А. З. ЕВИЛЕВИЧ

ОШИБКИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОПРОВОДОВ И КАНАЛИЗАЦИИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
Ленинград · 1972

УДК : 628.147.2+628.2.004.1

Е 168

Научный редактор — канд. техн. наук **М. В. Лещинский.**

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/I 1972 г. Подписано к печати 10/IV 1972 г. М-13781. Формат бумаги 60×90 1/16 № 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 игнорироваиием самых элементарных требований эксплуатации.

С экономической стороны ошибки вызывают ничем не оправданное удорожание эксплуатации — стоимость мероприятий по устранению аварий, как правило, во миого раз превосходит стоимость нормальиой эксплуатации. К сожалению, в некоторых случаях ущерб не ограничивается экономическими потерями или функциональиой 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.

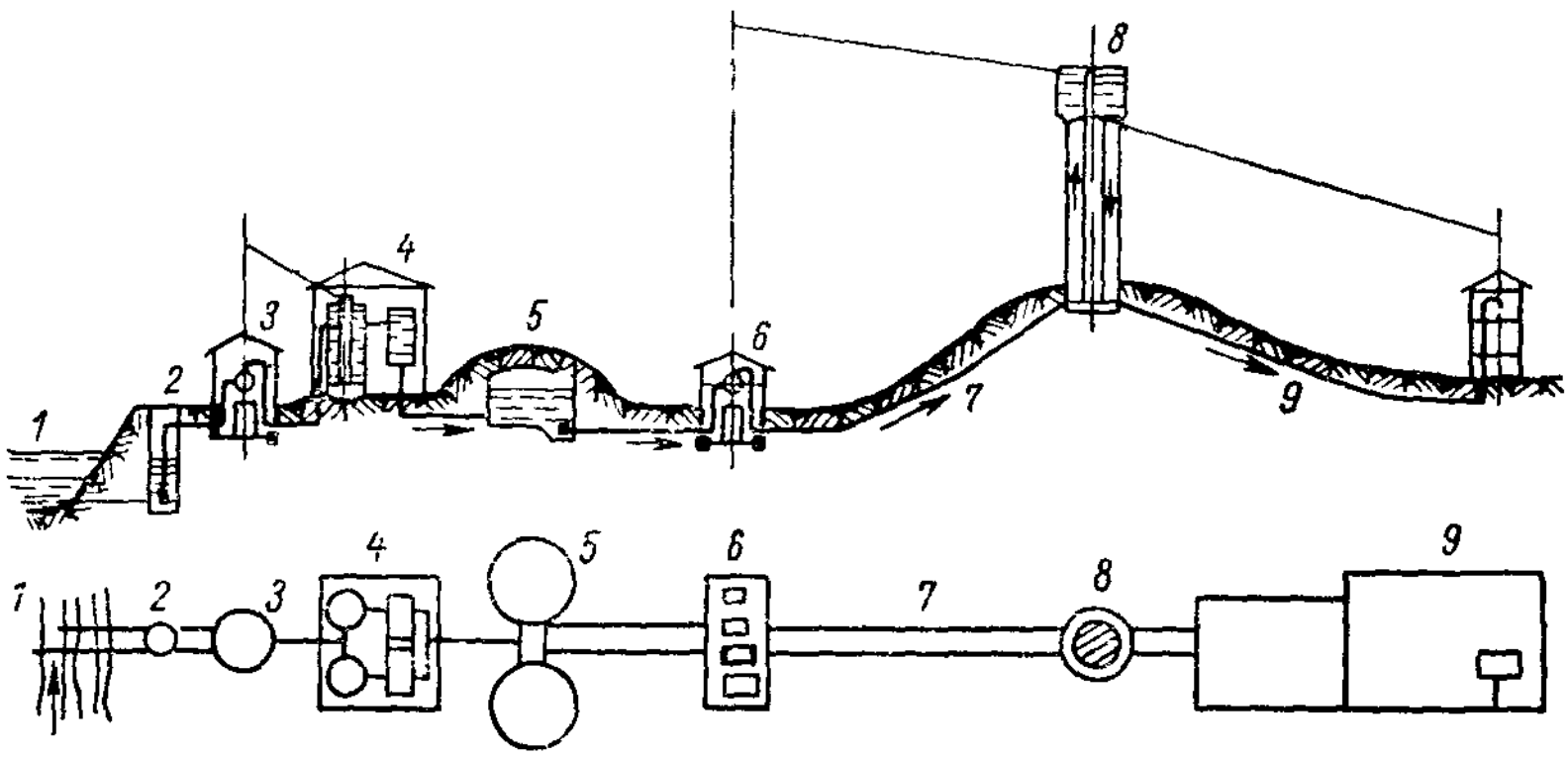


Рис. 1. Схема водоснабжения населенного пункта при заборе воды из открытого источника

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

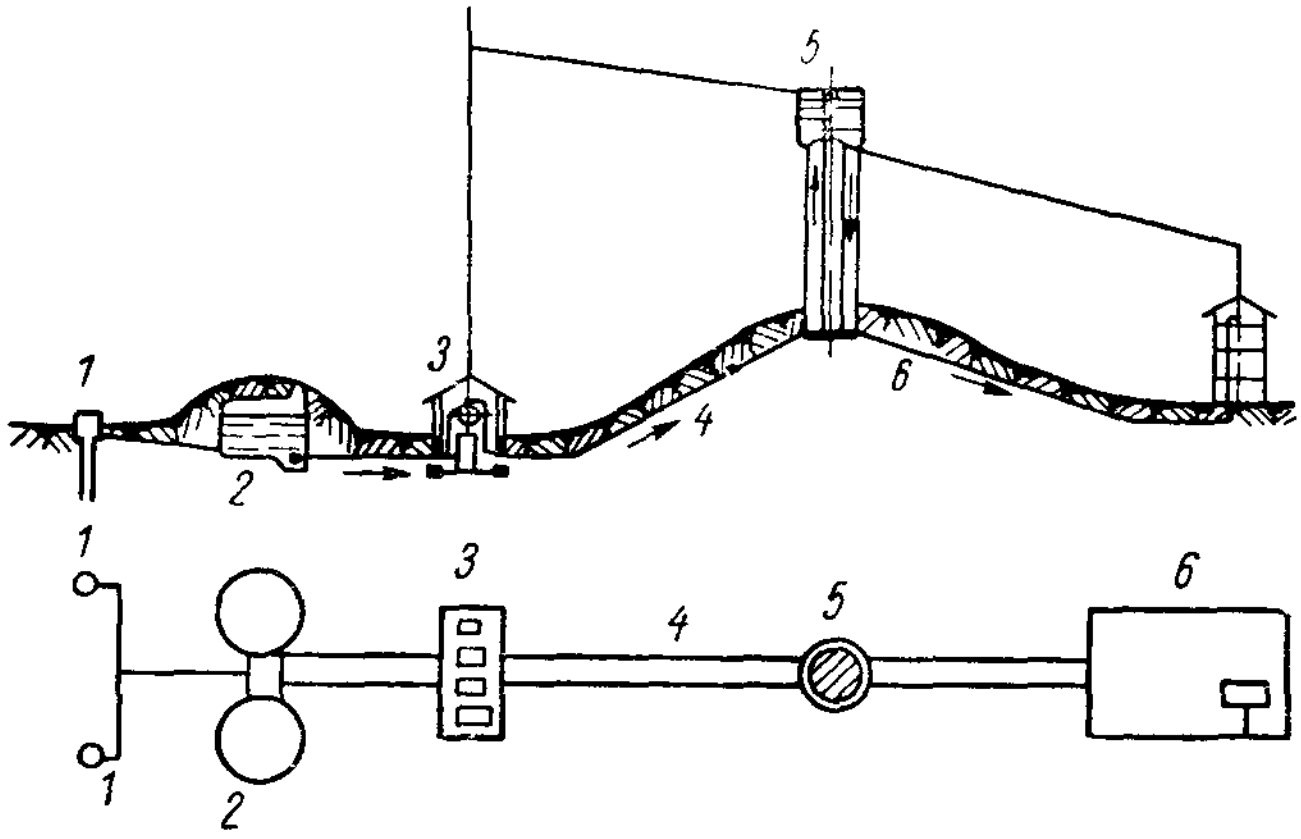


Рис. 2 Схема водоснабжения населенного пункта при заборе воды из подземных источников

1 — трубчатые колодцы (скважины); *2* — сборный резервуар, *3* — насосная станция, *4* — водоводы; *5* — водонапорная 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.

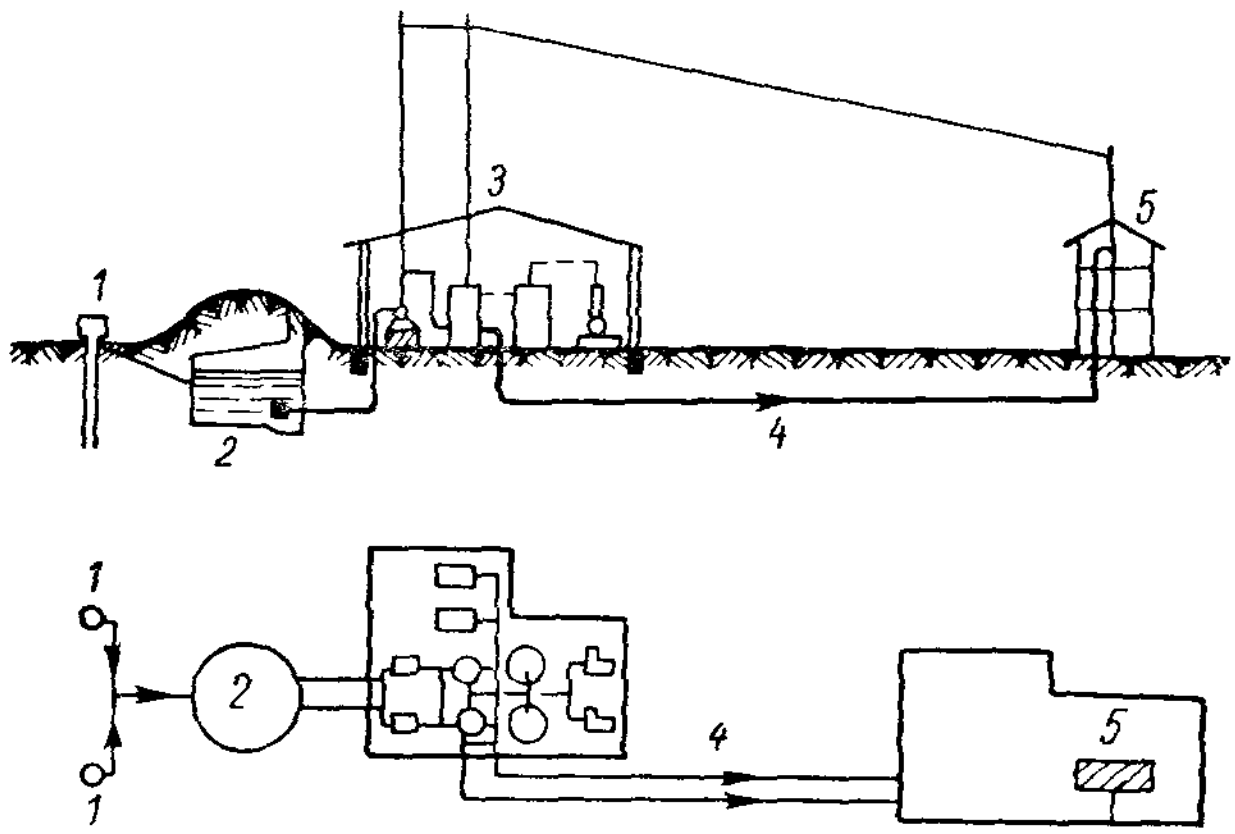


Рис. 3. Схема пневматического водоснабжения при использовании подземного источника воды

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 вреднего влияния на водоем,

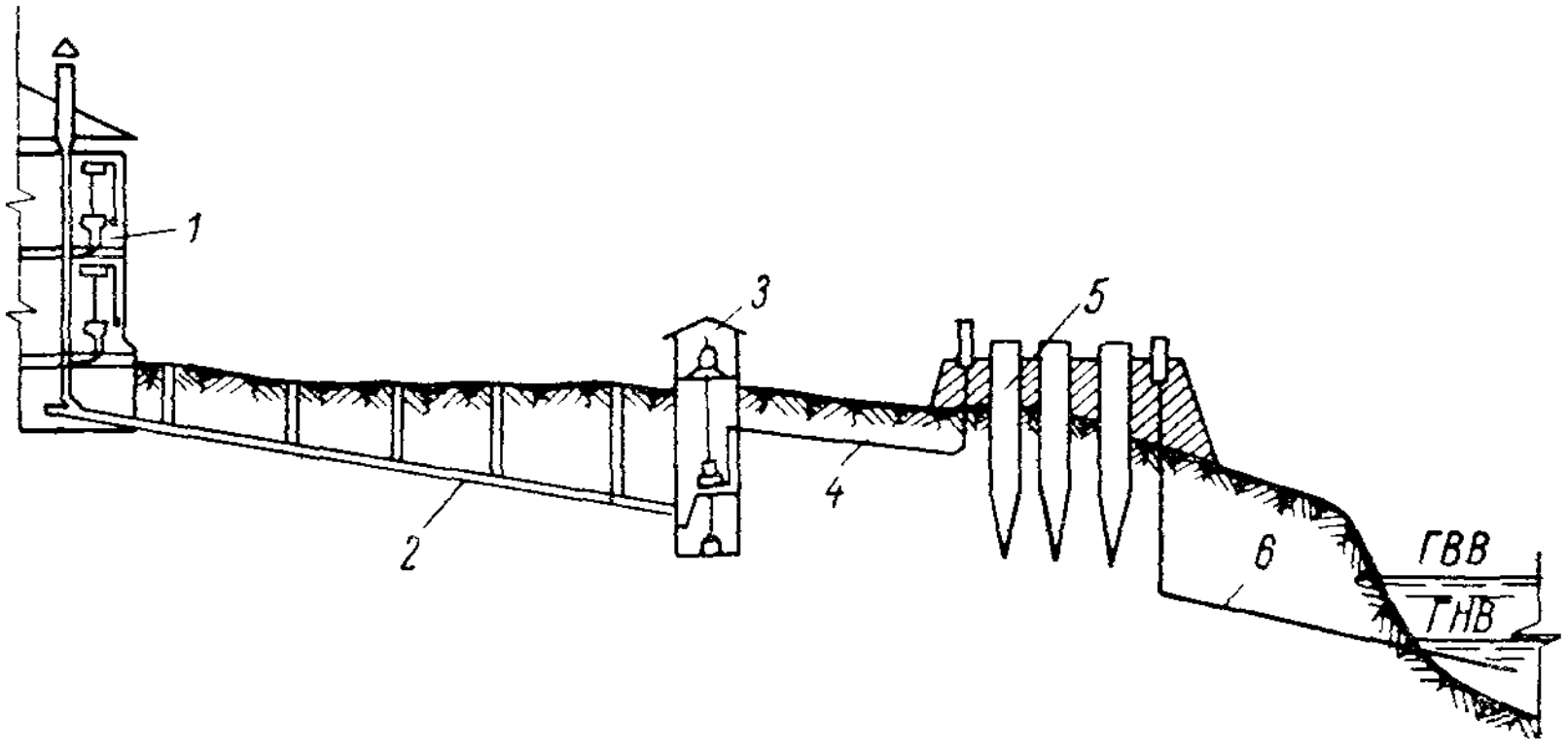


Рис. 4. Общая схема канализации

1 — виутреиияя канализация; *2* — наружная каиализационная сеть; *3* — насосная стаиция; *4* — иапорный водовод; *5* — очистиая стаиция; *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

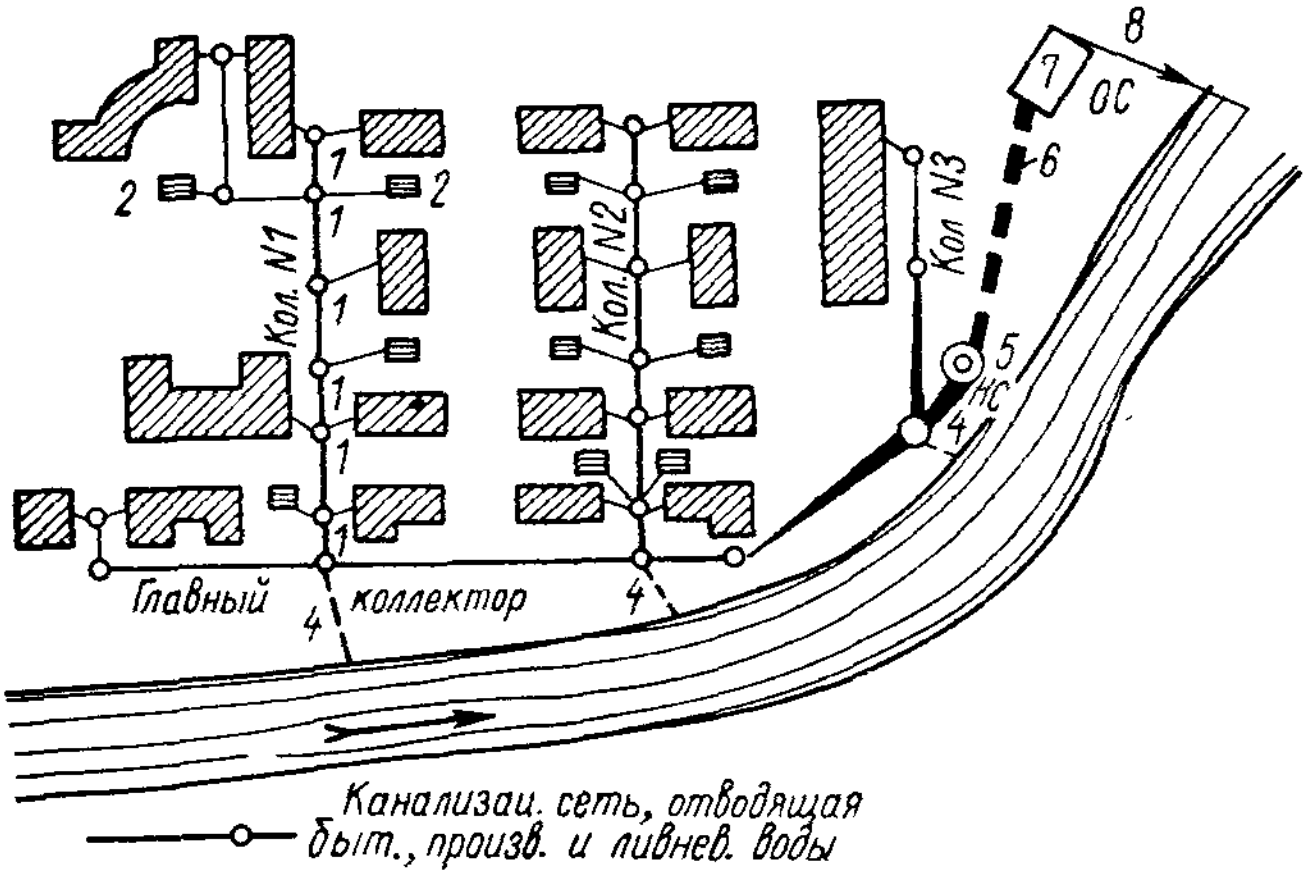


Рис. 5. Схема общесплавной системы канализации

1 — смотровые колодцы; *2* — дождеприемиые колодцы; *3* — сеть общесплавной каиализации; *4* — ливнеспуски; *5* — насосная стаиция; *6* — напорный водовод; *7* — очистная стаиция; *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-

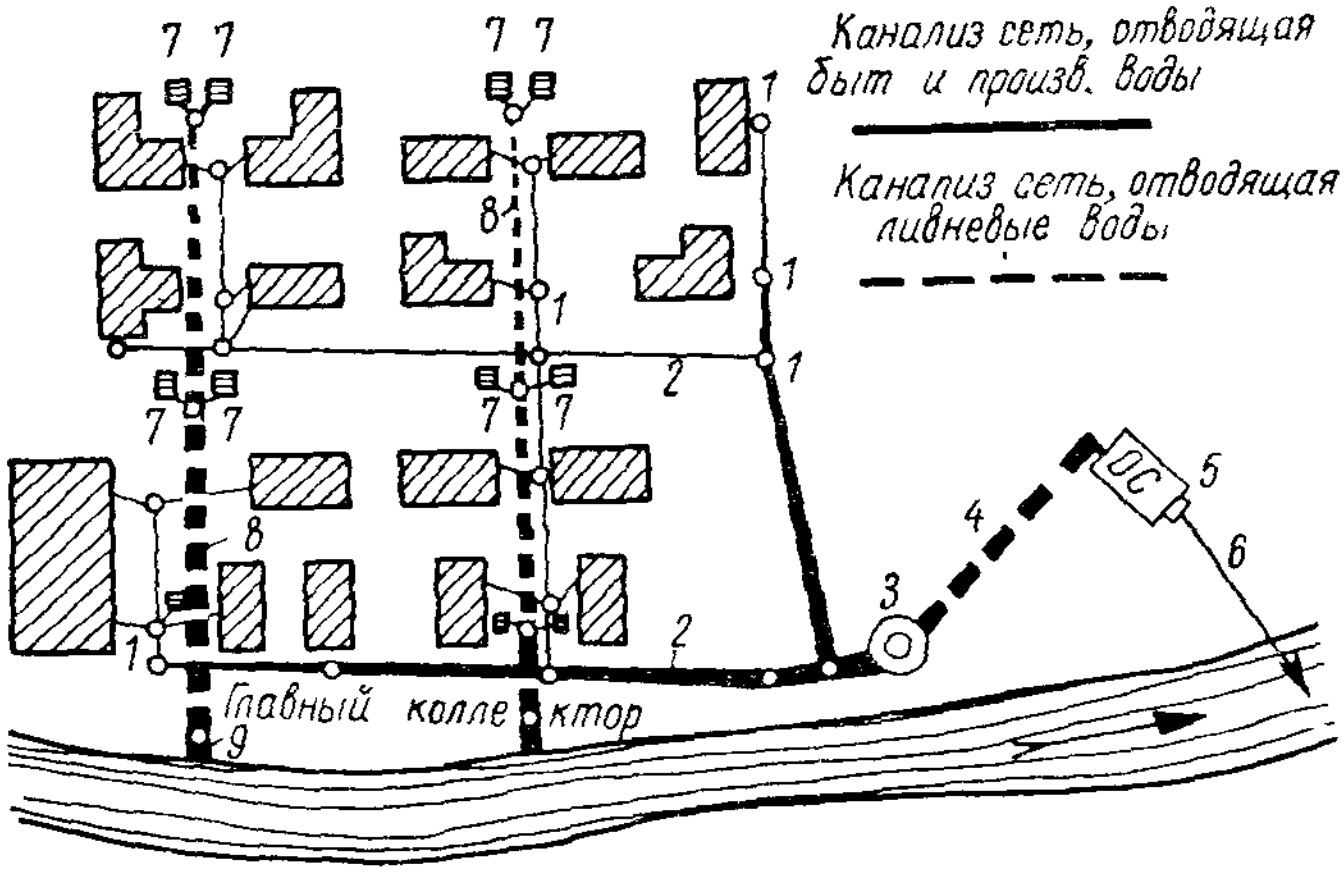


Рис. 6. Схема раздельной системы канализации

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 приямках 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° С сила смерзания кристалликов льда на стальной решетке достигает 0,136 *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 арктиклита,— 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° С (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-

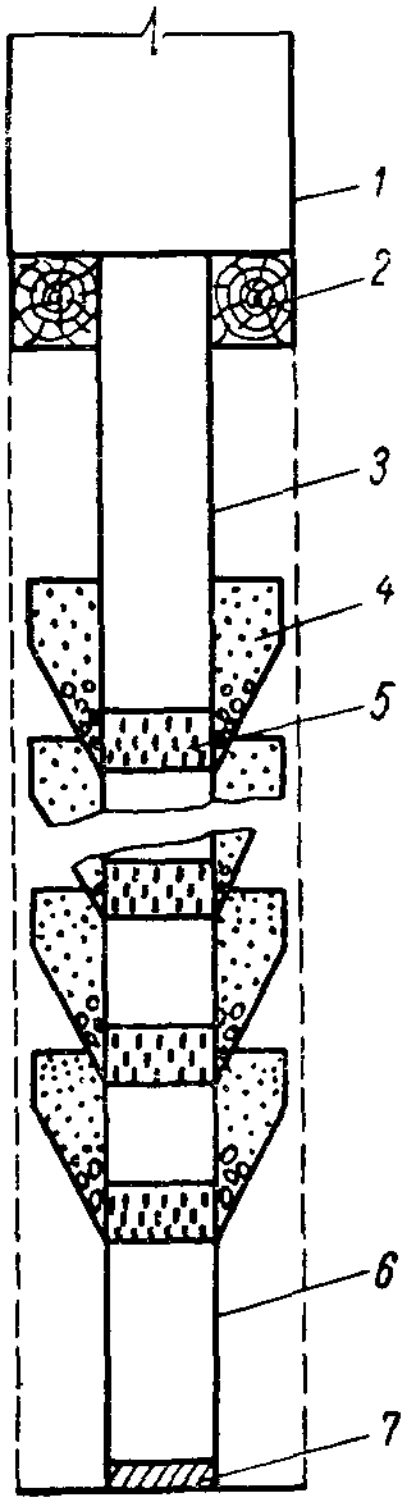


Рис. 7. Корзинчатый гравийный фильтр

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 скважнны 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).

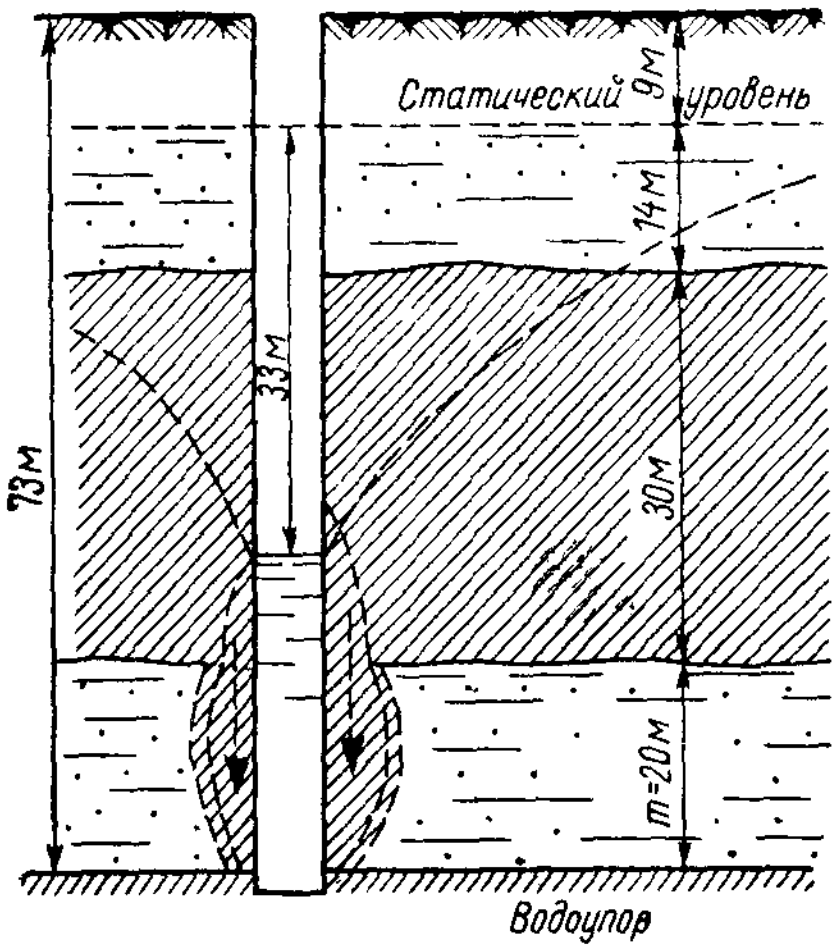


Рис. 8 Пескующая скважина (к случаю с аварией)

Максимальный дебит скважины 18,8 *м³/ч* или 450 *м³/сутки*, при удельном дебите 0,57 *м³/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.

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 разнозернистых песках, расположенных под двойной водонепроницаемой кровлей. Все скважины были оборудованы сетчатыми фильтрами высотой 12 *м* с удельным дебитом от 1,5 до 2 $м^3/ч$. Суточный расход воды всех скважин был равен 1400—1500 $м^3$.

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 разнозернистых 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 краснобурого 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 химнческой 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 расходящнмся башмаком, с наружным диаметром на 25 *мм* меньше внутреннего диаметра обсадных труб (рис. 10).

По мере дальнейшего заглубления скважины в зафильтровое 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*. Скважность 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 проволочных в 2 раза и больше керамических и пористобетонных фильтров в 3 раза.

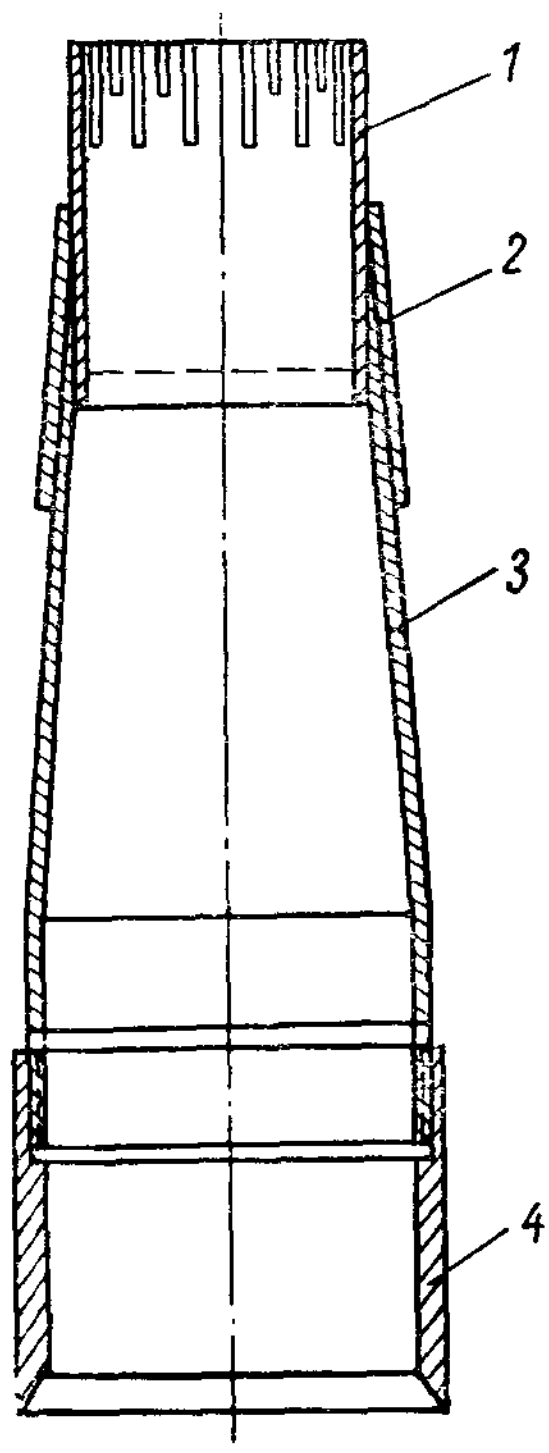


Рис. 10. Башмак фильтра для гравийной обработки скважины

1 — фильтр; *2* — накладка; *3* — конус; *4* — башмак обсадной трубы

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.

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*	$м^3/ч$	q_0	4,0	4,0
Глубина статического уровня, от уровня излива .		h_0	30,0	30,0