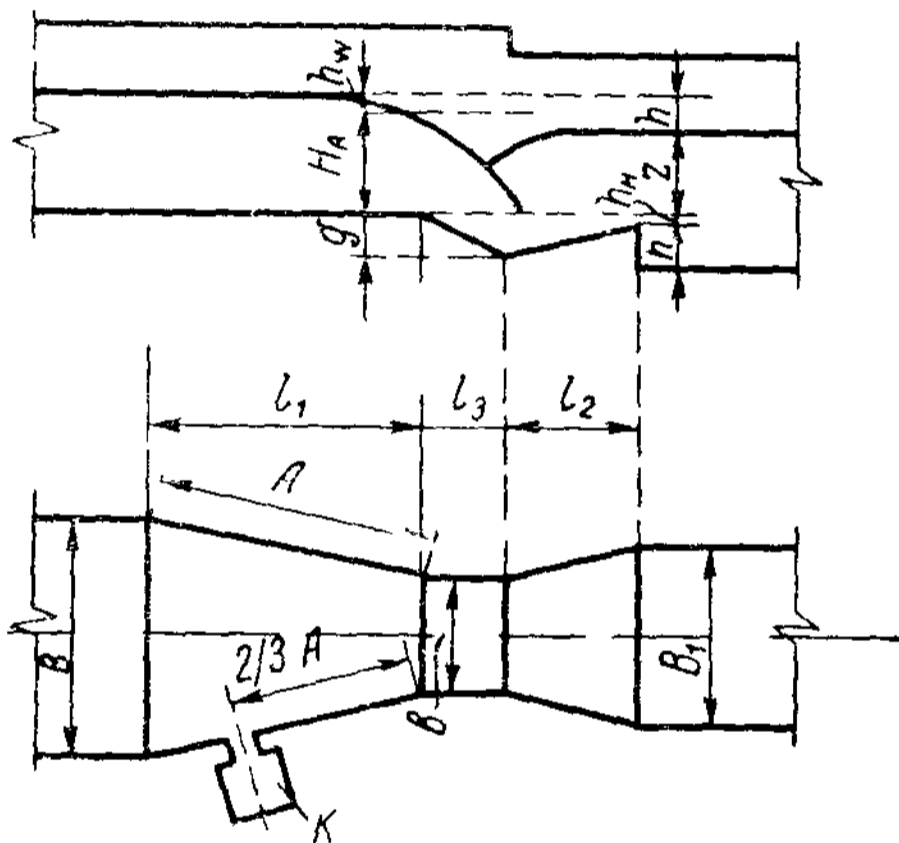


Рис. 32 Лоток Паршала

Замер высоты  $H_A$  на расстоянии  $\frac{2}{3}A$  обеспечивает точность показания расхода воды и осуществляется при помощи поплавкового устройства и соответствующего самопишущего прибора. Измерительный колодец «К» соединяется с лотком трубкой

Таблица 3

Зависимость напора  $H_A$  от ширины горловины

$b$ в м	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8
$H_A$ в м	$\leq 0,3$	$\leq 0,4$	$\leq 0,5$	$\leq 0,6$	$\leq 0,7$	$\leq 0,76$

Таблица 4

Значение показателя степени  $a$ 

$b$ в м	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8
$a$	1,522	1,55	1,56	1,568	1,576	1,593

диаметром 25 мм, установленной на расстоянии  $\frac{2}{3} A$ , на 3 см выше дна.

При отсутствии оборудования для автоматического замера расхода воды последний определяется при помощи рейки и таблиц. Нуль рейки, фиксирующей  $H_A$ , должен совпадать с отметкой пола входной части лотка Паршала

Таблица 5

## Основные размеры лотков Паршала

Тип лотка	Производительность		Размеры в мм (к рис 22)							
	л/сек	м <sup>3</sup> /сутки	$b$	$B$	$B_1$	$l_1$	$l_3$	$l_2$	$q$	$h_H$
I	от 30 до 80	от 2 700 до 7 000	230	600	400	930	300	520	115	40
II	» 81 » 370	» 7 001 » 32 000	500	1100	800	1500	600	900	225	75
III	от 371 » 1850	от 32 001 » 160 000	1000	1700	1300	1750	600	900	225	75
IV	от 1851 » 3240	от 160 001 » 280 000	1500	2300	1800	2000	600	900	225	75

В табл. 5 приведены размеры четырех типов лотков Паршала для расходов от 30 до 3200 л/сек, рассчитанные Союзводоканал-проектом для типового проекта 902-2-82

## Щелевой пропорциональный расходомер

Щелевые расходомеры с переменным уровнем жидкости относятся к простым и надежным измерительным приборам, удобным для применения на очистных канализационных станциях.

В этих приборах (рис. 33) щелевое отверстие, устроенное в боковой стенке резервуара или лотка, делается такой конфигурации, чтобы расход изменялся пропорционально высоте уровня жидкости над кромкой отверстия [37, 44]:

$$Q = kH, \text{ или } Q = \frac{k}{\sqrt{2g}} H,$$

где  $k$  — коэффициент пропорциональности, определяемый отношением  $k = \frac{Q_{\max}}{H_{\max}}$ ;

$g$  — ускорение силы тяжести.

Основное уравнение расхода через щелевой водослив с прямоугольной прорезью внизу имеет вид

$$Q = cb \sqrt{2ga} (H - \lambda a),$$

где  $c$  — коэффициент расхода, ориентировочно принимаемый равным 0,61 (более точно определяется градуировкой, в пределах 0,60—0,63);

$b$  — ширина прямоугольной части водослива;

$a$  — высота прямоугольного выреза;

$H$  — напор (уровень) жидкости над кромкой отверстия;

$Q_{\max}$  — максимальный расчетный расход;

$H_{\max}$  — максимальный напор;

$\lambda$  — коэффициент, входящий в формулу расхода, определяемый из соотношения

$$\lambda = 0,05 \frac{b}{a}.$$

Уравнение гиперболической кривой данного расходомера имеет вид

$$x = b \left( 1 - \frac{2}{\pi} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{y}{a}} \right),$$

где  $y$  — ордината, отсчитанная от начала кривой.

Обычно расчет щелевого расходомера при заданных значениях максимального расхода ( $Q_{\max}$ ), максимального напора ( $H_{\max}$ ), ширины и высоты прямоугольной части расходомера ( $b, a$ ) сводится к определению координат кривой профиля водослива ( $x, y$ ).

Для прямоугольных каналов очистных сооружений с унифицированными размерами ширину прямоугольного выреза ( $b$ ) принимают равной ширине лотка, а высоту выреза ( $a$ ) — в зависимости от максимального расхода воды. Так, для  $Q_{\max}$  от 50 до 1500 м<sup>3</sup>/ч высота ( $a$ ) колеблется от 15 до 110 мм. Практически прямоугольная часть водослива пропускает расход не более 10% от  $Q_{\max}$ .

Координаты кривой щелевого расходомера ( $x, y$ ) можно вычислить по формуле, приведенной выше, принимая значения  $y$  через 0,05  $H_{\max}$  (на участке большой кривизны) и через 0,1  $H_{\max}$  на остальном участке кривой.

В табл. 6 приведены данные по щелевым расходомерам для унифицированных каналов шириной от 200 до 900 мм при максимальных уровнях воды в каналах от 250 до 1000 мм [44].

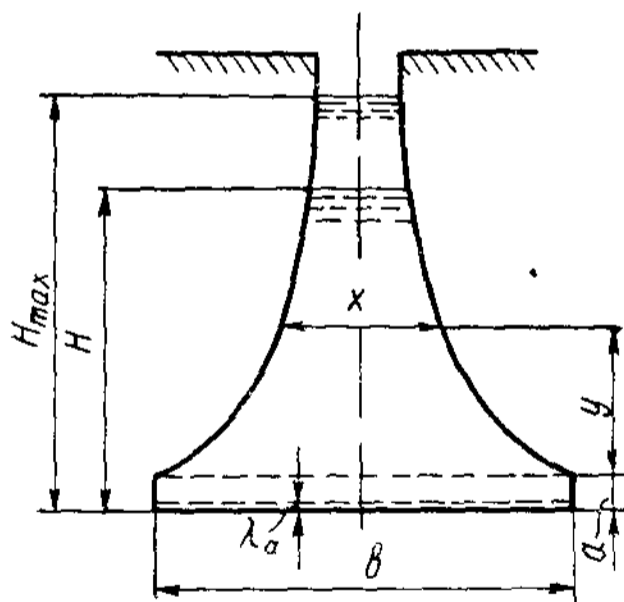


Рис. 33. Схема щелевого расходомера

## Пропускная способность щелевых расходомеров для типовых лотков

Ширина лотка в мм	Высота прямоугольного выреза а в мм	Максимальный расход щелевых расходомеров $Q_{\max}$ в м <sup>3</sup> /ч при максимальных уровнях воды $H_{\max}$ в мм вод. ст.				
		250	400	630	800	1000
200	27	80	125	—	—	—
	42	100	160	—	—	—
	64	—	200	—	—	—
300	29	125	200	—	—	—
	46	160	250	—	—	—
	73	—	320	—	—	—
450	52	—	400	630	—	—
	79	—	500	800	—	—
600	74	—	630	1000	—	—
	115	—	—	1250	1600	—
900	82	—	—	—	2000	2500
	123	—	—	—	2500	3200

## Определение малых расходов воды объемным способом

Для малых объектов с расходом, не превышающим 2—4 л/сек, более простым и точным способом определения расхода воды является объемный. В этом случае необходимо устроить перепад в потоке, чтобы перехватить его мерным сосудом, чаще всего заранее тарированным ведром.

Секундный расход определяется по времени наполнения сосуда определенной емкости

$$Q = \frac{W}{T},$$

где  $Q$  — расход в л/сек;

$W$  — емкость мерного сосуда в л;

$T$  — время наполнения сосуда в сек.

Чем больше емкость мерного сосуда, тем точнее будет отсчет расхода. При отсутствии большого мерного сосуда или невозможности пользоваться им точность определения расхода воды можно повысить путем усредненного результата повторных отсчетов.

## Определение расхода воды в напорных трубах

Для замера расхода жидкостей, пара и газов в напорных трубах применяются диафрагмовые расходомеры, насадки, трубы Вентури и другие приборы.

Диафрагмовые расходомеры получили большое распространение благодаря широкому диапазону действия, компактности, простоте устройства и возможности изготовления их на месте.



Наиболее простая, нормальная диафрагма представляет собой тонкий диск, обычно с круглым отверстием специального профиля вставляемый в трубопровод (рис. 34, а) Так как отверстие диафрагмы всегда меньше сечения трубы, струя жидкости в этом месте сужается, что сопровождается возрастанием скорости движения жидкости и понижением давления за диафрагмой

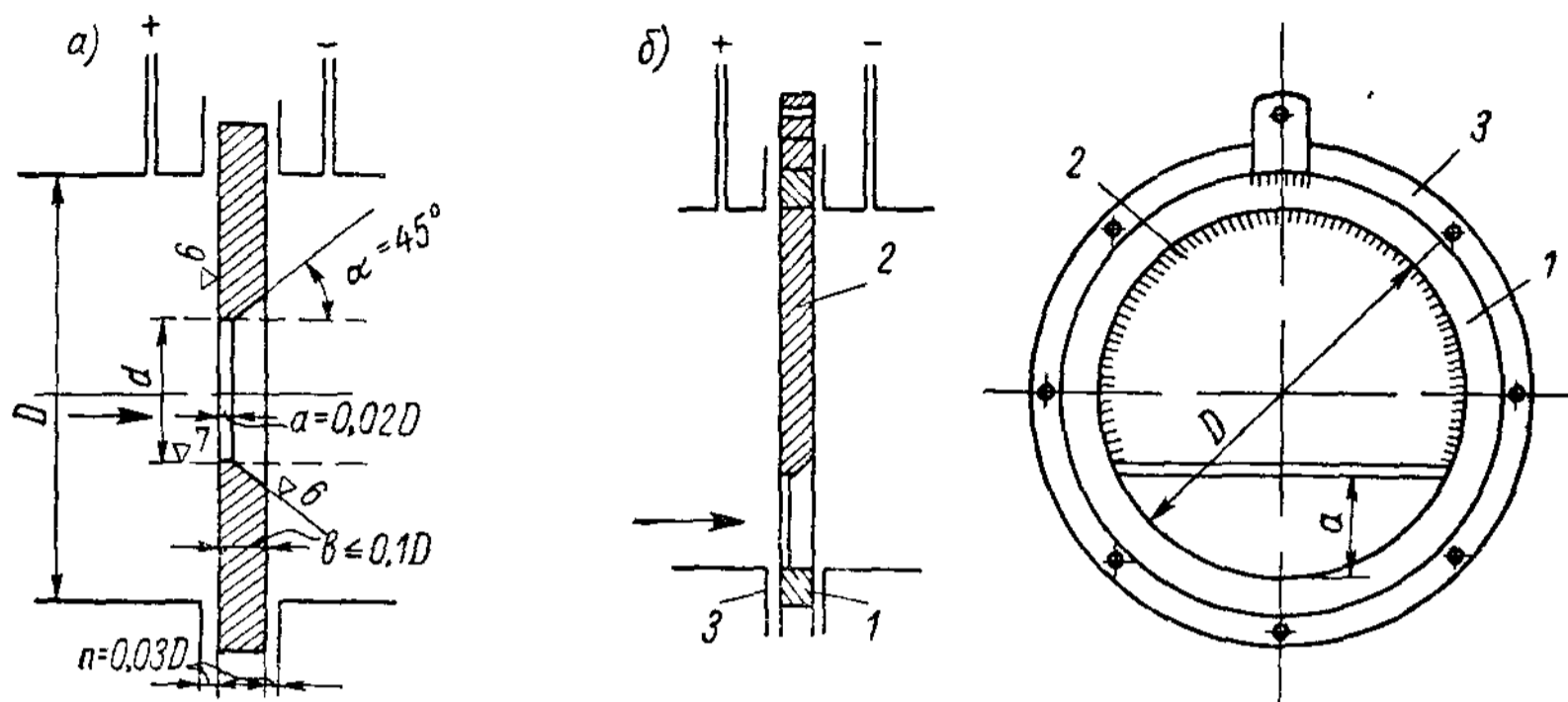


Рис 34 Диафрагмовые расходомеры

а — нормальные, б — сегментные, 1 — кольцо, 2 — диск, 3 — фланцы трубопровода

Зависимость между расходом и перепадом давления на диафрагме выражается общей формулой

$$H = kQ^2,$$

где  $H$  — перепад давления,

$Q$  — расход;

$k$  — коэффициент, зависящий от соотношения сечений диафрагм и трубопровода, конструкции дифференциального манометра и свойств измеряемой среды.

Нормальные диафрагмы применяются без градуировки для трубопроводов диаметром  $D \geq 50$  мм.

Для этих диафрагм требуется соблюдение условия, чтобы отношение площади поперечных сечений отверстия диафрагмы к площади трубопровода ( $m$ ) было в следующих пределах

$$0,05 \leq m \leq 0,7.$$

Для изготовления диафрагмы следует выбирать материал, устойчивый в отношении механического износа и химического воздействия измеряемой среды.

Условия размерных соотношений показаны на рис. 34, а.

При больших диаметрах труб диафрагму можно делать без конического расширения на выходе. Обычно нормальные диафрагмы выпускаются толщиной 5, 8, 10, 12 мм в зависимости от значения  $m$  и перепада давления

Для определения расхода протекающей жидкости в  $м^3/сек$  пользуются формулой

$$Q = as \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_1 - P_2)},$$

где  $s$  — площадь поперечного сечения отверстия диафрагмы в  $м^2$ ;

$\rho$  — плотность жидкости в  $кг/м^3$ ;

$P_1$  — абсолютное давление жидкости в трубопроводе (до диафрагмы) в  $м вод. ст.$  на  $1 м^2$ ,

$P_2$  — то же, в наиболее суженном месте струи (за диафрагмой);

$a$  — коэффициент расхода, определяемый опытным путем.

Опытами установлено, что коэффициент расхода  $a$  зависит от числа Рейнольдса до определенного предела  $Re_{пред}$ , выше которого он определяется только величиной  $m$

Таблица 7

Значения  $Re_{пред}$  для различных  $m$

$m$	$Re_{пред}$	$m$	$Re_{пред}$
0,05	23 000	0,40	130 000
0,10	30 000	0,45	160 000
0,15	45 000	0,50	185 000
0,20	57 000	0,55	210 000
0,25	75 000	0,60	240 000
0,30	93 000	0,65	270 000
0,35	110 000	0,70	300 000

Для определения  $a$  пользуются соответствующими диаграммами [37]

Учитывая, что переменные значения  $a$  вызывают погрешность измерения и неудобства в пользовании, следует стремиться применять диафрагмы с  $Re > Re_{пред}$ , когда  $a = f(m)$

Число Рейнольдса для круглых труб определяется формулой

$$Re = \frac{v_{ср} D}{\nu},$$

где  $v_{ср}$  — средняя скорость потока в трубопроводе в  $м/сек$ ;

$D$  — диаметр трубопровода в  $м$ ;

$\nu$  — кинематическая вязкость жидкости в  $м^2/сек$ .

В табл. 7 приводятся значения  $Re_{пред}$  для нормальных диафрагм при различных  $m$ .

При  $Re > Re_{пред}$  коэффициент расхода  $a$  (для гладких труб) для  $m$  от 0,1 до 0,7 находится в пределах 0,60—0,80. Для шероховатых труб вносятся некоторые поправки, незначительно увеличивающие коэффициент расхода [37]

Для загрязненных жидкостей во избежание отложений осадков можно применять сегментные диафрагмы (рис. 34, б)

Принцип расчета их, а также требования к подбору, толщине, чистоте обработки остаются те же, что и для нормальных диафрагм.

Для определения величины

$$m = \frac{s}{s_1},$$

где  $s$  — площадь поперечного сечения отверстия;  
 $s_1$  — площадь сечения трубопровода;  
величина  $s$  определяется по формуле

$$s = \frac{D(l - l_1) + 2al_1}{4},$$

где  $D$  — диаметр трубопровода в м;  
 $l$  — длина дуги круга в м;  
 $l_1$  — хорда дуги круга в м;  
 $a$  — высота сечения отверстия в м.

Для замера перепада давлений в диафрагме пользуются различными дифференциальными манометрами (трубные, поплавковые, кольцевые, колокольные, мембранные). Эти манометры устраиваются с рычажной и электрической передачей для регистрации давления или сразу расхода воды.

Простейший трубный дифманометр по действию аналогичен U-образному стеклянному манометру. Рабочей жидкостью служит обычно ртуть. Так как трубки от диафрагмы до манометра залиты водой и высота столбов воды (при перепаде давления) будет неодинаковой, то это обстоятельство следует учитывать при измерении истинного значения перепада давления

$$H_{\text{н}} = \frac{H_{\text{рт}}(\gamma_{\text{рт}} - \gamma_{\text{в}})}{\gamma_{\text{рт}}},$$

где  $H_{\text{н}}$  — истинное значение перепада давления;  
 $H_{\text{рт}}$  — видимый перепад по разности столбов ртути;  
 $\gamma_{\text{рт}}$  — удельный вес ртути ( $13,65 \text{ г/см}^3$ );  
 $\gamma_{\text{в}}$  — удельный вес воды ( $1 \text{ г/см}^3$ ).

## § 42. Как решетка отрицательно повлияла на работу лотка Паршала

На одной большой очистной канализационной станции в Сибири для замера поступающего расхода воды с волокносодержащими примесями был установлен лоток Паршала.

Для обеспечения нормальной работы мерного лотка был построен прямоугольный бетонный канал с необходимыми прямыми участками до и после лотка.

После замера расхода вода из канала поступала в трубопровод, а от него распределялась по первичным радиальным отстойникам.

В процессе эксплуатации обнаружилось поступление большого количества волокна, в том числе и крупного, которое мешало нормальной работе отстойников.

Для задержания крупного волокна эксплуатационники установили грубую решетку в конце канала (за лотком Паршала) с прозорами 50 мм, очищаемую вручную.

Установка решетки, несомненно, улучшила работу радиальных отстойников, но нерегулярная очистка ее была причиной частого подтопления канала до решетки, в том числе и лотка Паршала, искажая показатели его работы.

Обычно лотки Паршала на очистных станциях устанавливаются после решеток и песколовок, если таковые имеются. В данном случае решетку следовало поставить по потоку выше лотка Паршала, чтобы исключить влияние ее на работу расходомера. Кроме того, для крупной очистной станции следовало бы поставить не ручную, а механическую решетку, в соответствии с указаниями СНиП. В крайнем случае, если установка механической решетки до расходомерного лотка невозможна, то ее можно было бы поставить на место ручной, при условии ее автоматической работы в зависимости от заданного подпора, не влияющего на нормальную работу существующего лотка Паршала.

### § 43. Двухъярусный отстойник, эксплуатируемый как вертикальный

На очистной станции производительностью 36 000  $m^3/сутки$  сточной воды 300  $m^3/сутки$  составляли бытовые сточные воды. Последние отдельно перекачивались в один двухъярусный отстойник диаметром 6 м с двумя отстойными желобами и после отстаивания и хлорирования вместе с другими стоками, прошедшими первичное отстаивание, поступали на аэрофилтры и после биологической очистки выпускались в речной проток.

После реконструкции очистной станции все стоки (вместе с бытовыми) стали совместно очищаться в отстойниках и аэрофилтрах. Эксплуатационники решили превратить двухъярусный отстойник в вертикальный. Для этого в центр отстойника (между двумя желобами) была опущена 150-миллиметровая труба на глубину 2,5—3 м, по которой поступала вода на очистку; желоба со щелями были оставлены.

Вода, поступавшая на очистку примерно на уровне щелей желобов, почти тут же выходила через щели вверх, без всякой очистки. Вместо живого сечения (по схеме вертикального отстойника) 26  $m^2$  вода фактически проникала в щели желобов двухъярусного отстойника с площадью живого сечения около 2  $m^2$  со скоростями, в 15—20 раз превышающими скорости, допускаемые для вертикальных отстойников.

Эксплуатационники допустили большую ошибку. Они лишились положительных сторон двухъярусного отстойника и не получили преимуществ, свойственных вертикальным отстойникам. В этом случае следовало либо эксплуатировать сооружение по режиму двухъярусного отстойника, либо переделать двухъярусный вертикальный отстойник, с устройством центральной трубы и отражателя, а также сборных лотков для отведения осветленной воды. При этом отстойные желоба со щелями следовало убрать.

## § 44. Некоторые ошибки в эксплуатации отстойников

### Отстойники с плохо отрегулированными переливными бортами

Этот недостаток является наиболее распространенным в эксплуатации первичных и вторичных круглых отстойников. Отсутствие строгой горизонтальности переливных бетонных бортов приводит иногда к резкому уменьшению эффекта их работы.

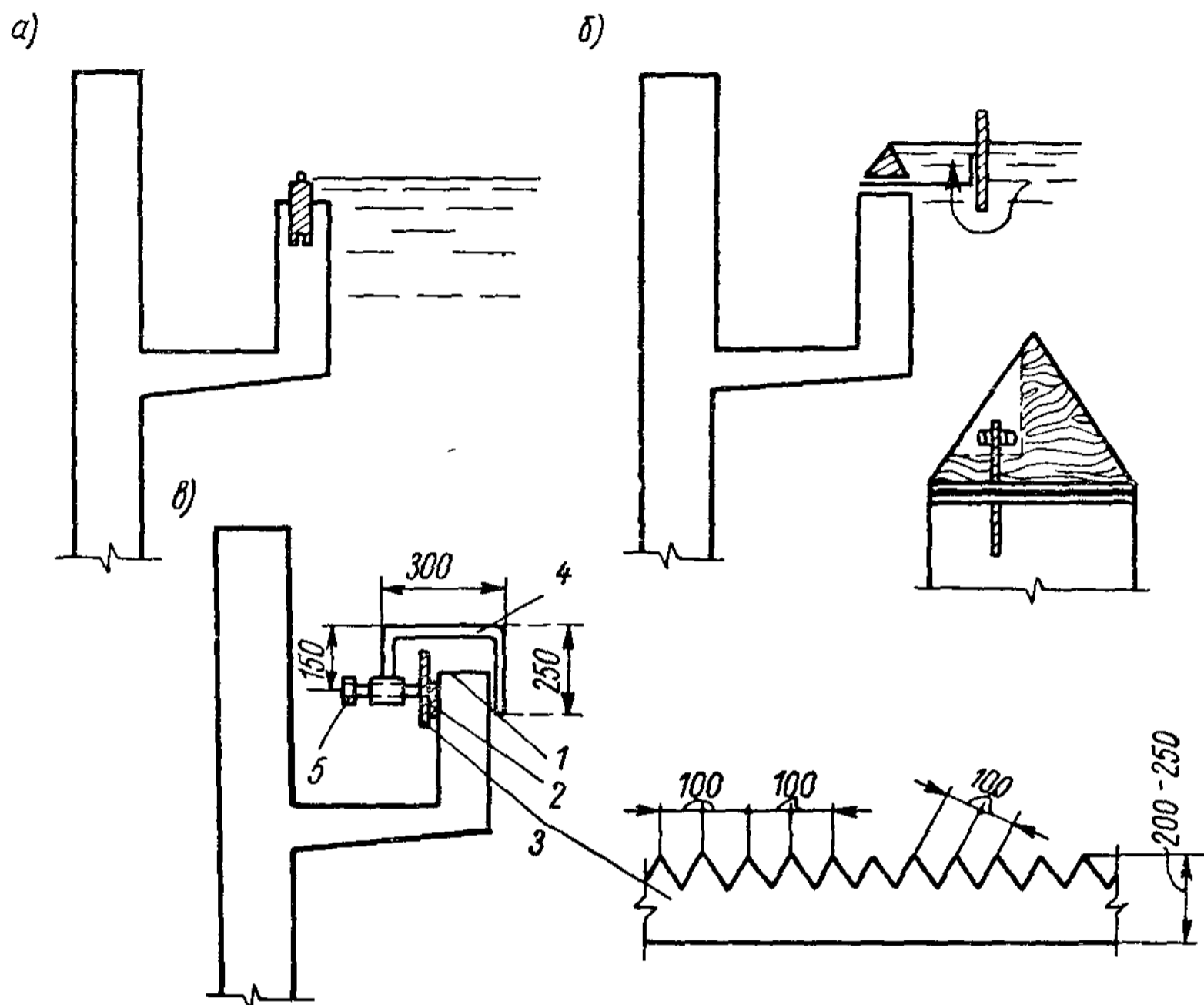


Рис. 35. Устройства для регулирования горизонтальности переливных бортов в отстойниках

*а* — с заделкой шпунтовых досок; *б* — с помощью треугольных деревянных брусков; *в* — с помощью металлических зубчатых водосливов; 1 — переливная кромка отстойника; 2 — резиновая транспортерная лента шириной 150–200 мм; 3 — зубчатый металлический водослив толщиной 1–2 мм; 4 — трубка из прутковой стали 3 диаметром 18 мм; 5 — болт

Нередко приходится наблюдать, что вода из отстойника переливается только через небольшую часть его периметра. Это обстоятельство приводит к струйности потока, увеличению скоростей отстаивания воды, уменьшению коэффициента использования отстойника и уменьшению эффекта очистки во столько раз, во сколько работающая часть переливных бортов меньше всего периметра. Но даже и в тех случаях, когда весь периметр переливных бортов работает, равномерность толщины переливной струи имеет существенное значение.

На практике часто трудность обработки бетонного переливного борта для придания требуемой горизонтальности останавли-

ваает эксплуатационников от выполнения этой длительной и трудоемкой работы. В настоящее время строители заделывают шпунтину в центр борта по всему периметру (рис. 35, а). Это позволяет при пуске легко отрегулировать горизонтальность всего борта, стесывая повышенные участки его.

Для существующих отстойников применяют ряд способов регулировки горизонтальности бортов. Один из них приводится на рис. 35, б. Борт состоит из треугольных деревянных брусков, укладываемых на специальной мастике и укрепляемых болтами. Стыки между брусками толщиной 1—2 см также заделываются мастикой. Такие бруски легко обрабатываются рубанком.

На рис. 35, в показано еще одно приспособление для регулирования кромки перелива с помощью металлических зубчатых водосливов, прикрепляемых к стенке переливного борта струбцинами.

### *Вынос плавающих примесей*

Количество плавающих примесей на поверхности отстойников (легкие предметы, пена, жиры, смола, мазут, нефть), нередко выносимых вместе с осветленной водой через переливные борта сборных лотков, может быть велико.

На одной очистной станции количество плавающих примесей с первичного отстойника, подсчитанное за сутки, по объему составило 50% от взвешенных примесей, задержанных этим же отстойником. Столь большой вынос плавающих примесей не только

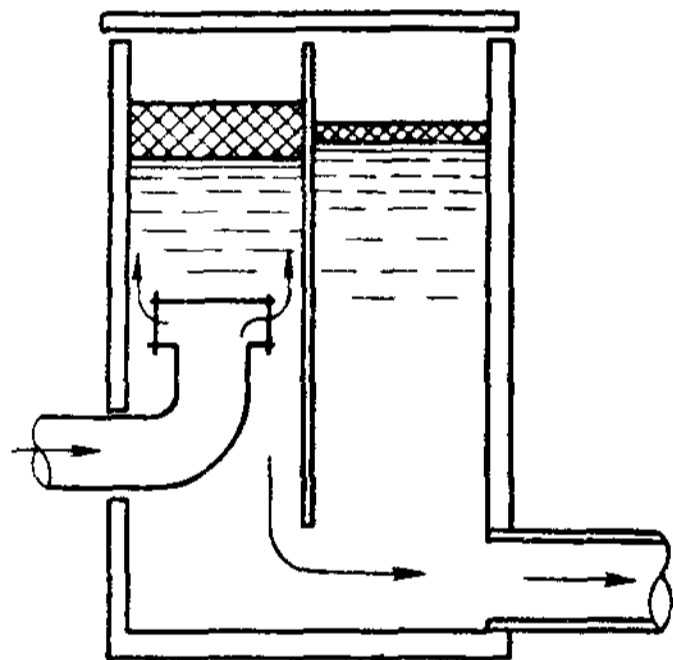


Рис. 36. Камера для задержания и извлечения плавающих примесей до отстойников

снижает эффект работы отстойников, но существенно затрудняет последующую биологическую очистку.

В первую очередь следует исключить поступление плавающих примесей в сборные желоба отстойников. Это достигается установкой оградительных досок вокруг сборных желобов, как показано на рис. 35, б. Затем требуется периодическая уборка плавающих примесей. На некоторых очистных станциях их удаляют в ближайшие иловые колодцы, а потом на иловые площадки.

В Швеции на предприятии Фискабю для удаления плавающих веществ имеется бункер [45], прикрепленный к движущейся ферме илоскреба, куда сваливаются плавающие примеси. Из бункера они перекачиваются вертикальным насосом в колодец на обработку вместе со скопом.

Лучшим решением является выделение (задержание) плавающих примесей из стоков до поступления их на первичные отстойники. В этом отношении заслуживает внимания довольно простое

предложение инж. И. А. Евилевича, которое было сделано на одной крупной очистной станции.

По данному предложению, большой колодец, откуда стоки поступают на отстойники, необходимо перегородить вертикальной стенкой, не доходящей до дна (рис. 36). Плавающие примеси (главным образом таловое масло, мазут) будут задерживаться в первой половине колодца, частично во второй половине. Отсюда они периодически должны извлекаться и на самосвале отвозиться на специальную площадку для сжигания, вместе с грубыми примесями, задержанными решеткой.

Используя данный принцип, можно усовершенствовать узел централизованного удаления плавающих примесей, не допуская распространения их по всем очистным сооружениям.

### *О неправильном режиме выпуска осадка из отстойников*

Режиму удаления осадков из отстойников далеко не на всех очистных станциях уделяется должное внимание. Между тем от него зависит концентрация выпускаемого осадка, а следовательно, количество его и объем сооружений, куда направляется осадок для дальнейшей обработки.

Обычно при открытии задвижки от иловой трубы в первый момент выпускается наиболее плотный осадок, но затем в образующуюся воронку устремляется более подвижная вода, которая выпускается вместе с илом, а часто при отсутствии контроля или должного режима выпуска — без ила [38].

Для выпуска более плотного осадка из радиальных отстойников рекомендуется [1] эту операцию делать 1—2 раза в смену. При этом необходимо следить за концентрацией осадка в колодце, прикрывать задвижку или временно закрывать ее полностью. При неоднократном повторении этих приемов выпускаемый осадок всегда будет плотнее, с меньшей влажностью.

Если, например, средняя концентрация выпускаемого активного ила была 0,3% по сухим веществам, что соответствует 3 г/л или влажности 99,7%, а затем удалось при рекомендуемом режиме выпуска увеличить концентрацию до 0,6%, что соответствует 6 г/л или влажности 99,4%, то это означает, что по сравнению с прежним количеством можно выпускать вдвое меньше ила.

Изменение объема ила при изменении концентрации можно определить по формуле

$$V_2 = \frac{V_1 (100 - p_1)}{100 - p_2},$$

где  $V_1$  — первоначальный объем ила в  $m^3$ ;

$V_2$  — объем ила после изменения концентрации в  $m^3$ ;

$p_1$  — первоначальная влажность ила в %;

$p_2$  — влажность ила в % после изменения концентрации.

Из формулы следует, что объем осадка изменяется обратно пропорционально проценту сухих веществ.

Необходимо заметить, что эта формула применима лишь при понижении влажности осадка до 75—65%, при дальнейшем уменьшении влаги уменьшается вес осадка, но не объем. Это явление, подтверждаемое опытами, объясняется упругостью твердых частиц. Оно наблюдается, например, при удалении воды из губки. Только при обработке, изменяющей структуру осадка (например, при термической сушке), можно добиться дальнейшего уменьшения объема.

На одной очистной станции летом 1969 г. автору удалось провести наблюдения за выпускаемым осадком из первичных отстойников и илом из вторичных отстойников, после аэрофильтров, при разных режимах выпуска (табл. 8).

Таблица 8

Результаты наблюдений

Режим выпуска ила	Концентрация ила по влажности в %			
	в начале выпуска	в середине выпуска	в конце выпуска	среднее значение
<b>А. При открытой задвижке</b>				
Первичный отстойник . . . . .	91,32	92,30	99,08	94,20
Вторичный » . . . . .	99,50	99,80	—	99,65
<b>Б. С прикрытием задвижки</b>				
Первичный отстойник . . . . .	87,72	91,76	97,56	92,50
Вторичный » . . . . .	99,10	99,32	99,51	99,30

Таким образом, режим выпуска ила с прикрытием задвижки позволит уплотнить выпускаемый осадок из первичных отстойников в среднем от 94,2% влажности до 92,5%, а ила из вторичных отстойников — от 99,65% влажности до 99,30%.

В дальнейшем при выпуске ила из вторичных отстойников 3 раза в сутки было достигнуто еще большее уплотнение, в среднем до 98—97,5% влажности.

**§ 45. Почему радиальный отстойник вышел из строя на 30 суток**

На одной очистной станции промышленного объекта создано аварийное положение с эксплуатацией первичных радиальных отстойников диаметром 28 м каждый. В этих отстойниках осадок (шлам) из центрального приемка перекачивается на карты шламонакопителя насосом по всасывающей трубе, начинающейся от приемка.

На отстойники сточные воды поступают сразу после грубой решетки с прозорами 50 мм. Эти стоки содержат значительное количество крупных и мелких отбросов, в том числе волокнистых.



На одном из отстойников всасывающий илопровод был засорен этими отбросами, и насос не смог откачать осадок. Попытки промыть всасывающий трубопровод водой под напором, а также прочистить его механическими средствами не дали положительных результатов. После 24 часов бесплодной работы отстойник пришлось остановить на ремонт. За это время в отстойнике накопилось шлама около 130 см. Скребок был деформирован и полностью вышел из строя, почти все тяги жесткости были сорваны и скручены.

После остановки отстойника и откачки воды приступили к очистке его от уплотненного шлама. Удаление шлама производилось с помощью грейфера.

На дно отстойника был спущен трактор «Беларусь» с отвальной лопатой, которая сгребала шлам со дна отстойника, подтаскивая его к грейферу.

После очистки, ремонта отстойника и ликвидации закупорки пришлось смонтировать новый скребок. В общей сложности на аварийный ремонт отстойника было потрачено 30 дней и более 8000 руб.

Следует заметить, что случаи засорения всасывающих иловых труб наблюдались и раньше, но их обычно устраняли обратной промывкой.

Эксплуатационники должны были действовать более решительно, не ожидая серьезных осложнений. Необходимо было заменить механизированную решетку с прозорами 50 мм на решетку с прозорами 20 мм или поставить дополнительно такую решетку. В этом случае первая решетка играла бы защитную роль для более надежной и экономичной работы второй 20-миллиметровой решетки.

## § 46. Грубые ошибки в эксплуатации биофильтров

### *Подача плохо отстоянной воды*

Одним из условий нормальной и долговременной работы биофильтра является предварительная очистка воды в отстойниках. К сожалению, нередко встречаются примеры, когда на биофильтры поступает вода, плохо отстоянная, с содержанием взвешенных примесей, намного превышающим нормируемые 100 мг/л.

На одной очистной станции в результате бесконтрольной работы отстойников и выноса из них грязевых частиц на биофильтры поступала сточная вода со взвешенными примесями, превышающими их содержание в воде до первичных отстойников.

Такое положение могло создаться в силу ряда причин, в частности, из-за несвоевременного и неполного удаления осадков из отстойников, а следовательно, переполнения отстойников осадками и выноса их вместе с водой.

Начальник очистной станции не нашел лучшего выхода, как отдать распоряжение направлять сточную воду на биофильтры, минуя отстойники.

Подобная практика эксплуатации неизбежно ведет к засорению и заилению биофильтров грязевыми примесями, к отложению их в толще загрузки и постепенному загниванию органических примесей, что приводит к снижению эффекта биологической очистки, а иногда и к выходу биофильтров из строя.

### *Повышенные нагрузки*

Повышенные нагрузки на биофильтры по взвешенным примесям или по БПК также неизбежно ведут к резкому ухудшению работы биофильтров.

На очистную станцию при заводе, оборудованную аэрофильтрами для биологической очистки сточных вод, поступала вода после отстойников с концентрацией по БПК<sub>5</sub> 1500—2000 мг/л и с рН=4,5÷5,0. Аэрофильтры работали с явно повышенными нагрузками, превышающими нормальные в 3—4 раза. В результате неудовлетворительной биологической очистки неоднократно ставился вопрос о закрытии завода.

Собранная комиссия из представителей завода, проектной, и строительной организаций, а также научно-исследовательского отраслевого института и санэпидстанции во время обследования аэрофильтров по подготовленному 4-метровому шурфу констатировала невозможность и бесполезность дальнейшей эксплуатации аэрофильтров из-за полного загрязнения гравийной загрузки разлагающимися примесями сточных вод. Комиссия отметила также неудовлетворительное состояние некоторых строительных элементов аэрофильтров вследствие коррозионного воздействия кислых сточных вод.

По подсчетам строительной и проектной организаций восстановление аэрофильтров с учетом затрат, связанных с выгрузкой гравия, промывкой, отсортировкой и обратной загрузкой по фракциям, оказалось по стоимости более дорогим, чем строительство новых.

Так, эксплуатационные ошибки привели к полной непригодности аэрофильтров стоимостью около 600 тыс. рублей. На данном объекте выстроены новые аэрофильтры, эксплуатируемые с нормальной нагрузкой.

*Как с помощью ломов обеспечивали «фильтрацию» воды  
через биофильтры*

Грубые ошибки в эксплуатации биофильтров, как правило, приводят к засорению их грязевыми примесями и к серьезным затруднениям для фильтрации поступающей сточной воды.

На двух очистных станциях автор наблюдал, как рабочие (орошальщики) ломами проделывали большие лунки для пропуска

застойной воды. Разумеется, подобный прием фильтрации воды ничего хорошего для очистки дать не мог. Напротив, эти потоки воды транзитом вытекали из сооружения, увлекая за собой загрязнения из биофильтра.

Приведенные выше ошибки являются результатом неправильной эксплуатации биофильтров, незнания их особенностей.

Плохая работа биофильтров проявляется не вдруг, а в процессе сравнительно длительной их работы. Во многих случаях восстановление нормальной работы биофильтра, при своевременных мерах, вполне возможно и зависит только от эксплуатационного персонала.

Как указано в правилах технической эксплуатации биофильтров [1], нормальная работа их определяется:

1. Надлежащей нагрузкой по воде и загрязнениям на единицу объема загрузочного материала. Количество воды, так называемая гидравлическая нагрузка, равна  $0,5—1,0 \text{ м}^3/\text{сутки}$  на  $1 \text{ м}^3$  загрузки (в зависимости от климатических условий и состава воды). Окислительная мощность  $1 \text{ м}^3$  загрузки колеблется от 150 до 300 г  $\text{O}_2$  в сутки.

2. Равномерным распределением сточной воды по поверхности биофильтра. Это условие достигается осмотром и регулировкой распределительной системы.

3. Свободным доступом воздуха внутрь биофильтра. Это контролируется анализами проб очищенной воды на содержание растворенного кислорода.

4. Поддержанием надлежащего состояния загрузочного материала, при этом:

а) если на поверхности биофильтра в некоторых местах появилась небольшая заболоченность, необходимо немедленно эти места разрыхлить, а в некоторых случаях промыть сильной струей воды;

б) если заболоченность наблюдается по всей площади некоторых биофильтров, то наряду с рыхлением надо обследовать загрузку, чтобы выяснить причину заболочиваемости и принять соответствующие меры;

в) если заболоченность получилась на всех фильтрах, необходимо снизить нагрузку на биофильтры, проверить вынос взвешенных примесей из первичных отстойников. Хорошо сказываются на работе биофильтров периодические перерывы в орошении на 5—10 дней;

г) для борьбы с заилением поверхности, кроме сильной промывки с рыхлением, хлорируют воду большими дозами из расчета  $35—50 \text{ г}$  на  $1 \text{ м}^2$  поверхности;

д) при более серьезных загрязнениях загрузки необходимо вырыть шурфы на глубину  $0,5—1,0 \text{ м}$ , иногда на всю глубину, чтобы выяснить степень загрязнения, сделать ситовой анализ загрузки.

В соответствии с результатами анализа производят частичную или полную пересыпку загрузки биофильтра.

## § 47. Биофильтры высотой 1,5 м с принудительной продувкой воздухом

На очистной станции биофильтры эксплуатировались с большой перегрузкой по БПК. Окислительная мощность 1 м<sup>3</sup> загрузки составляла 150 г О<sub>2</sub>, фактически допускалась двойная, тройная перегрузка.

Постепенно биофильтры заполнялись грязевыми примесями, стали работать неудовлетворительно, и в 1969 г. эффект их биологической очистки не превышал 30—40%.

В целях интенсификации работы биофильтров местный эксплуатационный персонал решил продувать их воздухом, для чего поставили вентилятор с электродвигателем мощностью 10 кВт для круглосуточной работы.

Разумеется, воздух уходил через боковые щели поддонного пространства, не имея возможности даже частично попасть в тело биофильтра из-за большого сопротивления загрязненной фильтрующей загрузки.

Таким образом, некомпетентность в эксплуатации биофильтров вызвала лишь дополнительные затраты электроэнергии в сумме 3500 руб в год, не принеся улучшения в работе перегруженных биофильтров

## § 48. В каком случае промывка биофильтра или аэрофильтра может дать отрицательный эффект

Во время строительства аэрофильтров все 10 секций, размером 20×15 м каждая, были загружены гравием прямо из карьера, без сортировки, обмывки и без соблюдения фракционности загрузки.

Эксплуатационный персонал не организовал тщательное наблюдение за загрузкой, и аэрофильтры с самого начала не давали расчетной окислительной мощности. В дальнейшем сами эксплуатационники ухудшили работу аэрофильтров, давая им двойную нагрузку по БПК и загрязняя тело фильтров примесями плохо отстоянной воды, а нередко кон-

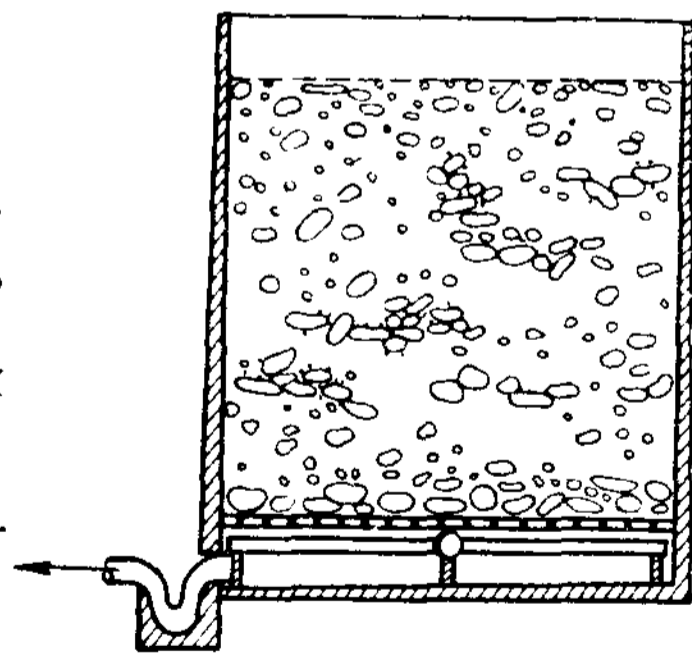


Рис 37 Биофильтр с застойными участками

центрированными выбросами производственных стоков. Аэрофильтры намного снизили эффект работы, очищая не больше чем на 30%.

На поверхности фильтров стали часто появляться застаивающиеся болотца. Этому немало способствовала неправильная загрузка фильтров, в результате чего в толще образовались участки, непроходимые для воды и воздуха (рис. 37).

В подобных случаях промывка верхней загрузки сильной струей воды, которой пользовались здесь, в соответствии с рекомендацией правил технической эксплуатации [1], дает обратный эффект. Смытые с поверхности грязевые примеси проникают глубоко в тело фильтра, образуя на непроходимых участках плотные грязевые отложения, которые удалить возможно лишь путем полной пере-сыпки фильтра. Такие участки резко ухудшают качество профильтровавшейся воды, насыщая ее дополнительными взвешенными примесями и газами анаэробного разложения.

На одной очистной станции автор встретился с еще худшим положением. На станции, отстоящей от города на 4 км, был поврежден 100-миллиметровый водопровод, который больше года не восстанавливался. Для промывки неудовлетворительно работающих аэрофильтров здесь пользовались плохо отстоянной сточной водой с БПК<sub>5</sub> 1300—1400 мг/л и с взвешенными примесями 500—600 мг/л.

При состоянии загрузки, близкой к описанной выше, усиленное нагнетание загрязнений в тело фильтра лишь ускоряет неизбежный выход его из строя.

#### **§ 49. Недостатки в работе очистных сооружений как результат ошибок при строительстве и приемке**

Очистные сооружения имели в своем составе две песколовки с круговым движением воды, два первичных радиальных отстойника, 12 карт аэрофильтров, два вторичных радиальных отстойника и выпуск в реку.

Уже с самого начала эксплуатации выявились следующие недостатки:

1. В песколовках скопилось большое количество уплотненных минеральных примесей, а гидроэлеватор откачивал воду с ничтожным содержанием этих примесей.

2. Из двух первичных радиальных отстойников один фактически превратился в септик. На поверхности появились пузырьки газа, свидетельствующие о гнилостном процессе разложения осадка. Выходящая вода имела запах сероводорода. На данном отстойнике скребок работал почти непрерывно (в целях максимального удаления осадка), но это не помогало.

3. Борты переливных желобов отстойников не были отрегулированы. На некоторых участках вода не переливалась в сборный желоб.

4. Спринклерные головки аэрофильтров оказались также неотрегулированными. Многие работали с малым радиусом разбрызгивания, а некоторые вовсе не разбрызгивали воду, и она фонтанчиком выливалась из головки спринклера.

Для устранения неполадок пришлось все эти сооружения останавливать. В результате обследования выяснилось следующее.

Гидроэлеваторы были смонтированы без разрыхлителей и потому плохо откачивали песок.

В остановленном отстойнике после полной откачки воды и осадка обнаружались недоделки по скребку и самому отстойнику.

Днище отстойника сделано не с одинаковым уклоном к приемку и поэтому нижние лопасти скребкового механизма, и без того высоко поднятые, возвышались над днищем на 10—30 см, при разных положениях скребка. В связи с этим внизу постоянно находился разлагающийся слой осадка, не удаляемый скребком.

Выяснилось также, что выделенный для приемки очистных сооружений начальник цеха очистки сточных вод оказался человеком малоопытным, не знающим, как правильно должны работать принимаемые сооружения.

К сожалению, последнее обстоятельство, от которого в большой мере зависит правильная эксплуатация очистных сооружений, встречается не редко. Между тем, ошибки в эксплуатации сооружений по существу начинаются при приемке и наладке их и даже раньше — при проектировании.

Приемка очистных сооружений [39] начинается с момента выявления дефектов строительства и монтажа не заполненных водой сооружений. Заинтересованные стороны составляют акт с дефектной ведомостью и сроками устранения недоделок.

После устранения обнаруженных недостатков переходят к гидравлическому испытанию сооружений на чистой воде. Здесь проверяется водонепроницаемость сооружений, горизонтальность переливных бортов, работа спринклеров или других распределителей воды и т. д. Последний этап проверки осуществляется во время пуска сточных вод и технологической наладки отдельных сооружений и всей очистной станции.

Особенно важно обратить внимание на установку приборов для контроля расхода воды, воздуха, ила и других показателей.

В процессе наладки эксплуатационный персонал должен пройти курс по изучению устройства сооружений, правил технической эксплуатации, техники безопасности и ведению учета работы.

После окончания пусковых и наладочных работ заказчик должен получить указания по эксплуатации очистных сооружений и способов устранения возможных отказов.

Следует обратить внимание на оборудование химико-бактериологических лабораторий, без которых контроль и наладка технологии очистки сточных вод невозможны.

Необходимо в целях повышения квалификации работников лабораторий и обслуживающего персонала организовать систематические занятия по специально составленной программе.

## § 50. Ошибки в эксплуатации иловых площадок

*Как хорошие иловые площадки превратились в «иловую яму»*

На одной небольшой очистной станции были построены три иловые площадки каждая размером 50×10 м на искусственном основании и с песчано-гравийным фильтрующим слоем. Для удобства напуска каждая площадка могла делиться еще на четыре

части с помощью разделительных деревянных щитов. Площадки имели систему дренажных труб для фильтрации иловой воды и отвода ее в приемный резервуар насосной станции. Уборка подсушенного ила предполагалась вручную с отвозкой его в отвал на запасную территорию. Вскоре эта запасная территория была отчуждена в пользу расположенного рядом завода.

Вместо организации регулярной вывозки подсушенного ила автотранспортом эксплуатационники поочередно полностью за-



Рис. 38. Вид иловых площадок, превратившихся в «иловую яму»

лили все площадки. В последующие годы площадки были залиты сверх валиков и превратились в одно зловонное иловое болото.

Никто не думал о расчистке и восстановлении иловых площадок, считая это делом безнадежным. Напротив, вокруг этого места была сделана насыпь, позволившая сбрасывать сюда и накапливать ил еще несколько лет (рис. 38).

Разумеется, все распределительные деревянные лотки были выброшены, фильтрующая система не действовала. Для выпуска ила из первичных и вторичных отстойников была проложена одна труба диаметром 250 мм, на 1,5 м выше насыпи.

Новые работники, не зная о когда-то существовавших здесь иловых площадках, ввели термин «иловая яма», который официально фигурировал в отчетах очистной станции.

### *Не всегда дешевые иловые площадки оправдывают себя*

Для средней очистной станции были запроектированы 40 иловых площадок с общей площадью 5 га. Проектом были предусмотрены площадки на бетонном основании с фильтрующей загрузкой из песка и гравия и с дренажным лотком.

Вскоре от строителей поступило рационализаторское предложение, предусматривающее значительное удешевление стоимости площадок. Предложение было принято, в том числе и заказчиком вместе с неопытными эксплуатационниками, которые разобрались в нем лишь в период эксплуатации. Предложение сводилось к замене бетонного основания естественным, с утрамбовкой щебня и с устройством поперек площадок дренажной канавы, заполненной гравием и щебнем. За пределами площадок эти дренажные канавы переходили в трубы для отвода иловой воды.

Уже в начальный период эксплуатации дренажные канавы быстро закальматировались, заплыли илом и полностью вышли из строя. Чтобы сохранить хоть частичную фильтрацию воды, эксплуатационники на выходных участках, где дренажные канавы переходили в трубы, сделали большую каменную наброску, но она заполнилась, затянута жидким илом. Процесс сушки ила сильно замедлился, осуществляясь лишь за счет испарения.

Пока 40 площадок не были заполнены, эксплуатационники были сравнительно спокойны, но когда настала необходимость быстрой уборки давно высохшего ила (за несколько напусков), наступило разочарование подобными «дешевыми» площадками.

Уборка производилась гусеничным трактором с бульдозером. Вместе с илом бульдозер срезал и щебенку с грунтом, превращая ил в малоценное удобрение. Большинство устроенных валиков было разрушено. После работы трактора с ковшем на площадках получились ямы, их пришлось заделывать, выравнивать основания площадок и восстанавливать валики. Подсчеты показали, что такие трудоемкие работы в течение двух лет по стоимости намного превысили экономию, полученную при строительстве малопригодных для эксплуатации и механизированной уборки естественных иловых площадок, вместо добротных площадок на бетонном основании.

### *Что должен знать эксплуатационник по иловым площадкам*

Иловые площадки в настоящее время являются наиболее надежным и простым средством обезвоживания осадков с влажностью от 93—99% до 80—70%. Для обеспечения механизированной уборки подсушенного осадка более пригодны площадки на прочном искусственном основании с дорогами для автотранспорта.

Наблюдения над опытными иловыми площадками, проведенные автором в течение 1967—1969 гг. в различных климатических районах, показали хорошую работоспособность и пригодность для эксплуатации иловых площадок на искусственном основании без фильтрующего песчано-гравийного слоя, но обязательно с дренажным лотком, который, возможно, и необходимо периодически промывать.

По правилам технической эксплуатации [1], слой единовременного напуска осадка летом равен 20—30 см. По нашим опытам, слой напуска в 50 см не уменьшает производительность иловых площадок.



В зависимости от климата и погодных условий периодичность напуска колеблется от 20 до 30 дней, по нашим данным — от 3 до 30 дней.

После уборки подсушенного осадка иловая площадка приводится в порядок (осмотр задвижек, труб, лотков, промывка дренажных лотков и, если необходимо, всей системы).

Эксплуатационник должен заботиться не только о сушке осадков на иловых площадках, но и об использовании их как ценного удобрения.

## § 51. Использование осадков

Использование полезных свойств осадков сточных вод представляет большую задачу, от решения которой в немалой степени зависит экономика очистных станций.

К сожалению, большое количество полезных отходов в осадках остается неиспользованным или используется весьма ограниченно. Между тем, они представляют немалую ценность для народного хозяйства.

Исследовательские работы, проведенные у нас и за рубежом позволяют наметить следующие реальные пути использования осадков сточных вод [40]:

- 1) в качестве ценного удобрения;
- 2) как белково-витаминный корм для животных и птиц;
- 3) получение из жировых примесей мыла, технических жиров и смазок;
- 4) получение из активного ила ценнейшего витамина  $B_{12}$ ;
- 5) получение из газа метантенков тепловой энергии;
- 6) получение из газа механической и электрической энергии;
- 7) использование газа для бытовых нужд;
- 8) превращение газа в заменитель бензина и др.

За последние годы у нас в СССР были выполнены специальные исследования, в первую очередь по линии использования осадков как удобрения, а активного ила — в качестве белково-витаминного корма для птиц и животных.

### *Осадки — ценное удобрение*

Осадки сточных вод, в том числе и промышленных, в первую очередь задержанные первичными отстойниками, представляют ценное органическое удобрение для овощных, зерновых, плодовых, ягодных, цветочных, кормовых культур.

По содержанию общего азота (3,0—6,0% по отношению к абсолютно сухим веществам), фосфорной кислоты (1,6—3,0%) они богаче навоза и лишь уступают по содержанию калия, которого в осадках в 6—10 раз меньше, чем в навозе.

За последние 3 года большие исследования, проведенные Сибирским институтом физиологии и биохимии растений, а также многими селекционными и другими опытными станциями на юге показали, что применение осадков как удобрения увеличивает уро-

жайность картофеля на 30—70%, зерновых культур на 15—25%, трав на 20% и больше.

Но успех использования осадков зависит не столько от доказательств ценности их, которых вполне достаточно, сколько от инициативности и настойчивости лиц и организаций, заинтересованных в использовании.

Необходимо добиваться рассмотрения этого вопроса перед соответствующими местными партийными организациями, районными, городскими и другими Советами и сельскохозяйственными отделами с привлечением научных и других заинтересованных организаций. Если ближайшие совхозы и колхозы первое время будут бесплатно забирать и вывозить подсушенные на площадках осадки, то и в этом будет не малое облегчение и экономия для очистных станций. Можно не сомневаться, что в дальнейшем эта проблема будет решена, и очистные станции будут материально заинтересованы в использовании осадков в качестве удобрения.

### *Использование активного ила*

Активный ил отличается большим содержанием белка (40—50% по отношению к сухим веществам) и немалым содержанием ценнейшего витамина  $B_{12}$  (8—30 г на 1 т сухих веществ), что делает его наиболее ценным из всех видов осадков для использования в народном хозяйстве [40].

Существующая технологическая схема обработки и сушки активного ила является многоступенчатой, сложной в эксплуатации и малоэффективной по использованию оборудования. По данной схеме избыточный активный ил вначале подвергается промывке, а затем уплотнению в отстойниках, где за 12—20 ч пребывания уплотняется с 99 до 98—97% влажности.

Затем этот ил поступает в цех химической обработки, где после перемешивания и контакта с хлорным железом, а потом с известью направляется в цех вакуум-фильтров. Работа больших барабанных вакуумов-фильтров связана с таким оборудованием, как вакуум-насосы, компрессоры, ресиверы, насосы для откачки фильтрата, узел ингибиторной кислоты для регенерации сетки, транспортеры.

Термическая сушка активного ила в случае применения барабанных вращающихся сушилок малопригодна из-за температуры сушки (700—800°С), при которой сгорает большая часть белков и уносится с газами большое количество сухого ила.

По температурным условиям сушки активного ила более пригодны вальцовые сушилки, но они малопроизводительны.

На рис. 39 приведена новая технологическая схема обработки и сушки активного ила, разработанная и проверенная в заводских условиях ВНИИ гидролиз, под руководством автора.

По данной схеме активный ил из вторичных отстойников подается на сепараторы, где уплотняется с влажности 99,5% до 95%. После сепараторов ил поступает сразу в распылительную

сушилку, где мгновенно превращается в тонкий сухой порошок с влажностью 8—10%.

Непосредственная сушка производится здесь при температуре 90—150° С. В высушенном виде активный ил вполне пригоден для

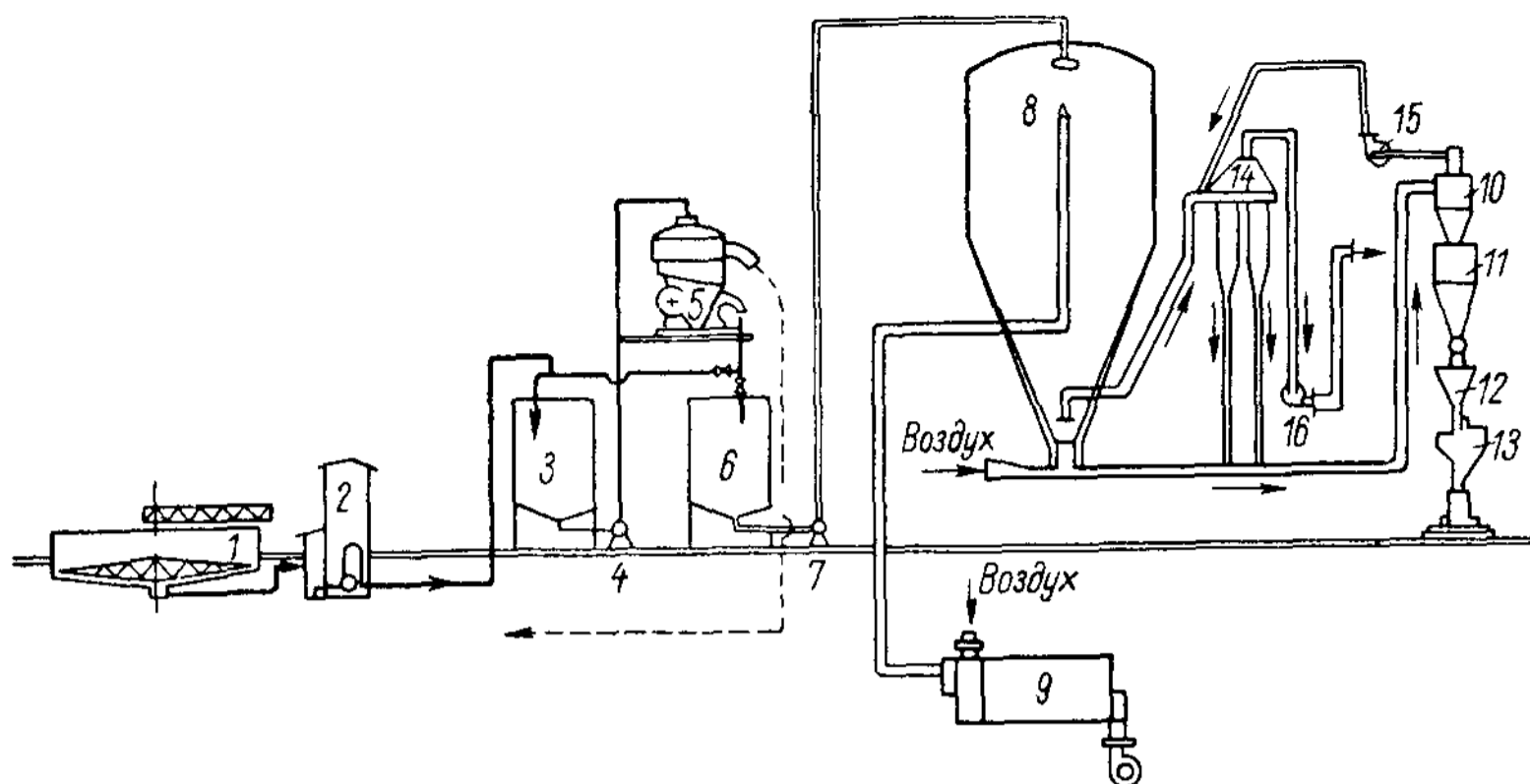


Рис 39 Новая технологическая схема обработки и сушки активного ила для получения биокорма

1 — вторичный отстойник, 2 — иловая насосная станция, 3 — резервуар, 4 и 7 — иловые насосы, 5 — сепаратор, 6 — резервуар для уплотненного ила, 8 — распылительная сушилка, 9 — топка, 10 — продуктовый циклон, 11 — бункер сухого продукта, 12 — распределительная воронка, 13 — упаковочная машина, 14 — очистительные циклоны, 15 — вентилятор для отсоса продуктовой пыли, 16 — вентилятор для удаления отходящих газов сушилки

употребления в качестве биокорма или сырья для получения кристаллического витамина  $B_{12}$ .

## § 52. Контроль за работой очистных сооружений

Для обеспечения нормальной и эффективной работы очистных сооружений и всей очистной станции необходимо систематически контролировать работу сооружений, сравнивая показатели сточной воды до и после очистки. Такой контроль может вовремя обнаружить недостатки в работе отдельных сооружений или всей очистной станции.

Нередки случаи, когда контроль за работой очистных сооружений ограничивается всего несколькими определениями. Так, на очистной биологической станции одного промышленного объекта, расположенного в засушливой зоне СССР, производительностью 28 тыс.  $m^3/сутки$  наиболее полный анализ воды выполнялся по программе:

- температура воды;
- окраска;
- активная реакция ( $pH$ );
- взвешенные вещества;
- окисляемость;
- БПК<sub>5</sub> и БПК<sub>20</sub>;
- общий азот.

Подобный контроль совершенно недостаточен для оценки, например, работы аэрофильтров, установленных на очистной станции. Здесь весьма важными определениями являются азот аммонийных солей, азот нитритных солей, азот нитратных солей и др.

Уместно заметить, что на данной станции биологическая очистка воды производилась неудовлетворительно

Так как промышленный объект с очистной станцией оказались в зоне расширения городской застройки, встала проблема переноса станции вместе с иловыми площадками. В связи с этим возник вопрос об использовании этих стоков и полной очистки их на полях орошения, которые для данной зоны могли бы быть наиболее оправданны.

Решение затянулось отчасти из-за отсутствия данных, характеризующих удобрительные свойства стоков, и данных о яйцах гельминтов. Полный анализ сточных вод, произведенный по методике, утвержденной МКХ РСФСР, обычно дает ответ на все вопросы, связанные с контролем очистки воды и ее оценкой.

К полному анализу воды, производимому не реже одного раза в 10 дней, относятся следующие показатели [1]:

взвешенные вещества при  $105^{\circ}\text{C}$  в  $\text{мг/л}$ ;

температура воды в  $^{\circ}\text{C}$ ;

прозрачность в  $\text{см}$ ;

цветность в градусах;

окраска;

хлориды в  $\text{мг/л}$ ;

азот общий в  $\text{мг/л}$ ;

азот аммонийных солей в  $\text{мг/л}$ ;

азот нитритных солей в  $\text{мг/л}$ ;

азот нитратных солей в  $\text{мг/л}$ ;

окисляемость ( $\text{O}_2$ ) в  $\text{мг/л}$ ;

БПК<sub>5</sub> и БПК<sub>20</sub> в  $\text{мг/л}$ ;

активная реакция ( $\text{pH}$ );

осадок по объему в  $\text{мл/л}$ .

В ряде случаев, при необходимости, определяют:

сульфаты в  $\text{мг/л}$ ;

фосфаты в  $\text{мг/л}$ ;

калий в  $\text{мг/л}$ ;

плотный остаток в  $\text{мг/л}$ ;

потерю при прокаливании.

Для характеристики осадка определяют:

влажность в %;

зольность в %;

химический состав (количество белков, жиров и углеводов).

Для бактериологического контроля определяют:

число бактерий в 1  $\text{мл}$  на мясопептонном агаре и на среде Эндо;

число яиц гельминтов.

В особых случаях программа показателей сточной воды и осадка может быть расширена.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### *Профилактические меры и нормы, обеспечивающие правильную и бесперебойную эксплуатацию водопроводных и канализационных сооружений*

Правильная эксплуатация, которая обеспечивает надежную и бесперебойную работу водопроводных и канализационных сооружений, требует повседневного внимания и ухода за оборудованием и сооружениями в соответствии с правилами технической эксплуатации [41, 1].

Выполнение этого положения предупреждает преждевременный износ оборудования и аварии, которые при ошибках в эксплуатации являются неизбежными.

Для своевременного выявления неисправности оборудования и недостатков в сооружениях, кроме осмотров дежурным персоналом, производятся плановые периодические осмотры. Последние осуществляются начальником цеха или главным инженером предприятия вместе с лицами, ответственными за ремонт и обслуживание сооружения или агрегата. Дефекты аварийного характера ликвидируются немедленно.

Периодичность осмотров и проведения текущего ремонта водопроводных и канализационных сооружений приводится в приложении 1.

Это приложение, как и два последующих, разработаны Министерством коммунального хозяйства РСФСР и утверждены Госстроем СССР как нормативные и обязательные документы. Они не распространяются на районы с повышенной сейсмичностью, просадочными грунтами и вечной мерзлотой [41].

Работы по текущему ремонту делятся на две группы: 1-я группа — профилактический ремонт, планируемый заранее, на который расходуется 75—80% отпускаемых средств на текущий ремонт; 2-я группа — непредвиденный ремонт, выполняемый в срочном порядке, на который расходуются остальные 20—25% средств, отпущенных на текущий ремонт.

План текущего профилактического ремонта составляется на основании описей, сделанных при периодических осмотрах. Осуществляется этот план либо эксплуатационным персоналом предприятия, либо силами ремонтных цехов, предусматриваемых на

крупных предприятиях. К приемке работ по текущему ремонту привлекаются мастера соответствующих цехов.

Периодичность капитального ремонта эксплуатируемых водопроводных и канализационных сооружений и оборудования приводится в приложении 2.

Объекты, намечаемые для капитального ремонта, должны оформляться соответствующей документацией в виде технического описания ремонтных и наладочных работ, составленных по материалам обследования. К капитальному ремонту относится смена изношенных конструкций, узлов, деталей или замена их. К этим работам относятся затраты по установке приборов для замера воды, газа, осадков, на автоматизацию и дистанционное управление. Если при проведении капитального ремонта производится модернизация оборудования, то на эти работы составляется отдельная проектная документация.

Капитальный ремонт производится за счет специальных амортизационных отчислений.

Ремонтные работы производятся как хозяйственным способом, так и подрядным. В первом случае контроль за работой осуществляется главным инженером предприятия или начальниками цехов, во втором случае — представителем заказчика (технадзор) или главным инженером предприятия.

Во всех случаях при контроле и приемке ремонтных работ предусматривается обязательное участие представителей эксплуатирующей организации.

Категорически запрещается принимать работы с недоделками или плохого качества.

Учитывая важность для эксплуатации производства текущего и капитального ремонта водопроводных и канализационных сооружений, в приложении 3 приводится с некоторыми сокращениями перечень видов работ, встречающихся наиболее часто при эксплуатации.

Периодичность осмотров и работ по текущему ремонту сооружений и оборудования систем водоснабжения и канализации

Сооружения и оборудование	Продолжительность периода в месяцах между.	
	осмотрами	текущими ремонтами (производятся по мере выявления, но не реже)
<i>I. Элементы сети</i>		
Трубопроводы . . . . .	2	6
Дюкеры . . . . .	2	6
Колодцы . . . . .	2	6
Задвижки . . . . .	2	12
Пожарные гидранты . . . . .	2	12
Водоразборные колойки . . . . .	1	6
Вантузы и предохранительные клапаны . . . . .	1	12
Домовые водопроводные вводы . . . . .	12	12
<i>II. Водозаборы и гидротехнические сооружения</i>		
Водозаборы, плотины, дамбы, каналы, водоспуски	1	6
Водяные скважины . . . . .	ежедневно	6
<i>III. Очистные сооружения</i>		
Водопровод:		
смесители и камеры реакции . . . . .	12	12
отстойники . . . . .	12	12
фильтры . . . . .	3	12
подземные резервуары и водонапорные башни	3	12
Канализация:		
песколловки . . . . .	6	12
решетки с ручной очисткой . . . . .	3	12
отстойники, контактные резервуары, двухъярусные отстойники . . . . .	6	12
метантенки . . . . .	6	12
аэротенки . . . . .	6	12
биофильтры и аэрофильтры . . . . .	2	6
иловые и песковые площадки, поля орошения и фильтрации . . . . .	6	12
канализационные выпуски . . . . .	6	12
лотки и каналы на очистных сооружениях . . . . .	6	12
<i>IV. Оборудование</i>		
а) Механическое:		
центробежные насосы, поршневые насосы, вакуум-насосы . . . . .	1	3
компрессоры . . . . .	1	2
двигатели внутреннего сгорания (дизели) . . . . .	1	2
Измерительные приборы:		
манометры, вакуумметры . . . . .	1	12
водомеры . . . . .	1	24
хлораторы (аммоизаторы) . . . . .	ежедневно	3
оборудование для коагулирования воды . . . . .	»	3

Сооружения и оборудование	Продолжительность периода в месяцах между:	
	осмотрами	текущими ремонтами (производятся по мере выявления, но не реже)
регуляторы скорости фильтрации (приборы для определения потери напора и скорости фильтрации) . . . . .	ежедневно	6
механические грабли . . . . .	1	3
дробилки молотковые . . . . .	1	6
илососы, илоскребы канализационных отстойников . . . . .	1	3
<b>б) Электротехническое:</b>		
электродвигатели . . . . .	2	6
силовые трансформаторы . . . . .	2	12
масляные выключатели . . . . .	2	12
разъединители . . . . .	2	6
трансформаторы тока и напряжения . . . . .	2	12
пусковые ящики, щиты низкого напряжения, реостаты . . . . .	ежедневно	6
щиты управления . . . . .	1	6
кабель, муфты, воронки . . . . .	3	12
воздушные линии электропередач . . . . .	1	12
заземление . . . . .	1	12
аккумуляторные батареи . . . . .	1	6
электроизмерительные приборы . . . . .	ежедневно	12
реле всех видов . . . . .	2	12

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**Периодичность работ по капитальному ремонту сооружений и оборудования систем водоснабжения и канализации**

Наименование элементов	Характер ремонта	Периодичность в годах
<i>I. Водопровод</i>		
Сеть водопровода со смотровыми колодцами и оборудованием	Смена негодных участков трубопровода	По мере необходимости
	Смена задвижек	20
	Ремонт задвижек	6
	Смена пожарных гидрантов	20
	Ремонт пожарных гидрантов	4
	Смена водозаборных колонок	10
	Ремонт водозаборных колонок	2
	» смотровых колодцев (без смены люков)	6
	Смена люков колодцев	20
Дюкеры	Гидропневматическая промывка	3



Наименование элементов	Характер ремонта	Периодичность в годах
Водоприемные сооружения для открытых источников	Ремонт крепления береговой полосы у водозабора	3
	Ремонт бетонного оголовка	3
	» донного водоспуска	5
	Смена щитовых затворов и решеток водоприемника	5
	Смена ряжей	10
	Очистка от наносов	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Водоприемные сооружения для закрытых источников	Ремонт насосов	5
	Ревизия насоса	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Основной комплекс очистных сооружений (отстойники, осветлители), фильтры всех систем, смесители и камеры реакции	Замена фильтра	10
	Ремонт осветлителей и камер реакции (стен, днища, перекрытия и дренажа)	2
	Ремонт фильтров и контактных осветлителей:	
	а) догрузка песка	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
	б) прочие работы	3
	Ремонт отстойников (стен, днища, перекрытия и дренажа)	3
Прочие очистные сооружения (баки растворотстойные для коагулянта и хлорной извести)	Ремонт	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Резервуары чистой воды: железобетонные заземленные; кирпичные с железобетонным перекрытием, заземленные; металлические	» конструкций	10
	» »	5
	» »	3
Водонапорные башни: кирпичные и железобетонные	» здания башни	10
	» бака	3
	» внутренних трубопроводов и аппаратуры	5
металлические	Ремонт бака	3
	» внутренних трубопроводов и аппаратуры	5
деревянные	Ремонт здания башни	5
	» бака	5
	» внутренних трубопроводов и аппаратуры	5
Насосы водопроводные для открытых источников (без электромоторов)	Смена вала и рабочего колеса	3
	Ревизия с заменой втулок, подшипников, резин, прокладок	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Хлораторы и аммонизаторы	Ремонт и замена деталей	1
<i>II. Канализация</i>		
Наружная канализационная сеть (трубопроводы с фасонными частями и арматурой)	Замена поврежденных участков трубопроводов	По мере необходимости
Смотровые колодцы	Капитальный ремонт	5
Дюкеры	» »	3

Наименование элементов	Характер ремонта	Периодичность в годах
Приемные резервуары	Ремонт стен, днища, перекрытия и др.	5
Песколовки	Очистка от заиления	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
	Ремонт стен:	5
	а) железобетонных	3
	б) кирпичных	3
	Вскрытие и ремонт дренажа	5
	Замена деревянных шиберов, настила	5
Отстойники первичные и вторичные железобетонные	Ремонт	5
	Очистка от осадка	2
Отстойники первичные и вторичные кирпичные	» » »	2
Двухъярусные отстойники железобетонные	Ремонт	3
	»	5
	Очистка от осадка	3
Метантенки железобетонные	Ремонт и очистка от осадка	5
Иловые и песковые площадки, поля фильтрации и поля орошения	» подводящей и дренажной сети, а также планировка откосов	3
Биофильтры и аэрофильтры кирпичные и железобетонные	Смена и пересыпка загрузки с ремонтом дренажа	5
	Промывка верхнего загрузочного слоя	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
	Ремонт кладки стен, трубопроводов и распределительных устройств	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Аэротенки железобетонные	Ремонт наружных стен и днища, ремонт трубопроводов, смена задвижек и распределительных устройств	10
	Частичная смена фильтросных пластин	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Выпускные устройства	Ремонт	5
Распределительная сеть на очистных сооружениях	»	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Илопроводы	Замена отдельных поврежденных участков	По мере необходимости
Решетки с механическими граблями	Ремонт с заменой износившихся частей	То же
Решетки с ручной очисткой	Ремонт	5
Дробилки	» с заменой износившихся частей	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Насосы канализационные	Полная ревизия с разборкой, регулировкой и заменой частей	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Затворы разные	Ремонт оковки, подъемного устройства	2
Задвижки на насосных станциях	Ревизия со сменой износившихся деталей	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Илоскребы, илососы	Ремонт с заменой износившихся деталей	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Хлораторы	Ревизия со сменой негодных мембран, запорной и регулирующей аппаратуры	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>

Перечень основных видов работ по текущему и капитальному ремонту сооружений и оборудовании систем водоснабжения и канализации

Наименование объектов	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
<i>I. Оборудование водопроводных и канализационных сетей</i>		
Задвижки	Набивка сальников и подтяжка гаек Смена болтов, прокладок Окраска корпуса	Разборка задвижек, чистка, смазка, замена износившихся частей, шабровка, расточка, замена уплотнительных колец
Пожарные гидранты	Ремонт крепления, смена болтов и прокладок Окраска корпуса	Замена изношенных задвижек Ремонт с заменой изношенных частей Смена негодных гидрантов Врезка новых пожарных подставок с установкой гидрантов
Водоразборные колонки	Ремонт неисправных колонок на месте с проверкой работы эжектора и других частей колонки Окраска корпуса	Ремонт с заменой износившихся деталей Ремонт и асфальтирование площадок и отводных лотков Замена полностью износившихся колонок Замена колонок устаревших конструкций на новые, усовершенствованные Установка указательных табличек
Вантузы и предохранительные клапаны	Замена болтов, прокладок, регулировка работы Окраска	Ремонт со сменой изношенных деталей и проверкой работы Замена полностью износившихся вантузов или предохранительных клапанов
Домовые водопроводные вводы	Ремонт отдельных поврежденных мест	Перекладка изношенных труб ввода Химическая, гидропневматическая или механическая чистка ввода для восстановления его пропускной способности Присоединение отдельных домов к водопроводной и канализационной сетям Смена водомеров Установка регуляторов давления на водопроводных вводах Перевязка водомерных узлов, выноска водомеров из прямков и колодцев Смена изношенных хомутов и седелок

Наименование объектов	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
Трубопроводы	<p>Заделка мест отдельных утечек постановкой ремонтных муфт, хомутов или сваркой</p> <p>Подчеканка отдельных раструбов</p> <p>Проверка на утечку отдельного участка сети</p>	<p>Замена участков труб, пришедших в негодность, с одновременной заменой труб в отдельных случаях на другой материал (общая протяженность таких участков не должна превышать 200 м на 1 км)</p> <p>Обследование сетей на утечку на участке, подлежащем капитальному ремонту, с применением специальных приборов с опрессовкой этого участка водой, с последующей ликвидацией обнаруженных неисправностей</p> <p>Химическая или гидропневматическая промывка сети или механическая прочистка ее с промывкой водой, применяемые вместо перекладки заросших участков</p> <p>Полная замена гидроизоляции и теплоизоляции трубопроводов с восстановлением и заменой коробов и футляров</p> <p>Перечеканка и заделка стыков</p> <p>Противокоррозионная защита наружных трубопроводов</p>
Колодцы и камеры	<p>Устранение свищей, заделка отдельных мест расстроенной кладки</p> <p>Ремонт ходовых скоб и лестниц</p> <p>Ремонт отдельных мест штукатурки, стен и лотков колодцев</p>	<p>Ремонт кирпичной кладки колодцев и камер с разборкой и заменой перекрытия кирпичных сводов, стальных балок</p> <p>Демонтаж и замена изношенной арматуры и фасонных частей</p> <p>Замена изношенных лотков и крышек</p> <p>Перекладка горловин и камер</p> <p>Перенабивка пришедших в негодность лотков и днища</p> <p>Штукатурка колодцев заново</p> <p>Замена пришедших в негодность деревянных колодцев на кирпичные или из сборного железобетона</p> <p>Смена и ремонт настилов в камере с задвижками большого диаметра</p> <p>Смена лестниц и ходовых скоб</p> <p>Полное восстановление гидроизоляции колодцев</p>

Наименование объектов	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
<p>Дюкеры и водовыпуски</p>	<p>Очистка дюкеров от грязи            Частичная (до 50%) планировка откосов            Смазка и окраска затворов и шиберов</p> <p>Скашивание трав на откосах            Ремонт отдельных мест штукатурки</p>	<p>Перекладка оголовков дюкеров и водовыпусков            Замена гидроизоляционных шпонок и шпунтов дюкеров и полное восстановление гидроизоляции трубопроводов и каналов дюкера            Замена участков труб дюкеров            Перечеканка стыков железобетонных труб дюкеров            Ремонт всплывших откосов с заменой их крепления на более долговечное            Ремонт ограждения дюкеров            Смена затворов, шандор и шиберов            Планировка откосов каналов и насыпей при объеме работ более 50%            Ремонт штукатурки</p>
<p><i>II. Оборудование насосных станций и очистных сооружений</i></p> <p>Центробежные насосы</p>	<p>Смена прокладок, набивка сальников</p> <p>Смена уплотнительных колец            Снятие крышек и устранение разбега ротора            Масляная окраска насоса и подводящих трубопроводов            Смена подшипников, центровка насосов</p>	<p>Полная ревизия с разборкой, очисткой, регулировкой и заменой частей            Балансировка рабочего колеса            Смена вала, правка вала обточкой, шлифовка шеек вала и уплотняющих колец            Смена рабочих колес (дисков) и направляющих аппаратов</p> <p>Перезаливка или смена вкладышей подшипников            Испытание с проверкой и регулировкой работы насосов после ремонта            Замена изношенных, устаревших насосов на насосы более совершенные и экономичные (замена насосов производится поагрегатно, т. е. одновременно с электродвигателем, рамой и подводящими коммуникациями)</p>
<p>Вакуум-насосы</p>	<p>Смена сальников и прокладок            Смена уплотнительных колец            Ремонт или смена втулок</p>	<p>Полная ревизия с разборкой и заменой износившихся частей</p> <p>Смена вала или обточка и шлифование его</p>

Наименование объектов	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
Вакуум-насосы		Проточка и шлифовка лопастного колеса
Компрессоры	Шлифование пальцев и шатуна Пригонка к параллелям и центровка крейцкопфа Ремонт арматуры и регулятора давления Притирка и регулировка предохранительных клапанов Очистка или замена фильтров Очистка воздухоборника Замена прокладок	Смена лопастного колеса Расточка цилиндров Смена поршней с поршневыми кольцами Смена коленчатого вала или шлифовка шеек Замена вкладышей подшипников или их ремонт Смена масляного насоса и маслопровода Смена труб промежуточного холодильника с чисткой его Смена шатунов с шатунными болтами
Механические грабли	Подтяжка и замена болтов Очистка, смазка узлов, смена прокладок, болтов, регулировка  Разборка, чистка, смазка и регулировка работы редукторов Ремонт стержней решетки со сваркой Окраска	Испытание компрессора после капитального ремонта Полная ревизия с разборкой, чисткой, регулировкой и заменой износившихся частей (рабочей цепи, лигнофелевых втулок, грабель, звездочек и др.) Вскрытие подшипников с промывкой, смазкой, регулировкой. Смена подшипников Наладка работы после капитального ремонта Замена изношенных граблей новыми, более совершенными
Дробилки молотковые	Чистка, смазка узлов, смена прокладок, болтов, регулировка работы  Вскрытие подшипников с промывкой, смазкой и регулировкой Окраска металлических поверхностей  Смена подшипников	Полная ревизия с разборкой, чисткой, регулировкой и заменой износившихся частей (стержней-осей, молотков, гребенок, решетки) Наладка работы после капитального ремонта  Замена изношенных дробилок новыми, более совершенными
Илоскребы радиальных отстойников (типа Люблинской станции аэрации)	Чистка, смазка, смена болтов и мелких деталей, регулировка работы	<p style="text-align: center;"><i>1. Ходовая часть</i></p> Замена чугунных втулок подшипников

Наименование объектов	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
Илоскребы радиальных отстойников (типа Люблинской станции аэрации)	<p>Разборка, чистка, смена масла, регулировка работы редуктора</p> <p>Ремонт скребков со сваркой</p> <p>Ремонт деревянного настила фермы</p> <p>Окраска конструкций илоскреба</p>	<p>Ремонт (подварка и проточка) или смена стальных скатов</p> <p>Смена цепей Галля</p> <p>Перетяжка узкоколейных рельсов пути с заменой креплений рельсов</p> <p>Смена бронзовых вкладышей подшипников редуктора</p> <p>Регулировка работы ходовой части илоскреба</p> <p><i>II. Ферма и центральная опора</i></p> <p>Ремонт сферического оголовка с разборкой, чисткой и сменой негодных деталей</p> <p>Ремонт опорного металлического хомута</p> <p>Замена части уголков фермы » деревянного настила фермы</p> <p>Опускание фермы на место, регулировка хода</p> <p><i>III. Подводная часть</i></p>
Хлораторы (аммонизаторы) системы ЛОНИИ-1 и другие системы вакуумные и напорные	<p>Разборка, чистка и сборка хлоропровода с заменой вышедших из строя трубок и прокладок</p> <p>Осмотр, промывка и просушка промежуточного баллона</p> <p>Чистка, ремонт и опрессовка хлорных вентилях и запорных клапанов</p> <p>Прочистка, промывка и регулировка редукторов, клапанов, ротаметра, эжектора</p> <p>Окраска металлических поверхностей</p> <p>Проверка на герметичность с устранением утечек и регулировка</p>	<p>Замена износившихся скребков</p> <p>Смена холодных вентилях, фильтра, мембран в камере манометров и редукционных клапанов, поврежденных стекол смесителя и ротаметра</p> <p>Разборка, чистка и регулировка узлов при смене в них вышеуказанных деталей</p> <p>Проверка на герметичность всех соединений хлораторной установки с устранением утечек, наладка работы хлоратора</p> <p>Ремонт или замена изношенных сосудов — испарителей хлора и аммиака и их газопроводов</p>

Наименование объектов	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
<p>Оборудование для коагулирования воды (дозаторы, мешалки)</p> <p>Регуляторы скорости фильтрации Приборы для определения потери напора и скорости фильтрации</p>	<p>Ремонт оборудования на месте</p> <p>Регулирование растворных и дозирующих устройств</p> <p>Проверка точности показаний</p> <p>Мелкий ремонт на месте</p> <p>Ремонт гидравлических коммуникаций приборов</p>	<p>Ремонт оборудования с демонтажем и заменой износившихся деталей и частей</p> <p>Устройство приспособлений, улучшающих растворение коагулянта</p> <p>Ремонт прибора или его замена</p>
<p><i>III. Водозаборы и гидротехнические сооружения</i></p>		
<p>Береговые приемные колодцы и приемные камеры водозаборов, совмещенные с насосными станциями</p> <p>Ряжевый и бетонный оголовки водоприемника</p>	<p>Очистка от ила, промывка колодцев, камер и ковшей</p> <p>Чистка и ремонт решеток (сеток) и щитовых затворов</p> <p>Окраска металлических поверхностей с очисткой от ржавчины</p> <p>Затирка с железнением стен колодцев, камер и оголовков ковшей</p> <p>Обследование состояния оголовка с помощью водолаза</p>	<p>Ремонт стен и днища колодцев, камер и береговых открылков водозаборов</p> <p>Смена решеток или сеток водоприемников и щитовых затворов</p> <p>Разборка и ремонт приводов вращающихся сеток, замена сеток</p> <p>Смена ходовых скоб и лестниц</p> <p>Ремонт крепления береговой полосы у водозабора и в приемном ковше с заменой креплений</p> <p>Ремонт грязевых эжекторов и промывных устройств сеток</p> <p>Смена ряжа с загрузкой и отсыпкой камня</p> <p>Демонтаж и монтаж стальных самотечных труб оголовков</p> <p>Ремонт обогревательной решетки для борьбы с донным льдом и шугой</p>
<p>Водяные скважины</p>	<p>Проверка состояния скважин, пробная откачка воды</p> <p>Смена изношенных деталей насоса, переделка сальников, смена отработавшего масла в масляных ваннах</p>	<p>Постройка и разборка буровой вышки при капитальном ремонте скважины</p> <p>Монтаж и демонтаж существующего оголовка водоприемника</p>



Наименование объектов	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
<p>Водяные скважины</p>	<p>Установка пневматического указателя для определения статического и динамического уровней</p> <p>Определение характера и величины заиления или засора водоприемной части скважины</p> <p>Чистка водоприемной части скважины от заиления и засора</p> <p>Опускание водоподъемных и воздухоподъемных труб эрлифта на новую отметку</p> <p>Хлорирование скважины с целью обеззараживания ее по предписанию санэпидстанции</p>	<p>Монтаж и демонтаж насоса и водоподъемных или воздушных труб эрлифта и замена их</p> <p>Обследование технического состояния скважины, обсадных труб, фильтра и замена их</p> <p>Чистка стенок обсадных труб и фильтров</p> <p>Чистка скважины от обвала и посторонних предметов, подъем упущенных насосов и их деталей</p> <p>Крепление скважины новыми колоннами обсадных труб</p> <p>Переход на эксплуатацию другого водоносного горизонта этой же скважины</p> <p>Восстановление производительности скважины путем торпедирования или обработки соляной кислотой</p> <p>Цементация затрубного или межтрубного пространства и разбуривание цементной пробки</p> <p>Замена пришедшего в негодность водоподъемного оборудования — глубоководного насоса с электродвигателем или эрлифта</p> <p>Пробная откачка воды из скважины</p> <p>Хлорирование после ремонта скважины</p> <p>Замена водоподъемника малой производительности или несовершенной конструкции на насос с электродвигателем большей производительности, экономичной конструкции</p> <p>Заделка (тампоаж) скважины</p>
<p><i>IV. Очистные сооружения водопровода</i></p> <p>Отстойники (осветлители)</p>	<p>Ремонт задвижек и подтяжка креплений задвижек, щитов и клапанов</p>	<p>Смена задвижек, ходовых скоб, щитов</p> <p>Смена настила и других деревянных элементов</p>

Наименование объектов	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
Отстойники (осветлители)	<p>Ремонт и покраска люков, лестниц, скоб и т. д.</p> <p>Испытание на утечку</p> <p>Промывка и хлорирование после ремонта</p>	<p>Вскрытие и ремонт дренажа вокруг отстойника</p> <p>Наладка работы по заданному режиму</p> <p>Переоборудование отстойника в осветлитель, работающий с более высоким технологическим эффектом (без изменения основной конструкции отстойника)</p> <p>Ремонт или замена изношенных щитовых затворов и трубопроводов</p>
Фильтры всех систем (контактные осветлители системы АКХ, скорые двухслойные, большой грязеемкости и др.)	<p>Предварительная промывка загрузки</p> <p>Очистка и промывка внутренних поверхностей фильтра</p> <p>Ремонт задвижек и щитов на месте</p> <p>Ремонт мешалок без демонтажа</p> <p>Ремонт штукатурки, местами железнение</p> <p>Прочистка и промывка трубопроводов распределительной системы</p> <p>Ремонт воздухопроводов</p> <p>Проверка на горизонтальность переливных кромок желобов</p> <p>Замена отдельных элементов системы управления задвижками</p> <p>Окраска металлических поверхностей</p> <p>Испытание на утечку</p> <p>Дезинфекция фильтров хлорированием</p>	<p>Полная перегрузка или догрузка песка с рассевом и промывкой</p> <p>Догрузка гравия</p> <p>Ремонт дренажа с частичной заменой, изменение конструкции дренажа</p> <p>Удаление песка из-под дренажа</p> <p>Разборка и ремонт задвижек с заменой изношенных деталей, смена задвижек и приводов задвижек</p> <p>Смена деревянных элементов (решеток и др.)</p> <p>Смена участков трубопроводов</p> <p>Ремонт повреждений со вскрытием стен и дренажа</p> <p>Замена на фильтрах системы управления задвижками</p> <p>Наладка работы фильтров по заданному технологическому режиму</p> <p>Переоборудование фильтров в фильтры АКХ или в фильтры большой грязеемкости, работающие с более высоким технологическим эффектом</p> <p>Частичное изменение коммуникаций трубопроводов с установкой задвижек</p> <p>Ремонт изоляции трубопроводов и емкостей раствора коагулянта</p>

Наименование объектов	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
<p>V. Очистные сооружения канализации</p>		
<p>Песколовки</p>	<p>Чистка и промывка от грязи</p> <p>Ремонт местами штукатурки с затиркой и железнением; ремонт мелких трещин</p> <p>Окраска металлических поверхностей</p> <p>Ремонт шиберов</p>	<p>Ремонт поврежденных мест стен и днища с их вскрытием</p> <p>Вскрытие и ремонт дренажа с заменой негодных частей его</p> <p>Ремонт гидроэлеватора с заменой износившихся частей</p> <p>Замена деревянного настила, шиберов</p> <p>Наладка работы по заданному режиму</p>
<p>Решетка с ручной очисткой</p>	<p>» решеток (смена отдельных стержней, болтов)</p> <p>Ремонт ящиков (контейнеров) для отбросов</p>	<p>Смена решетки</p>
<p>Первичные и вторичные отстойники, контактные резервуары, двухъярусные отстойники, замерыные камеры</p>	<p>Промывка отстойников (резервуаров) и желобов от грязи</p> <p>Ремонт задвижек, шиберов со сменой прокладок, болтов</p> <p>Окраска металлических поверхностей</p> <p>Испытание на утечку</p>	<p>Чистка от осадка</p> <p>Ремонт лотков и приспособлений для сбора корки</p> <p>Ремонт илопроводов</p> <p>Смена задвижек, шиберов</p> <p>Наладка работы по заданному режиму</p> <p>Переоборудование первичных отстойников в биокоагуляторы и прочие работы по интенсификации сооружений</p>
<p>Метантеики</p>	<p>Промывка метантеика</p> <p>Ремонт местами штукатурки с затиркой и железнением</p> <p>Ремонт задвижек, затворов со сменой прокладок, болтов</p> <p>Ремонт изоляции трубопроводов отдельными местами</p> <p>Окраска металлических поверхностей</p> <p>Испытание на утечку и газопроницаемость</p>	<p>Чистка от осадка при работах внутри метантеика</p> <p>Ремонт поврежденных мест стен днища и покрытия</p> <p>Ремонт и замена негодной изоляции купольного покрытия и трубопроводов</p> <p>Ремонт с заменой участков трубопроводов (отопительных, газовых, иловых, циркуляционных)</p> <p>Замена негодных задвижек и шиберов</p> <p>Ремонт с заменой износившихся частей гидроэлеватора или мешалки</p> <p>Наладка работы метантеика</p>

Наименование объектов	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
Аэротенки	Промывка аэротенков Чистка фильтросных плит Ремонт местами штукатурки с затиркой и железнением Ремонт задвижек с заменой прокладки и болтов Ремонт настилов Окраска металлических поверхностей Испытание аэротенков на водонепроницаемость	Чистка от ила Ремонт поврежденных мест стен и днища Ремонт воздухопроводов с заменой негодных участков Смена фильтросных плит Смена задвижек и распределительных устройств Наладка работы аэротенков
Биофильтры обычные с катухими оросителями и аэрофильтры	Очистка и промывка поддонных каналов Ремонт отдельных мест кладки Ремонт и чистка спринклерных головок или других распределительных устройств Замена подшипников, частичная замена корытец, хомутов, прокладок и уплотнений, смена болтов и шпилек. Рыхление и выравнивание загрузки Ремонт и чистка задвижек и трубопроводов с заменой прокладок Масляная окраска металлических поверхностей	Перекладка негодной кирпичной кладки стен и ремонт железобетонных стен Ремонт бетонных поверхностей поддона с железнением Замена осей подшипников направляющих роликов, корытцев, хомутов, задвижек на сифоне, сборка и регулировка их Пересыпка загрузки с промывкой или сменой ее Смена сприклерных головок или других распределительных устройств на новые Ремонт трубопроводов с заменой износившихся участков
Песковые площадки	Осмотр, заделка отдельных промоин в валах Скашивание трав и уборка территории Ремонт отдельных мест штукатурки и перепусков Разравнивание слоя песка	Смена песка с песковых площадок Ремонт и отсыпка ограждающих валиков с уплотнением грунта до естественной плотности Ремонт сети, арматуры и колодцев (см. соответствующие пункты Положения) Смена дренажных систем и ремонт осушительных канав

Наименование объектов	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
Песковые площадки		<p>Ремонт кирпичных выпусков и перепусков с заменой их на железобетонные сборные</p> <p>Замена дренажного слоя и дренажных труб</p> <p>Замена крепления откосов осушительных канав</p> <p>Ремонт дорог и переездов (см. соответствующие пункты Положения)</p> <p>Наращивание валков и перепусков с целью увеличения рабочего объема площадок</p> <p>Планировка откосов валиков и днща площадок</p>
Поля фильтрации	<p>Перепахивание карт розлива</p> <p>Скашивание травы, срубка кустарника,</p> <p>Засыпка отдельных промоин</p> <p>Мелкий ремонт перепусков, валиков и выпусков</p> <p>Ремонт местами штукатурки разводных каналов и канав</p>	<p>Ремонт и отсыпка ограждающих валиков с уплотнением грунта до естественной плотности</p> <p>Ремонт разводящей сети и разводных канав с заменой материала труб и диаметров и изменением сечения разводных канав</p> <p>Замена самотечной сети на напорную</p> <p>Перекладка выпусков и перепусков с заменой кирпичных на железобетонные монолитные и сборные</p> <p>Восстановление и устройство гидроизоляции перепусков, смена гидроизоляционных устройств</p> <p>Замена шиберов и затворов на выпусках и перепусках</p> <p>Смена дренажа и дренажного слоя</p> <p>Перепланировка карт с перемещением валиков, наращивание валиков и перепусков с целью увеличения рабочего объема карты</p> <p>Уширение валиков для обеспечения проезда автомашин</p> <p>Планировка карт с подвозкой грунта и засыпка резервов грунта, ям, размывов, выемок</p> <p>Восстановление всех водоотводных устройств, осушительных канав</p>

Наименование объектов	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
Поля фильтрации		<p>Приспособление полей фильтрации под розлив жидкости с повышенной концентрацией взвешенных веществ</p> <p>Замена крепления откосов на более долговечные</p>
Иловые площадки	<p>Очистка самотечной разводящей сети от грязи</p> <p>Спуск газа на иловой сети, прочистка вантузных устройств</p> <p>Смена сальников и прокладок на арматуре иловой сети, подтяжка болтов</p> <p>Скашивание травы и срубка кустарника</p> <p>Засыпка отдельных промои в валиках с подвозкой грунта</p> <p>Ремонт отдельных мест штукатурки колодцев, камер и самотечной сети</p> <p>Проверка на утечку отдельных участков напорной иловой сети</p> <p>Вывозка осадка при влажности не более 80%</p> <p>Перепахивание карт розлива</p>	<p>Ремонт и отсыпка ограждающих валиков с подвозкой грунта, уширением их для обеспечения проезда автомашин, наращиванием валиков для увеличения рабочего объема карт, уплотнением грунта до естественной влажности, устройством противофильтрационных шпонок и экранов</p> <p>Ремонт разводящей сети</p> <p>Перекладка выпусков и перепусков с наращиванием их, ремонтом штукатурки и гидроизоляции и устройством гидроизоляционных шпонок</p> <p>Замена деревянных выпусков на кирпичные и кирпичных на железобетонные и бетонные</p> <p>Замена затворов, шапдор и шиберов на выпусках и перепусках</p> <p>Смена дренажной сети и замена дренажного слоя, восстановление всех водоотводных устройств и осушительных канав</p> <p>Перепланировка карт с перемещением валиков для рационального использования площадей и укрупнения карт</p> <p>Планировка валиков, откосов и карт с засыпкой резервов грунта, углублений, размывов и выемок</p> <p>Замена крепления откосов на более долговечные</p>

## ЛИТЕРАТУРА

1. Министерство коммунального хозяйства РСФСР. Правила технической эксплуатации водопроводов и канализаций. Стройиздат, 1965.
2. Д. Т. Данилов. Эксплуатация канализационной сети. Изд. Мин. ком. хоз. РСФСР, 1954.
3. Г. П. Маньковский и др. Водоснабжение промышленных предприятий и населенных мест, часть I. Стройиздат, 1938.
4. А. И. Береза. Борьба с обмерзанием водоприемных сооружений. «Водоснабжение и санитарная техника», № 11, 1958.
5. П. В. Горюнов. Испытание решеток на устойчивость против обмерзания. «Водоснабжение и санитарная техника», 1, 1964.
6. С. К. Абрамов, М. П. Семенов и А. М. Чалищев. Водозаборы подземных вод. Госстройиздат, 1956.
7. С. В. Комиссаров. Опыт забора воды из мелкозернистых песков в Подмосковном угольном бассейне. «Водоснабжение и санитарная техника», № 10, 1964.
8. С. Я. Суреньянц. Эксплуатация водяных скважин. Изд. Мин. ком. хоз. РСФСР, 1961.
9. Г. М. Гохлер и Н. Н. Омелин. Опыт эксплуатации глубинных насосов. «Водоснабжение и санитарная техника», № 4, 1961.
10. С. Е. Робакон. Опыт эксплуатации артезианских погружных насосов. «Водоснабжение и санитарная техника», № 12, 1960.
11. Е. В. Салтыков. Проектирование зон санитарной охраны источников водоснабжения. Изд. Мин. ком. хоз. РСФСР, 1960.
12. Строительные Нормы и Правила, ч. IV. Госстройиздат, М., 1955.
13. М. М. Блувштейн, Е. Д. Бабенков. Пуск и наладка очистных сооружений водопровода. Госстройиздат, М., 1964.
14. А. А. Кастальский, Д. М. Минц. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения. Изд-во «Высшая школа», 1962.
15. Н. Н. Абрамов, Н. Н. Гениев, В. И. Павлов. Водоснабжение. Госстройиздат, 1958.
16. И. Дриз. Опыт борьбы с запахами и привкусами воды на Винницком водопроводе. «Жилищно-коммунальное хозяйство», № 7, 1954.
17. Л. А. Кульский. Основы технологии кондиционирования воды. Изд. АН Укр. ССР, 1963.
18. Министерство коммунального хозяйства РСФСР. Автоматическая безба-шенная водокачка ВЭ-2,5. Пенза, Механический завод, 1956.
19. К. З. Пивень. Автоматические насосно-пневматические установки для водопроводов малой производительности. «Водоснабжение и санитарная техника», № 11, 1963.
20. Г. С. Попкович. Автоматизация и диспетчеризация систем водоснабжения и канализации. Госстройиздат, 1967.
21. Ф. Ф. Карпов, В. Н. Козлов, О. Г. Лоодус. Автоматизация насосных установок. Госэнергоиздат, 1961.
22. В. И. Брежнев. Эксплуатация водопроводных сетей. Изд. Мин. ком. хоз., 1961.

23. Л. М. Кузьмин, А. З. Евилевич. Водоснабжение и канализация аэродромов и специальных сооружений. Изд. ЛВВИА им. А. Ф. Можайского, 1961.
24. В. И. Готовцев. Очистка труб водопроводной сети. «Водоснабжение и санитарная техника», № 6, 1956.
25. А. В. Лютов. Устройство для очистки внутренней поверхности труб. «Водоснабжение и санитарная техника», № 10, 1962.
26. М. М. Сапожников. Борьба с утечками из водопровода. Информационно-технический листок № 10. Изд. Всесоюзного общества по распространению политических и научных знаний, 1955.
27. Ф. С. Евтеев, А. Ш. Майгельдинов, Г. А. Чистяков. Как мы ремонтируем водопроводную сеть. Изд. Мин. ком. хоз. РСФСР, 1954.
28. Л. П. Мороз. Выявление утечек воды в водопроводных сетях. «Водоснабжение и санитарная техника», № 12, 1962.
29. С. Н. Аронов. Строить напорные трубопроводы с учетом опыта эксплуатации. «Водоснабжение и санитарная техника», № 9, 1957.
30. С. Н. Аронов, Н. Е. Фомкин. Причины повреждения стальных трубопроводов водопроводных сетей. «Водоснабжение и санитарная техника» № 8, 1960.
31. СНиП III-Г. 4—62 «Водоснабжение и канализация. Организация строительного производства работ и приемки в эксплуатацию».
32. П. Д. Суворов. Устранение засорений в наружной канализационной сети и внутренних трубопроводах при помощи гибкого вала. «Водоснабжение и санитарная техника», № 1, 1957.
33. С. С. Кондратьев. Прокладка канализации в сильно водонасыщенных грунтах с применением металлического короба. «Водоснабжение и санитарная техника», № 3, 1961.
34. М. В. Лещинский. Опыт эксплуатации механизированных решеток Л-1 на канализационных насосных станциях. «Водоснабжение и канализация» (сборник статей), МСХ РСФСР, 1958.
35. М. В. Молоков. О вентиляции канализационных сетей. «Водоснабжение и канализация» (сборник статей), МСХ РСФСР, 1958.
36. Н. А. Гребнев. Автоматическая перекачка сжатым воздухом малых количеств загрязненных сточных вод. «Водоснабжение и санитарная техника», № 9, 1955.
37. П. П. Кремлевский. Расходомеры. Машгиз, 1963.
38. А. З. Евилевич. Удаление, обработка и использование осадков сточных вод. Госстройиздат, 1954.
39. Всесоюзный научно-исследовательский институт Госстроя СССР Водгео. Рекомендации по приемке, пуску и эксплуатации станций биохимической очистки промышленных сточных вод. Стройиздат, 1968.
40. А. З. Евилевич. Осадки сточных вод. Госстройиздат, 1965.
41. Госстрой СССР. Положение о проведении планово-предупредительного ремонта водопроводно-канализационных сооружений. Госстройиздат, 1968.
42. Министерство коммунального хозяйства РСФСР. Экспериментальный завод АКХ. Инструкция по обслуживанию и эксплуатации аппаратуры для обнаружения загазованности смотровых колодцев. Прибор «ЛБВК». М., 1968.
43. Б. П. Бородин. Новая механизация на канализационных сетях. Научно-техническая конференция. Исполком московского горсовета, 1969.
44. П. В. Лобачев. Пропорциональные водосливы для измерения расхода сточных вод. «Водоснабжение и санитарная техника», № 7, 1970.
45. М. А. Евилевич. Очистка сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности. Изд. Министерства лесной и деревообрабатывающей промышленности, М., 1970.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие . . . . .	3
<i>Глава I. Вводная</i> . . . . .	4
<b>Раздел I ВОДОПРОВОД</b>	
<i>Глава II. Ошибки в эксплуатации водозаборных сооружений</i> . . . . .	10
<i>Глава III. Ошибки в эксплуатации очистных водопроводных сооружений</i> . . . . .	21
<i>Глава IV. Ошибки в эксплуатации насосных станций и насосных агрегатов</i>	27
<i>Глава V. Аварийные ошибки в эксплуатации напорно-регулирующих сооружений</i> . . . . .	33
<i>Глава VI. Ошибки в эксплуатации водопроводной сети</i> . . . . .	38
<b>Раздел II КАНАЛИЗАЦИЯ</b>	
<i>Глава VII. Ошибки в эксплуатации канализационной сети</i> . . . . .	53
<i>Глава VIII. Ошибки в эксплуатации канализационных насосных станций</i> . . . . .	69
<i>Глава IX. Ошибки в эксплуатации очистных канализационных сооружений</i>	72
Заключение . . . . .	100
Приложения . . . . .	102
Литература . . . . .	118