

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!

Если вы скопируете данный файл,
Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием.
Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству .
Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем.
Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.

СРЕДНЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Г.Н. Жмаков



У Ч Е Б Н И К

УДК 628.1(075.8)
ББК 36.761.1я723
Ж77

Рецензенты — И. И. Павлинова (Московский институт коммунального хозяйства и строительства), Ф. А. Дайнеко (Люберецкая станция аэрации МУП «Мосводоканал»)

Жмаков Г.Н.

Ж77 Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения. — М.: ИНФРА-М, 2007. — 237 с. — (Среднее профессиональное образование).

ISBN 5-16-001998-7

Рассмотрены основные вопросы организации служб эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения и способы производства важнейших работ при эксплуатации водозаборных сооружений, напорных водоводов и распределительных сетей водоснабжения и самотечных водоотводящих сетей, насосных и воздухоподводящих станций, сооружений по очистке воды для питьевых целей и очистки сточных вод. Приводятся прогрессивные методы санации трубопроводов на водопроводных напорных трубопроводах и самотечных водоотводящих сетях.

Учебник предназначен для студентов средних специальных учебных заведений (техникумов и колледжей).

УДК 628.1(075.8)
ББК 36.761.1я723

ISBN 5-16-001998-7

© Жмаков Г.Н., 2005

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1. Общие положения по эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения	7
1.1 Правила пользования системами водоснабжения и водоотведения	7
1.2 Лицензирование деятельности по эксплуатации инженерных систем	10
1.3 Организация диспетчерской службы	11
1.4 Надежность систем водоснабжения и водоотведения ...	13
Глава 2. Водозаборы, водоводы и водопроводные сети	20
2.1 Источники водоснабжения и водозаборные сооружения	20
2.2 Водоводы и водопроводные сети	30
Глава 3. Эксплуатация водопроводных и канализационных насосных станций, воздухоподводящих и компрессорных установок	43
3.1 Организация эксплуатации насосных станций	43
3.2 Эксплуатация насосных станций и насосных агрегатов	45
3.3 Эксплуатация воздухоподводящих и компрессорных машин	49
Глава 4. Водопроводные очистные сооружения	53
4.1 Эксплуатация реагентного хозяйства	54
4.2 Смесители и камеры хлопьеобразования	61
4.3 Отстойники и осветлители с взвешенным осадком	62
4.4 Фильтры с инертным зернистым фильтрующим слоем	70

4.5. Адсорберы	88
4.6. Озонаторные установки	90
4.7. Сооружения и установки для очистки подземных вод	92
4.8. Эксплуатация установок по обеззараживанию хлором	98
4.9. Производственный контроль	101
Глава 5. Эксплуатация водоотводящей сети	103
5.1. Общие положения эксплуатации сетей водоотведения	104
5.2. Организация эксплуатации водоотводящей сети	105
5.3. Правила приема производственных сточных вод в коммунальные системы водоотведения	116
5.4. Наружный и технический осмотр сети	118
5.5. Профилактическая промывка и прочистка водоотводящей сети	131
5.6. Ликвидация засоров на водоотводящей сети	147
5.7. Особенности эксплуатации ливневой водоотводящей сети	158
5.8. Сплав снега через системы водоотведения	165
5.9. Планово-предупредительный ремонт. Санация трубопроводов	167
5.10. Техника безопасности при работе на водоотводящих сетях	186
Глава 6. Эксплуатация очистных сооружений канализации	191
6.1. Организация химико-технологического контроля за работой очистных сооружений	191
6.2. Сооружения механической очистки сточных вод	202
6.3. Сооружения биологической очистки в естественных условиях	210
6.4. Сооружения биологической очистки в искусственных условиях	213
6.5. Сооружения доочистки и обеззараживания сточных вод	223
6.6. Сооружения стабилизации осадков	223
Приложение 1	230
Приложение 2	232
Литература	234

ВВЕДЕНИЕ

Учитывая значительную концентрацию населения в крупных городах и необходимость в повышении требований к защите окружающей среды, и в первую очередь к охране гидросферы, значительно повышаются требования к качеству строящихся и эксплуатируемых систем водоснабжения и водоотведения. Бурное строительство с конца 50 гг. XX в. городов и населенных мест в нашей стране привело к интенсивному развитию систем жизнеобеспечения: водопроводных станций, водопроводных и водоотводящих (канализационных) сетей и сооружений очистки сточных вод. В настоящее время в стране водопроводными сетями на коммунально-бытовые нужды населения подается 17,2 млрд м³/год воды. За период эксплуатации основные сооружения и трубопроводные коммуникации пришли к моральному и физическому износу.

Новые экономические отношения, принятие Гражданского и Водного кодексов Российской Федерации, новое законодательство в области охраны окружающей среды и природопользования создали благоприятные условия для обеспечения потребителей качественной питьевой водой, как одного из факторов санитарно-эпидемиологического благополучия населения; охраны окружающей среды от загрязнения недостаточно очищенными сточными водами; повышения эффективности, надежности работы систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации; улучшения организации управления и эксплуатации этих систем.

Появилось много новых технологий водоподготовки и очистки сточных вод, позволяющих получать очищенную воду более интенсивными методами, чем раньше. Одновременно повысились требования к надежности сооружений и трубопроводов. Несвершенство проектирования и технологии строительства очистных

сооружений и сетей водоснабжения и водоотведения, низкое качество используемых строительных материалов, строительство без учета влияния реального состава вод приводят к преждевременному разрушению инженерных конструкций и ухудшению их эксплуатационных характеристик.

Для сохранения работоспособности инженерных систем при нормативном сроке службы трубопроводов водоснабжения и водоотведения 25—30 лет требуется высокая степень технической подготовленности технического персонала при эксплуатации, реконструкции трубопроводов и интенсификации работы очистных сооружений.

Глава 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

1.1 Правила пользования системами водоснабжения и водоотведения

Централизованные системы коммунального водоснабжения¹ предназначены для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, производства пищевой продукции и пожаротушения [1, 2].

Системы водоотведения населенных пунктов и городов подразделяются на водоотводящие системы коммунальной канализации, предназначенные для отвода бытовых сточных вод, и водосточные системы, предназначенные для отвода дренажных вод и поверхностного стока.

Централизованные системы коммунальной канализации² предназначены для приема от населения сточных вод и их очистки. Сброс абонентами³ в систему коммунальной канализации производственных сточных вод может быть разрешен при наличии технической возможности этой системы и установлении для абонентов нормативов сброса сточных вод.

Эксплуатацию водопроводных и канализационных сетей и сооружений осуществляет организация, в чьей собственности или хозяйственном ведении они находятся независимо от мест их рас-

¹ Централизованные системы коммунального водоснабжения — комплекс инженерных сооружений населенных пунктов для забора, подготовки, транспортировки и передачи абонентам питьевой воды.

² Централизованные системы коммунальной канализации — комплекс инженерных сооружений населенных пунктов для сбора, очистки и отведения сточных вод в водные объекты или на повторное использование и обработки осадков сточных вод.

³ Абонент — юридическое лицо, а также предприниматели без образования юридического лица, имеющие в собственности, хозяйственном ведении или оперативном управлении системы водоснабжения и (или) канализации, которые непосредственно присоединены к системам коммунального водоснабжения и (или) канализации, заключившие с организацией водопроводно-канализационного хозяйства в установленном порядке договор на отпуск (получение) воды и (или) прием (сброс) сточных вод.

положения, которые, в свою очередь, могут находиться на территории других предприятий или организаций.

Эксплуатация систем и сооружений водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ) городов и населенных пунктов в соответствии с Федеральным законом от 28 августа 1995 г. № 154-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» осуществляется организацией ВКХ [3].

Для присоединения новых, реконструируемых объектов к коммунальным системам водоснабжения и канализации абонент должен получить:

- разрешение органов местного самоуправления, выдаваемое при наличии заключения организации ВКХ о технической возможности присоединения к системам водоснабжения и канализации;
- технические условия на присоединение к системам водоснабжения и канализации, выдаваемые организацией ВКХ, на основании которых абонент разрабатывает проектную документацию.

Получение питьевой воды или прием сточных вод осуществляется на основании договора, для заключения которого абонент предоставляет в организацию ВКХ следующие документы:

- заявка с указанием объектов, непосредственно присоединенных к системам водоснабжения и канализации (ВиК), данных о субабонентах, а также объемах водопотребления и водоотведения абонента и субабонентов;
- документы, подтверждающие право собственности на устройства и сооружения для присоединения;
- разрешительная документация на присоединение;
- схемы водоснабжения и канализации;
- баланс водопотребления и водоотведения;
- план мероприятий по рациональному использованию питьевой воды и сокращению сброса сточных вод.

Абонент обязан обеспечивать беспрепятственный доступ представителей организации ВКХ к осмотру и проведению эксплуатационных работ на водопроводных и канализационных сетях, водоводах и коллекторах, находящихся в хозяйственном ведении организации ВКХ и проходящих по территории абонента.

Лимиты объемов водопотребления и водоотведения абонентам устанавливаются органами самоуправления или уполномоченной ими организацией ВКХ.

Нормативы водоотведения по составу сточных вод устанавливаются с учетом следующих условий:

- соблюдение норм предельно допустимых сбросов сточных вод и загрязняющих веществ в водные объекты;
- обеспечение проектных показателей очистки сточных вод на очистных сооружениях коммунальной канализации;
- техническая и технологическая возможность очистных сооружений коммунальной канализации очищать сточные воды от конкретных загрязняющих веществ;
- защита сетей и сооружений системы коммунальной канализации.

Владелец самовольно возведенных устройств и сооружений для присоединений к системам ВиК подлежит отключению без уведомления. Затраты, связанные с отключением и возможной ликвидацией этих устройств, оплачиваются их владельцем. Кроме того, владелец этих устройств и сооружений оплачивает прямой ущерб, нанесенный им организации ВКХ в результате самовольного пользования, в соответствии с законодательством РФ.

Организация ВКХ может прекратить или ограничить отпуск питьевой воды и (или) прием сточных вод без предварительного уведомления абонентов в следующих случаях:

- прекращение энергоснабжения объектов организации ВКХ;
- возникновение аварии в результате стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций;
- необходимость увеличения подачи питьевой воды к местам возникновения пожаров.

Организация ВКХ может прекратить или ограничить отпуск питьевой воды и (или) прием сточных вод, предварительно уведомив абонента, органы местного самоуправления, местные службы Госсанэпиднадзора, а также территориальное подразделение Государственной противопожарной службы МВД РФ, в следующих случаях:

- резкое ухудшение качества воды в источнике питьевого водоснабжения;
- попадание не разрешенных к сбросу сточных вод и загрязняющих веществ в систему коммунальной канализации, причинивших ущерб этой системе или приведших к аварии;
- устранение последствий аварии;
- аварийное или неудовлетворительное состояние водопроводных и (или) канализационных сетей абонента;
- проведение работ по присоединению новых абонентов;

- проведение планово-предупредительного ремонта;
- неуплата абонентом поданной ему питьевой воды и (или) принятых сточных вод за два расчетных периода, установленных договором.

При полном прекращении подачи питьевой воды в населенный пункт или отдельные его районы независимо от причин, вызвавших его, организация ВКХ принимает меры по обеспечению временного водоснабжения населения и территориальных подразделений Государственной противопожарной службы МВД РФ.

Организации ВКХ имеет право:

- осуществлять контроль правильности учета объемов водопотребления и водоотведения абонентами и субабонентами;
- осуществлять лабораторный контроль состава сточных вод абонентов;
- применять меры экономического воздействия за несоблюдение требований [3] в порядке, предусмотренном законодательством РФ или договором.

1.2. Лицензирование деятельности по эксплуатации инженерных систем

В соответствии с законами РФ «О лицензировании отдельных видов деятельности» и «О сертификации продукции и услуг» деятельность по эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения (ВиВ) подлежит лицензированию. Целью лицензирования является упорядочение инженерной и предпринимательской деятельности в жилищном хозяйстве, повышение уровня эксплуатации инженерных систем и предотвращение некомпетентности и недобросовестности исполнения обязанностей эксплуатационными организациями и физическими лицами. Аттестация проводится для руководителей и специалистов, осуществляющих деятельность по проектированию, строительству и эксплуатации систем ВиВ.

Основным условием для выдачи лицензии является подтвержденная сертификатом оценка возможностей заявителя по выполнению деятельности в области эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения.

Для получения сертификата заявитель представляет необходимые документы, в том числе справку о стаже работы и занимаемой должности, или выписку из трудовой книжки; документ о базовом образовании; документы о повышении квалификации и ранее

выданные квалификационные документы-допуски к выполнению специальных работ [4].

При необходимости заявитель направляется на предсертификационную подготовку, программа которой соответствует материалам данного учебника.

1.3. Организация диспетчерской службы

Диспетчерская служба ВКХ — важный оперативный, круглосуточно действующий орган управления всей системой подачи, распределения и отведения воды в населенном пункте, от правильного действия которого зависит бесперебойность водоснабжения и водоотведения абонентов.

К компетенции диспетчерской службы относится решение оперативных вопросов для обеспечения надежности, бесперебойности и экономичности работы отдельных сооружений и всей системы в целом.

Задачи диспетчерской службы:

- а) руководство эксплуатацией системами водоснабжения и канализации в целом и отдельных цехов, сооружений и коммуникаций;
- б) обеспечение заданных режимов работы систем водоснабжения и канализации, их корректировка и разработка новых эксплуатационных режимов;
- в) контроль исправного функционирования средств диспетчерского управления объектами ВКХ;
- г) поддержание оперативной связи с подразделениями Государственной противопожарной службы, городскими службами МЧС, газоспасательными службами и органами местного самоуправления;
- д) прием заявок на устранение повреждений и аварий;
- е) контроль ведения аварийных работ на сетях и сооружениях, распределение аварийных бригад, автотранспорта и материалов, механизмов и оборудования;

ж) осуществление мероприятий по обеспечению необходимой водоподдачи системой водоснабжения в районе возникшего пожара.

В состав диспетчерских служб по каждой системе ВиВ могут входить центральные диспетчерские пункты (ЦДП) и местные диспетчерские пункты (МДП) районов (участков) сети и отдельных технологических узлов. В городах, где диспетчерская служба состоит из одного диспетчерского пункта, объединенного для во-

допровода и канализации, либо отдельных по каждому из них, ЦДП подчиняются в оперативном отношении ответственные дежурные и телефонисты всех действующих технологических узлов: насосных и очистных станций, резервуаров, узлов артезианских скважин, ремонтных баз и сетевых участков.

Диспетчер имеет право оперативно изменять график работы оборудования и сооружений при изменении условий работы системы или отдельных объектов в пределах своей оперативной ответственности.

Ни один элемент оборудования и сооружений не может быть выведен из работы или резерва без разрешения диспетчера соответствующего уровня, кроме случаев, явно угрожающих безопасности людей и сохранности оборудования.

Вывод оборудования из рабочего состояния и резерва независимо от наличия утвержденного плана оформляется заявкой, подаваемой диспетчеру заблаговременно, до начала производства работ. В заявке на вывод оборудования из работы или резерва должны быть указаны: вид оборудования, цель его выведения из рабочего состояния или резерва и срок (дата и часы начала и окончания работ), график работ, наименование переключаемых и отключаемых участков, меры безопасности при проведении работ.

В исключительных случаях дежурный диспетчер имеет право разрешить внеплановый ремонт единолично на срок в пределах своего дежурства с последующим уведомлением главного инженера предприятия.

Локализация и устранение аварий на сооружениях, коммуникациях и оборудовании, находящихся в оперативном подчинении дежурного диспетчера, осуществляются под его руководством. Локализация и устранение крупных аварий осуществляются под руководством главного инженера предприятия ВКХ или уполномоченного им на то лица, о чем должна быть сделана запись в оперативном журнале диспетчерского пункта.

Выключение сетей и изменение режимов работы насосных станций, резервуаров и сетей, находящихся в ведении МДП, должны согласовываться с ЦДП.

Эффективная работа диспетчерских пунктов возможна только при условиях:

- обеспечения постоянной информацией диспетчера обо всех выполняемых работах, связанных с выключением участков сетей (смена задвижек, гидрантов, врезка новых линий и установка дополнительной арматуры, изменение границ зон питания и режима работы магистралей и т.п.);

- постоянного пополнения диспетчерского пункта исполнительной документацией вводимых в эксплуатацию новых сетей и сооружений с внесением необходимых коррективов в существующую документацию;
- постоянного повышения квалификации диспетчеров и посещения ими строящихся и эксплуатируемых сетей и сооружений.

Диспетчерские пункты должны быть оснащены современными средствами оперативного и диспетчерского управления и связи, а также по возможности компьютерной техникой, связанной с терминалами и программируемыми контроллерами на основных сооружениях и сети.

На диспетчерском пункте необходимо иметь оперативные материалы в объеме, соответствующем границам ответственности конкретного диспетчерского пункта (ЦДП, МДП и т.п.).

Оперативные схемы сетей систем ВиК должны быть нанесены на план города с указанием наименований улиц, проездов, площадей и нумерацией строений.

1.4. Надежность систем водоснабжения и водоотведения

Надежность является одним из важнейших свойств, которым должны обладать системы водоснабжения и водоотведения.

Надежность систем ВиВ города — комплексная характеристика, функционально определяющая работоспособность всех конструктивных звеньев, входящих в его состав: трубопроводов, оборудования трубопроводов (запорная, предохранительная арматура и пр.), сооружений на сети. Системы ВиВ должны быть запроектированы и устроены так, чтобы они удовлетворяли при нормальной работе (будучи полностью исправными) требованиям потребителей воды и чтобы уровень обеспечения потребителей не падал ниже установленного допустимого предела при возникновении в них любых возможных неисправностей. Указанное снижение уровня обеспечения абонентов может быть выражено в снижении количества подаваемой воды, снижении давления в критических точках водопроводной сети, ухудшении качества подаваемой или отводимой воды, изливов сточных вод на поверхность земли и т.д.

Начальным этапом работ по повышению надежности систем ВиВ является сбор первичной информации о них. К этой информации предъявляются следующие требования [5]:

полнота — наличие всех сведений, необходимых для оценки и анализа надежности как системы в целом, так и отдельных ее элементов;

достоверность — понятие, отражающее правильность сведений;

однородность — свойство информации, обеспечивающееся, если собираемые сведения отражают режим работы системы, условия эксплуатации, данные о ремонте, квалификации обслуживающего персонала и т.д. Она предполагает разделение признаков (событий), при которых происходят неисправности, на группы, обладающие одним и тем же свойством;

дискретность — требование, необходимое в связи с тем, что надежность системы характеризуется набором показателей и для их расчета приходится иногда использовать одно и то же сообщение, но связанное с разными признаками, при которых возникает неисправность. Так, показатели надежности элементов, составляющих системы, и система в целом могут быть оценены по информации о надежности элементов. При несоблюдении требований дискретности информация может быть использована только однократно, а для определения других показателей должна собираться заново;

своевременность — основа для принятия корректирующих решений относительно процесса изготовления оборудования и постройки систем ВиВ. Необходимость выполнения этого условия вытекает из назначения собираемой информации;

непрерывность — создание непрерывного потока достоверной информации о работе и неисправностях системы водоснабжения в процессе ее эксплуатации; является одним из основных требований к системе организации учета и сбора данных о надежности.

Время наблюдений и сбора информации о надежности в целом систем ВиВ в условиях их эксплуатации можно ограничить временем, достаточным для проявления характерных отказов всех элементов систем (три года).

Для получения достоверной информации должен быть организован инструктаж работников, ведущих записи в журналах наблюдений.

Важным элементом работы по сбору информации о надежности системы ВиВ является изъятие отказавших деталей арматуры и оборудования для последующего анализа причин их отказов.

Прежде всего это относится к такому быстроходному оборудованию, как насосы и электродвигатели.

Критерием, определяющим минимальное число объектов наблюдений, является погрешность в определении показателей надежности. Однако на начальном этапе наблюдения, при отсутствии данных по законам распределения показателей надежности систем ВиК, минимальное число объектов наблюдений N следует определять так называемым непараметрическим методом по принятым значениям доверительной вероятности β и вероятности безотказной работы $P(t)$. По табл. 1.1 находят минимальное число объектов наблюдения [5].

Таблица 1.1

Зависимость минимального числа объектов наблюдения от вероятности безотказной работы и доверительной вероятности

$P(t)$	β			
	0,80	0,90	0,95	0,99
0,500	—	—	—	7
0,800	8	10	13	20
0,900	15	21	30	44
0,950	30	40	60	85
0,980	75	120	140	230
0,990	150	220	280	430
0,995	330	430	600	800

К основным показателям надежности трубопроводов относятся:

$\lambda(t)$ — интенсивность отказов, 1/год·км;

t_0 — среднее время восстановления (ликвидации аварии), ч;

T — наработка на отказ (среднее время работы участка трубопровода между отказами), лет;

$P(t)$ — уровень надежности — вероятность безотказной работы в пределах заданного времени эксплуатации t ;

$Q(t) = 1 - P(t)$ — вероятность отказа.

Вероятности отказа и безотказной работы выражаются в долях единицы или процентах.

Интенсивность отказов участка трубопровода характеризует плотность вероятности возникновения отказа в рассматриваемый момент времени (т.е. риск появления отказа). Интенсивность от-

казов участков трубопроводов определяется по результатам сбора и статистической обработки эксплуатационных данных об отказах:

$$\lambda(t) = \frac{\sum n_i(t)}{\sum L_i t},$$

где n — количество отказов (аварий с раскопкой) участков трубопроводов из определенного материала и определенного диаметра за период времени эксплуатации t ; $\sum L_i$ — суммарная длина всех участков трубопроводов каждого диаметра и материала.

Для трубопроводов сетей ВиВ города в качестве математической модели, описывающей закон распределения потока отказов их участков и позволяющей на практике прогнозировать число отказов и вероятность их возникновения, принимается простейший поток случайных событий, описываемый законом Пуассона [5, 6].

При этом вероятность того, что в течение интервала времени t произойдет n отказов участка трубопровода оценивается выражением

$$P_n(t) = \frac{\lambda t}{n!} e^{-\lambda t}.$$

Вероятность того, что в интервале времени t не будет ни одного отказа участка трубопровода длиной L , определяется по формуле

$$P(t) = e^{-\lambda L}.$$

Распределение времени безотказной работы участка трубопровода длиной L описывается следующим выражением:

$$T = \int_0^{\infty} P(t) dt = \frac{1}{\lambda L}.$$

Продолжительность восстановления (ремонта) участков трубопроводов сети описывается выражением

$$F(t) = 1 - e^{-mt},$$

где $m = \frac{1}{t_n}$ — интенсивность восстановления.

При наличии достаточных статистических данных о фактическом времени восстановления участков трубопроводов значение t_n определяется по формуле

$$t_n = \frac{\sum f_i}{n},$$

где f_i — продолжительность восстановления i -го участка сети.

Надежность сложной механической системы следует оценивать как для системы в целом, так и по составляющим систему элементам. С этой целью систему следует условно разбить на группы элементов с таким расчетом, чтобы количество возможных отказов внутри каждой группы было минимальным.

Например, для систем водоснабжения такими группами являются:

- водоприемные сооружения подземных вод;
- водоприемные сооружения на поверхностных источниках;
- трубопроводы;
- запорно-регулирующая арматура;
- насосное оборудование;
- электрооборудование, автоматика и приборы контроля;
- водонапорные башни и резервуары;
- очистные сооружения;
- здания и вспомогательные сооружения.

При выборе номенклатуры показателей надежности необходимо учитывать, что надежность систем ВиВ характеризуется безотказностью, ремонтпригодностью и долговечностью. Основным методическим документом, регламентирующим выбор показателей надежности, является «Инструкция по созданию информационной базы подсистемы технической эксплуатации водопроводно-канализационных сетей в условиях функционирования АСУ». (М. : Минжилкомхоз РСФСР, АКХ, 1983.)

Для оценки надежности систем ВиВ в целом достаточно следующих показателей [4, 5]:

- Коэффициент готовности — вероятность того, что система ВиВ будет работоспособна в произвольно выбранный момент времени:

$$K_r = \frac{T}{T + t_n}.$$

- Коэффициент технического использования, характеризующий одновременно безотказность и ремонтпригодность системы:

$$K_{т.и} = \frac{t_{сум}}{t_{сум} + t_{рем} + t_{обсл}},$$

где $t_{сум}$ — суммарная продолжительность производительной работы за период наблюдения; $t_{обсл}$ и $t_{рем}$ — время, затраченное соответственно на техническое обслуживание и ремонт.

- Нарботка на отказ — показатель безотказности:

$$T_o = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N t_i,$$

где N — число систем, за которыми ведется наблюдение; t_i — наработка на отказ i -й системы.

- Среднее время восстановления — показатель ремонтпригодности:

$$T_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{ni},$$

где t_{ni} — среднее время восстановления i -го отказа.

- Ресурс (гамма-процентный) t_γ — показатель долговечности.

Выражение для гамма-процентного ресурса в общем случае имеет вид:

$$P(t_\gamma) = \frac{\gamma}{100}.$$

Это означает, что с вероятностью P ресурс, равный t_γ , имеет γ процентов действующих систем ВиК. Число γ , таким образом, является регламентированной вероятностью.

Например, если установлен 90%-ный ресурс между капитальными ремонтами в виде $P(t_\gamma) = 10\,000$ ч, то 90% оборудования данного типа, смонтированного в системе водоснабжения, отработает безотказно в течение 10 000 ч и лишь 10% оборудования потребует ремонта ранее установленного срока.

Надежность работы самотечной водоотводящей сети характеризуется частотой образования засоров и количеством осадка в трубопроводах, вызывающим необходимость в их профилактической прочистке, а также увеличение трудовых затрат на основные операции по обслуживанию сетей [6, 7].

Отказ — это событие, после которого система перестает выполнять свои функции. Неудовлетворительная работа, отказ или авария системы приводят к изливу неочищенных сточных вод на поверхность и их поступлению в водоемы. Это нарушает их санитарный режим, ухудшает качество питьевой воды и может вызвать эпидемию.

Продолжительность восстановления зависит от характера повреждения, места аварии и его удаленности от центра обслуживания, характера грунтов и уличных покрытий, глубины укладки труб, их диаметра и типа стыков, а также квалификации рабочих.

Факторами, влияющими на частоту образования засоров, являются в первую очередь диаметр, уклон и наполнение трубопроводов.

Исследование интенсивности отказов трубопроводов сети показало, что она подчиняется уравнению [8] в зависимости:

а) от диаметров трубопроводов сети:

$$\lambda_{d_i} = \frac{A}{d_i^n};$$

б) уклона трубопроводов сети:

$$\lambda_{J_i} = \frac{B}{J_i^m},$$

где A и B — эмпирические коэффициенты, зависящие от уровня эксплуатации; n и m — показатели степени, зависящие соответственно от вида города и диаметра трубопроводов; d_i — диаметр i -го участка трубопровода; J_i — уклон i -го участка трубопровода.

Интенсивность отказов для водоотводящей сети в целом имеет вид:

$$\lambda_c = \frac{6 \cdot 10^4}{d_i^2 \lg J_i}.$$

Глава 2. ВОДОЗАБОРЫ, ВОДОВОДЫ И ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ

2.1. Источники водоснабжения и водозаборные сооружения

Для всех источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения обязательно устройство зон санитарной охраны (ЗСО). В соответствии со СанПиН 2.1.4.027-95 первый пояс (строгого режима) ЗСО включает территорию расположения водозаборов, площадок расположения всех водопроводных сооружений и водопроводящего канала, эксплуатацию которых осуществляет ВКХ.

2.1.1. Водозаборные сооружения поверхностных источников

Эксплуатацию первого пояса ЗСО осуществляет ВКХ. Граница первого пояса ЗСО водопровода с поверхностным источником устанавливается с учетом конкретных условий в следующих пределах:

вверх по течению — не менее 200 м от водозабора;
вниз по течению — не менее 100 м от водозабора;
по прилегающему к водозабору берегу — не менее 100 м от линии уреза воды летне-осенней межени;

в направлении к противоположному от водозабора берегу при ширине реки или канала менее 100 м — вся акватория и противоположный берег шириной 50 м от линии уреза воды при летне-осенней межени, при ширине реки или канала более 100 м — полоса акватории шириной не менее 100 м.

В первой зоне санитарной охраны запрещена хозяйственная деятельность, не связанная с эксплуатацией водозаборных сооружений. Запрещается спуск любых сточных вод, а также купание, стирка белья, водопой скота и другие виды водопользования, оказывающие влияние на качество воды.

Персонал, ответственный за эксплуатацию первого пояса ЗСО, ведет постоянные наблюдения за *источниками водоснабжения*, включая измерения уровней воды водоема, изменения берегов и перемещение наносов, формирование ледяного покрова, разрушение его и прохождение льда у водоприемников, санитарное состояние источников [3, 9–11]. В местах вероятного промерзания источника систематически замеряют толщину льда и глубину потока, а при необходимости утепляют перекаты и отдельные мелководные участки.

Для наблюдения за уровнями воды оборудуются водомерные посты (простые или автоматические). Простые водомерные посты представляют собой несколько реек, укрепленных на береговом колодце, или несколько свай, установленных в одном створе перпендикулярно течению реки.

Наблюдение за санитарным состоянием источников сводится к отбору проб воды и их анализам.

Наблюдение за *водозаборными сооружениями* позволяет своевременно обнаружить и устранить повреждения конструкций и неполадки в работе оборудования. Детальное обследование и текущий ремонт всех водозаборных сооружений производят, как правило, дважды в год: после весеннего половодья, когда наиболее вероятны разрушения, и примерно за месяц до ледостава. В первом случае выполняют в основном аварийные работы, во втором — профилактические (табл. 2.1).

Доступным и эффективным средством предупреждения обрас- тания водозаборных сооружений гидробионтами является предва- рительное хлорирование воды с вводом хлора перед водоприем- ными окнами. Это мероприятие проводят в теплое время года (пе- риоды максимального развития дрейсены) 2–3 раза в год в тече- ние не менее 7 суток при дозе хлора 5 мг/л.

Для борьбы с шугообразованием на водоприемных сооруже- ниях используются следующие методы:

- непосредственно у водоприемного сооружения: подача пара и нагретой воды к водоприемным окнам, обратная промыв- ка, электрообогрев решеток, гуммирование стержней реше- ток, на время образования шуги установление деревянных решеток, снижение входной скорости потока воды, обколка льда с устройством майны над оголовками и удаление шуго- ледовой массы с плавсредств;
- направленные на обеспечение раннего ледостава — установка шугоотбойных запаней из бруса или на мелководных реках плетнями из хвороста.

Таблица 2.1

Основные виды ремонтных работ на водозаборных сооружениях [9]

Элементы водозаборных сооружений	Вид ремонта	
	текущий	капитальный
Береговые водоприемные колодцы	Очистка от наносов, промывка камер; чистка и ремонт решеток, сеток и затворов; окраска металлических поверхностей с очисткой от ржавчины; зачистка с железнением стен колодцев	Ремонт стен и днища колодцев, камер и берегоукрепления; смена решеток, сеток и затворов; разборка и ремонт приводов вращающихся сеток; смена ходовых скоб и лестниц; ремонт крепления ковша с заменой деталей; ремонт грязевых эжекторов и промывных устройств сеток
Водоприемные оголовки	Обследование состояния и устранение мелких повреждений	Смена венцов ряжа с загрузкой и отсыпкой камня; демонтаж и монтаж самотечных трубопроводов
Подводящие и отводящие каналы, откосы плотин, отстойные пруды	Засев травой, затирка трещин в бетонной облицовке; замена отдельных бетонных плит в креплении каналов; чистка прудов	Замена конструкций крепления стенок и откосов каналов; противооползневые работы; бурение разгрузочных и дренажных скважин; ремонт дренажей; ремонт входных и выходных оголовков каналов

В борьбе с шугообразованием хорошие результаты дает использование водовоздушных завес. Для этого по дну реки на некотором удалении от водоприемных сооружений укладываются перфорированные трубопроводы диаметром 50–100 мм с отверстиями 2–4 мм с шагом примерно 25 см. Сжатый воздух с расходом 1 м³/мин на 1 м длины трубопровода, выходя из перфорированных труб, создает зону восходящих потоков. Они выносят шуголедовые массы на поверхность воды, предотвращая их вовлечение в водоприемные окна.

В случаях, связанных с промерзанием реки, для обеспечения более полного захвата подрусловых вод рекомендуется устраивать ниже по течению от водозабора мерзлотные пояса. Мерзлотный пояс создается периодическим снятием снегового покрова на полосе шириной 5–10 м, пересекающей подземный поток на всей ширине долины.

Борьба с наледями ведется путем утепления водотока, углубления перекаатов, спрямления русла, а также скалывания льда у водозабора, устройства прорезей в ледяном покрове реки и т.д.

2.1.2. Водозаборные сооружения подземных источников водоснабжения

Граница первого пояса ЗСО устанавливается на расстоянии не менее 30 м от водозабора — при использовании защищенных подземных вод и на расстоянии не менее 50 м — при использовании недостаточно защищенных подземных вод (шахтный колодец, каптаж).

В границы первого пояса ЗСО инфильтрационных водозаборов подземных вод включается прибрежная территория между водозабором и поверхностным водоемом.

В процессе эксплуатации водозаборных сооружений подземных источников персонал обязан:

- обеспечивать санитарный режим на территории зоны первого пояса;
- по наблюдательным скважинам вести систематическое наблюдение за уровнями воды и качеством подземных вод;
- осуществлять постоянный контроль за дебитом эксплуатационных скважин и качеством воды, откачиваемой из них, динамическим уровнем при работе водоподъемного оборудования и условно-статическим уровнем при остановке скважины);
- обеспечивать заданные режимы работы эксплуатационных скважин и насосных агрегатов.

При использовании подземных вод, обезжелезиваемых непосредственно в пласте, персонал обязан постоянно контролировать состояние системы аэрации воды, режим подачи воздуха, регламент откачки и содержания железа в откачиваемой воде.

Динамический уровень в эксплуатационных скважинах измеряют не реже 1 раза в месяц, статический — при остановке насоса после восстановления уровня — не реже 1 раза в 2 месяца.

Дезинфекцию надводной и подводной частей скважин производят отдельно или одновременно [11–14]. При раздельной дезинфекции подводную часть скважины (при установленном над фильтром скважины пакере) заполняют хлорной водой с концентрацией хлора 50–100 мг/л при контакте от 3 до 6 ч (рис. 2.1). Могут также использоваться такие приемы, как способ реагентной ванны (3–6 ч) или способ циклической обработки (1–2 ч). Допускается использование как хлорреагентов (химического гипохлорита натрия), так и установок для безреагентного обеззараживания с обязательным отбором проб для контрольного бактериологического анализа.

Определение дебита воды *каптированных ключей*, а также *неглубоких подземных вод* (водосборные галереи, шахтные колодцы, неглубокие скважины) проводят ежедневно по водомерам на насосной станции, а не забираемый насосами излишек воды — измерением водослива.

Дебит учитывают ежедневно, уровни воды измеряют 1 раз в 10 дней, физико-химические и бактериологические анализы воды производятся 1 раз в месяц.

По глубоким скважинам, питающимся напорными подземными водами, ввиду большей устойчивости их количественного режима и качественного состава наблюдения достаточно проводить 1 раз в 3—4 месяца. Замерять уровень воды в колодце или скважине можно следующими устройствами:

- хлопущей, состоящей из троса с подвешенным на его конце отрезком металлической трубки длиной 5—10 см (рис. 2.1, а) [15]; один конец трубки закрыт деревянной пробкой с кольцом, к которому прикреплен трос; хлопущую опускают в колодец, когда она достигнет уровня воды, получается хлопок; в этот момент отмечают длину опущенного троса, а следовательно, и расстояние до уровня воды;
- свистком, представляющим собой металлический полый стержень, на котором через 1—2 см расположены чашечки (рис. 2.1, б); в верхней части стержня ввинчен свисток; прибор при быстром опускании его в воду издает свист;

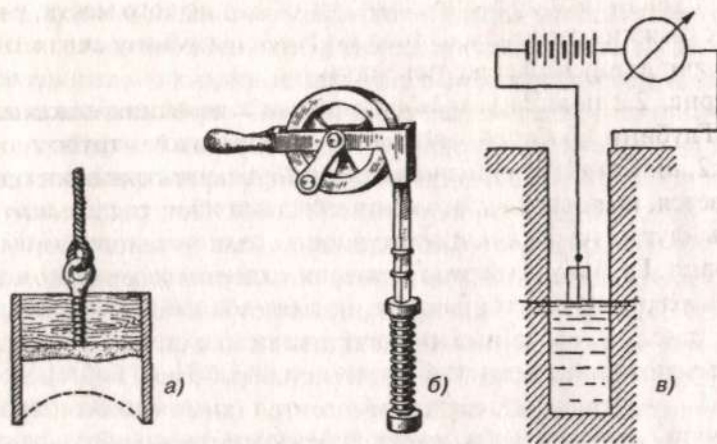


Рис. 2.1. Приборы для измерения уровня воды в колодцах и скважинах: а — хлопущая; б — свисток; в — электрический измеритель уровня воды

- электроизмерителем уровня (рис. 2.1, в), состоящим из миллиамперметра, батареек и проводов с электродом. В момент соприкосновения электрода с поверхностью воды электрическая цепь замыкается. По длине провода с электродом определяют уровень воды.

Самопроизвольное изменение производительности скважины и изменение качества воды указывают на неисправность скважины. Срок службы водяной скважины определяется сроком службы обсадных труб и фильтров и ориентировочно составляет 15—30 лет.

Для того чтобы удлинить срок службы труб, кольцевые зазоры между трубами заполняют цементным раствором. Срок службы фильтра любой системы короче срока службы обсадных труб. Сетчатые фильтры изнашиваются в течение 4—6 лет, так как латунная сетка с железной трубой образуют гальваническую пару, что способствует коррозии фильтра и зарастанию отложениями, причем сетка фильтра зарастает и разрушается быстрее, чем металлический каркас.

Перед испытанием скважин откачкой в ряде случаев приходится предварительно очищать водоприемную часть от химического осадка при помощи эрлифта, временным штанговым насосом или желонкой. После освобождения скважины от осадка исследуют ее водоприемную часть. Для этого в скважину осторожно опускают желонку до тех пор, пока она не затормозится или остановится; по длине опущенного троса определяют глубину до того места, в котором скважина засорилась. Зная по разрезу глубину скважины, вычисляют длину ее засоренной части.

На рис. 2.2 показаны приборы для исследования скважины [15]. Глубину рабочей колонны определяют трубомером (рис. 2.2, а). Когда ролики движутся по трубе, электрическая сеть замыкается, на поверхности зажигается лампочка; как только ролики выйдут из трубы и пойдут по породе, лампочка потухнет или померкнет. Глубину до верха срезанной колонны и верхнего конца фильтра определяют прибором, называемым «конической печатью» (рис. 2.2, б), на нижнюю поверхность которой нанесены глина, мыло, свинец и т.п.

Печать опускают в скважину на штанге или на тросе и измеряют длину троса или штанги, когда печать коснется верха колонны.

Положение упавшего в забой оборудования, инструмента и пр. определяют «плоской печатью» (рис. 2.2, в).

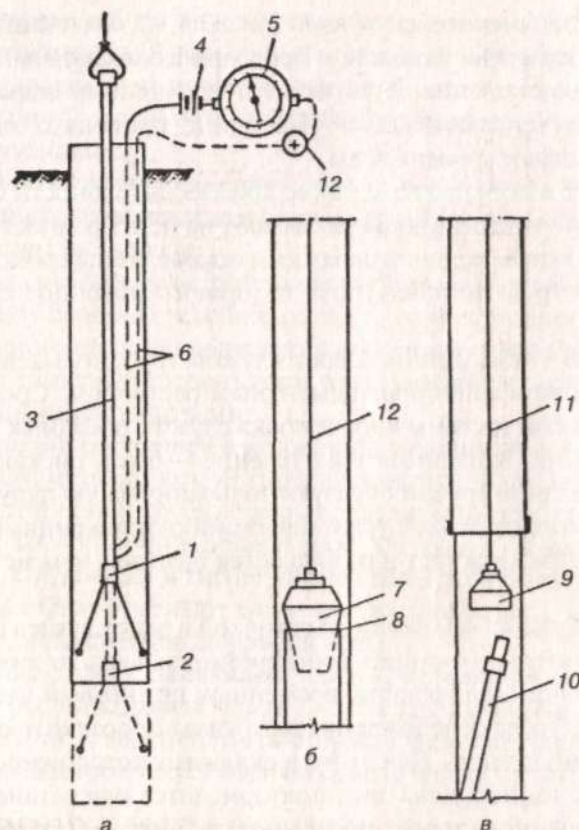


Рис. 2.2. Приборы для исследования скважин:
 а — трубомер; б — коническая печать; в — плоская печать;
 1 — трубомер в трубе; 2 — трубомер за пределами трубы; 3 — штанга;
 4 — источник электроэнергии; 5 — вольтметр; 6 — изолированный провод;
 7 — коническая печать; 8 — срез трубы; 9 — плоская печать; 10 — упущенная труба; 11 — трос; 12 — электрическая лампочка

Дефекты в стенках водяной скважины обнаруживают после демонтажа водоподъемного оборудования, осматривая внутренние стенки обсадных труб ТВ-камерой или визуально. Рекомендуется проведение ревизий скважин (предшествующих ремонту) через 3–5 лет после приемки их в эксплуатацию.

На основании указанных освидетельствований и ознакомления с эксплуатационными документами составляют акт о дефектах и предварительную программу восстановительного ремонта скважины.

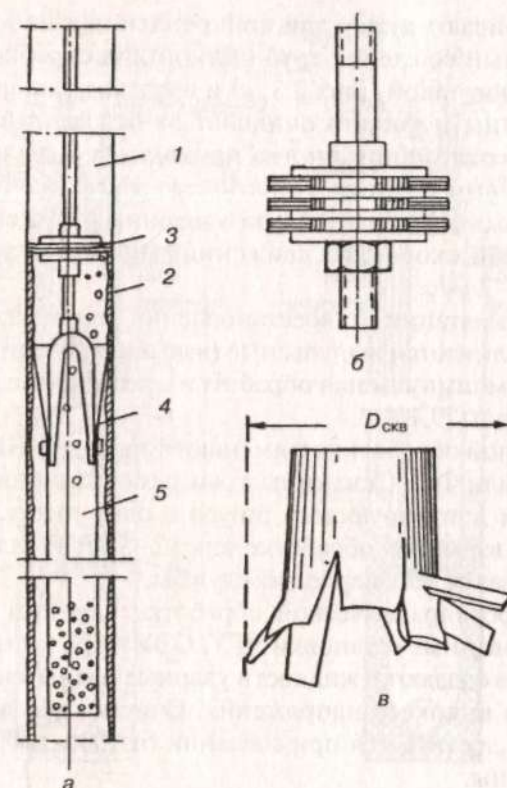


Рис. 2.3. Средства для очистки стенок обсадных труб скважины:
 а — схема очистки; б — металлическая щетка; в — скребок;
 1 — обсадная труба; 2 — отложения на трубе; 3 — металлическая круглая щетка; 4 — манжета из толстой резины; 5 — ловушка

К текущему ремонту скважин относятся следующие работы: очистка стенок обсадных труб от отложений, очистка забоя и фильтра, промывка фильтра. Кроме того, к этому виду работ можно отнести освидетельствование скважины для установления объема работ по капитальному ремонту.

Стенки обсадных труб очищают от отложений механическим способом (рис. 2.3) при помощи щеток (рис. 2.3, б). При недостаточной эффективности очистки применяют скребок (рис. 2.3, в). Его изготавливают длиной 3–4 м из стальной трубы, диаметром D , на 100 мм меньше диаметра скважины $D_{скв}$; нижний конец разрезают на 4–6 полос длиной 0,5–0,7 м и отгибают соответственно внутреннему диаметру скважины; к верхнему

концу приваривают дужку для прикрепления к ней троса. Осадок, отделяемый со стенок труб щеткой или скребком, улавливают трубой-ловушкой (рис. 2.3, а) и извлекают на поверхность. Забой скважины и фильтр очищают от отложений желонкой. Слежавшиеся отложения иногда приходится разрушать струей воды или буровым долотом. Наилучшего эффекта очистки забоя и фильтра можно достигнуть при удалении отложений эрлифтом с расчетной скоростью движения эмульсии в водоподъемной трубе 1,5–2 м/с.

Для декольматации и восстановления производительности скважин используются импульсные (взрывная, электрогидравлическая и пневмоимпульсная обработки), реагентные и комбинированные методы [9, 10].

Для взрывной обработки применяют торпеды ТДШ, фугасные торпеды ТШ или Ф-2. Скважины в рыхлых отложениях обрабатывают взрывом детонирующего шнура в одну нитку. Скважины подвергаются взрывной обработке через 2–5 лет эксплуатации, но не более 3–4 раз за весь период их службы.

Для электрогидравлической обработки скважин применяют специализированные установки ЭГУ, СЭУ и др., которые по всей длине фильтра создают в жидкости ударные волны электрическими разрядами высокого напряжения. Очистка в зависимости от типа фильтра достигается при создании от 100 до 500 импульсов на 1 м его длины.

Для пневмоимпульсной обработки скважин применяют специализированную установку АСП-Т, которая по всей длине фильтра возбуждает упругие колебания жидкости при помощи сжатого воздуха.

Наиболее эффективными реагентами являются соляная кислота и раствор дитионита натрия.

Ориентировочно межремонтный период для скважин в водоносных песчаных породах с железосодержащими подземными водами гидрокарбонатно-кальциевого типа составляет при импульсных методах до одного года, при реагентных и комбинированных методах — 2–4 года.

Реагенты заливают внутрь фильтра через опускаемую в скважину стальную трубу или резиновый шланг. Более совершенной является обработка кислотой фильтра и стенок обсадных труб через кислотную пробку (рис. 2.4).

Для того чтобы кислота проникла за стенки фильтра, ее выдавливают при помощи воздуха, подаваемого от компрессора под

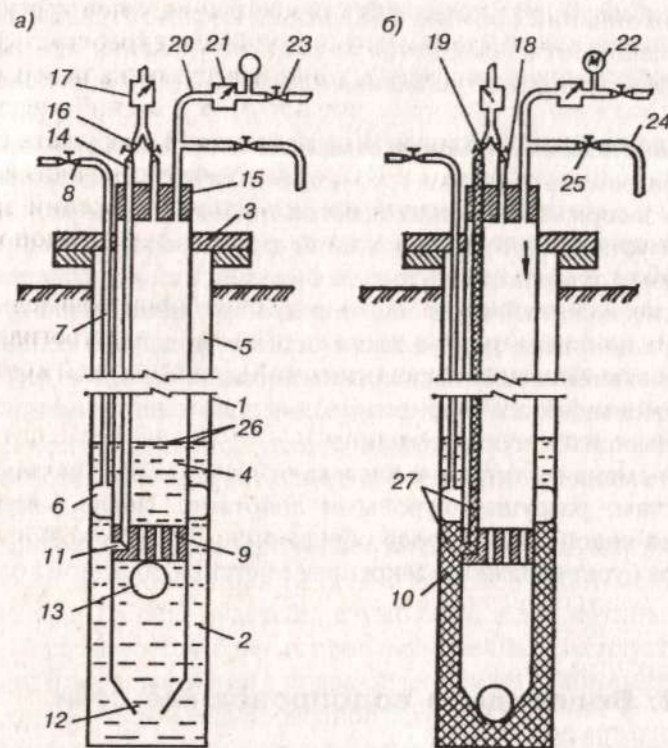


Рис. 2.4. Устройство для циклической реагентной обработки скважин:
а — после монтажа устройства; б — при нагнетании реагента;
1 — скважина; 2 — фильтр; 3 — опора; 4 — труба; 5 — межтрубное пространство; 6 — пакер; 7, 18, 24 — трубопроводы;
8, 16, 19, 23, 25 — вентили; 9 — муфта; 10 — перфорированные отверстия;
11 — угловой клапан; 12 — коническое седло; 13 — шаровой клапан;
14 — реагентопровод; 15 — крышка; 17, 21 — обратные клапаны;
20 — воздуховод; 22 — манометр; 26 — уровень подземных вод; 27 — реагент

герметически установленный фланец на поверхности рабочей трубы; после заливки кислоты заливочную трубу с кислотной пробкой из скважины извлекают. Воздух в рабочей трубе под давлением держат в течение 1–2 ч, потом выпускают в атмосферу, для того чтобы соляная кислота с продуктами реакции возвратилась обратно в скважину. Операцию нагнетания кислоты в пласт повторяют несколько раз с промежутками в 2–3 ч, имея в виду, что время, в течение которого кислота реагирует с отложениями в скважине, составляет примерно 6–8 ч, в результате чего кислота нейтрализуется.

По окончании промывки скважины кислотой продукты реакции откачивают из скважины до полного удаления при помощи временной эрлифтной установки или постоянным водоподъемником.

К капитальному ремонту скважины относятся работы: смена фильтра; замена обсадных труб новыми; очистка скважины от тяжелого засора; ликвидация связи за трубой между водоносными слоями установкой новой колонны с заполнением межтрубных кольцевых зазоров цементом; для увеличения дебита скважины вскрытие водоносных слоев, перекрытых обсадными трубами, перфорацией этих труб, а также переход на другой водоносный слой; увеличение дебита скважины торпедированием (взрывами) слаботрешиноватого водоносного слоя; тампонирующее скважин, не поддающихся восстановлению.

При смене фильтра его извлекают из скважины целиком или по частям, разрушая буровыми долотами. После извлечения фильтра водоносная порода обрушается. Для установки нового фильтра бурят скважину, закрепляя ее стенки обсадной колонной труб.

2.2. Водоводы и водопроводные сети

В задачи технической эксплуатации водопроводной сети входят:

- а) организация ЗСО водоводов, которая представлена санитарно-защитной полосой. Ее ширину следует принимать по обе стороны от крайних линий водопровода не менее 10 м при диаметре водоводов до 1000 мм, не менее 20 м при диаметре водоводов более 1000 мм (при отсутствии грунтовых вод) и не менее 50 м вне зависимости от диаметра водоводов (при наличии грунтовых вод);
- б) надзор за состоянием и сохранностью сети, сооружений, устройств и оборудования на ней;
- в) разработка мероприятий по совершенствованию системы подачи и распределения воды, а также по предотвращению перебоев в подаче воды при аварийных ситуациях; выполнение переключений на сети для установления оптимального режима работы системы; подготовка информации для гидравлических и оптимизационных расчетов на персональных ЭВМ; проведение натурных измерений расхода воды и давления. Снижение и стабилизация давления в распределительной сети стабилизируют расход, сокра-

щают утечки воды и уменьшают число аварий на 30—40%. Все это способствует повышению надежности систем распределения воды и в конечном итоге существенно снижает стоимость ее подачи потребителю;

- г) планово-предупредительный и капитальный ремонты на сети, ликвидация аварий;
- д) ведение технической документации и отчетности;
- е) надзор за строительством и приемка в эксплуатацию новых линий сети, сооружений на ней и абонентских присоединений;
- ж) анализ условий работы сети, подготовка предложений по совершенствованию системы и управлению ее работой;
- з) сбор, хранение и систематизация данных по всем повреждениям и авариям на сети, сооружениях на ней с целью анализа их причин и разработки показателей надежности;
- и) обеспечение эффективного функционирования установок катодной защиты.

Водопроводные сети эксплуатируются службами, которые в зависимости от протяженности сети и объемов работ могут быть организованы в виде участков, служб сети, а для крупных городов — в виде самостоятельных производственных эксплуатационно-аварийных управлений с подразделением на районные эксплуатационные участки водопроводной сети.

Районирование водопроводной сети производят с таким расчетом, чтобы протяженность сети района не превышала 300—350 км, а расстояние до наиболее удаленной точки было не более 10 км.

2.2.1 Надзор за состоянием сети

Наружный обход и осмотр каждой трассы линии водопроводной сети производят бригадами численностью 1—2 чел., не реже 1 раза в 2 месяца. При наружном осмотре сети спуск людей в колодцы не разрешается. При этом проверяют:

- а) состояние координатных табличек (рис. 2.5) и указателей гидрантов;
- б) техническое состояние колодцев, наличие и плотность прилегания крышек, целостность люков, горловин, скоб, лестниц, наличие в колодце воды или ее утечки.

Для предохранения попадания мусора в колодцы и защиты от проникновения в колодцы случайных людей в горловину люка



Рис. 2.5. Координатные таблички для сетей ВиК

колодца устанавливают внутреннюю крышку со специальными замками (рис. 2.6);

в) присутствие газов в колодцах по показаниям приборов;

г) наличие завалов на трассе и сети в местах расположения колодцев, разрытий на трассе сети, а также неразрешенных работ по устройству присоединений к сети;

д) действие уличных водоразборных колонок.

Все замеченные дефекты и недостатки записываются в журнал, а в случае выявления течи воды на трассе или в колодце обходчик обязан после возвращения с обхода (или по телефону с места повреждения) организовать аварийную или ремонтную бригаду для ликвидации течи.

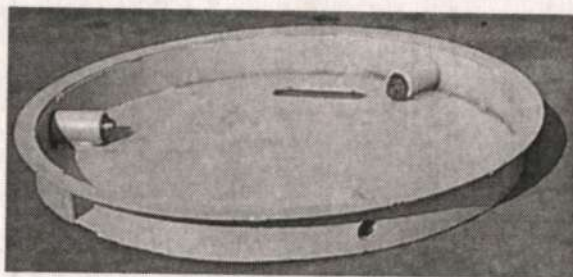


Рис. 2.6. Внутренняя крышка люка колодца с запорами

На основе результатов осмотров и проверки действия оборудования, оценки уровня его надежности разрабатывают и выполняют мероприятия по техническому содержанию сети, проведению профилактических, текущих и капитальных ремонтов.

2.2.2. Планово-предупредительный (текущий) ремонт на сети

Профилактическое обслуживание (текущий ремонт) сооружений и устройств сети проводят два раза в год. Текущий ремонт сетей и водоводов заключается в систематически проводимых работах по предохранению сооружений и оборудования от преждевременного износа и аварий с устранением мелких повреждений и неисправностей.

К планово-предупредительному ремонту на сети относятся:

- профилактические мероприятия — промывка и прочистка трубопроводов сети, очистка колодцев и камер от грязи и льда и пр.;
- ремонтные работы — замена люков, скоб, восстановление горловин колодцев.

Практика эксплуатации трубопроводов показывает, что в результате протекающих в транспортируемой воде химико-биологических процессов на стенках трубопроводов образуются отложения солей кальция, магния, железа, илестые и биологические отложения, что приводит к обрастанию стенок труб и ухудшению органолептических показателей воды.

Для промывки трубопроводов используются следующие способы:

- гидравлический — создание скорости воды, размывающей отложения;
- гидропневматический — инжектирование воздуха в трубопровод с одновременной подачей в него воды;
- гидромеханический — протаскивание очистного устройства через трубопровод под действием давления воды.
- гидродинамический — очистка внутренней поверхности трубы потоком воды под высоким давлением.

При гидравлическом способе распределительные сети промывают водой, скорость движения которой (не менее 1 м/с) регулируется степенью открытия задвижек на промываемом участке водопроводной сети. Промывная вода отводится в канализационную

или водосточную сеть с помощью пожарной головки (облегченный стендер) или специального патрубка с выкидным резиновым рукавом, который устанавливают на подставку вместо снимаемого на это время пожарного гидранта.

Гидропневматическая промывка трубопроводов осуществляется водовоздушной смесью. Сжатый воздух расходом 5–10 м³/мин подается в промываемый участок трубопровода, по которому водовоздушная смесь движется в виде водяных пробок. При их движении в трубе возникает кавитация, в результате которой разрушаются достаточно прочные отложения, которые потоком выносятся из трубопровода.

В зависимости от характера отложений рекомендуются следующие скорости движения водовоздушной смеси:

- илистые и песчаные — 1,5 м/с;
- железистые — 2–2,5 м/с;
- карбонатные — 2,5–3 м/с.

Гидромеханическая прочистка сети осуществляется с использованием поролоновых поршней (рис. 2.7, а), дисков (рис. 2.7, б), скребков и др., которые своими ребрами или боковой поверхностью очищают трубы от загрязнений и отложений на них при движении снаряда по трубе под действием давления в ней воды.

По текущему ремонту выполняют следующие работы:

а) в колодцах и камерах — очистку и откачку воды, отколку льда в горловинах, профилактическое обслуживание раструбных и

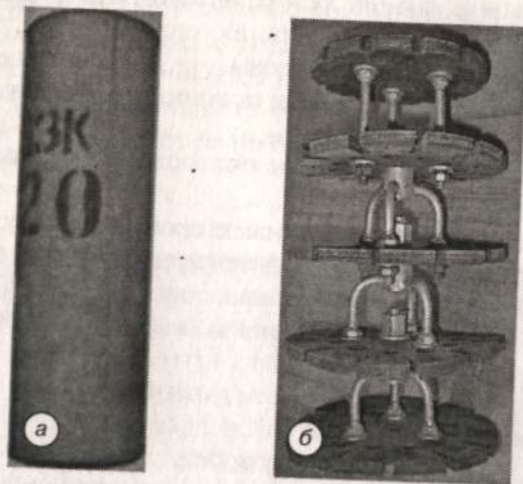


Рис. 2.7. Снаряды для прочистки водопроводной сети:
а — диски; б — поролоновый поршень.

фланцевых соединений, разгонку шпинделей задвижек, проверку действия байпасов, регулировку электропривода задвижек, осмотр вантузов и других устройств, проверку работы пожарных гидрантов с установкой на них стендера, а также в случае необходимости замену скоб, ремонт лестниц, смену крышек. Пожарные гидранты должны быть отремонтированы в течение суток с момента обнаружения неисправности;

б) на дюкерах — проверку на утечку;

в) в проходных каналах и переходах (штольнях) под путями — проверку на загазованность, осмотр каналов, переходов и устройств, в них расположенных;

г) на уличных водоразборах — проверку состояния колодца, отмоксти, регулировку и проведение ремонта водоразборной колонки с заменой износившихся деталей.

К профилактическому обслуживанию относится проведение мероприятий по предохранению устройств и оборудования на сети от замерзания (постановка и снятие утепления, сколка льда).

Эксплуатационная служба 1 раз в год проверяет техническое состояние водопроводных вводов, водосчетчиков, запорно-регулирующей и контрольно-измерительной аппаратуры, а также наличие утечек воды из внутренней сети.

Проверка водопроводной сети на водоотдачу осуществляется совместно работниками организации ВКХ и местными подразделениями Государственной противопожарной службы. Водоотдачу участка сети определяют объемным методом или с помощью ствол-водомеров.

Весь комплекс работ текущего ремонта в колодце целесообразно осуществлять единовременно: очистку его от грязи, профилактику раструбных и фланцевых соединений, перебивку сальников (или замену сальниковой набивки ХБС на сэвиленовые кольца) и разгонку шпинделей задвижек, опробование пожарных гидрантов, замену и укрепление ходовых скоб, лестниц, подмостей, окраску арматуры и фасонных частей кузбасс-лаком, замену крышек и др. Подобный комплексный ремонт 8 колодцев, называемый «обработкой» колодцев, бригада из трех человек выполняет за одну смену.

Упоры в колодце должны плотно прилегать к соответствующим фасонным частям узла.

Раструбные соединения, у которых обнаружено выпирание уплотнителя или выкрашивание цемента, даже при отсутствии течи подлежат исправлению.

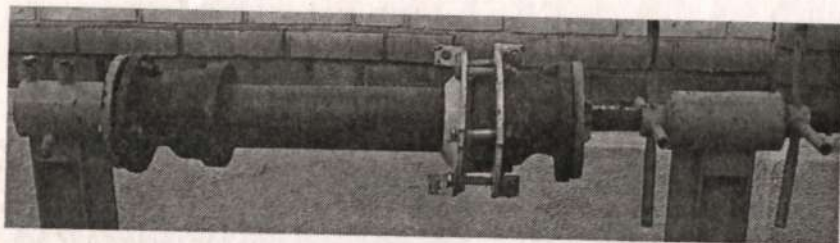


Рис. 2.8. Ремонтный комплект на учебном стенде

Небольшую течь заделки раструба устраняют подчеканкой при осмотре. Если это невозможно, то устанавливают ремонтные комплекты раструбных уплотнений (рис. 2.8).

Для упрощения ремонтных работ заводом «Водоприбор» налажен выпуск муфт ПФРК (патрубок — фланец — раструб компенсаторный) и ДРК (двойной раструб компенсаторный), представленных на рис. 2.9.

Фланцевые соединения подтягивают, убеждаются в отсутствии на них трещин, отломов и коррозионного разъедания. Тщательно осматривают болты и шпильки, заменяя пришедшие в негодность.

Разгонка шпинделя задвижек состоит в периодическом проворачивании шпинделя в обе стороны до отказа. Разгонку шпинделя ведут вручную или с применением задвижечного ключа. Если достигнуть удовлетворительного хода шпинделя не удастся, то для такой задвижки планируют капитальный ремонт.

Необходимое число оборотов у задвижек с выдвигным шпинделем можно проверить по червячной резьбе шпинделя. У задвижек московского типа с закрытым шпинделем число оборотов проверяют тем, что на каждый дюйм размера ее диаметра приходится три рабочих оборота с прибавлением трех холостых оборотов. Например, число оборотов задвижки диаметром 150 мм составит: $(6 \times 3) + 3 = 21$.

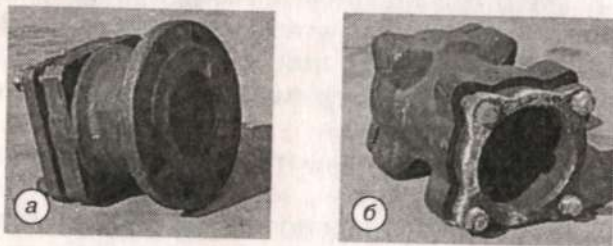


Рис. 2.9. Муфты для ремонта трубопроводов:
а — ПФРК; б — ДРК.

Пожарный гидрант состоит из чугунного стояка, закрываемого снизу чугунным шаровым клапаном. Стояк гидранта крепится к пожарной подставке на трубопроводе при помощи фланца.

Для облегчения открытия гидранта шаровой клапан в нижней части имеет предварительно открывающееся устройство, через которое стояк заполняется водой и загружается шаровой клапан перед его открытием. После закрытия гидранта вода из стояка сбрасывается в колодец через отверстие — «затравку». Число оборотов штанги до полного открытия составляет 12–15. При осмотре пожарного гидранта проверяют крепление и правильность размещения гидранта в колодце:

- он должен быть прочно укреплен тягами из полосовой стали, заделанными в стены колодца;
- осматривают и очищают винтовую нарезку гидранта, проверяют высоту штока и размеры его квадрата. Посадить на место шток можно ударами молотка по его торцу.

Проверку действия пожарного гидранта осуществляют в следующей последовательности:

- на гидрант наворачивают стендер; при тугом наворачивании его вращают в обе стороны, производя разгонку резьбы гидранта. При наворачивании стендер должен вращаться вокруг неподвижно стоящего торцевого ключа;
- затем гидрант наполняют водой вращением торцевого ключа стендера с предварительным выпуском воздуха; при этом разгоняют резьбу штока гидранта, вращая торцевой ключ в обе стороны;
- постепенным открыванием вентилей стендера промывают гидрант, направляя вытекающую из стендера струю воды вдоль улицы. Промывку продолжают 1–2 мин до выхода прозрачной воды. По окончании промывки закрывают сначала вентили стендера, а затем торцевым ключом шаровой клапан (ключ должен сделать 10–11 оборотов); свинчивают стендер с гидранта, следя за тем, чтобы торцевой ключ не вращался;
- после полного закрытия гидранта проверяют, как открывается спускное отверстие (затравка) для освобождения стояка гидранта от воды и убеждаются в полном опорожнении стояка, прочищая при необходимости затравку. В случае продолжающегося поступления воды из затравки (что свидетельствует о пропуске воды через шаровой клапан) промывку гидранта необходимо повторить.

При осмотре *водоразборных колонок* проверяют целостность винтов, соединяющих колпак и ручку колонки, легкость их отвертывания и заворачивания, противовес, пружину для груза, осматривают корпус колонки и колодец, в котором она установлена, прочищают водоотводящий лоток.

2.2.3. Капитальный ремонт и ликвидация аварий

К капитальному ремонту сети относятся работы:

- а) по сооружению новых колодцев (камер) либо полной или частичной их реконструкции;
- б) прокладке отдельных участков линий с полной или частичной заменой труб;
- в) замене гидрантов, водозаборных колонок, задвижек, поворотных затворов, вантузов, другого оборудования или его изношенных частей;
- г) ремонту отдельных сооружений на сети, устройств и оборудования по очистке и защите трубопроводов от обрастания внутренней поверхности труб;
- д) защите сети от коррозии и электрокоррозии блуждающими токами;
- е) ликвидации повреждений дюкеров и переходов под путями и др.

Ликвидация аварий должна быть осуществлена в сроки, регламентированные [11, 12].

Поврежденные трубопроводы подлежат немедленному выключению без предварительного оповещения абонентов при повреждениях:

- носящих чрезвычайный характер, когда вода, изливающаяся из поврежденного участка трубопровода, разрушает дорожное покрытие, трамвайные пути, затопляет улицу, подвалы зданий и т.п.;
- не носящих бедственного характера, но вызывающих необходимость выключения трубопроводов в целях прекращения утечки воды, хотя и без нарушения нормального водоснабжения.

О плановых отключениях на водопроводной сети для проведения текущего или капитального ремонта организация ВКХ обязана поставить в известность местное подразделение Государственной противопожарной службы и местные органы Госсанэпиднад-

зора не позднее чем за сутки до начала работ, а при аварийных отключениях — немедленно.

Во всех остальных случаях повреждений на сети выключение трубопроводов выполняют в момент начала работ. В этих случаях о выключении трубопроводов абоненты должны быть предупреждены заранее.

Смену *задвижек* осуществляют в случаях повреждения корпуса или фланцев задвижки, отрыва уплотнительных колец на дисках или корпусе. При монтаже новой задвижки вначале собирают на болтах фланцевые соединения и лишь после этого тщательно заделывают раструбы, соблюдая соответствующие правила и санитарные нормы.

Часто возникает необходимость ремонта задвижек для замены дефектного шпинделя. Смену шпинделя осуществляют в следующей последовательности:

- полностью закрывают задвижку, снимают маховик, отвертывая предварительно колпачок;
- отвинчивают и снимают сальниковый фланец и ослабляют болты сальниковой коробки (грундбуксы);
- заворачивают до отказа шпиндель задвижки маховиком или ключом. Сальниковая коробка при этом поднимается на длину ослабления болтов. В образовавшуюся щель начнет поступать вода, по интенсивности поступления которой определяют плотность закрытия задвижки;
- при небольшом пропуске воды снимают крышку сальника и удаляют набивку;
- поврежденный шпиндель осторожно вывертывают, вращая его по часовой стрелке;
- на место удаленного вворачивают новый шпиндель, вращая его против часовой стрелки;
- производят сборку задвижки, набивают сальник, устанавливают крышку сальника и фиксируют ее болтами, надевают маховик и закрепляют колпачком;
- проверяют ход шпинделя вращением на закрытие и открытие с обязательным подсчетом оборотов.

После окончания ремонтных работ производят дезинфекцию восстановленного участка трубопровода в соответствии с [3].

Расследование и учет аварий производят в соответствии с [13]. Места производства работ, связанных с установкой хомутов, накладкой заплат и заменой участков трубы, следует фиксировать в документации с обязательным указанием расстояния от ближайшего колодца до мест производства работ.

Изменения, внесенные в ходе ремонтных работ, должны своевременно вноситься в оперативные схемы и планшеты систем водоснабжения.

2.2.4. Резервуары чистой воды

Запасные и регулирующие емкости питьевой воды (РПВ) должны обеспечивать оптимальный технологический режим сооружений и устройств по обработке и подаче воды от источника водоснабжения (технологические емкости) до подачи воды потребителям (распределительные емкости).

Если вода подается в сеть самотеком из резервуара, то в нем может храниться запас воды как на технологические нужды, так и на покрытие неравномерности потребления воды абонентами.

При эксплуатации резервуаров и водонапорных башен персонал обязан:

- а) контролировать не реже одного раза в год качество поступающей и выходящей воды;
- б) наблюдать за уровнями воды;
- в) следить за исправностью запорно-регулирующей арматуры трубопроводов, люков, вентиляционных стояков, фильтров-поглощителей, входных дверей;
- г) периодически промывать резервуары и баки, очищать их днища от осадков, а стены и колонны — от обрастаний.
- д) систематически проводить испытания как на утечку воды из резервуара, так и проверять наличие активного обмена воды в резервуаре;
- е) принимать меры к предотвращению инфильтрации воды в резервуар через стены и перекрытия;
- ж) вести надзор за состоянием резервуара и башен и осуществлять их охрану.

Режим пополнения-срабатывания резервуаров и баков должен определяться с учетом того, что полный обмен хранящегося в каждом из них объема воды должен производиться, как правило, в срок не более 2 суток.

Резервуары должны быть оборудованы:

- контрольно-измерительными приборами, обеспечивающими контроль уровня воды и передачу показаний в диспетчерский пункт или на насосную станцию;
- краном для взятия проб воды без доступа в резервуар.

Входы и лазы в подземные резервуары и водонапорные башни должны быть герметично закрыты и опломбированы. Во избежание загрязнения воды насекомыми окна водонапорных башен и вентиляционные стояки резервуаров чистой воды должны быть защищены мелкой (1–2 мм) металлической сеткой, целостность которой необходимо систематически проверять.

При ухудшении микробиологических и физико-химических показателей воды в резервуаре или водонапорном баке производят их промывку фильтрованной водой с обычной при эксплуатации дозой хлора. Промывка заключается в пропуске через резервуар (бак) повышенных расходов воды при поддержании постоянного уровня воды в нем. Продолжительность промывки определяют по эффекту улучшения микробиологических и физико-химических показателей воды.

Производство очистки, окраски или ремонта резервуаров и баков оформляют распоряжением (нарядом) по структурному подразделению. Перед проведением таких мероприятий задвижки на подводящих и отводящих трубопроводах должны быть закрыты и опломбированы.

Инструменты для очистки резервуаров перед началом работы обрабатывают 1%-ным раствором хлорной извести.

При чистке резервуара в первую очередь удаляют осадок со дна, затем очищают стены и колонны до полного удаления слизи и создания гладкой поверхности, затирают трещины и дважды обмывают стены и колонны из брандспойта. После этого отмывают днище резервуара и все поверхности резервуара еще раз обмывают из брандспойта.

Перед входом в резервуар должен стоять бачок с раствором хлорной извести для обмывания резиновой обуви.

После окончания работ или чистки обязательно выполняют дезинфекцию хлорной водой или раствором гипохлорита натрия одним из методов:

- орошения — концентрация дезинфицирующего раствора по активному хлору должна быть не менее 200–250 мг/л (из расчета 0,3–0,5 л на 1 м² внутренней поверхности резервуара);
- объемным — заполнение емкости дезинфицирующим раствором и доведение концентрации остаточного активного хлора до 75–100 мг/л при контакте в течение 5–6 ч или 20–25 мг/л — при суточном контакте.

Через 1–2 ч после дезинфекции резервуары (баки) промывают водопроводной водой. Работа проводится в противогазе.

Резервуар (бак) может быть пущен в работу после трех удовлетворительных результатов бактериологических анализов, проведенных с интервалом времени из расчета полного обмена воды между взятием проб.

Один раз в 2 года производят гидравлические испытания подземных резервуаров на утечку воды.

Металлические баки водонапорных башен окрашивают антикоррозийными красителями изнутри не реже 1 раза в 3 года.

Об окончании работ по очистке, окраске или ремонту резервуара администрация организации ВКХ сообщает местным органам Госсанэпиднадзора и составляет акт, в котором указывает:

- а) время снятия пломб;
- б) перечень произведенных работ;
- в) фамилию и должность ответственного производителя работ;
- г) характеристику санитарно-технического состояния резервуара (бака);
- д) время окончания работ и описание метода дезинфекции.

2.2.5. Учет подачи и распределения воды. Снижение потерь воды

Измерению и учету подлежат расходы и объемы воды:

- а) забираемой из природных источников водоснабжения или систем районного водоснабжения;
- б) подаваемой насосными станциями второго и третьего подъема;
- в) потребляемой предприятиями и организациями;
- г) потребляемой в жилых и общественных зданиях.

К потерям следует относить: неучтенный расход воды при авариях на трубопроводах, утечках из сети и сооружений на ней, утечках из водозаборных колонок, хищениях воды.

Для выявления скрытых утечек воды на сети практикуется плановая проверка участков сети, пожарных гидрантов и вводов с помощью контрольных водомеров или гидравлических испытаний.

Глава 3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДОПРОВОДНЫХ И КАНАЛИЗАЦИОННЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ, ВОЗДУХОДУВОВ И КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК

3.1. Организация эксплуатации насосных станций

В связи с организацией работы водопроводных и канализационных станций в автоматическом режиме при управлении ВКХ целесообразно организовать мастерские для централизованного выполнения необходимых ремонтных работ, а при большом количестве насосных станций для их эксплуатации — самостоятельное Производственное управление насосными станциями (ПУНС).

Для обеспечения правильной эксплуатации оборудования на насосных станциях должна иметься техническая инструкция, которая включает:

- Правила эксплуатации оборудования при нормальной ее работе и в условиях ЧС.
- Технологическую схему станции, технические описания и инструкции по эксплуатации отдельных агрегатов, механизмов и устройств.
- Схему электроснабжения насосной станции.
- Генеральный план площадки насосной станции с нанесенными подземными коммуникациями и устройствами.
- Основные положения проведения текущего и капитального ремонтов оборудования. Периодичность и основные виды ремонтных работ на насосных станциях приведены в табл. 3.1 [15].
- Правила эксплуатации контрольно-измерительных приборов, подъемно-транспортного оборудования, а также санитарно-технических устройств. Для канализационных станций, кроме того, инструкции по эксплуатации оборудования грабельного отделения.
- Правила по технике безопасности и охране труда.

Периодичность и основные виды ремонтных работ на насосных станциях

Вид оборудования	Продолжительность периодов между:			Характеристика основных работ	
	осмот-рами, мес	текущим ремонтом, не реже, мес	капитальными ремонтами, лет	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
Центробежные насосы: горизонтальные вертикальные (погружные, артезианские) канализационные вакуум-насосы	1	3	3	Смена прокладок, набивка сальников. Смазка уплотнительных колец. Снятие крышек и установка новых разбега ротора. Окраска насоса	Полная ревизия с разборкой, чисткой, регулировкой и заменой втулок, подшипников, прокладок. Балансировка рабочего колеса. Смена вала, правка вала с обточкой, шлифование шеек вала под уплотняющие кольца. Смена рабочих колес и направляющих аппаратов. Смена или перезаливка вкладышей подшипников. Испытание с про веркой и регулировкой работы насоса после ремонта. Замена насосов на более совершенные и экономичные
	1	3	2		
	1	3	2		
	1	3	2		
	1	3	2		
Компрессоры, воздуходувки, поршневые насосы	1	2	3	Частичная замена крепежа, прокладок, лабиринтовых уплотнений	Смена поршней с поршневыми кольцами. Смена коленчатого вала или шлифовка шеек. Замена вкладышей подшипников или их ремонт. Замена масляного насоса и маслопровода

При дистанционном управлении и полной автоматизации работы насосной станции на щит управления выносится мнемоническая схема, отражающая работу всех контролируемых элементов оборудования.

3.2. Эксплуатация насосных станций и насосных агрегатов

Режимы работы насосных станций должны быть взаимоувязаны с режимами работ систем водоснабжения и водоотведения в целом с учетом режимов работы сетей, резервуаров, очистных сетей и пр.

Эксплуатационный персонал насосных станций обязан:

- поддерживать заданный режим работы насосных агрегатов;
- контролировать состояние и рабочие параметры основных насосных агрегатов, запорно-регулирующей арматуры, электрооборудования, контрольно-измерительных приборов, средств автоматики и диспетчерского управления, а также конструкций зданий;
- вести систематический учет работы агрегатов насосной станции;
- принимать меры к устранению аварийных ситуаций. Замеченные дежурным персоналом неисправности аварийного характера ликвидируются немедленно;
- соблюдать требования техники безопасности и охраны труда;
- поддерживать надлежащее санитарное и противопожарное состояние в помещениях насосной станции;
- своевременно проводить плановые ревизии, текущие и капитальные ремонты оборудования в соответствии с [16].

Во время дежурства оперативный персонал должен периодически совершать обход насосной станции и производить осмотр оборудования, обращая внимание на показания контрольно-измерительных приборов, шум насосов и другого оборудования, нагрев корпусов подшипников, насосов, электродвигателей, состояние заземления электрооборудования.

На каждый агрегат необходимо завести технический паспорт, который должен содержать сведения о технических параметрах агрегата, ремонтах и результатах эксплуатационных испытаний, изменениях, внесенных в его конструктивные параметры (обточка диаметра рабочего колеса, размер зазоров и т.п.).

На каждом агрегате, механизме, аппарате должна сохраняться заводская паспортная табличка с техническими характеристиками.

На всех насосных агрегатах, задвижках, затворах и других механизмах должны быть нанесены краской хорошо видимые порядковые номера, соответствующие оперативной документации. На трубопроводах и других коммуникациях должна быть нанесена условная маркировка, указывающая их назначение.

В инструкции по эксплуатации насосных агрегатов должна быть отражена последовательность операций пуска и остановки насосных агрегатов, способы регулирования их рабочих параметров, допустимые температуры подшипников и других узлов агрегатов, диапазон изменения уровня и давления масла в маслосистемах, перечень неисправностей и способ их устранения.

Допускаемое количество включений и отключений насосных агрегатов регламентируется заводами — изготовителями насосов, электродвигателей и коммутационных аппаратов (выключателей, контакторов).

Перед пуском насосного агрегата в работу должны быть проведены:

- а) состояние напорных и всасывающих задвижек;
- б) заполнение корпуса насоса водой или стоками;
- в) состояние сальников, муфтовых соединений, защитных ограждений;
- г) состояние контрольно-измерительных приборов и средств управления пусковых устройств;
- д) наличие масла в подшипниках и подпятниках.

Пуск насосов может производиться двумя способами: на открытую или закрытую задвижку на напорном трубопроводе.

Как правило, при длинных напорных водоводах, а также при большой статической составляющей напора пуск центробежных насосов может осуществляться на открытую задвижку. При этом насос должен быть оснащен обратным клапаном.

При коротких водоводах и малой статической составляющей напора пуск центробежных насосов осуществляется на закрытую задвижку.

При выборе способа пуска насосов учитывается также конструкция запорно-регулирующей арматуры (задвижка, поворотный затвор, конусный затвор и т.п.).

Задвижка на всасывающем трубопроводе при любых способах пуска должна всегда быть полностью открыта.

Остановку насосных агрегатов в нормальных условиях рекомендуется осуществлять на предварительно закрытую задвижку на напорном трубопроводе.

При аварийном отключении электропитания происходит неконтролируемая остановка агрегатов на открытую напорную задвижку. Поэтому в ходе эксплуатации рекомендуется предусматривать меры по уменьшению величины гидравлического удара, если они не предусмотрены проектом. К таким мерам относятся: установка клапанов для впуска воздуха на водоводах, установка обратных клапанов с замедленной посадкой, пропуск потока воды через насос в обратном направлении и т.п.

Длительная работа насосов (более 3 мин) при закрытой напорной задвижке или закрытом обратном клапане не допускается.

Не допускается работа насосных агрегатов при перегрузках, кавитациях, помпаже, вне зоны оптимальных КПД, при повышенной вибрации, перегреве подшипников и других узлов агрегатов.

Насосные агрегаты должны работать в экономичном режиме, который обеспечивается:

- а) работой насосов в зоне оптимальных значений КПД, т.е. в допустимом рабочем диапазоне изменений расхода и давления;
- б) контролем износа оборудования (насосов, затворов, задвижек, клапанов) и устранением обнаруженного износа;
- в) поддержанием соответствия режима работы насосных станций режиму работы водопроводных и канализационных сетей.

Износ оборудования контролируется при выполнении ежегодных планов профилактических осмотров и ремонта оборудования, а также при сравнении фактических рабочих характеристик насосов ($Q-H$, $N-Q$, $\eta-Q$) с исходными или каталожными характеристиками.

Для снятия фактических характеристик должна быть обеспечена возможность постоянного или периодического поагрегатного измерения расходов перекачиваемой воды и мощности насосных агрегатов.

Приведение в соответствие режима работы насосных станций с режимом работы водопроводных или канализационных сетей осуществляется правильным подбором насосных агрегатов для изменяющихся режимов водоподачи или использованием насосов с регулируемым приводом.

Для эффективного регулирования режимов работы на каждой станции должны быть заблаговременно разработаны режимные карты и типовые графики, регламентирующие условия примене-

ния различных способов регулирования в зависимости от реальных режимов водопотребления или притока сточных вод.

Агрегат немедленно (аварийно) отключается:

а) при несчастном случае (или угрозе его) с человеком, что требует немедленной остановки электродвигателя;

б) появлении явного и неустраняемого стука или шума в агрегате;

в) появлении дыма или огня из двигателя агрегата или его пускорегулирующей аппаратуры;

г) вибрации сверх допустимых норм, угрожающей целостности агрегата;

д) поломке агрегата;

е) нагреве подшипника сверх допустимой температуры;

ж) падении давления в маслосистеме.

На насосных агрегатах должны быть нанесены стрелки, указывающие направление вращения двигателя и рабочего колеса насоса.

На всех механизмах, запорно-регулирующих и пускорегулирующих устройствах должны быть нанесены надписи, номера и знаки, указывающие, к какому агрегату или механизму они относятся, а также надписи «пуск» и «стоп».

Вращающиеся части агрегатов и механизмов (шкивы, муфты и пр.) должны быть закрыты ограждениями, снятие которых во время работы запрещается.

Агрегаты, находящиеся в резерве, должны быть постоянно готовы к немедленному пуску, периодически осматриваться и опробоваться по утвержденному графику.

Вибрация агрегатов, измеренная на каждом подшипнике, не должна превышать значений, указанных в заводской документации.

Для крупных водозаборов с погружными насосами целесообразна схема подачи воды потребителю в два этапа с группой насосов второго подъема, подающих воду из промежуточного резервуара.

При повышении показаний амперметра, что может быть следствием выноса с водой песка, следует несколько уменьшить подачу насоса, прикрыв задвижку на напорной линии. По мере уменьшения выноса песка задвижку следует постепенно открывать до прежнего положения. Аналогично поступают на скважинах, в откачиваемой воде которых содержание песка превышает допустимое для установленного водоподъемного оборудования.

При резком повышении показаний амперметра или появлении постороннего шума при работе насоса следует немедленно остановить электродвигатель.

В канализационных насосных станциях должна быть предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с усиленным обменом воздуха с кратностью не менее пяти. Для предупреждения вытягивания газов из подводящего коллектора в приемных резервуарах необходимо некоторое превышение количества приточного воздуха над количеством отсасываемого.

Для предупреждения загнивания осадка его следует откачивать из приемного резервуара не реже 1 раза в 3 дня. При откачке осадок смывают к приемным воронкам всасывающих линий струей воды из технического водопровода станции. Стены резервуара, а также полы помещений приемного резервуара и решеток также должны быть обмыты струей воды. Для размыва слежавшегося осадка от напорных водоводов предусматриваются специальные смывные трубопроводы с задвижками.

Напорные трубопроводы насосных станций, перекачивающих осадки, после каждой остановки насосов необходимо промывать водой, чтобы предотвратить выпадение осадка и закупоривание им трубопровода.

При перекачке осадков сточных вод необходимо регулярно в повышенных точках трассы трубопроводов выпускать газы через вентили или задвижки, установленные вместо вантузов.

3.3. Эксплуатация воздуходушных и компрессорных машин

В турбокомпрессорах (лопастных компрессорах) ускорения в потоке газа создаются в результате взаимодействия с ним вращающейся решетки лопаток. Особенность турбокомпрессоров — непрерывность их действия (вращения лопаток, посаженных на вал). На рис. 3.1 показаны воздуходувки небольшой производительности.

Для охлаждения компрессора (рубашек цилиндров, холодильников) следует применять воду, в которой содержание механических примесей не должно превышать 40 мг/л. Жесткость воды допускается не более 7 мэкв/л. Если вода, предназначенная для охлаждения, не удовлетворяет этим требованиям, то их система охлаждения должна быть оборудована водоочистителями.

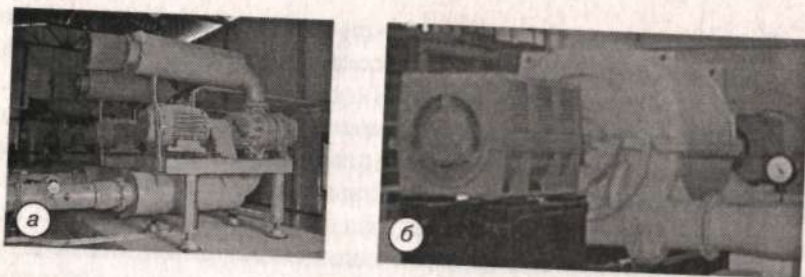


Рис. 3.1. Воздуходувки:
а — для аэротенков; б — для водовоздушной промывки фильтров на 4-м блоке Рублевской водопроводной станции г. Москвы

Чтобы обеспечить бесперебойную работу системы охлаждения компрессора, надо периодически проверять ее работу.

При замкнутых системах охлаждения поступление воды в систему охлаждения трубопроводов (отводя нагретую воду из рубашек компрессора и холодильников) следует контролировать с помощью стеклянных смотровых люков или контрольных кранов, при открытой системе охлаждения — посредством сливных воронок. Температура воды должна быть не более 30–35°C. Температура отходящей воды повышается в результате недостаточного подвода охлаждающей воды, загрязнения рубашки компрессора, холодильников.

При подготовке турбокомпрессоров к пуску проверяют: состояние фильтров для очистки воздуха; наличие, подключение и исправность приборов и средств автоматизации, подачу масла и уровень его в маслобаке, работу пускового маслонасоса, поступление масла в подшипники и редуктор; внешнее состояние компрессора, особенно соединительных муфт; задвижки на нагнетательном трубопроводе в положении «закрыто». После этого выпускают влагу, накопившуюся в газовой части холодильников; открывают полностью задвижку на «свечу» или пусковой трубопровод; открывают задвижки на линиях подвода и сброса воды в промежуточные холодильники, маслохолодильники и на линии охлаждения электродвигателя. Чтобы уменьшить пусковые нагрузки электродвигателя, рекомендуется приоткрывать дроссельную заслонку на 15–20°.

Турбокомпрессор загружают, поворачивая дроссельную заслонку на 90° или полностью открывая поворотные лопатки на диффузоре. Прикрывая задвижку на линии выброса на «свечу» или на пусковом трубопроводе, устанавливают необходимое дав-

ление. При проведении этих операций необходимо следить за нагрузкой электродвигателя (по амперметру), разряжением на всасывании и осевым сдвигом (по манометру). После загрузки компрессора вновь прослушивают цилиндры, подшипники (особенно опорно-упорные), редуктора, думмиса и концевые уплотнения, проверяют, нет ли в них значительного повышения температуры.

При полной исправности турбокомпрессора его переводят для работы в систему, постепенно открывая задвижку на нагнетательной линии трубопровода и одновременно закрывая задвижку на пусковой.

Антипомпажные устройства следует содержать в исправном состоянии, а также знать, при каком режиме появляются признаки помпажа. При обнаружении таких признаков, вызванных повышением давления в процессе нагнетания, необходимо понизить давление, для чего следует открыть вентиль на пусковом трубопроводе, а если помпаж вызван малой нагрузкой — нагрузить компрессор и излишек газа сбрасывать также в пусковой трубопровод.

Для остановки турбокомпрессора необходимо отключить компрессор от коллектора нагнетания и подключить его к пусковому трубопроводу, разблокировать электродвигатель и приступить к разгрузке компрессора, полностью открыть вентиль выхода газа в пусковой коллектор, постепенно прикрывать поворотные лопатки направляющих аппаратов или дроссельную заслонку до положения 15–20°, включить пусковой маслонасос и выключить электродвигатель. При наличии турбины следует перекрыть вентиль подачи на нее воздуха. При этом определяют и записывают в журнал время от момента выключения двигателей до полной остановки ротора. Если время вращения ротора меньше указанного в инструкции, то это свидетельствует о повреждении вкладышей подшипников или уплотнений. В случае неравномерного охлаждения подшипников надо после остановки агрегата не менее 20 мин прокачивать масло пусковым насосом, затем остановить пусковой маслонасос, закрыть задвижки на линии всасывания (поступления) воды в маслохолодильник, промежуточные холодильники и холодильник электродвигателя и произвести осмотр и чистку турбокомпрессорного агрегата.

Воздух, забираемый воздуходувками и компрессорами, должен быть возможно более чистым. С этой целью шахты для забора воздуха выносят выше конька крыши здания. Доочистка воздуха на крупных очистных сооружениях должна осуществляться на масляных фильтрах. Осмотр и промывку фильтров следует произво-

дять в зависимости от степени их запыленности: летом — через 15, зимой — через 30 дней. Сетчатые металлические фильтры промывают горячим 5–10%-ным раствором соды. При эксплуатации воздухохоборников (ресиверов), используемых для выравнивания расхода воздуха и задержания содержащихся в воздухе влаги и масел, необходимо своевременно и регулярно (не реже 2 раз в смену) выпускать из них воду и масло. Спуск конденсата из ресивера должен производиться также перед каждым пуском машины, 1 раз в 2–3 года ресивер необходимо окрашивать светлой масляной краской.

Внутреннюю очистку ресиверов от сгустков масел и прочих осадков производят не реже 2 раз в год перед продувкой воздухопроводов. Капитальный ремонт ресиверов осуществляют в случаях обнаружения при осмотрах значительных коррозионных образований на их внутренних и наружных поверхностях, патрубках, фланцах и арматуре.

Воздухопроводы должны находиться под постоянным наблюдением обслуживающего персонала. Осмотр и проверку состояния воздухопроводов и арматуры производят в следующие сроки:

- наружный осмотр воздухопроводов и сальников арматуры — ежедневно;
- промывку и продувку — не реже двух раз в год;
- ремонт запорной арматуры — не реже одного раза в год.

Сначала продувают магистральный воздухопровод при закрытой запорной арматуре на ответвлениях, затем поочередно его ответвления. Продувку ведут до тех пор, пока с выдуваемым воздухом прекратится вылет ржавой (красно-коричневой) пыли. Ответвления импульсных трубок измерительных приборов отключают и закрывают заглушками на весь период продувки.

Глава 4. ВОДОПРОВОДНЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Для получения воды питьевого качества из поверхностных водоисточников, как правило, на водоприемниках используются сооружения механической очистки на решетках и сетках, а на очистных сооружениях — двухступенчатая схема очистки воды, включающая в себя предварительную обработку воды реагентами (хлор или озон, сульфат алюминия или алюминат кальция, флокулянт катионного типа, порошкообразный активированный уголь (ПАУ), перманганат калия), стадии отстаивания и фильтрации через песчаные или двухслойные фильтры. Для достижения нормативной величины связанного хлора (0,8–1,2 мг/л) производится хлораммонизация воды. Она осуществляется вводом газообразного хлора и аммиачной воды. При одновременном дозировании аммиачной воды с хлорагентами образуются хлорамины, которые позволяют продлить бактерицидное действие хлора, особенно необходимое в крупных городах при транспортировании питьевой воды на большие расстояния.

К сооружениям предочистки поверхностных вод относятся фильтрующие оголовки водозаборов, микрофильтры и сетчатые барабаны, биореакторы с носителями прикрепленных микроорганизмов, размещаемые непосредственно в здании очистных сооружений [3].

Эксплуатацию сооружений предочистки осуществляют на основе их паспортов, технического описания завода-изготовителя и должностных инструкций персонала. В процессе работы персонал обязан:

- а) обеспечить равномерное поступление воды на каждое сооружение;
- б) вести наблюдения за степенью загрязнения фильтрующих и других элементов сооружений, не допуская превышения расчетного перепада воды;

в) своевременно осуществлять периодическую (или постоянную) промывку сетчатых поверхностей, объемной загрузки, подводящих и отводящих трубопроводов;

г) следить за исправностью оборудования, устранять течи через неплотности крепления сетчатых элементов и прорывы;

д) проводить профилактический и текущий ремонт установок.

Профилактический ремонт сетчатых барабанных фильтров проводят в периоды наименьшей нагрузки при минимальном содержании в обрабатываемой воде планктона и примесей.

4.1. Эксплуатация реагентного хозяйства

Коллоидные (мельчайшие, некристаллизующиеся) вещества, присутствие которых обуславливает мутность и цветность воды, в естественном состоянии из воды не удаляются ни длительным отстаиванием, ни фильтрованием. Для глубокого осветления и обесцвечивания воды прибегают к коагулированию содержащихся в воде коллоидных частиц, укрупняя их до величины, при которой они задерживаются отстойниками, осветлителями или фильтрами.

При повышенном содержании в воде органических веществ и наличии в ней привкуса или запаха ее предварительно хлорируют или озонируют, чтобы перед коагулированием воды находящиеся в ней органические вещества окислились.

Коагулянты помещают на складах, где они хранятся в сухом состоянии (сухое хранение) или в виде концентрированных растворов (мокрое хранение). Склады должны вмещать примерно 30-суточный запас с расчетом на период максимального потребления коагулянтов; с учетом местных особенностей они могут быть и другого объема, но не менее 15-суточного запаса.

По санитарным условиям и удобству использования предпочтение следует отдавать мокрому хранению реагентов. Концентрация растворов коагулянтов в этом случае принимается равной 15–20% (на чистый безводный продукт); число баков-хранилищ должно быть не менее четырех, если же их количество достигает 10, то целесообразно предусматривать один резервный бак [16, 17]. Для перемешивания коагулянтов в растворных резервуарах используется гидравлическое перемешивание или перемешивание воздухом. Последний поступает по стальным трубопроводам,

уложенным на 0,7 м выше уровня раствора в баках; под решетку баков его подают по пластмассовым дырчатым трубопроводам. Диаметр направленных вниз отверстий в стенках труб должен быть не меньше 3–4 мм, скорость выхода воздуха из них — 20–30 м/с, а скорость движения его по трубам — 10–15 м/с. Пластмассовые трубы проходят через стенки на противоположные стороны баков. На их торцах установлены заглушки для периодической чистки труб в случае заиливания.

Подача воздуха на перемешивание растворов в растворных баках должна составлять 8–10 л/(м²·с), в расходных баках — 3–5 л/(м²·с).

Порошкообразный активированный уголь применяют для обработки воды в виде суспензии — взмученного в воде порошка угля. При этом расход угля составляет от 0,5 до 25 мг/л, что зависит не только от различной природы органических веществ, удаляемых из воды, но и связано с некоторыми свойствами активированного угля, в частности его пористостью. Размеры пор должны соответствовать размерам адсорбируемых молекул загрязнений, что устанавливается лабораторными опытами.

Доза активированного угля предварительно может быть рекомендована: при введении угля до очистки воды (перед коагулированием) — до 20 мг/л; при введении после отстойников или осветлителей — до 5 мг/л.

Сухой активированный порошкообразный уголь рекомендуют дозировать по весу при помощи закрытых устройств. Навеску угольного порошка вводят в бачок, подобный баку для раствора коагулянта, где его смешивают с водой и подают в обрабатываемую воду в виде пульпы эжектором или насосом.

Помещение для дозирования активированного угля должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией с мокрыми гравийными фильтрами. При этом необходимо предусмотреть соответствующие меры противопожарной безопасности.

Отработавший угольный порошок выпадает в виде осадка в отстойниках и задерживается на фильтрах, откуда он удаляется при их промывке.

Применяют также зернистый активированный уголь марок БАУ (березовый), КАУ (каменный) или ТАУ (торфяной). Наиболее эффективным является уголь БАУ. Зернистый уголь используется как фильтрующая среда, через которую фильтруют обрабатываемую воду.

Допускается применение механического способа перемешивания раствора коагулянта, число оборотов мешалки должно составлять 20–30 в 1 мин; площадь лопастей принимают равной 0,1–0,2 м² на 1 м³ объема раствора в баке.

Процесс приготовления растворов, являющийся наиболее трудоемким, разделяется на следующие четыре этапа.

1. Подготовка сухих реагентов начинается с дробления крупных комьев сернокислого алюминия на более мелкие (диаметром не более 100 мм), сравнительно легко растворимые; затем следует навеска для одной или двух загрузок и далее загрузка отвешенной порции в растворный бак. Все эти операции производят на складах реагентов.

Чтобы приготовить из технического продукта раствор сернокислого алюминия на T часов работы при заданной дозе D_k , г/м³, и постоянном расходе Q , м³/ч, обрабатываемой воды, необходимо сделать навеску A_k товарного коагулянта для одной загрузки:

$$A_k = \frac{D_k Q T}{K_k \cdot 100},$$

где K_k — содержание безводного $Al_2(SO_4)_3$, %, в товарном коагулянте, определяемое лабораторией или принимаемое по ГОСТ: для очищенного сернокислого алюминия оно составляет 0,453, для неочищенного — 0,335, для сернокислого железа — 0,525 и для хлорного железа — 0,95.

2. Реагенты растворяют струей или потоком циркулирующей воды с перемешиванием содержимого в баке при помощи мешалки с электромеханическим приводом или воздуха. Растворение считается законченным после того, как в растворном баке останутся лишь нерастворимые куски породы и песок.

Время расходования коагулянта с концентрацией b_p (обычно не более 10%) из растворного бака емкостью V_p , м³, при расходе воды Q , м³/ч, обрабатываемой дозой D_k безводного коагулянта составляет:

$$T = 10\,000 \frac{V_p}{D_k Q} b_p.$$

Примерная концентрация раствора в баке, %:

$$b_p = \frac{D_k Q}{10\,000 V_p} T.$$

Для станций малой производительности (до 10 000 м³/сут) принимают значение $T = 12–24$ ч, для станций средней производительности (10 000–50 000 м³/сут) — 8–12 ч, для станций большой производительности (свыше 50 000 м³/сут) — 6–8 ч и менее.

При растворении коагулянта при перемешивании раствора воздухом расход последнего определяют исходя из интенсивности 8–10 л/с на 1 м² площади растворного бака.

3. Приготовление рабочего раствора требуемой крепости осуществляют, разбавляя водой раствор, полученный при растворении реагента, после его перекачки в расходный бак.

Чтобы получить в расходном баке рабочий раствор коагулянта заданной концентрацией $b\%$ (принимают не более 5%), необходимо из растворного бака в расходный переместить раствор крепостью b_p , %, в количестве (м³):

$$V'_p = V \frac{b}{b_p},$$

после чего расходный бак долить водой до полного объема V .

Практически крепость растворов оценивают в градусах по ареометру. В табл. 4.1 приведены плотности растворов реагентов при температуре воды 15–20°C в зависимости от концентрации.

Таблица 4.1

Зависимость плотности растворов химически чистых реагентов от концентрации [18]

Концентрация растворов, %	Al ₂ (SO ₄) ₃ при температуре, °C		FeCl ₃ при температуре 20 °C	FeSO ₄ при температуре 18 °C	Суспензия активированного угля марки ОУ-3
	15	19			
1	1,017	1,009	1,007	1,008	1,004
2	1,027	1,019	1,015	1,018	—
4	1,047	1,040	1,032	1,037	—
6	1,067	1,061	1,049	1,057	1,020
8	1,087	1,083	1,066	1,078	—
10	1,107	1,105	1,085	1,100	—
20	—	1,226	1,182	1,213	—

Для дозирования раствора коагулянта на станциях малой и средней производительности получили распространение простей-

шие поплавковый и сифонный дозаторы. На фильтровальных станциях средней и большой производительности все большее применение в качестве дозаторов раствора находят насосы-дозаторы, а также эжекторы.

4. Последним этапом в работе реагентного хозяйства является подготовка растворных и расходных баков после их опорожнения к растворению следующей порции реагента (удаление осадка, состоящего из нерастворившихся частиц и песка).

При низкой щелочности очищаемой воды процесс коагулирования затрудняется. В таких случаях воду перед коагулированием подщелачивают обычно гашеной известью $\text{Ca}(\text{OH})_2$, для чего приготавливают известковое молоко. При проявлении коррозионных свойств или выделении карбонатных отложений воду обрабатывают щелочью, кислотами и пр.

Емкость расходных баков известкового молока $V_{\text{и}}$ (концентрацией не более 5%) определяется временем, через которое надо производить заготовку, по вышеприведенной формуле с подстановкой в нее дозы извести $D_{\text{и}}$ (считая по CaO) вместо дозы коагулянта. Число часов T , на которое заготавливают в расходном баке известковое молоко, принимают равным 6–12.

Известковое молоко непрерывно взмучивается для поддержания частиц извести во взвешенном состоянии. Взмучивание можно производить гидравлическим перемешиванием (насосом) при помощи сжатого воздуха или лопастных мешалок.

Коагулирование. Необходимые дозы коагулянтов. В качестве коагулянтов воды обычно используют сернокислый алюминий $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, хлористый алюминий AlCl_3 , оксихлорид алюминия $\{[\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}\}$, редко применяют хлорное железо $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ или железный купорос $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Содержащие железо коагулянты весьма эффективны при низких температурах воды зимой.

Хлопья гидроокиси, образующиеся в результате коагулирования, представляют собой как бы тончайшую сеть, покрывающуюся частичками глины, ила и других взвешенных в воде частичек, в результате чего хлопья постепенно укрупняются до видимых, становятся тяжелыми и оседают на дно отстойника.

Течение процесса коагуляции зависит от солевого состава воды, главным образом от ее анионного состава, так как гидроокиси алюминия и железа заряжены положительно и коагулирующими ионами для них являются анионы. Практикой установлено, что коагулирование сернокислым алюминием для удаления взвешен-

ных веществ происходит удовлетворительно в следующих случаях: в мягких природных водах при $\text{pH} = 5,7\text{--}6,6$, в водах средней жесткости (4–6 мг-экв/л) — при $\text{pH} = 6,6\text{--}7,2$, в жестких водах — при $\text{pH} = 7,2\text{--}7,8$.

Скорость хлопьеобразования зависит также от температуры воды (процесс резко замедляется при понижении температуры). Она зависит также от скорости движения воды в сооружениях. Скорость движения потока воды в перегородчатых камерах хлопьеобразования должна убывать от 0,2–0,3 м/с в начале до 0,1–0,05 м/с в конце камеры за счет увеличения расстояния между перегородками. Число поворотов потока воды в камере обычно равно 8–10. В них должны быть предусмотрены промежуточные выпуски воды по длине камер для регулирования времени пребывания воды в них. Время пребывания воды должно составлять 20 мин для мутных вод и 30 мин для цветных. При наличии умеренного перемешивания воды процесс хлопьеобразования идет быстрее и заканчивается через 15–20 мин, тогда как в спокойной воде для этого требуется вдвое большее время.

Оптимальные соотношения смешиваемых концентраций рабочих растворов реагентов и количество обрабатываемой воды определяют предварительно в лабораторных условиях и уточняют в процессе эксплуатации в зависимости от качества реагентов и обрабатываемой воды.

Точность дозирования растворов реагентов должна быть в пределах $\pm 5\%$, за исключением случаев, предусмотренных технологией обработки воды в аварийном режиме.

На рис. 4.1 показан цех приготовления озона на Рублевской водопроводной станции г. Москвы.

При перерывах в подаче растворов реагента после каждого прекращения подачи раствора реагентопроводы, растворные и расходные баки и насосы-дозаторы должны быть промыты очищенной водой.

При эксплуатации персонал обязан:

- а) своевременно приготовить необходимое количество растворов реагентов требуемой концентрации;
- б) вводить реагенты в обрабатываемую воду с соблюдением установленных доз и последовательности их введения;
- в) систематически наблюдать за правильностью работы устройств приготовления и дозирования реагентов, средств контроля и автоматизации;
- г) вести учет расходования реагентов и своевременно их заказывать с учетом вместимости складов.

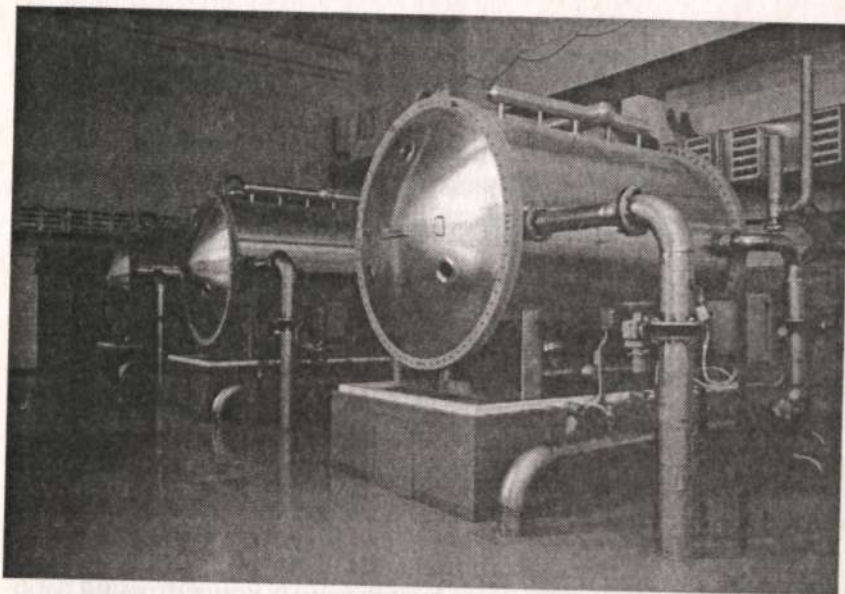


Рис. 4.1. Озонаторы 4-го блока РВС на 30 кг озона на водопроводной станции г. Москвы

При приемке каждой новой партии реагентов проверяют наличие сертификатов, удостоверяющих их качество и соответствие требованиям стандарта. Каждую партию поступающих на предприятие реагентов подвергают контрольному анализу на содержание в продукте активной части реагента и примесей.

На складах реагентов запрещается хранить:

- а) в одном помещении реагенты, которые могут химически взаимодействовать между собой;
- б) взрывчатые и огнеопасные вещества, смазочные масла, баллоны со сжатыми газами, пищевые продукты и пр.;
- в) реагенты в количествах, превышающих расчетную вместимость складов.

Режимы реагентной обработки воды в различные периоды года и виды применяемых реагентов устанавливают на основе данных физико-химических, санитарно-биологических и технологических анализов и опыта обработки воды. В реагентном цехе контролируют:

- а) количество загружаемого реагента — при каждом приготовлении по массе или объему;
- б) периодичность и длительность загрузки — посменно;

- в) длительность и интенсивность перемешивания, продолжительность отстаивания раствора — по мере растворения;
- г) концентрацию раствора в реагентных баках — по мере растворения реагента или разбавления растворов;
- д) уровни растворов в баках — в процессе расходования растворов;
- е) точность дозировки растворов — ежечасно и возможно чаще при изменении расхода очищаемой воды и концентрации раствора реагента;
- ж) работу механических дозаторов сухих реагентов — не реже одного раза в смену;
- з) после 4–6 циклов приготовления растворов реагентов из реагентных баков и бункеров удаляют осадки (или по мере накопления осадка в них);
- и) состояние дозирующих устройств — ежеквартально или не реже двух раз в год.

4.2. Смесители и камеры хлопьеобразования

Сооружения и устройства для смешения растворов реагентов с обрабатываемой водой должны обеспечивать быстрое и равномерное смешение реагентов со всей массой обрабатываемой воды. На рис. 4.2 даны фотографии смесителей и камер хлопьеобразования московских водопроводных станций.

Контроль работы смесителей и камер хлопьеобразования осуществляют по технологическим картам, содержащим контролируемые технологические параметры работы сооружений и указания по методикам, способам, периодичности их контроля.

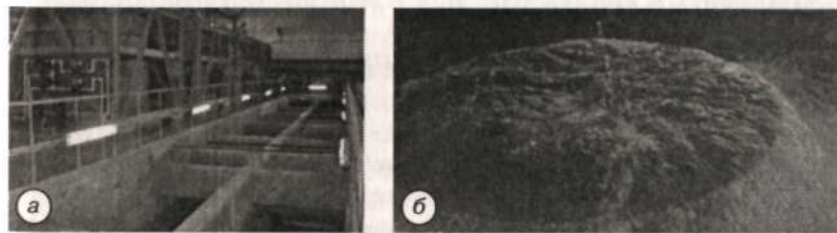


Рис. 4.2. Смесители и камера хлопьеобразования: а — перегородчатый смеситель и камеры хлопьеобразования вертикального типа 4-го блока РВС; б — аванкамера смесителя на ВВС

При эксплуатации смесителей и камер хлопьеобразования персонал обязан:

- а) вести постоянное наблюдение и осуществлять контроль над равномерным распределением реагентов в массе обрабатываемой воды по их концентрации в разных точках живого сечения потока при выходе из смесителя;
- б) очищать смесители от накопившегося в них осадка;
- в) следить за исправностью механического оборудования смесителей;
- г) прочищать отверстия в перфорированных распределителях реагентов;
- д) осуществлять контроль скорости движения воды.

Камеры смесителей очищают не реже одного раза в год. Осмотр и чистку камер производят в периоды их наименее напряженной работы.

Режим работы камер хлопьеобразования должен обеспечивать наилучшие условия формирования хлопьев коагулированной взвеси перед поступлением очищаемой воды на отстойники или фильтры.

Независимо от объема накопившегося осадка камеры хлопьеобразования очищают не реже одного раза в год или чаще, если этого требуют местные условия. При их очистке проверяют наличие, количество и характер расположения осадков, состояние стенок, перегородок, мест присоединения трубопроводов, задвижек и другого оборудования и принимают меры к устранению обнаруженных дефектов.

При очистке лопастных камер хлопьеобразования необходимо особенно тщательно произвести осмотр и, если требуется, ремонт подводной части мешалок, проверить состояние валов, подшипников, сальников и другого оборудования.

4.3. Отстойники и осветлители с взвешенным осадком

Отстойники и осветлители должны обеспечивать заданную степень предварительного осветления и обесцвечивания заданных количеств воды перед ее подачей на фильтры.

В практике эксплуатации работа отстойников оценивается «процентом задержания взвеси», представляющим собой отно-

шение количества выпавшей взвеси G_v к полному количеству взвеси G_o , находящейся в воде, %:

$$K = \frac{G_v}{G_o} 100.$$

Дополнительно работу горизонтальных отстойников рекомендуется оценивать по слою распределения осадка по дну. Графическая интерпретация этих измерений показывает, насколько полно использовано сооружение, в какой части его происходит выпадение осадка и от чего оно зависит.

Хорошая работа отстойников зависит от химической подготовки обрабатываемой воды, рода и характера образующихся хлопьев коагулянта, захватывающих своими хлопьями взвесь. Чем больше хлопьев и чем они крупнее, тем интенсивнее выпадает осадок, распределяясь по дну, главным образом в начале (в первой трети или первой половине) отстойника.

Наблюдениями установлено, что:

1) с повышением температуры воды эффект работы отстойника при всех прочих равных условиях повышается;

2) наличие продольных перегородок не оказывает решающего влияния на характер движения воды при правильном устройстве напуска и отвода воды;

3) хорошее (равномерное) распределение по ширине отстойника напускаемой воды и ее отвод обеспечиваются незатопленным водосливом в начале (напуск) и конце (отвод) отстойника; если же водослив отсутствует и вода подводится по трубе на той или иной высоте симметрично или асимметрично к центру отстойника, то для равномерного ее распределения по ширине можно устроить дырчатые перегородки или решетки из вертикальных досок с прозорами 0,10–0,15 м, устанавливаемые в начале и конце отстойника на расстоянии 1–1,5 м от стенок; скорость движения воды в прозорах должна быть 0,2–0,3 м/с. На рис. 4.3 представлено фото трубчатого сборного устройства в горизонтальном отстойнике с тонкослойными модулями РВС;

4) с накоплением осадка на дне рабочая глубина отстойника уменьшается, а скорость движения воды увеличивается. Однако эффект выпадения взвеси с уменьшением глубины отстойника до известных пределов (до $\frac{2}{3} h$) не снижается; с уменьшением же рабочей глубины горизонтального отстойника (за счет тонкослойных модулей) вдвое повышается эффект работы отстойника при одних и тех же скоростях движения воды.

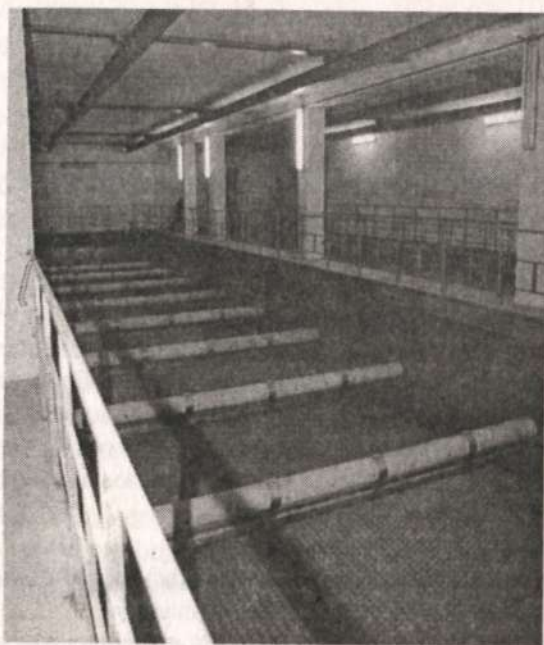


Рис. 4.3. Перфорированные трубы для сбора осветленной воды в горизонтальном отстойнике с тонкослойными модулями на РВС

В процессе эксплуатации перегородчатых камер хлопьеобразования и горизонтальных отстойников дежурный оператор наблюдает за ходом реакций реагентов с водой и характером образования хлопьев коагулянта, а также за хлопьями, не осевшими в отстойнике, и в зависимости от результатов анализов уточняется доза реагентов. Мутность отстоенной воды должна быть нормально 8–12 мг/л и периодически — не более 20 мг/л.

Дежурный оператор должен регулировать равномерное распределение поступающей в отдельные камеры хлопьеобразования и отстойники воды, наблюдать за равномерным слоем перелива через кромки желобов поступающей в отстойник и отводимой из него воды; кромки лотков следует периодически осматривать и очищать от образующихся органических скоплений, а при необходимости — выравнивать.

Положение поверхности уплотненного осадка в камере отстойников можно определить шестом, на конце которого перпендикулярно шесту укреплен щиток размером не менее 20×20 см, препятствующий погружению шеста в осадок. По длине части шеста,

находящейся под водой, определяют толщину слоя воды до осадка и, следовательно, его высоту. Шест опускают в открытых отстойниках непосредственно с его бортов или через вентиляционные трубы в перекрытии отстойника.

Если осадок на дне отстойника жидкой консистенции, то горизонт осадка можно установить шестом, на котором через каждые 25–30 см укреплены пробоотборники (банки с пробками). Шест опускают вертикально до дна отстойника, затем открывают одновременно пробки всех пробоотборников при помощи гибкой проволоки, привязанной к пробкам. После этого шест вынимают из отстойника и по наличию осадка в банках судят о горизонте осадка в отстойнике.

Обычно осадок из горизонтальных отстойников удаляют 2 раза в год (весной и осенью), и лишь в некоторых случаях при очистке воды с большой мутностью и высокой цветностью осадок из отстойников удаляют чаще.

В начале и конце отстойника должны быть подведены трубопроводы диаметром 50 мм от внутреннего водопровода станции с устройствами для подключения шлангов при промывке отстойников.

Загрязнения со стенок и перегородок удаляются щетками, а затем дезинфицируются хлорной водой с дозой активного хлора 25 мг/л.

Эксплуатация вертикальных отстойников сводится к равномерному распределению воды между ними, равномерному сбору отстоенной воды радиальными желобами или дырчатыми затопленными трубами и периферийным желобом, удалению осадка из отстойников.

Большое значение имеет сбор осветленной воды в отстойниках радиальными и периферийными желобами. При площади отстойника до 12 м² желоба могут быть только периферийные. При большей площади дополнительно к периферийным желобам имеют радиальные желоба: при площади до 30 м² — 4 радиальных желоба, при большей площади — 6–8 желобов. Их сечение рассчитывают исходя из скорости движения в них воды 0,6–0,7 м/с.

При эксплуатации отстойников персонал обязан:

а) контролировать по мере изменения режимов подачи воды равномерность распределения воды между отдельными сооружениями (но не менее 1–2 раз в сутки);

б) обеспечивать правильность распределения воды по площадям самих отстойников, своевременно устраняя перекосы кромок лотков, желобов и т.д.;

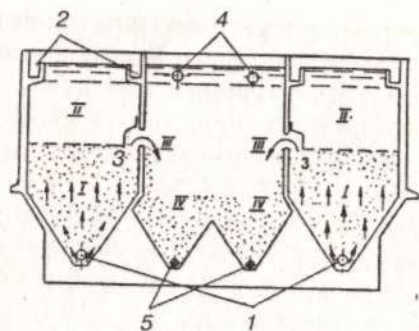


Рис. 4.4. Осветлитель со взвешенным осадком коридорного типа:
I — зона взвешенного осадка; II — зона осветления; III — зона отделения осадка; IV — зона накопления и уплотнения осадка;
1 — подающие трубопроводы; 2 — сборные желоба осветленной воды;
3 — осадкоприемные окна; 4 — трубопроводы для отвода воды из зоны уплотнения осадка; 5 — трубы для отвода уплотненного осадка

в) вести наблюдение за накоплением (высотой слоя) осадка и его влиянием на режим работы сооружений (5–6 раз между чистками);

г) регулярно удалять осадок (частично или полностью) в соответствии с установленным графиком промывки;

д) учитывать потери воды при сбросе осадка;

е) следить за состоянием устройств для отведения осветленной воды и избыточного осадка, трубопроводов, задвижек и лотков, тонкослойных модулей.

Вода в осветлителе со взвешенным осадком (рис. 4.4) проходит такой же путь, как и в вертикальном отстойнике, с тем лишь отличием, что вода в нем как бы фильтруется через слой ранее выпавшего осадка, находящегося во взвешенном состоянии. При этом происходят сложные агломерационные, сорбционные и другие процессы; частицы взвешенного слоя, обладая огромной поверхностью контакта с водой и содержащейся в ней мелко раздробленной фазой взвешенных частиц, находятся все время в подвижном состоянии — то увлекаются потоком воды вверх, то при достаточно большом сопротивлении (или уменьшении скорости потока) перестают увлекаться потоком и оседают. Опустившись в нижние слои, частицы взвешенного осадка снова подхватываются потоком воды и вновь увлекаются вверх, пока не попадут к осадкоприемным окнам, а через них в осадкоуплотнитель.

Применение осветлителей позволяет значительно сократить объем очистных сооружений, улучшить последующую работу фильтров и снизить расход реагентов.

Во избежание разрушения взвешенного слоя конвекционными потоками и выноса осадка из осветлителя температура воды не должна изменяться со скоростью более чем на $1^\circ\text{C}/\text{ч}$, а постепенное изменение расхода воды не должно превышать $\pm 15\%/ \text{ч}$. При эксплуатации осветлителей скорость восходящего потока в зоне осветления и коэффициент распределения воды между зоной осветления и зоной отделения осадка зависят от общего содержания взвешенных веществ в воде, поступающей в осветлитель (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Технологические условия работы осветлителей (по СНиП 2.04.02-85)

Мутность воды, поступающей в осветлитель, мг/л	Скорость восходящего потока воды в зоне осветления $V_{\text{осв}}$, мм/с		Коэффициент распределения воды $K_{p.v}$
	в зимний период	в летний период	
От 50 до 100	0,5–0,6	0,7–0,8	0,7–0,8
Св. 100 до 400	0,6–0,8	0,8–1	0,8–0,7
Св. 400 до 1000	0,8–1	1,0–1,1	0,7–0,65
Св. 1000 до 1500	1,0–1,2	1,1–1,2	0,64–0,6

При подаче в осветлители воды с добавленными к ней реагентами предусматриваются воздухоотделители для выделения воздуха и газов, образующихся при химических реакциях. Скорость нисходящего потока воды в них не должна превышать 50 мм/с, время пребывания воды — не менее 1 мин.

Отведение осадка из осадкоуплотнителей осветлителей (продувка осветлителей) производится периодически или непрерывно. Количество воды, отводимой при этом, рассчитывается по формуле

$$P_{\text{ос}} = \frac{100(C - m)}{\delta_{\text{ср}}},$$

где C — концентрация взвешенных веществ в поступающей в осветлитель воде, мг/л; m — количество взвеси в воде, выходящей из него, мг/л; $\delta_{\text{ср}}$ — средняя концентрация осадка в уплотнителе, мг/л.

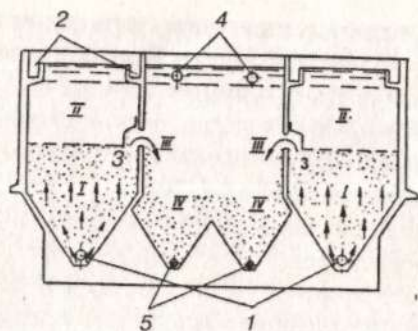


Рис. 4.4. Осветлитель со взвешенным осадком коридорного типа:
I — зона взвешенного осадка; II — зона осветления; III — зона отделения осадка; IV — зона накопления и уплотнения осадка;
1 — подающие трубопроводы; 2 — сборные желоба осветленной воды;
3 — осадкоприемные окна; 4 — трубопроводы для отвода воды из зоны уплотнения осадка; 5 — трубы для отвода уплотненного осадка

в) вести наблюдение за накоплением (высотой слоя) осадка и его влиянием на режим работы сооружений (5–6 раз между чистками);

г) регулярно удалять осадок (частично или полностью) в соответствии с установленным графиком промывки;

д) учитывать потери воды при сбросе осадка;

е) следить за состоянием устройств для отведения осветленной воды и избыточного осадка, трубопроводов, задвижек и лотков, тонкослойных модулей.

Вода в осветлителе со взвешенным осадком (рис. 4.4) проходит такой же путь, как и в вертикальном отстойнике, с тем лишь отличием, что вода в нем как бы фильтруется через слой ранее выпавшего осадка, находящегося во взвешенном состоянии. При этом происходят сложные агломерационные, сорбционные и другие процессы; частицы взвешенного слоя, обладая огромной поверхностью контакта с водой и содержащейся в ней мелко раздробленной фазой взвешенных частиц, находятся все время в подвижном состоянии — то увлекаются потоком воды вверх, то при достаточно большом сопротивлении (или уменьшении скорости потока) перестают увлекаться потоком и оседают. Опустившись в нижние слои, частицы взвешенного осадка снова подхватываются потоком воды и вновь увлекаются вверх, пока не попадут к осадкоприемным окнам, а через них в осадкоуплотнитель.

Применение осветлителей позволяет значительно сократить объем очистных сооружений, улучшить последующую работу фильтров и снизить расход реагентов.

Во избежание разрушения взвешенного слоя конвекционными потоками и выноса осадка из осветлителя температура воды не должна изменяться со скоростью более чем на $1^\circ\text{C}/\text{ч}$, а постепенное изменение расхода воды не должно превышать $\pm 15\%/ \text{ч}$. При эксплуатации осветлителей скорость восходящего потока в зоне осветления и коэффициент распределения воды между зоной осветления и зоной отделения осадка зависят от общего содержания взвешенных веществ в воде, поступающей в осветлитель (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Технологические условия работы осветлителей (по СНиП 2.04.02-85)

Мутность воды, поступающей в осветлитель, мг/л	Скорость восходящего потока воды в зоне осветления $V_{\text{осв}}$, мм/с		Коэффициент распределения воды $K_{p.в}$
	в зимний период	в летний период	
От 50 до 100	0,5–0,6	0,7–0,8	0,7–0,8
Св. 100 до 400	0,6–0,8	0,8–1	0,8–0,7
Св. 400 до 1000	0,8–1	1,0–1,1	0,7–0,65
Св. 1000 до 1500	1,0–1,2	1,1–1,2	0,64–0,6

При подаче в осветлители воды с добавленными к ней реагентами предусматриваются воздухоотделители для выделения воздуха и газов, образующихся при химических реакциях. Скорость нисходящего потока воды в них не должна превышать 50 мм/с, время пребывания воды — не менее 1 мин.

Отведение осадка из осадкоуплотнителей осветлителей (продувка осветлителей) производится периодически или непрерывно. Количество воды, отводимой при этом, рассчитывается по формуле

$$P_{\text{ос}} = \frac{100(C - m)}{\delta_{\text{ср}}},$$

где C — концентрация взвешенных веществ в поступающей в осветлитель воде, мг/л; m — количество взвеси в воде, выходящей из него, мг/л; $\delta_{\text{ср}}$ — средняя концентрация осадка в уплотнителе, мг/л.

Основным условием нормальной работы осветлителей при их эксплуатации является накопление стабильного и плотного слоя взвешенного осадка, что достигается подбором оптимальных доз реагентов и бесперебойной подачей их в обрабатываемую воду. Частые изменения в режиме подачи воды не допускаются. Необходимо устранять возможные подсосы воздуха водой и растворами реагентов до поступления их в осветлители.

Эксплуатация осветлителей со взвешенным осадком сводится к следующему.

1. Наиболее важным является первоначальный пуск и наладка процесса осветления воды: осветлитель начинает нормально работать после образования взвешенного слоя (фильтра), что происходит через некоторый промежуток времени после начала коагулирования воды. Наладка работы осветлителя требуется при пуске вновь построенного сооружения и после его ремонта, а также после каждой очистки и при переходе от зимнего режима работы осветлителя к весеннему, от летнего — к зимнему.

Особенно тщательно нужно следить за работой осветлителя во время весеннего паводка, когда наблюдается низкая коагулируемость речной воды при большом количестве очень мелких взвешенных веществ.

При подборе дозы коагулянта на период созревания осветлителя необходимо добиваться образования крупных и неразбивающихся хлопьев, не стремясь в это время к экономии коагулянта.

Летом образование взвешенного фильтра происходит в течение 3–4 ч, весной при начале коагулирования после зимнего перерыва — значительно медленнее, и вполне хорошие результаты осветления воды (прозрачность более 150 см «по кресту») достигаются лишь через 12–20 ч.

2. Общим требованием нормальной работы осветлителя является содержание взвешенных веществ в осветленной воде не более 8–12 мг/л (при исходной — не более 150 мг/л), что зависит от скорости восходящего потока в зоне осветления $V_{зо}$ и коэффициента распределения воды между зоной осветления и осадкоуплотнителем:

$$K_p = 1 - \frac{C_o}{C_n},$$

где C_n — содержание взвешенных веществ в воде, отводимой в осадкоуплотнитель (мг/л), определяемое в пробе этой воды весовым методом; C_o — содержание взвешенных веществ в

осветляемой воде, поступающей в осветлитель (мг/л), включая и взвешенные вещества, образующиеся в результате обработки воды реагентами.

Эта величина определяется по формуле (мг/л)

$$C_o = M + KD_k + 0,25Ц + B,$$

где M — количество взвешенных веществ в исходной воде, мг/л; D_k — доза коагулянта по безводному продукту, мг/л; K — переводной коэффициент, принимаемый: для очищенного сернокислого алюминия 0,55, для неочищенного сернокислого алюминия — 1, для хлорного железа и железного купороса — 0,8; $Ц$ — цветность очищаемой воды, град.; B — количество нерастворимых веществ, вводимых с известью, мг/л.

Все значения величин в этой формуле принимаются средними за период между очистками. Ориентировочные значения скорости восходящего потока в зоне осветления и коэффициента распределения воды между зоной осветления и осадкоуплотнителем можно принимать по данным табл. 4.2.

3. По мере накопления осадка в осадкоуплотнителе производится выпуск его из осветлителя — с частичным или полным спуском. Выпуск осадка необходим перед тем, как хлопья коагулянта начнут выноситься с осветленной водой и появятся клубы замутненной воды на поверхности центрального осадкоуплотнителя.

Частота выпуска осадка зависит от интенсивности его накопления, т.е. от содержания взвешенных веществ в осветляемой воде, поступающей в осветлитель, и объема зоны накопления и уплотнения осадка. Ориентировочно продолжительность накопления и уплотнения осадка (ч) может быть определена по формуле

$$T = \frac{V_{з.у} \delta_{ср} n}{Q(C_o - m)},$$

где $V_{з.у}$ — объем осадкоуплотнителя, м³; n — число осветлителей; Q — количество осветляемой станцией воды, м³/ч.

Практически при установившемся режиме эксплуатации осветлителей осадок выпускают летом 1 раз в сутки, а при повышенной мутности осветляемой воды — 2 раза. При этом, не прекращая поступления воды в осветлитель, часть объема воды спускают из осветлителя через осадкопускную трубу, спускаемая вода уносит осадок из зоны его уплотнения, понижение уровня воды в осветлителе достигает обычно 0,5 м, выпуск осадка продолжается 4–5 мин.

Потери воды с выпускаемым осадком составляют около 1% количества пропущенной воды через осветлитель.

4. В процессе эксплуатации осветлителей персонал должен также следить за сбором осветленной воды и при необходимости прочищать затопленные отверстия водосборных труб и желобов.

В осветлителях с взвешенным осадком контролируют Правилами [3]:

а) длительность зарядки взвешенного слоя после полного опорожнения и включения в работу;

б) уровень взвешенного осадка — по мере изменения скоростного и температурного режимов работы осветлителя, а также режима дозирования реагентов (но не реже 2 раз в смену);

в) скорость восходящего потока воды в рабочей зоне осветлителя — 2–3 раза после пуска по мере изменения режима подачи воды;

г) количество воды, отводимой из верхней зоны уплотнения осадка, — по мере изменения количества подаваемой воды и режима ее реагентной обработки (не реже 2 раз в смену);

д) периодичность и длительность выпуска осадка — по мере накопления и подъема осадка до критического значения его уровня;

е) влияние суточных колебаний температуры воды источника на работу осветлителя — 1–2 раза в смену;

ж) потери воды при продувке и продолжительность продувки — при каждой продувке.

При периодическом опорожнении сооружений для чистки (после удаления осадка стены) перегородки и днище сооружений обмывают водой, подаваемой из брандспойта.

По окончании чистки осветлителя его подвергают дезинфекции хлорной водой дозой по активному хлору 25 мг/л с контактом более 24 ч с последующей промывкой водой из водопровода.

Осадок из осадкоуплотнителя осветлителя отводят периодически или непрерывно без остановки осветлителя.

4.4. Фильтры с инертным зернистым фильтрующим слоем

Устройство фильтра с зернистой загрузкой и его внешний вид показаны на рис. 4.5 и 4.6.

Работа фильтра. Вода из отстойника или осветлителя поступает на фильтр по водоподводящему лотку, затем проходит слой

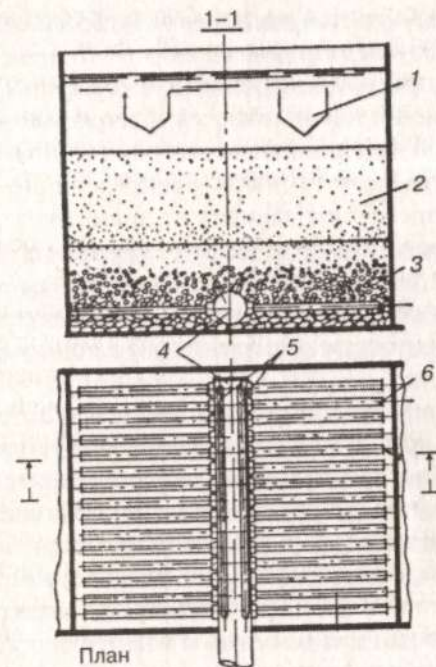


Рис. 4.5. Фильтры с зернистой загрузкой с трубчатым (щелевым) дренажом: 1 — промывной желоб; 2 — фильтрующий слой; 3 — поддерживающие слои; 4 — коллектор; 5 — ответвления от коллектора; 6 — дренажная система

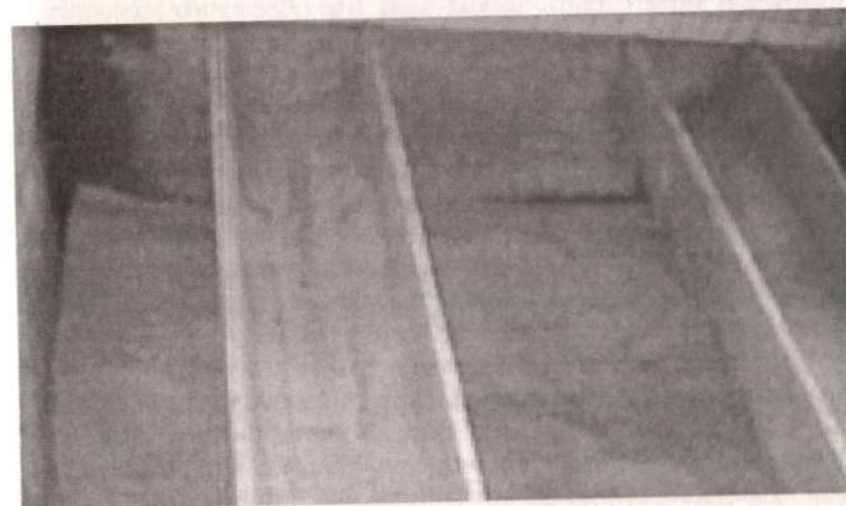


Рис. 4.6. Загрузка фильтров с промывными желобами

песка и гравия, собирается дренажной трубой и отводится в приемный резервуар очищенной воды.

При этом на поверхности песка и в его порах на глубину до 0,2–0,4 м постепенно накапливается задерживаемая грязь, представляющая собой взвешенные вещества и хлопья коагулянта, не выпавшие из воды в отстойнике. Распределение загрязнений в толще фильтрующего слоя зависит от диаметра зерен загрузки и скорости фильтрации. Чем больше крупность фильтрующего слоя, тем меньше загрязнений откладывается в пленке и больше в порах слоя. Повышение скорости фильтрации приводит к более глубокому проникновению загрязнений в толщу фильтрующего слоя.

В результате фильтрации содержание в воде взвешенных веществ снижается до 1–2 мг/л. В начале работы фильтра, когда песок еще чистый, потеря напора в фильтре минимальная. В процессе работы фильтра сопротивление фильтрующего слоя вследствие его загрязнения непрерывно увеличивается.

Таким образом, в течение 8–24 ч (в зависимости от качества воды) потеря напора в фильтре возрастает до максимума. Когда давление столба воды над поверхностью песка становится недостаточным для фильтрации, фильтр необходимо промывать. В паводок фильтры приходится промывать через 4–6 ч, а зимой через 40–48 ч и реже.

Скорость фильтрации за время цикла работы фильтра до промывки должна быть постоянной, что обеспечивается за счет увеличения слоя воды над загрузкой (т.е. увеличением расхода воды, подаваемой на фильтр). Грязеёмкость скорых однопоточных фильтров при очистке коагулированной и предварительно осветленной (в отстойниках или осветлителях) воды составляет 0,4–0,6 кг на 1 м² фильтрующей поверхности. Она тем больше, чем больше пористость песка и высота фильтрующего слоя.

Для поддержания постоянной скорости фильтрации либо применяют автоматические регуляторы скорости фильтрации, либо регулируют ее вручную при помощи задвижки на трубопроводе, отводящем профильтрованную воду.

Критерием работы фильтра правильнее считать не скорость фильтрации, а грязеёмкость фильтра — количество осадка (хлопьев коагулянта и мути) в килограммах, которое задерживается в фильтре, т.е. откладывается на поверхности и в порах фильтрующего материала (песка, антрацитового крошки), отнесенное к 1 м² фильтра или к 1 м³ загрузки за цикл работы фильтра.

Продолжительность фильтроцикла (межпромывочного периода) T_f в часах зависит от общего содержания взвеси в фильтруемой воде m_0 , г/м³, скорости фильтрации v , м/ч, и грязеёмкости фильтра P , кг/м²:

$$T_f = 1000 \frac{P}{m_0 v}.$$

Промывка фильтра производится с целью восстановления его фильтрующей способности удалением загрязнений, накопленных в процессе фильтрации в слое фильтрующей загрузки.

Для промывки фильтра в дренажную трубу насосом подают чистую воду из резервуара чистой воды. Промывная вода проходит слой гравия и приподнимает лежащий на нем песок, который занимает больший объем («расширяется») за счет увеличения пор примерно на 25–45%. Однако песок при этом не должен подниматься до кромок расположенных над фильтром промывных желобов. Промывная вода с отмытыми от загрузки загрязнениями, достигнув верхней кромки желоба, переливается в него и отводится в голову очистных сооружений.

Промывка производится с интенсивностью 10–18 л/(м²·с) (в зависимости от типа фильтра и крупности его загрузки) и продолжается в скорых фильтрах нормально 5–7 мин. Бóльшим значениям интенсивности промывки соответствуют меньшие значения продолжительности.

Напор промывной воды составляет 8–10 м. При движении воды через загрузку песчинки трутся одна о другую, освобождаясь таким образом от прилипшей к ним грязи, которая выносится из загрузки фильтра с промывной водой. Промывку фильтра заканчивают, когда сливающаяся в желоба вода не будет содержать заметной на глаз мути. После промывки песок оседает на подстилающий слой гравия и фильтр становится подготовленным к новому процессу фильтрации.

С целью экономии воды на собственные нужды промывать фильтр целесообразно водой с воздухом, при этом расход воды уменьшается в 4 раза. Для применения водовоздушной промывки фильтры оборудуются колпачковым дренажом (рис. 4.7).

Колпачковый дренаж позволяет равномерно распределять одновременно воду и сжатый воздух. В верхней части колпачка имеются щели, равномерно расположенные по цилиндрической поверхности; его нижняя часть выполнена в виде полого ствола с узкой щелью шириной 1–1,5 и высотой 50–60 мм. Суммарная пло-

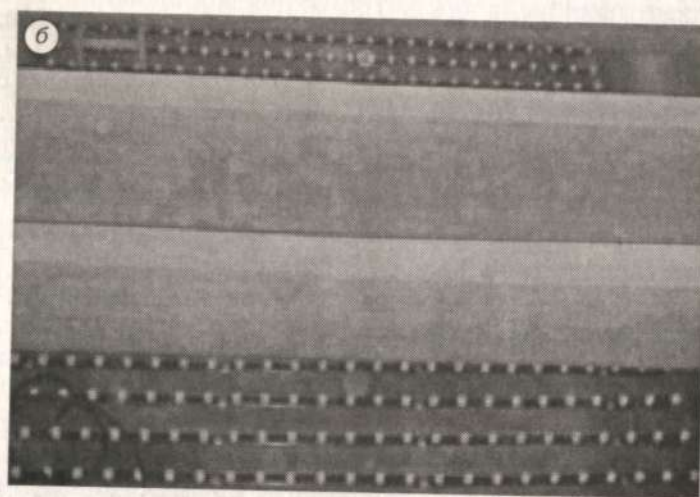
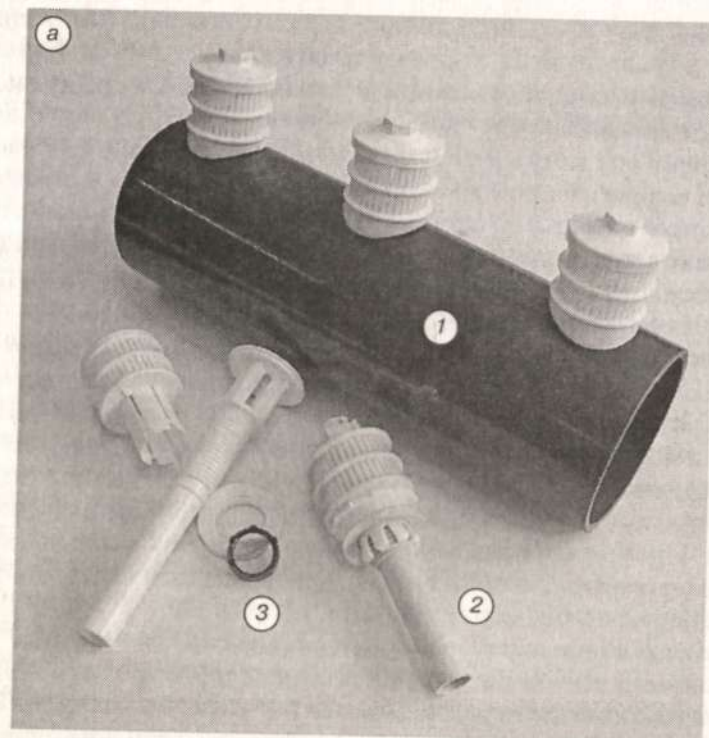


Рис. 4.7. Дренаж для водовоздушной промывки фильтров: а — элементы дренажа: 1 — дренажная труба с колпачками; 2 — колпачок в сборе; 3 — элементы колпачка; б — дренаж фильтра

щадь щелей всех колпачков, устанавливаемых в фильтры, должна быть равной 0,8—1,0% его рабочей поверхности.

Процесс водовоздушной промывки фильтра осуществляется для отмытки загрязнений сначала воздухом, а на завершающей стадии для удаления из загрузки фильтра отмытых загрязнений — водой.

При водовоздушной промывке фильтров в отдельной трубчатой распределительной системе для воздуха площадь отверстий в каждом ответвлении предусматривается равной 0,3—0,35 площади его поперечного сечения. Количество колпачков должно быть не менее 35—50 шт. на 1 м² площади фильтра. Давление сжатого воздуха рассчитывают исходя из скорости движения его по трубопроводам 15—20 м/с и выхода из отверстий распределительной системы 30—40 м/с.

Рекомендуемый режим водовоздушной промывки следующий: продувка воздухом, подаваемым с интенсивностью 15—20 л/с · м² в течение 1—2 мин; совместная водовоздушная промывка в течение 4—5 мин при подаче воды с интенсивностью 2,5—3 л/с · м²; промывка водой (без продувки), подаваемой с интенсивностью 5—6 л/(м² · с) в течение 4—5 мин. Воду и воздух с большей интенсивностью подают при более крупнозернистых загрузках фильтра.

Иногда применяют в качестве дополнительной поверхностную промывку при помощи неподвижных или вращающихся промывных труб.

В первом случае сбоку фильтра укладывают водоподводящую трубу, а от нее на высоте 50—75 мм над поверхностью песка параллельно желобам помещают дырчатые трубы диаметром 50 мм, через которые поступает промывная вода. Промывку начинают с небольшой интенсивностью и продолжают в течение 2 мин, затем включают нижнюю промывку, а еще через 2 мин поверхностную промывку выключают. Общая продолжительность промывки составляет 7—8 мин.

Во втором случае вращающуюся дырчатую трубу располагают в середине фильтра. При этом вода выходит через сопла, установленные под углом 25° к поверхности фильтра и на расстоянии 100 мм друг от друга на вращающейся трубе, на одном плече с одной стороны, а на другом — с противоположной. При истечении воды из сопла со скоростью 25—50 м/с (под напором 40—60 м) струя вращает трубу возникающей реактивной силой и разбивает пленку на поверхности фильтра.

Принятая и проверенная опытом интенсивность промывки фильтра фиксируется величиной открытия задвижек на трубе у промывного насоса или у напорного бака.

Промывку начинают в зависимости от величины потери напора в фильтре и степени мутности воды (заметного помутнения допускать не следует). Понижать уровень воды на фильтре ниже уровня песка не следует во избежание насыщения песка воздухом.

Не реже одного раза в месяц следует проверять интенсивность промывки. При чрезмерной интенсивности увеличиваются бесполезные потери воды и уносится из загрузки песок; при малой интенсивности песок ввиду недостаточной промывки интенсивно загрязняется, т.е. песчинки обволакиваются грязью и начинают слипаться сначала в шарики, а затем в комья и, наконец, в «мертвые» (неработающие) площади фильтра.

При промывке загрузки в фильтре происходят следующие процессы.

1. Песок расширяется (увеличивается в объеме из-за пор, образуемых водой), и уровень его повышается; при этом песок не должен уноситься вместе с промывной водой. В случае если песок все же уносится, хотя интенсивность промывки подобрана правильно, это означает, что высота кромки переливных желобов (бортов) над уровнем песка недостаточна — желоба следует поднять до высоты h , м, руководствуясь формулой

$$h = \frac{He}{100} + 0,25,$$

где H — высота фильтрующего слоя (песка), м; e — относительное расширение фильтрующей загрузки, %, принимается по табл. 23 [11].

2. Отводимая вода переливается в желоба равномерно по всей длине кромок (бортов) без подтопления изнутри. В случае неравномерного перелива из-за неровности кромок их надо выровнять по уровню. Наличие подтопления при правильно подобранной интенсивности промывки свидетельствует о том, что сечение желобов недостаточно, в этом случае их следует увеличить.

Ширину желоба, м, вычисляют по формуле

$$B = K \sqrt[5]{\frac{q_{\text{ж}}^2}{b^3}},$$

где $q_{\text{ж}}$ — расход воды по желобу, м²/с; $b = 1,57 + a$; где a — отношение высоты прямоугольной части желоба в его начальном сечении к половине ширины желоба, принимается в пределах 1–1,5; K — коэффициент, принимаемый равным 2 для желобов с полукруглым лотком и 2,1 — с треугольным.

Отводимая трубопроводами и каналами промывная вода не должна создавать подпора в желобах и фильтре.

При промывках необходимо обращать особое внимание на наличие непромытых пятен на поверхности песка или воронок (провалов), что указывает на неисправность дренажа. При перегрузке фильтров следует тщательно осмотреть весь дренаж и опробовать его на подачу воды без загрузки; замеченные ненормальности (закупорка отверстий в трубах, большие свищи, провал решетки и т.п.) должны быть устранены. Порядок промывки фильтра следующий.

1. Прекращают поступление воды на фильтр, закрыв задвижку на трубе, подводящей воду из отстойников или осветлителей на фильтр; перераспределяют поступающую воду на работающие фильтры.

2. Срабатывают имеющуюся в фильтре воду и при снижении уровня воды до верхней кромки промывных желобов прекращают фильтрование, закрыв задвижку на линии, отводящей чистую воду из фильтра.

3. Производят собственно промывку фильтра, для чего, открыв полностью задвижку на трубе, отводящей промывную воду в сток, начинают постепенно открывать задвижку на трубе, подводящей промывную воду в фильтр из напорного резервуара или от промывного насоса.

4. Промывку фильтра продолжают до тех пор, пока прозрачность промывной воды, уходящей в желоба, будет близка к прозрачности очищенной воды. Момент окончания промывки дежурный оператор должен определять самостоятельно; ориентировочно промывка должна продолжаться 4–6 мин.

5. Прекращают промывку, закрыв полностью задвижку на трубе, подводящей промывную воду; после этого останавливают промывной насос (в случае промывки от насоса) и закрывают задвижку на трубе, отводящей промывную воду в канализацию.

6. Восстанавливают процесс фильтрования, открывая задвижку на трубе, подводящей отстоенную воду; после того как уровень воды несколько превысит кромку желобов, медленно открывают задвижку на трубе сброса «первого фильтрата» (т.е. первых порций фильтрованной воды) в канализацию; по истечении установленного времени (10–15 мин) открывают задвижку на трубе, отводящей чистую воду из фильтра, и закрывают задвижку на трубе сброса «первого фильтрата».

В конце периода сброса «первого фильтрата» необходимо 2–3 раза проверить воду на мутность или прозрачность. Если после промывки фильтра сброс «первого фильтрата» не производится, то начинать фильтрацию воды следует со скоростью 0,5–1 м/ч, доводя ее до заданной в течение 30–40 мин.

Полностью или хотя бы до уровня песка воду из фильтра спускают только в случаях крайней необходимости (например, для осмотра состояния поверхности загрузки, результатов промывки и др.); если фильтр по каким-либо причинам был опорожнен, то до начала процесса фильтрации воды его нужно заполнить до верхней кромки желобов водой снизу через дренаж. Напускать воду на фильтр через дренаж и желоба нужно постепенно, чтобы не повредить поверхность песка.

Управление работой фильтра состоит в регулировании расхода воды на очистку, регулировании скорости фильтрации воды и проведении промывки для удаления задержанных фильтром загрязнений.

В открытом (безнапорном) фильтре процесс фильтрации воды происходит под действием столба воды:

$$H_d = H - \sum h_n,$$

где H — разность геометрических отметок уровней очищаемой воды в фильтре и на выходе из него; $\sum h_n$ — потери напора в фильтре.

Общая сумма потерь напора в фильтре складывается из потери напора в фильтрующем слое $h_{ф.с.}$, потери напора в поддерживающих слоях $h_{п.с.}$, потери напора в дренажной системе h_d , потери напора в регуляторе скорости фильтрации и отводящих трубопроводах $h_{р.с.}$. Потери напора $h_{п.с.}$ и h_d можно считать для данного фильтра неизменяющимися; к неизменяющимся относятся также потери и в слое чистой загрузки (песка) h_q , т.е. $\sum h_n = h_{п.с.} + h_d + h_q$.

В течение фильтроцикла на поверхности и в порах слоя фильтрующего материала (песка) фильтра накапливаются загрязнения. По мере увеличения загрязнения пор фильтрующего материала возрастает величина гидравлического сопротивления фильтра $h_3 = h_{ф.с.} - h_q$, которая меняется от нуля до максимума. При этом если бы фильтр работал все время с постоянным напором H , то скорость фильтрации v (а следовательно, и количество профильтрованной воды Q) при этом также изменялась бы от максимума до нуля, что не может быть допущено.

Управление работой фильтра и состоит прежде всего в обеспечении в период времени T между промывками постоянной величины скорости фильтрации v , а следовательно, постоянного количества профильтровываемой воды Q . Для поддержания постоянной (неизменной) величины скорости фильтрации (а следовательно, постоянного Q) вводится искусственное дополнительное сопротивление — регулятор скорости фильтрации с постепенным изменением этого сопротивления от максимума до нуля.

Промывка фильтра должна производиться, когда скорость фильтрации при полностью открытом регуляторе скорости фильтрации станет меньше расчетной величины. В очень загрязнившемся фильтре потеря напора может быть так велика, что в толще фильтрующей загрузки возникает вакуум.

Во избежание образования вакуума под фильтрующей загрузкой дренажная система фильтра должна быть соединена с атмосферой при помощи специальной трубки, выведенной выше поверхности воды в фильтре. Свободный конец этой трубки должен быть направлен вниз во избежание разлива промывной воды по помещению фильтров.

Поддержание постоянной скорости фильтрации выполняют приборы, называемые регуляторами скорости фильтрации.

Напорные фильтры представляют собой закрытые вертикальные или горизонтальные резервуары, выполненные из листовой стали. Фильтры работают при давлении воды в них до 6 атм. Такое устройство позволяет подавать насосами воду через фильтры (т.е. без разрыва струи) непосредственно потребителям или в бак водонапорной башни. В напорных фильтрах допускают потерю напора до 10 м водяного столба, удлинняя фильтроцикл.

Диаметр вертикальных напорных фильтров может достигать 1–3 м; высота фильтра зависит от его диаметра и высоты загрузки.

Горизонтальные напорные фильтры применяются диаметром 3 м и длиной до 10 м с фильтрующей площадью до 28 м². Вода подводится для фильтрации по трубе и распределяется на фильтре двумя трубами и двумя желобами. Профильтрованная вода проходит через дренажные колпачки в междонное пространство, где собирается дырчатой трубой и отводится в распределительную водопроводную сеть.

Процесс фильтрации в напорных фильтрах — однопоточный, как и в скорых открытых фильтрах; аналогична и промывка загрузки, которая может осуществляться также водой и воздухом.

Напорные фильтры загружают так же, как и открытые, но через люк, устроенный в корпусе. Для регулирования скорости фильтрования и интенсивности промывки на водоподводящих трубах устанавливают расходомеры; расход воды регулируют задвижкой. Для определения потери напора в напорных фильтрах устанавливают пружинные или ртутные дифференциальные манометры.

В процессе работы напорного фильтра в корпусе собирается воздух, для автоматического выпуска которого желательно установить вантуз с обратным клапаном.

Эксплуатация напорных фильтров отличается от эксплуатации открытых фильтров тем, что процесс фильтрования в них нельзя наблюдать визуально, как в открытых фильтрах.

Загрузка фильтров (песок, антрацитовая крошка и др.) должна иметь надлежащий фракционный состав и достаточную однородность, механическую прочность и химическую стойкость зерен по отношению к фильтруемой воде; она должна быть также достаточно пористой.

Применение слишком крупного фильтрующего материала не обеспечивает необходимой степени осветления воды, а применение очень мелкого влечет за собой сокращение фильтроцикла, перерасход промывной воды, вынос и потерю загрузки с промывной водой и как следствие — увеличение эксплуатационных затрат на очистку воды. Неоднородность фильтрующего материала ухудшает условия его промывки: загрузка промывается недостаточно, в результате чего загрязнение ее все время увеличивается, что приводит к цементации, растрескиванию и необходимости химической обработки или преждевременной смены.

При неоднородном по крупности материале ухудшается и фильтрование воды, так как при промывке фильтра вследствие происходящей гидравлической сортировки песка мелкие фракции располагаются у поверхности фильтрующего слоя. Поэтому содержащиеся в воде взвешенные вещества не проникают вглубь, а образуют на поверхности фильтрующего слоя плотную пленку, что приводит к более быстрому нарастанию сопротивления в фильтрующем слое и сокращению фильтроцикла.

Крупность и однородность фильтрующего материала определяют его ситовым анализом на калиброванных ситах. Калибр сита определяется размером его ячеек, через которые проходит шарик объемом, равным среднеарифметическому из объемов

наиболее крупных зерен фильтрующего материала, проходящих еще через данное сито.

Механическая прочность фильтрующего материала оценивается двумя показателями — истираемостью (т.е. процентом износа загрузки вследствие трения одного зерна о другое во время промывок) и измельчаемостью (процентом износа вследствие растрескивания зерен). Для оценки этих показателей берут 100 г фильтрующего материала, прошедшего через сито с отверстиями 1 мм и оставшегося на сите с отверстиями 0,5 мм, помещают в банку со 150 мл воды и встряхивают в течение суток на лабораторной машине для встряхивания.

Процент истираемости материала определяют весом его частиц, прошедших после 24-часового встряхивания через сито с отверстиями 0,25 мм; истираемость материала должна быть не более 0,5%. Процент измельчаемости материала определяется весом его частиц, прошедших после такого же встряхивания через сито с отверстиями 0,5 мм и оставшихся на сите с отверстиями 0,25 мм; измельчаемость материала должна быть не более 4%.

Химическую стойкость фильтрующего материала проверяют, помещая в три колбы по 10 г испытуемого материала, предварительно отмытого от загрязнений и просушенного при 60°C. В каждую колбу наливают по 500 мл дистиллированной воды. Далее в одну колбу добавляют 500 мг/л хлористого натрия (нейтральная среда), в другую — 200 мг/л соляной кислоты удельным весом 1,19 (кислая среда) и в третью — 200 мг/л едкого натра (щелочная среда).

Содержимое колб взбалтывают через каждые 4 ч и после 24-часового контакта фильтрующего материала со средой отфильтровывают. В полученном фильтрате из каждой колбы определяют плотный остаток, окисляемость и содержание кремниевой кислоты.

Удовлетворительный по качеству фильтрующий материал в результате такого испытания должен давать следующие значения прироста: плотного остатка не свыше 20 мг/л, окисляемости 10 мг/л и кремниевой кислоты 10 мг/л.

Пористость загрузки устанавливают при помощи стеклянного цилиндра диаметром 30 мм, высотой 120 мм. Берут стеклянный мерный цилиндр на 50 мл и наполняют его средней пробой испытуемого фильтрующего материала (при несильном встряхивании 100–150 раз) до тех пор, пока в нем не будет 50 мл не уплотняющегося более при встряхивании материала. Пересыпают эти 50 мл

материала в пустой калиброванный цилиндр, после чего его встряхивают 50 раз и делают метку на уровне поверхности пробы материала. Наполняют бюретку водой до нулевой отметки и затем, открыв зажим, дают воде перетекать из бюретки в цилиндр до тех пор, пока вода не дойдет в цилиндре до определенной метки. Отмечают количество воды, вытекающее к этому моменту из бюретки.

Пористость материала по объему (%) вычисляют по формуле

$$P = 100 \frac{50 - V}{50},$$

где V — количество воды, перетекшее из бюретки в цилиндр с пересыпанными в него 50 мл материала, мл.

Для обеспечения нормальной продолжительности фильтроцикла (8–12 ч) с сохранением требуемого качества осветленной воды пористость загрузки скорых однопоточных безнапорных фильтров должна быть в пределах 35–40%.

Для отмывки песка и его фракционирования иногда в фильтр загружают природный песок, затем включают промывку фильтра и, таким образом, производят его отмывку и сортировку непосредственно в фильтре.

До загрузки фильтра песком (или другим материалом) тем или иным способом предварительно нужно загрузить в фильтр ручную поддерживающие слои гравия и гальки. Перед загрузкой поддерживающих слоев и фильтрующего материала на стенки фильтра наносят горизонтальные отметки, соответствующие высоте каждого слоя загрузки. Горизонтальность поверхностей загрузки проверяют рейкой с уровнем или (что более надежно) по уровню воды, напускаемой на фильтр по окончании загрузки.

При ремонтах фильтров фильтрующий материал приходится выгружать обратно обычно вручную.

После загрузки и предварительной промывки фильтр должен быть прохлорирован водой, содержащей 20–30 г/м³ активного хлора при суточном контакте, с последующей промывкой фильтра до содержания в промывочной воде остаточного хлора 0,2–0,3 мг/л.

При эксплуатации фильтровальных сооружений персонал обязан:

а) обеспечивать равномерное распределение воды между сооружениями и по площади каждого сооружения;

б) поддерживать заданные скорости фильтрования, вести наблюдение за приростом потерь напора и качеством фильтрованной воды;

в) обеспечивать поддержание на сооружениях заданного уровня воды;

г) своевременно отключать сооружения для промывки и вести наблюдение за эффектом промывки;

д) своевременно заполнять водой промывные баки;

е) следить за состоянием задвижек, затворов, гидро- и электроприводов, приборов контроля и средств автоматики, промывных насосов и другого оборудования;

ж) не допускать перемешивания слоев и смещения фильтрующей загрузки в горизонтальной плоскости;

з) вести систематический учет работы сооружений соответствующими отметками в журнале;

и) обеспечивать надлежащее санитарное состояние фильтровального зала и прилегающей территории.

Контроль фильтровальных сооружений осуществляют по технологическим картам.

Окончание фильтроцикла и необходимость проведения промывки загрузки фильтровальных сооружений определяются истечением времени защитного действия загрузки, сопровождающимся нарастающим ухудшением качества профильтрованной воды, или достижением величины предельных потерь напора в загрузке, проявляющейся в уменьшении скорости фильтрования ниже установленного предела с учетом резерва времени, исключающего вынос загрязнений из сооружений.

В процессе эксплуатации проверяют соответствие состава и высоты слоя загрузки проектным значениям. При необходимости заменяют фильтрующий материал более эффективным по адгезионным свойствам с учетом требований [3]. Фильтрующие материалы укладывают слоями. Не допускаются отклонения в отметках отдельных участков слоев более 5 мм. Горизонтальность укладываемых слоев проверяют по уровню воды, напускаемой в сооружение после укладки каждого слоя. Мелкие фракции и глинистые примеси вымывают обратным током воды.

Скорость фильтрации уточняют и оптимизируют в процессе эксплуатации на основе технико-экономических показателей работы фильтровальных сооружений, определяемых по расходу и качеству исходной и обрабатываемой воды, продолжительности фильтроцикла, расходу воды на промывку и периодичности ее проведения, необходимости применения реагентов перед фильтровальными сооружениями.

Число промывок каждого фильтра (не более 3 раз в сутки и не реже 1 раза в 2 суток) увязывают с графиком работы очистных сооружений по их производительности и количеством фильтровальных сооружений, находящихся в данный момент в ремонте.

Периодичность проверки работы контрольно-измерительных приборов — не реже 1 раза в месяц.

Загрузку скорых фильтров промывают водой питьевого качества из резервуаров чистой воды. Промывку загрузки контактного осветлителя по согласованию с местными органами Госсанэпиднадзора допускается производить водой из источника водоснабжения после ее предварительного осветления на сетчатых барабанных фильтрах и хлорирования. При этом мутность промывной воды не должна превышать 10 мг/л, а колииндекс — 1000.

При выборе режима промывки следует учитывать сезонные колебания температуры и качество воды, подаваемой на сооружения. До накопления эксплуатационных данных ориентировочные интенсивность и продолжительность промывки могут быть приняты по СНиП [11].

Во избежание смещения подстилающих слоев и перемешивания фильтрующих слоев загрузки при промывке включение и выключение фильтровальных сооружений производят с постепенным, в течение 1–1,5 мин, наращиванием или снижением расхода промывной воды.

Объем остаточных загрязнений должен контролироваться 1 раз в 2 года. Он не должен превышать 1% (считая по массе пробы загрузки) за 3 месяца.

При накоплении остаточных загрязнений в объеме более 1% принимают меры по их удалению из загрузки. Для борьбы с ростом остаточных загрязнений допускается применять поверхностную промывку, обработку фильтрующих материалов едким натром, хлором и сернистым газом. Эффективность действия этих средств предварительно проверяют опытным путем в лабораторных условиях. В случае если химическая обработка не обеспечивает надлежащего эффекта, производят перегрузку сооружения свежепромытым фильтрующим материалом.

После промывки контактных осветлителей первые порции фильтрата сбрасывают в сток. Сброс первого фильтрата скорых фильтров обязателен. Продолжительность сброса устанавливают опытным путем, исходя из получаемого качества фильтрата и его соответствия требованиям стандарта. До накопления опытных данных продолжительность сброса первого фильтрата на осветли-

теле может быть при промывке очищенной водой от 5 до 10 мин, при водовоздушной промывке — от 5 до 7 мин, при промывке водой из источника водоснабжения — соответственно от 10 до 15 и от 7 до 10 мин.

Горизонтальность подстилающих слоев проверяют 1 раз в 6 месяцев. Проверку выполняют во время промывки при помощи щупа со специально устанавливаемых переносных мостков с перилами.

Для защиты распределительных систем контактных осветлителей от засорения периодически производят промывку сеток, а также чистку и промывку входных камер. Рамы сеток должны плотно прилегать к направляющим. Сетки не должны иметь повреждений. Сетки следует осматривать не реже 1 раза в квартал, распределительные системы — не реже 1 раза в год.

Загрузку фильтровальных сооружений, на которые подается вода, предварительно не обработанная хлором, периодически обрабатывают (1 раз в 3–4 месяца) хлорной водой с концентрацией активного хлора 100–200 мг/л при продолжительности контакта 8–10 ч.

Дезинфекция фильтров. Обычная промывка фильтров, применяемая для удаления из загрузки осевшей взвеси, не очищает фильтр полностью: стенки фильтров выше уровня промывных желобов, нижняя часть служебных мостиков, трубопроводы, подающие воду, и другие детали или части фильтров могут, несмотря на промывку, оставаться загрязненными и покрываться налетом из хлопьев коагулянта с задержанными органическими веществами, являющимися средой, способствующей развитию микроорганизмов. Поэтому совершенно необходимо при весенней и осенней промывках всех сооружений промывать и дезинфицировать также и фильтры.

Для этого в конце цикла работы фильтра (перед промывкой) его следует сработать почти до уровня песка, а оставшуюся воду спустить. Затем производят тщательное обмывание стенок желобов, шиберов и пр. из брандспойта и очищают щетками вручную. Для удаления из фильтра грязной воды, получающейся от обмывания стенок и промывки загрузки, фильтр промывают обычным способом, но в течение большего времени (до 7–10 мин). Если промывку фильтров производят из резервуара, то после первой, обычной промывки фильтра воду в резервуаре следует прохлорировать до содержания хлора 30–40 г/м³ (раствором хлорной извести или непосредственным впуском в воду газообразного хлора из

баллона). Затем фильтр заполняют хлорированной водой до возможно высокого уровня и оставляют минимум на 2–3, желательно на 4–6 ч. После соответствующего выдерживания фильтр промывают до содержания хлора в промывной воде 0,3–0,4 мг/л и включают в работу.

В случае промывки фильтра насосом или от напорной сети воду можно хлорировать в трубе, подводящей промывную воду к фильтру. Для этого на ней устанавливают штуцер с запорным вентилем, к которому и присоединяют баллон с хлором.

Дезинфицировать фильтры следует не только после паводка, но и при наличии цветения в водоеме. При дезинфекции фильтров после цветения воды в источнике желательно промыть их 1–2%-ным раствором медного купороса.

Специальная обработка загрязненного фильтрующего материала. В ряде случаев поверхность зерен фильтрующей загрузки обволакивается трудно отмываемой пленкой гуматов железа и алюминия, а иногда и марганца; при этом окраска загрузки заметно изменяется по сравнению с первоначальной.

Для удаления этого обволакивания и предотвращения возможности образования на поверхности загрузки грязевых шариков песок обрабатывают едким натром (раствором каустической соды) или крепким раствором хлорной воды.

При обработке фильтрующего материала едким натром раствор каустической соды готовят из расчета 2–4 кг (считая на 75%-ную каустическую соду) на 1 м² поверхности песка в фильтре. Отвешенную в требуемом количестве каустическую соду разводят в минимальном количестве воды (желательно горячей), достаточном для ее полного растворения.

Фильтр, предназначенный к обработке, предварительно тщательно промывают обычным способом, после чего воду из фильтра спускают до поверхности песка и по ней равномерно разливают раствор каустической соды. Затем из трубопровода, подводящего промывную воду в фильтр, напускают воду в таком количестве, чтобы уровень ее превышал поверхность песка на 4–5 см. После этого раствор размешивают граблями по поверхности фильтра.

В таком состоянии фильтр рекомендуется оставить в покое не менее чем на 6–8 ч, после чего, не спуская раствора, песок еще раз перемешивают граблями (с длинными зубьями) на глубину до 30 см, двигая их вдоль и поперек фильтра. Эту операцию, продолжающуюся 12–15 мин, повторяют 4–5 раз через каждые 3 ч.

После этого весь раствор спускают через дренаж в сток и промывают фильтр с обычной интенсивностью. Продолжительность промывки желательно увеличить в 1,5–2 раза. После промывки фильтр включают в нормальную работу.

Вместо заранее приготовленного раствора, разливаемого по поверхности фильтра, можно по площади фильтра равномерно распределить измельченный едкий натр из расчета 3–5 кг (с учетом неполной его растворимости) или 5–10 кг соды на 1 м² площади фильтра. При этом над поверхностью фильтрующей загрузки (после предварительной промывки) должен быть оставлен слой воды 10–15 см. Для растворения засыпанного в фильтр едкого натра или соды его выключают из работы на 10–12 ч и затем рыхлят поверхность фильтрующего слоя граблями с зубьями длиной 15–20 см. Рыхление производят 5–6 раз в течение 15–18 ч, после чего уровень воды понижают до уровня поверхности загрузки и вновь оставляют на 6–8 ч. Затем весь раствор спускают через дренаж в сток и промывают фильтр, как и в предыдущем случае.

При обработке фильтрующего материала концентрированным раствором хлора (дозой 100 мг/л) задвижку на трубопроводе, отводящем фильтрованную воду в резервуар чистой воды, закрывают, вследствие чего вода направляется в канализацию через трубопровод, отводящий первый фильтрат. Фильтр продолжает работать с нормальной производительностью.

Хлор подают в воду через специальный (переносной) хлоратор или непосредственно из баллона. При этом через каждые 15–30 мин обязательно производят анализ воды «над фильтром» и «после фильтра» на содержание хлора. Необходимо строго следить за тем, чтобы подаваемый хлор попадал только в воду, поступающую в обрабатываемый фильтр, а не в соседние фильтры.

Песок таким способом обрабатывают в течение 2 ч, после чего подачу хлора прекращают и фильтр работает в сток еще в течение 0,5–1 ч. Затем фильтр промывают с обычной интенсивностью и продолжительностью.

В скорых фильтрах и контактных осветлителях контролируют:

а) скорость фильтрования и потери напора в загрузке — каждые 2–4 ч в зависимости от условий эксплуатации фильтров;

б) интенсивность промывки — при каждой промывке по мере изменения температуры воды, высоты и состояния фильтрующего слоя загрузки. При использовании водовоздушной промывки, кроме того, 1–2 раза в месяц проверяют интенсивность подачи воздуха;

- в) длительность промывки — 1–2 раза в месяц и чаще, по мере изменения режима промывки и качества очищаемой воды;
- г) расход воды на промывку — при каждой промывке;
- д) степень расширения фильтрующего слоя — 1 раз в год на каждом фильтре при постоянной загрузке и чаще, по мере изменения фильтрующей загрузки (догрузка или снятие мелкого слоя фильтрующего материала);
- е) длительность фильтроцикла сооружений — каждый цикл;
- ж) высоту фильтрующего слоя — 1 раз в год на каждом фильтре при постоянной загрузке и чаще, по мере изменения фильтрующей загрузки (догрузка или снятие мелкого слоя фильтрующего материала);
- з) гранулометрический состав фильтрующего материала (определение минимального и максимального диаметра зерен загрузки, эквивалентного их диаметра и коэффициента неоднородности) — 1 раз в год при постоянной загрузке и чаще, по мере изменения состава загрузки;
- и) горизонтальность расположения гравийных слоев — 1 раз в месяц;
- к) остаточные загрязнения в фильтрующей загрузке — по результатам микробиологического анализа воды при увеличивающемся загрязнении загрузки. При определении остаточных загрязнений в контактных осветлителях нужно учитывать, что основная масса загрязнений накапливается в нижних слоях загрузки. Поэтому пробы загрузки в контактных осветлителях следует брать не только с поверхности, но и из нижних слоев загрузки;
- л) распределение загрязнений по высоте и грязеемкость загрузки — периодически по мере изменения параметров загрузки;
- м) состояние поверхности загрузки фильтра — 1 раз в месяц.

4.5. Адсорберы

При эксплуатации стационарных открытых сорбционных скорых фильтров (далее — адсорберов) контролируют те же технологические параметры, что и на обычных скорых фильтрах.

Для загрузки сорбционных фильтров могут быть использованы отечественные гранулированные активные угли (ГАУ) марок АГ-3, АГМ, СКТ-6 и др. Марку угля следует подбирать на основании результатов специальных технологических исследований с учетом конкретных загрязняющих веществ в исходной воде.

Загрузка и выгрузка ГАУ в сорбционных фильтрах должна производиться с помощью системы гидротранспорта по трубам с гладкими стенками без местных сопротивлений (клапанов, задвижек и др.) и радиусами поворота от 5 до 10 диаметров. Перекачка пульпы осуществляется с помощью эжекторов (гидроэлеваторов). Исключается использование на пульпопроводах центробежных и поршневых насосов.

Промывку угольной загрузки следует производить не реже 1 раза в 2 суток. Интенсивность промывки устанавливают опытным путем. До накопления опытных данных интенсивность промывки может быть принята от 10 до 12 л/(м² · с) — для углей марок АГМ и АГОВ, от 14 до 15 л/(м² · с) — для остальных марок ГАУ. Интенсивность промывки корректируют при изменении температуры промывной воды согласно соотношению 0,5 л/(м² · с) на каждые 3–5°С. Продолжительность промывки — от 8 до 10 мин. После промывки сброс первого фильтрата осуществляют в течение 20–30 мин.

На станции следует иметь запас ГАУ для загрузки сорбционных фильтров из расчета его ежегодных потерь вследствие измельчения и выноса с промывной водой в количестве 5–10% объема начальной загрузки.

Для увеличения срока службы угля сорбционные фильтры могут эксплуатироваться в периодическом режиме: их отключают, если основная технология обработки воды не обеспечивает требуемого качества. Перед отключением сорбционные фильтры промывают, а затем опорожняют их емкость. Перед включением сорбционного фильтра в работу его также тщательно промывают.

Следует постоянно контролировать эффективность удаления органических загрязняющих веществ в обрабатываемой воде. При исчерпании сорбционной способности ГАУ по контролируемому виду и общему содержанию органических веществ необходимо осуществлять регенерацию угольной загрузки. Продолжительность работы угля между регенерациями определяется опытным путем. При озонировании воды перед сорбционными фильтрами их межрегенерационный период существенно увеличивается. При этом следует исключать попадание на ГАУ воды, содержащей остаточный озон.

Термическую (или химическую) регенерацию ГАУ осуществляют на специальных установках в соответствии с проектом сорбционных фильтров.

4.6. Озонаторные установки¹

Электросинтез озона осуществляется в генераторе, который представляет собой излучатель, состоящий из двух электродов, разделенных диэлектриком и воздушной прослойкой. Для получения «тихого» электрического разряда, который в основном применяется для синтеза озона, диэлектрик, разделяющий электроды, должен быть с возможно большими удельным сопротивлением и диэлектрической постоянной. Этим исключается искровой или дуговой разряд, ограничивается сила тока. Обычно в качестве такого диэлектрика используется боросиликатное стекло. Питание генераторов озона — озонаторов — осуществляется переменным током высокого напряжения и частоты.

Примерно 80–90% потребляемой озонатором электроэнергии расходуется на тепловыделение, поэтому во избежание термического разложения озона электродная система и подаваемый в озонатор воздух охлаждаются. При этом влажность подаваемого воздуха должна быть минимальной, поэтому он подвергается предварительной осушке.

Повышение давления воздуха в некоторых пределах благоприятствует электросинтезу озона, но при давлении 4–5 атм структура разряда изменяется и появляются дискретные искровые разряды, что значительно снижает выход озона.

Сжатый воздух вначале поступает на водомаслоотделитель, улавливающий капельную влагу и капельки масел. Затем он проходит теплообменник, в котором охлаждается, что способствует конденсации влаги, и направляется на абсорбционную установку. После абсорбционной установки воздух проходит через обеспыливающий фильтр и направляется в генератор озона.

Для нормальной работы генераторов точка росы воздуха, идущего на синтез озона, должна быть не ниже минус 40–45°C. Тщательная осушка воздуха необходима также для того, чтобы не допустить образования при синтезе озона азотной кислоты. Вследствие электрических разрядов, происходящих в воздухе, озоновоздушная смесь содержит следы кислородных соединений азота, главным образом азотный ангидрид N_2O_5 (температура плавления 30°C). В нормальных условиях молярное соотношение между озоном и азотным ангидридом $O_3/N_2O_5 = 100$. При взаимодействии N_2O_5 с влагой воздуха образуется азотная кислота HNO_3 . Если

¹ Общий вид генераторов озона см. на рис. 4.1.

учесть соотношение O_3/N_2O_5 , то максимально возможное образование азотной кислоты составляет 26 г/кг произведенного озона; для этого требуется 3,75 г воды; при хорошей осушке воздуха выход HNO_3 может быть снижен. Азотная кислота осаждается на стенках труб генератора озона и его стеклянных диэлектриков. Для ее удаления, а также для снятия окислов азота необходимо периодически переводить озонаторы в режим работы без охлаждения электродов водой, т.е. повышать температуру для выпаривания образовавшихся отложений.

На синтез озона оказывает влияние температура осушенного воздуха и охлаждающей электродную систему воды, так как нагрев диэлектриков способствует разложению озона, и концентрация его в озоновоздушной смеси падает. Одновременно растут энергозатраты в связи с возрастанием силы тока, потребляемого озонатором. При этом установлено, что при повышении температуры охлаждающей воды с 1 до 6,5°C, а воздуха с 9 до 18°C концентрация озона в газе снижается всего на 4,1%. При увеличении температуры воды и воздуха соответственно до 18 и 23°C наблюдается значительное понижение концентрации озона в озоновоздушной смеси (на 37,6%). Следовательно, при температуре воды выше 7°C и температуре осушенного воздуха более 18°C в технологическую схему блока осушки воздуха необходимо включать холодильную установку.

Эффективность озонирования воды в значительной степени зависит от величины потерь озона при его разложении во время транспортирования на участке от генератора озона до места его смешения с обрабатываемой водой. Транспортировать озоновоздушную смесь можно на значительное расстояние, которое регламентируется лишь временем движения озоновоздушной смеси по трубопроводам. Оптимальное время транспортирования в случае применения стеклянных труб — 6–8 мин, труб из нержавеющей стали — 4–6 мин, полихлорвиниловых — 2–3 мин.

Установлено, что между количеством действующих в генераторе трубок-диэлектриков и концентрацией озона в озоновоздушной смеси при неизменной его подаче существует зависимость, близкая к прямой. Контролировать количество вышедших из строя диэлектриков можно без вскрытия крышки генератора путем замера силы тока при работе. Падение силы тока на 2–8 мА соответствует выходу из строя примерно 5 диэлектриков (стеклянных трубок).

4.7. Сооружения и установки для очистки подземных вод

4.7.1. Стабилизационная обработка воды

В случаях когда вода нестабильная, т.е. обладает свойствами систематически отлагать на стенках водопроводных труб карбонат кальция (CaCO_3) или вызывает коррозию трубы и водопроводного оборудования, рекомендуется применять стабилизационную обработку воды.

Стабильность состава воды определяют не реже 1 раза в каждый сезон года и характеризуют индексом Ланжелье, индексом Ризнера, показателем стабильности и показателем коррозионной активности.

В качестве реагентов для стабилизационной водообработки, заключающейся в устранении углекислотной агрессивности, применяют соду, известь, едкий натр, мел, мрамор в количествах от 0,45 (CaO) до 1,7 мг (CaCO_3 , Na_2CO_3) на связывание 1 мг углекислоты [3].

Крепость растворов и дозы реагентов устанавливают технологическими испытаниями на природной воде и увязывают с оптимизацией процессов коагуляции и возможного побочного ухудшения качества воды, связанного с изменениями pH воды.

В качестве основных установок для приготовления стабилизирующих растворов реагентов используют растворные и расходные баки, сатураторы, гидравлические мешалки, дозаторы постоянной дозы с учетом растворимости и специфики состава каждого из реагентов.

Для предотвращения коррозии стальных водоводов, транспортирующих подземную агрессивную воду, от водозабора до очистных сооружений стабилизационную обработку следует производить на площадке водозаборных сооружений. Для стабилизации очищенной воды ввод реагентов осуществляется после отстойников или скорых фильтров.

Коррекцию pH с целью стабилизации очищенной воды от железа и марганца в ряде случаев целесообразно осуществлять на скорых однослойных или комбинационных фильтрах с мраморной или мраморно-песчаной загрузкой с толщиной слоя до 1,6–2,5 м и крупностью зерен до 1–3 мм.

Контроль эффективности стабилизационной водообработки осуществляют по образованию на внутренних стенках труб защит-

ной карбонатной пленки и наличию коррозионных процессов. Для этого на трубопроводах оборудуют специальные контрольные отключаемые участки.

При обработке воды щелочами для борьбы с коррозией в первый период эксплуатации трубопровода или после его промывки и прочистки необходимо стремиться сформировать защитную карбонатную пленку на стенках трубопровода. Для этого доза щелочных реагентов в первоначальный момент должна быть в 1,5 или 2 раза больше расчетных доз. Это обеспечивается более частой заготовкой и увеличением концентраций рабочих растворов.

Защитную пленку можно сформировать и раствором гексаме-тофосфата натрия, если содержание его в воде будет равно 200–250 мг/л, причем этим раствором трубопровод надо заполнить на 2–3 суток перед вводом его в эксплуатацию. Такую обработку трубопровода лучше проводить участками для экономии расхода реагента [15]. В последующем для сохранения защитной пленки в воде необходимо поддерживать P_2O_5 в количестве 2–3 мг/л.

4.7.2. Эксплуатация сооружений по фторированию и обесфториванию воды

В качестве реагентов для фторирования воды следует применять кремнефтористый натрий, фтористый натрий, кремнефтористый аммоний, кремнефтористоводородную кислоту [11].

Дозы реагентов и концентрации, применяемые при фторировании воды, согласовываются с органами Госсанэпиднадзора. В зависимости от климатических условий расположения объекта, технологии очистки воды и качества исходной воды концентрации реагентов рекомендуются в пределах 0,6–1,5 мг/л. Персонал, обслуживающий фтораторные установки, обязан особенно тщательно следить за точностью дозирования и крепостью растворов. Дозу реагентов, г/м³, надлежит уточнять по формуле

$$D_{\text{ф}} = \frac{10^4 (m_{\text{ф}} a_{\text{ф}} - \Phi)}{K_{\text{ф}} C_{\text{ф}}},$$

где $m_{\text{ф}}$ — коэффициент, зависящий от места ввода реагента в обрабатываемую воду, принимаемый равным 1 при вводе в чистую воду и 1,1 при вводе перед фильтрами при двухступенчатой очистке воды; $a_{\text{ф}}$ — необходимое содержание фтора в об-

рабатываемой воде в зависимости от климатического района расположения населенного пункта, устанавливаемое органами санитарно-эпидемиологической службы, г/м³; Φ — содержание фтора в исходной воде, г/м³; K_{Φ} — содержание фтора в чистом реагенте, %, принимаемое равным 61 для кремнефтористого натрия, 45 — для натрия фтористого, 64 — для аммония кремнефтористого и 79 — для кислоты кремнефтористоводородной; C_{Φ} — содержание чистого реагента в товарном продукте, %.

Ввод фторсодержащих реагентов надлежит предусматривать, как правило, в чистую воду перед ее обеззараживанием. Допускается введение фторсодержащих реагентов перед фильтрами при двухступенчатой очистке воды.

При использовании кремнефтористого натрия следует принимать технологические схемы с приготовлением ненасыщенного раствора реагента в расходных баках или насыщенного раствора реагента в сатураторах одинарного насыщения.

При применении фтористого натрия, кремнефтористого аммония и кремнефтористоводородной кислоты следует принимать технологические схемы с приготовлением ненасыщенного раствора в расходных баках.

Для порошкообразных реагентов допускается применение схем с сухим дозированием реагентов.

Производительность сатуратора, л/ч (по насыщенному раствору реагента), следует определять по формуле

$$q_c = \frac{D_{\Phi} q}{n_c P_{\Phi}},$$

где q_c — расход обрабатываемой воды в сатураторе, м³/ч; n_c — количество сатураторов; q — расход обрабатываемой воды, м³/ч; P_{Φ} — растворимость кремнефтористого натрия, г/л, составляющая при температуре 0°C — 4,3; 20°C — 7,3; 40°C — 10,3.

При определении объема сатураторов время пребывания в них раствора следует принимать не менее 5 ч, скорость восходящего потока воды в сатураторе — не более 0,1 м/с.

Концентрацию раствора реагента при приготовлении ненасыщенных растворов в расходных баках следует принимать: для кремнефтористого натрия — 0,25% при температуре раствора 0°C и до 0,5% при 25°C, фтористого натрия — 2,5% при 0°C, кремнефтористого аммония — 7% при 0°C, кремнефтористоводородной кислоты — 5% при 0°C.

Перемешивание раствора следует производить с помощью механических мешалок или с помощью воздуха.

Интенсивность подачи воздуха надлежит принимать 8–10 л/(м²·с).

Растворы фторсодержащих реагентов должны быть отстоены в течение 2 ч перед использованием.

При применении схемы с использованием дозаторов сухого реагента необходимо предусматривать специальную камеру для смешения с водой и растворения отдозированного реагента.

Перемешивание раствора в камере следует предусматривать с помощью гидравлических или механических устройств. При этом концентрацию раствора в камере рекомендуется принимать до 25% растворимости реагента при данной температуре, а минимальное время пребывания раствора в камере — 7 мин.

При применении в качестве реагента кремнефтористого натрия, кремнефтористого аммония и кремнефтористоводородной кислоты следует предусматривать мероприятия против коррозии баков, трубопроводов и дозаторов.

Фторсодержащие реагенты следует хранить на складе в заводской таре.

Кремнефтористоводородную кислоту следует хранить в баках с выполнением мероприятий, предотвращающих ее замерзание.

При применении фторсодержащих реагентов, учитывая их токсичность, необходимо предусматривать общие и индивидуальные мероприятия по защите обслуживающего персонала.

Помещение фтораторной установки и склада фторсодержащих реагентов должно быть изолировано от других производственных помещений.

Места возможного выделения пыли должны быть оборудованы местными отсосами воздуха, а растаривание кремнефтористого натрия и фтористого натрия должно производиться под защитой шкафного укрытия.

Обесфторивание поверхностных вод осуществляется на станциях, включающих реагентное хозяйство, смесители, осветлители с взвешенным слоем осадка и скорые фильтры разной конструкции, правила эксплуатации которых рассмотрены выше.

При использовании прозрачных фторсодержащих подземных вод целесообразнее в ряде случаев применение сорбционных фильтров и реакторов, загруженных сильнокислотными или сильноосновными анионитами, активированным оксидом алюминия,

магнезиальными сорбентами, специально обработанными активированными углями, разрешенными Минздравом РФ для применения в питьевом водоснабжении.

4.7.3. Обезжелезивание и деманганация

Наиболее характерным загрязнением подземных вод являются ионы железа. Удаление их из воды основано чаще всего на окислении кислородом воздуха солей двухвалентного железа в соединения трехвалентного железа. В процессе реакции образуются нерастворимые хлопья, отделяемые от воды в результате последующего фильтрования.

При эксплуатации сооружений по обезжелезиванию и деманганации воды осуществляется контроль:

- а) над полнотой процесса удаления из воды CO_2 и насыщением ее на стадии предварительной аэрации кислородом воздуха;
- б) техническим состоянием, высотой слоев, числом и размером насадок в контактных и вентиляторных градирнях и их аэрационным режимом;
- в) временем пребывания воды в сборных и контактных резервуарах (от 30 до 60 мин);
- г) оптимальным значением pH, обуславливающим интенсивное протекание процессов гидролиза, хлопьеобразования и окисления железосодержащих веществ и марганца;
- д) состоянием отверстий в дренажных системах фильтров.

При эксплуатации обезжелезивающих открытых скорых фильтров с зернистой загрузкой следует руководствоваться Правилами [3].

При реагентном обезжелезивании и деманганации подземных вод эксплуатацию реагентного хозяйства следует осуществлять согласно Правилам [3].

Не реже 1 раза в год следует проводить контроль степени загрязненности фильтрующего материала по высоте загрузки.

Оценку убыли загрузки в результате истираемости и выноса при промывке производят не реже 2 раз в год, замеряя расстояние от поверхности загрузки до кромки желобов.

При пуске и наладке сооружений для обезжелезивания воды фильтрованием следует вести наблюдение за ходом зарядки фильтровальных сооружений, заключающейся в образовании на зернах загрузки пленки оксида железа, служащей катализатором обезже-

лезивания, или применять специальные фильтрующие материалы (например, бирм). Они не требуют зарядки загрузки оксидом железа, что значительно упрощает эксплуатацию фильтров при обезжелезивании воды. Сооружения для обезжелезивания воды вводятся в эксплуатацию после завершения процесса зарядки загрузки и установления стабильного режима обезжелезивания.

Анализ исходной воды на содержание общего железа и воды с поверхности фильтра на содержание общего и окисного железа, а также растворенного кислорода и свободной углекислоты проводят 1 раз в сутки, анализ очищенной воды на содержание общего железа — каждые 4–8 ч.

При необходимости одновременного удаления из воды железа и умягчения воды по согласованию с органами Госсанэпиднадзора могут быть применены ионообменные фильтры. Попадание воздуха в подаваемую на них воду должно быть исключено.

4.7.4. Дегазация

При эксплуатации пленочных дегазаторов с естественной и принудительной вентиляцией необходимо не допускать забивки распределительной системы, а также контролировать равномерность разбрызгивания обрабатываемой воды по поверхности насадки, ее состояние, время пребывания воды в дегазаторе, требуемый режим работы вентилятора.

Для глубокого удаления из воды углекислого газа и сероводорода независимо от их содержания поддерживают плотность орошения до $60 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$. Удельный расход воздуха обеспечивают в пределах $15\text{--}20 \text{ м}^3/\text{м}^2$ воды.

В пенном дегазаторе следует поддерживать в исправном состоянии дырчатые перегородки и гидравлические затворы. Для предотвращения провала воды через отверстия перегородок необходимо поддерживать интенсивность подачи воздуха в дегазатор не менее $0,35 \text{ м}^3/\text{м}^2$ при общей скважности перегородок до 15%, толщине слоя вспененной воды 100 мм и расстояниях между перегородками 150–200 мм.

При реагентных методах удаления CO_2 из воды следует руководствоваться Правилами [3].

Аммиак с концентрациями до 0,6 мг/л удаляют на водоочистных станциях на стадии первичного хлорирования. При его больших концентрациях применяют ионно-сорбционный метод фильт-

рования через клиноптилолитовую загрузку. Правила эксплуатации и общие требования к контролю над отдельными параметрами работы таких фильтров аналогичны изложенным выше.

В состав сооружений для удаления сероводорода из воды входят пенный дегазатор, озонатор и контактный осветлитель. Особенности эксплуатации этих сооружений изложены выше.

В процессе эксплуатации сооружений, предназначенных для удаления метана из воды, контролируют исправность эжекторов, равномерность распределения воды по площади пенного дегазатора, исправность устойства для отвода смеси газов, а также работу газгольдера.

При большом содержании метана (>40 мг/л) в состав сооружений включается бак раствора извести и насос с баком-электронагревателем. Их эксплуатация заключается в поддержании в требуемом техническом состоянии систем распределения воды и удаления осадка и соблюдении правил техники безопасности. Выделяющуюся смесь газов следует пропускать через раствор гидроксида кальция, где диоксид углерода газовой среды при взаимодействии с гидроксидом кальция образует кабонат кальция, пульпа которого должна направляться на термическую обработку.

4.8. Эксплуатация установок по обеззараживанию хлором

Для обеззараживания воды применяется хлор в газообразном состоянии и в виде соединений (хлорная известь, гипохлориты и др.). Хлорирование питьевой воды при суточном расходе до 50 кг, как правило, разрешается производить только из баллонов. При расходе хлора больше 50 кг/сут могут использоваться как баллоны, так и бочки-контейнеры вместимостью 1000 л.

Сборный трубопровод от баллонов или бочек подключается к вакуумным хлораторам последовательно через змеевиковый испаритель и баллон-грязевик вместимостью 50–70 л с сифонной трубкой. На сборном коллекторе между баллонами (или бочкой) на весах и испарителем устраивается подводка-спираль для свободной работы весов.

Обслуживание хлораторной в этом случае состоит в смене баллонов, пуске и остановке хлораторов, обнаружении и устранении неисправностей.

Подготовка и смена баллонов должны проводиться в определенной последовательности. Прежде чем присоединить баллон к хлоратору, необходимо убедиться в наличии хлорного газа в баллоне, прочистить выводную трубку и канал вентиля от загрязнений, которые могли попасть туда при заполнении баллона на заводе, включить вентилятор (выключить его можно лишь после замены сработавшего баллона наполненным и после устранения утечки газа), надеть противогаз и пустить в хлоратор хлор из запасного баллона, открыв запорный вентиль в головке баллона. Не снимая противогаза, закрыть запорные вентили в головке сработавшего баллона и на подводящей трубке, после чего освободить хомутик у головки, снять баллон и перевезти его в отведенное для хранения место. Не снимая противогаза, осторожно ввезти свежий баллон в помещение хлораторов и установить на место снятого баллона.

При подготовке баллона должна быть проверена плотность присоединения подводящей трубки к баллону и устранена обнаруженная утечка газа. В качестве прокладки лучше применять клингерит, проваренный в масле (свинцовые прокладки, разрушаясь, засоряют трубки).

При одновременно работающих нескольких баллонах сработавший баллон можно обнаружить по температуре его стенок, которая в этом случае становится близкой к температуре помещения; баллоны, содержащие газ, значительно холоднее (на ощупь). При одном работающем баллоне момент его опорожнения легко установить, пользуясь манометром (который в этом случае должен показывать 1,5–2,0 атм).

Пуск и остановка хлоратора производятся также в определенной последовательности согласно инструкции к данному хлоратору.

1. При пуске хлоратора включить вентилятор в помещении хлораторов, надеть противогаз и, войдя в помещение, проверить, нет ли утечки газа. Для этого кусок ваты (или тряпки), смоченный нашатырным спиртом, следует поднести к тем местам, где возможна утечка газа. Появление белого дыма, являющегося результатом реакции хлора и паров нашатырного спирта, укажет на утечку хлора в этом месте.

2. Убедившись в том, что регулирующий и спускной краны хлоратора закрыты, медленно открыть запорный вентиль в головке баллона, после чего также медленно открыть вентиль на подводящей трубе; в результате этого газ по трубке будет посту-

пать через фильтр в редукционный клапан. Манометр высокого давления должен показывать при этом давление в баллоне около 6 атм при 15°C.

3. Проверить отсутствие утечки хлора на пути от баллона до хлоратора.

4. Открыть запорный кран (если он имеется) на трубопроводе, отводящем хлорную воду, и запорный вентиль на трубе, подводящей воду к хлоратору. Плавно открывая пусковой вентиль у редукционного клапана для воды, пустить ее через смеситель в трубопровод, отводящий хлорную воду. Плавно открывая пусковой вентиль у редукционного клапана для хлора, пустить хлор, который, пройдя измеритель и обратный клапан, поступит в смеситель и через него в трубопровод, отводящий хлорную воду.

5. При кратковременной остановке хлоратора достаточно закрыть регулирующий кран. При длительной остановке хлоратора следует закрыть вентиль баллона, запорный вентиль на подводящей трубе и регулирующий кран и открыть спускной кран. Закрывать также водопроводный кран.

Требуемая интенсивность отбора газообразного хлора непосредственно из сосуда должна быть обеспечена притоком тепла от окружающего воздуха через стенку тары за счет естественной конвекции или принудительного обдува и обоснована расчетами, согласованными со специализированной организацией. Запрещается обогревать стенки сосудов открытым огнем и поливать водой. Обмерзание стенок сосудов не допускается. Количество одновременно работающих сосудов не должно быть более двух на одну линию.

Отбор хлора должен осуществляться при постоянном контроле за расходом хлора, окончанием опорожнения емкости, давлением в системе на линиях жидкого и газообразного хлора и исключать возможность поступления воды в технологические трубопроводы и хлорную тару.

При эксплуатации систем обеззараживания воды и сточных вод персонал обязан:

- а) поддерживать заданный режим работы основного и вспомогательного оборудования, обеспечивать их безаварийную работу;
- б) следить за соблюдением установленного расхода обеззараживающего реагента;
- в) контролировать концентрацию остаточного хлора в воде (сточная вода) в установленном интервале времени;

г) проводить ревизию хлораторов и запорной арматуры не реже 1 раза в квартал (с заменой сальниковой набивки), ревизию грязевиков — не реже 1 раза в 2 года при двух хлораторах и ежегодно — при большем числе хлораторов;

д) своевременно по графику выполнять ППР оборудования;

е) периодически отбирать пробы воды после обеззараживания для микробиологического анализа;

ж) следить за показаниями контрольно-измерительных приборов и функционированием средств автоматики;

з) принимать меры к устранению неполадок в работе установок;

и) следить за работой систем вентиляции, в том числе аварийной;

к) следить за системой контроля содержания хлора в воздухе рабочей зоны;

л) вести учет расхода реагентов, электроэнергии, воды на собственные нужды установок для обеззараживания;

м) выполнять требования техники безопасности.

Хлораторные (склады хлора) должны быть оборудованы системами локализации и нейтрализации аварийного выброса. Эти системы должны обеспечивать ликвидацию последствий аварий, вызванных выбросом хлора из одного сосуда максимальной емкости (контейнер — 1000 кг, баллон — 50 кг).

При эксплуатации электролизных установок для получения хлорагентов кроме перечисленных правил следует руководствоваться инструкциями завода-изготовителя.

4.9. Производственный контроль

Организация ВКХ должна проводить все виды окончательного контроля и испытаний питьевой воды в соответствии с рабочей программой для получения доказательства соответствия готовой продукции установленным требованиям.

Производственный контроль должен быть организован на всех этапах и стадиях обработки воды. Систематический анализ результатов производственного контроля должен быть направлен на своевременное обнаружение нарушений в технологии очистки воды, предупреждение поступления в резервуар чистой воды такой воды, которая не отвечает по своим показателям требованиям СанПиН 2.1.4.559—96. Вода питьевая. Гигиенические требования

к качеству воды централизованных систем водоснабжения и интенсификация работы водоочистной станции в целом.

В зависимости от производительности очистных сооружений и степени сложности применяемой технологии обработки воды для производственного контроля должны быть созданы физико-химическая, бактериологическая, паразитологическая, радиологическая, гидробиологическая, технологическая и другие лаборатории, а также отдел КИПиА.

Приборами должны регистрироваться:

Расход воды:

- а) поступающей и отводимой со станции;
- б) на каждом отстойнике, осветлителе со взвешенным осадком, фильтре и контактном осветлителе. При групповом регулировании — на группе фильтров;
- в) на технологические нужды станции (промывку сооружений, приготовление растворов реагентов и др.);
- д) поступающей на хозяйственно-бытовые нужды станции.

Потери напора:

- а) в фильтрах (при групповом регулировании — на группе фильтров);
- б) в контактных осветлителях.

Уровни:

- а) воды — в очистных сооружениях, промывных баках и резервуарах чистой воды;
- б) растворов химических реагентов — в растворных и расходных баках.

Лаборатории на станции должны быть аттестованы, все используемые приборы должны быть поверены в сроки, указанные в их технической документации, организацией, имеющей лицензию на соответствующий вид деятельности.

Глава 5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДООТВОДЯЩЕЙ СЕТИ

Для городов России наиболее распространенной является раздельная система водоотведения, причем в основном в виде неполной раздельной системы водоотведения, которая имеет одну водоотводящую сеть, предназначенную для отвода бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод, называемых чаще городскими сточными водами, а водоотводящую сеть соответственно городской сетью водоотведения.

Условия эксплуатации, надежность работы, экологическая безопасность и срок службы водоотводящей сети в значительной степени зависят от состава сточных вод, системы водоотведения и качества использованных для строительства материалов.

Для уменьшения глубины заложения трубопроводов на самотечной водоотводящей сети в них самотечное движение заменяют на напорное. Для этого устраивают насосные станции, на которых с помощью насосов сточные воды перекачивают на более высокие отметки, откуда они могут продолжать самотечное движение. Разновидностью напорных водоотводящих систем являются вакуумные трубопроводные системы, в которых сточная вода движется под действием разряжения, создаваемого в трубопроводе вакуумными насосами. Вакуумные системы с экологической точки зрения наиболее безопасны, и их можно использовать даже в водоохранных зонах, так как из них невозможна утечка загрязненных вод в окружающую среду. Такие системы позволяют отводить сточные воды по трубопроводам значительно меньшего диаметра, но они пока не получили значительного распространения.

5.1 Общие положения эксплуатации сетей водоотведения

В своем историческом развитии канализация (водоотводящая система) предназначалась для удаления нечистот с урбанизированных территорий населенных мест. Удаление нечистот из неканализованных районов в централизованную систему водоотведения осуществляется на специализированных сливных станциях. Сливные станции размещают вблизи канализационного коллектора диаметром не менее 400 мм, при этом количество сточных вод, поступающих от сливной станции, не должно превышать 20% общего расчетного расхода по коллектору. Сточная вода, поступающая от сливной станции, не должна содержать крупных механических примесей, песка и полной биохимической потребности в кислороде ($BPK_{полн}$) свыше 1000 мг/л. Для предупреждения засорения водоотводящих трубопроводов нечистоты, доставленные ассенизационными автомашинами, в соответствии с [1–4] разбавляются водой. Отношение количества добавляемой воды к количеству жидких отходов надлежит принимать в соотношении не менее чем 1:1 с последующим их пропуском через решетки.

Эксплуатация водоотводящей сети на территории населенных мест осуществляется муниципальными службами. В зависимости от размеров и условий работы служба эксплуатации водоотводящей сети может входить в состав организаций ВКХ или быть самостоятельным юридическим предприятием. Каждое ВКХ действует на правах юридического предприятия с единым расчетным счетом в банке, общим фондом амортизации и оборотными средствами. Дворовые или внутриквартальные сети могут находиться в ведении организаций, занимающихся эксплуатацией жилого фонда, или быть переданы в ведение ВКХ, имеющих квалифицированный персонал и специализированную технику для их технической эксплуатации. Водоотводящие сети, находящиеся на территории промышленного предприятия, эксплуатируются силами этого предприятия. Организация, эксплуатирующая водоотводящие сети, должна иметь соответствующую лицензию, подтверждающую право ведения эксплуатационных, аварийных или ремонтных работ на канализационной сети.

5.2. Организация эксплуатации водоотводящей сети

Эксплуатационная служба сети крупных городов, как правило, делится на районные эксплуатационные участки (районы эксплуатации канализационной сети) и объединяются аварийной службой эксплуатации канализационной сети ВКХ. Районирование водоотводящей сети производят с таким расчетом, чтобы протяженность канализационной сети эксплуатационного района не превышала 250–300 км, а в крупных городах с высокой плотностью населения — 500 км сети, а расстояние до наиболее удаленной точки на обслуживаемой сети — не более 10 км.

В задачи технической эксплуатации водоотводящей сети входят:

- надзор за состоянием и сохранностью трубопроводов сети и сооружений на ней; содержание сети в хорошем техническом состоянии, своевременное устранение засоров и подтоплений. Разработка и осуществление мероприятий по предупреждению аварийных ситуаций (просадка, повреждение труб, колодцев, камер, запорно-регулирующей арматуры и т.п.);
- ведение технической документации и отчетности. Обеспечение подразделений документацией: общей нормативной, специальной технической и технологической, инструкциями по эксплуатации приборов, механизмов и сооружений. Обеспечение хранения технической документации;
- нанесение на планшеты принятых в эксплуатацию водоотводящих сетей и сооружений на них, проведение паспортизации и инвентаризации сооружений. Обновление и корректировка исполнительной документации;
- изучение работы сети, составление перспективных планов и организация реконструкции, планово-предупредительных ремонтов и развития сети;
- составление эксплуатационных и должностных инструкций, оперативных схем управления и диспетчеризации;
- контроль и надзор за эксплуатацией присоединенных к системе водоотведения сетей и сооружений, находящихся в ведении абонентов. Контроль состава и количества сточных вод абонентов, принимаемых в систему коммунальной канализации;

- выдача технических условий на присоединение, надзор за строительством и прием в эксплуатацию новых участков сети, сооружений на ней и абонентских присоединений;
- первичный учет вод, сбрасываемых в водные объекты, по формам и в сроки, согласованные с местными органами управления использованием и охраной водного фонда;
- оценка и контроль показателей надежности сетей, отдельных сооружений и оборудования ВКХ.

Структура организации службы эксплуатации зависит от многих факторов, и в первую очередь от системы канализования и протяженности сети, диаметров трубопроводов и глубины их заложения, количества и мощности насосных станций, дюкеров, переходов и пр. Примерная схема организации эксплуатационного района в системе ВКХ представлена на рис. 5.1.

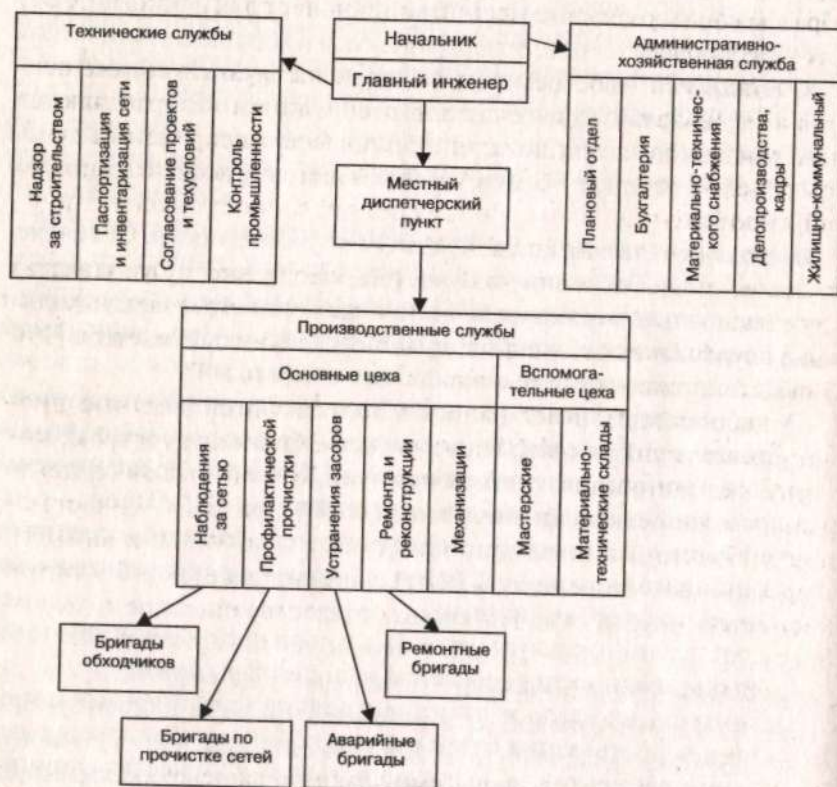


Рис. 5.1. Функциональная схема организации крупного эксплуатационного района

В г. Москве, где строительство канализационной сети начато в 1898 г., из-за большого количества водоразделов магистральная водоотводящая сеть конструктивно решена по самотечно-напорной схеме с большим количеством (более 130) насосных станций мощностью от 0,3 до 1 млн м³/сут. Ввиду большого количества насосных станций на водоотводящей сети для оптимизации процесса их эксплуатации они выделены в самостоятельное подразделение — производственное управление насосными станциями (ПУНС).

Для наиболее эффективного использования специализированных землеройных машин и механизмов, основного и специального автотранспорта они выделены в самостоятельное подразделение, которое по заявкам обслуживает все эксплуатационные районы. Часть техники закреплена за каждым районом, это главным образом каналоочистные машины и транспорт для доставки рабочих к месту работ.

Состав, численность и квалификация эксплуатационного персонала устанавливаются штатным расписанием и определяются исходя из протяженности и степени сложности сооружений с учетом объемов работ по обслуживанию и ремонту действующих сетей и сооружений на них. Нормативы численности эксплуатационного персонала даны в табл. 5.1 [19].

Примерный перечень должностей оперативного руководства службы эксплуатации канализационных сетей включает: начальника службы района, участка, инженера, техника и мастера [19]. В табл. 5.2 приведена нормативная численность ИТР.

В эксплуатационных районах организуются местные диспетчерские пункты (МДП) с круглосуточным дежурством, которые объединяются телекоммуникационной связью с центральным диспетчерским пунктом (ЦДП) при ВКХ. Информация с объектов одновременно поступает и на МДП, и на ЦДП. Нормативная численность МДП устанавливается на каждую диспетчерскую службу [19] при соответствующем режиме работы:

- односменном — 2 ед.;
- двухсменном — 3 ед.;
- трехсменном — 5 ед.

Объем информации, получаемой с помощью телемеханических устройств, позволяет диспетчеру с помощью компьютерной сети управлять работой канализационной сети, насосных агрегатов и

Нормативы численности рабочих
по обслуживанию водоотводящей сети

Таблица 5.1

Протяженность сети, км	Численность рабочих, чел.
До 10	3
Свыше 10 до 20	3—6
Свыше 20 до 40	6—10
Свыше 40 до 70	10—15
Свыше 70 до 110	15—21
Свыше 110 до 150	21—26
Свыше 150 до 190	26—31
Свыше 190 до 230	31—36

Примечания:

1. При протяженности сети более 230 км на каждые последующие 10 км сети добавляется одна нормативная единица численности.
2. При обслуживании сетей в особых климатических условиях и в условиях повышенной сейсмичности, а также сетей с повышенной степенью засоренности к нормативам численности могут применяться поправочные коэффициенты, которые устанавливаются в зависимости от конкретных условий эксплуатации сетей.
3. В норматив численности включены рабочие аварийных бригад.

Таблица 5.2

Нормативная численность инженерно-технических работников

Среднесписочная численность рабочих по эксплуатации канализационных сетей, чел.	Нормативная численность, чел.
До 20	1—2
Свыше 20 до 30	2—3
Свыше 30 до 50	3—5
Свыше 50 до 80	5—7
Свыше 80 до 110	7—9
Свыше 110 до 150	9—12
Свыше 150 до 180	12—15

ликвидировать при необходимости аварийные ситуации непосредственно из ДП. Задачи диспетчерской службы рассмотрены в гл. 1.

5.2.1 Инвентаризация и паспортизация водоотводящей сети и сооружений

Для наиболее полной характеристики сети на каждый коллектор составляется технический паспорт. Паспортная система учета и анализа состояния системы водоотведения особенно ценна, если она проводится систематически по определенной методике и форме.

Технический паспорт, характеризующий работу водоотводящей сети, является основным документом для глубокого ее изучения. Технический паспорт каждого участка водоотводящей сети включает схему сети и боковых присоединений с указанием их длины, наполнений в трубах по годам, даты технических осмотров, профилактических прочисток и устранения засорений. Форма паспорта приведена в Приложении 1.

Паспорт должен содержать историю системы от начала ее строительства (материалы, способы производства работ и др.), технико-экономические показатели, способы производства всех видов ремонта, выводы о работе сооружения в процессе эксплуатации.

Для обеспечения надежной, бесперебойной работы водоотводящей сети необходимо организовать учет, контроль и анализ сложившихся условий работы сети, и в первую очередь выявление и анализ причин выхода из строя или прекращения работы на некоторый срок участка водоотводящей сети или сооружений на ней, т.е. выявление причин отказов. Причинами отказов могут быть всевозможные явления, в том числе и недостаточное наполнение самотечного трубопровода. В результате обобщения материалов обследования водоотводящих сетей (табл. 5.3) установлена прямая зависимость высоты слоя осадка в лотке трубопроводов от наполнения его сточной водой [20].

Таблица 5.3

Зависимость высоты слоя осадка от уклона и наполнения в самотечном трубопроводе водоотводящей сети

Диаметр, мм	Уклон, ‰	Наполнение, h/d	Высота слоя осадка, мм
200	4,5	0,5	45
200	5	0,75	25—30
250	4	0,5	35—40
250	4	0,8	15
250	3	0,8	25

В процессе эксплуатации паспортизация и инвентаризация проводятся ежегодно для уточнения фактического состояния сети.

Целью инвентаризации является определение качественного и количественного состава, технического состояния и стоимости канализационной сети, разработки планов капитального ремонта, реконструкции и определение ассигнований на эксплуатацию сооружений.

Для уточнения планов текущего ремонта и профилактических работ на сети в соответствии с ее техническим состоянием и особенностями режима работы участкам водоотводящей сети присваивают категории (табл. 5.4) [17].

Категории водоотводящей сети

Техническое состояние	Категории сети при степени наполнения труб (h/d) в часы максимального притока			
	>0,25	<0,25	Перегружены в нижних участках	Перегружены с верхних участков
Трубы, уложенные с уклонами: больше минимальных меньше минимальных	I II	II III	III IV	I I
Трубы с техническими дефектами в уклонах (горизонтальные участки, обратные уклоны, просадка труб)	III	IV	IV	II

Разбивка сети на категории по трудоемкости эксплуатации дает возможность выделить из общей схемы сети наиболее неблагоприятные в гидравлическом отношении участки и организовать особо тщательный уход за ними. Категории отдельных участков сети (с изменением режима работы или при ее модернизации) периодически пересматриваются.

5.2.2. Технический надзор за строительством сети и прием сетей в эксплуатацию

Строительство коммунальных водоотводящих сетей осуществляется за счет средств городского бюджета, а также крупных абонентов. Во всех случаях служба эксплуатации осуществляет техни-

ческий контроль за строительными работами в соответствии с требованиями СНиП¹ и принимает сооружения в эксплуатацию.

В период строительства водоотводящих сетей контролируются:

- точное выполнение строительных работ по проекту и правильная разбивка трассы;
- качество применяемых материалов;
- правильность установок визиров, подготовка оснований под трубы и колодцы, тщательность заделки стыков и набивка лотков в колодцах, засыпка траншей;
- нивелирные отметки;
- ведение журнала производства работ.

Особое внимание при приеме водоотводящих сетей уделяют установлению правильности проектных уклонов укладываемых труб. Обычно для этого используют два неподвижных и один подвижный визиры. Однако этот способ при недостаточной опытности трубоукладчиков может дать отклонение 2—3 см от требуемой отметки.

В соответствии со СНиП 3.05.04—85 водоотводящие участки сети между двумя колодцами должны быть прямолинейными. Правильность укладки труб легко контролировать с помощью зеркала или лазерного нивелира.

При использовании зеркала в одном из колодцев устанавливают ярко горящую лампу с рефлектором, а в соседнем — помещают зеркало под углом 45° к оси трубопровода. Если трубопровод уложен правильно, то в зеркале должен быть виден круг правильной формы. Отклонения от правильной формы круга по горизонтали допускаются не более чем на $1/4$ диаметра трубопровода, но не более чем на 50 мм в каждую сторону. По вертикали отклонения не допускаются.

5.2.3. Гидравлические испытания

Все построенные самотечные трубопроводы перед засыпкой и сдачей в эксплуатацию проверяют на герметичность гидравлическим испытанием. В хорошо построенной водоотводящей сети не должно быть ни инфильтрации, ни эксфильтрации. Безнапорный трубопровод следует испытывать на герметичность дважды: до за-

¹ СНиП 3.05.04-85. Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации. М.: Стройиздат, 1985.

сыпки и приемочное (окончательное) испытание после засыпки. Гидростатическое давление в испытуемом трубопроводе из безнапорных бетонных, железобетонных и керамических трубопроводов, как правило, должно быть равным 0,04 МПа (напор водяного столба 4 м).

Герметичность заделки стыков самотечных трубопроводов проверяют:

- при эксфильтрации — определением объема воды, добавляемого в трубопровод, проложенный в сухих, а также в мокрых грунтах, когда уровень грунтовых вод у верхнего колодца расположен ниже поверхности земли более чем на половину глубины заложения труб, считая от люка до шельги. Испытания контролируют по замеряемому в верхнем колодце объему добавляемой в стояк или колодец воды в течение 30 мин; при этом понижение уровня воды в стояке или колодце допускается не более чем на 20 см;
- при инфильтрации — определением объема грунтовой воды, замеряемого в нижнем колодце, притекающего в трубопровод, проложенный в мокрых грунтах, когда уровень грунтовых вод у верхнего колодца расположен ниже поверхности земли менее чем на половину глубины заложения труб, считая от люка до шельги.

Трубопровод при уровне грунтовых вод 2–4 м над шельгой признается выдержавшим приемочное испытание на герметичность, если определенные при испытании объемы добавленной воды при эксфильтрации и объемы притекшей воды при инфильтрации будут не более указанных в табл. 5.5, а при уровне грунтовых вод более 4 м над шельгой допускаемое поступление воды увеличивается на 10% на каждый добавочный метр напора.

Проверку сети на водонепроницаемость в мокрых грунтах производят до засыпки труб в траншеях путем замера притока грунтовой воды на водосливе, установленном в лотке нижнего колодца, а в сухих грунтах — до и после строительства колодцев. В первом случае проводят испытание одного интервала между непостроенными колодцами. Концы трубопровода закрывают заглушками, оборудованными патрубками с быстросоединяющимися гайками, к которым присоединяют шланги. Нижнюю заглушку соединяют шлангом с переносным баком емкостью до 75 л, установленным над лотком трубы на высоте 4 м. Трубы через бак заполняют водой и по рейке устанавливают ее необходимый уровень. Шланг, под-

Таблица 5.5

Допустимый объем добавленной в трубопровод воды (приток воды) на 10 м длины испытуемого трубопровода за время испытания 30 мин, л [СНиП 3.05.04–85]

Условный диаметр трубопровода D_y , мм/площадь поверхности погонного метра трубопровода, м ² /пог. м	Материал труб		
	бетонные и железобетонные	керамические	асбестоцементные
100 / 0,314	1,0	1,0	0,3
150 / 0,471	1,4	1,4	0,5
200 / 0,628	4,2	2,4	1,4
250 / 0,785	5,0	3,0	1,8
300 / 0,942	5,4	3,6	2,2
400 / 1,257	6,7	4,2	—
500 / 1,571	7,5	4,6	—
600 / 1,885	8,3	5,0	—

Примечания:

1. Величину допустимого объема воды в железобетонный трубопровод диаметром свыше 600 мм следует определять по формуле $Q' = 0,83(D + 4)$, л, на 10 м трубы за время испытания 30 мин (D — внутренний диаметр трубы, мм).

2. Для железобетонных трубопроводов со стыковыми соединениями на резиновых уплотнителях допустимый объем добавленной воды (приток) следует принимать с коэффициентом 0,7.

3. Допустимый объем добавленной воды в трубопровод или колодцы, сооружаемые из сборных железобетонных элементов и блоков, следует принимать таким же, как для трубопроводов из железобетонных труб, равновеликих им по площади поперечного сечения.

соединенный к заглушке в верхней части испытуемого трубопровода, служит для выпуска воздуха.

После строительства колодцев испытывают одновременно два или несколько смежных интервалов сети с тремя или большим числом колодцев. В крайних колодцах устанавливают заглушки, а через средний колодец наполняют систему водой до определенного уровня в нем. Испытания проводят до засыпки трубопровода грунтом. После заполнения трубопровода водой производят наружный осмотр трубопроводов и стыков на наличие утечек воды.

К гидравлическим испытаниям заполненных водой трубопроводов приступают не ранее чем через 24 ч для керамических труб и

72 ч для бетонных и железобетонных труб — времени, необходимого для удаления воздуха из пор материала стенок и стыков труб. При снижении уровня воды в баке или колодце более чем на 20 см ее доливают.

При больших утечках устанавливают места повреждений трубопровода путем непосредственного осмотра уложенной линии. Стык, давший течь, расчищают, просушивают и заделывают вновь. После устранения дефектов испытания повторяют. Результаты гидравлических испытаний оформляются актом (Приложение 2).

Прием водоотводящих сетей в эксплуатацию после окончания строительства производит комиссия, состоящая из представителей муниципальной администрации, службы эксплуатации сети, заказчика и строительного надзора, а также санитарного надзора и дорожного хозяйства. Работы по акту сдает строительная организация. При сдаче работ она представляет комиссии следующие документы:

- утвержденный проект на сдаваемый объект с пояснительной запиской, перечень и техническую документацию на согласованные с заказчиком отступления от проекта;
- исполнительные чертежи на построенные сооружения;
- акты на разбивку сооружений в натуре;
- акты на скрытые и специальные работы (основания под трубы, колодцы и камеры, заделка стыков, гидроизоляция, сварочные и другие работы);
- акты на гидравлические испытания;
- паспорта на трубы, стройматериалы и детали.

Рабочая приемочная комиссия осматривает заделку стыков и проверяет внутреннее состояние труб. При осмотре колодцев обращают внимание на правильность набивки лотков, надежность крепления скоб. Люки для более точной их установки по высоте должны быть надежно установлены на несколько рядов (2–3 ряда) кирпичей или бетонных кольцевых элементов. Наружная крышка люка должна быть смонтирована на одном уровне с асфальтированной поверхностью проезжей части или возвышаться над булыжным замощением на 20–30 мм, а при отсутствии замощения — над поверхностью земли на 50 мм.

При диаметре коллектора более 1,5 м состояние его внутренней поверхности проверяют посредством осмотра. В этом случае особое внимание обращают на правильность формы коллектора, тщательность затирки швов изнутри, гладкость внутренней поверхности, отсутствие свищей и т.п.

При отсутствии серьезных замечаний к качеству построенной сети трубопроводы засыпают, члены рабочей приемной комиссии подписывают предварительный акт, и после этого осуществляются повторные гидравлические испытания в присутствии членов официальной приемочной комиссии. При положительных результатах подписывается приемочный акт гидравлических испытаний, и с этого момента водоотводящая сеть считается принятой в эксплуатацию.

5.2.4. Измерение расходов сточных вод

Для правильной эксплуатации и управления современными системами водоотведения необходим хорошо организованный учет и контроль количества сточных вод практически во всех технологических процессах. В условиях эксплуатации водоотводящей сети не всегда удастся воспользоваться различными апробированными расходомерами. В НИИ АКХ был разработан одноточечный метод измерения расхода сточной жидкости на основе измерения средней скорости потока гидрометрической вертушкой [21]. Метод основан на существовании при равномерном движении жидкости функциональной зависимости, связывающей положение вектора средней скорости потока на его живом сечении с наполнением трубы h , ее диаметром D , гидравлическим сопротивлением λ и т.д. Следовательно, если определить среднюю скорость в потоке, то расход вычисляют по формуле

$$Q = \omega v_c,$$

где ω — площадь живого сечения; v_c — средняя скорость течения жидкости.

Для диаметров трубопроводов от 200 до 1000 мм при относительной предельной погрешности определения расхода от 5 до 7% среднюю скорость необходимо измерять в точке, расположенной по горизонтали в центре трубопровода, а по вертикали — на расстоянии (мм), определяемом от дна трубопровода:

$$Y = 0,414R,$$

где R — гидравлический радиус трубопровода, мм.

Вычисленные значения Y для трубопроводов различных диаметров и наполнений приведены в табл. 5.6.

Таблица 5.6

Величина заглубления гидрометрической вертушки, мм,
при замерах расходов одноточечным методом

h/D_y	Диаметр трубопровода, D_y , мм								
	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1500
0,3	177	140	163,1	186	210	233	280	326	350
0,35	142	170	198	226	255	283	340	396	425
0,4	167	200	233	266	300	333	400	466	500
0,45	192	230	268	306	345	383	460	536	575
0,5	217	260	303	346	390	433	520	606	650
0,55	242	290	338	386	435	483	580	676	725
0,6	267	320	373	426	480	533	640	746	800
0,65	292	350	408	466	525	583	700	818	875
0,7	317	380	443	506	570	633	760	886	950
0,75	342	410	478	546	615	683	820	956	1025
0,8	367	440	513	586	660	733	880	1026	1100

5.3. Правила приема производственных сточных вод в коммунальные системы водоотведения

В системы канализации населенных пунктов могут быть приняты производственные сточные воды, которые не вызывают нарушения в работе канализационных сетей и сооружений, обеспечивают безопасность их эксплуатации и могут быть очищены совместно со сточными водами населенных пунктов до требований и нормативов [22].

Запрещается сбрасывать в систему канализации населенных пунктов производственные сточные воды с содержанием веществ, способных засорять трубы, колодцы, решетки или отлагаться на их стенках (окалина, известь, песок, гипс, металлическая стружка, каньга и т.п.); веществ, оказывающих разрушающее действие на материал труб; вредных веществ в концентрациях, препятствующих биологической очистке сточных вод; опасных бактерий; нерастворимых масел, а также смол и мазута; биологически трудно окисляемых органических веществ; биологически «жестких» поверхностно-активных веществ (ПАВ); только минеральных ве-

ществ; взвешенных и всплывающих веществ в концентрациях, превышающих 500 мг/л; веществ, для которых не установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) в воде водных объектов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования.

Категорически запрещается сбрасывать в системы канализации населенных пунктов кислоты, горючие примеси, токсичные и растворенные газообразные вещества (в частности, растворители: бензин, диэтиловый эфир, дихлорметан, бензол и др.) и другие взрывоопасные и токсичные смеси.

Запрещается также сбрасывать в канализационную сеть: сточные воды, расход и состав которых может привести к повышению допустимого установленного правилами количества загрязняющих веществ, поступающих в водный объект; производственные сточные воды, имеющие температуру свыше 40°C, pH ниже 6,5 или выше 9, ХПК выше БПК, более чем в 2,5 раза или БПК_{полн} более чем в 1,5 раза; концентрированные маточные и кубовые растворы; производственные сточные воды, не загрязненные в производственных процессах (нормативно-чистые); залповые сбросы производственных сточных вод; грунт, строительный, бытовой мусор и другие производственные отходы; поверхностный сток с территории промышленных площадок (дождевые, талые, поливомоечные воды и др.) и дренажные воды при полной раздельной системе канализации.

Прием в систему канализации населенного пункта сточных вод, содержащих радиоактивные вещества, а также их удаление и обезвреживание должны осуществляться в соответствии с [22], действующими нормами радиоактивной безопасности и санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений.

В системе канализации населенных пунктов не допускается объединение производственных сточных вод, взаимодействие которых может привести к образованию эмульсий, ядовитых или взрывоопасных газов, а также большого количества нерастворимых веществ (например, сточных вод, содержащих соли кальция или магния и щелочных растворов; соду и кислые воды; сульфид натрия и воды с чрезмерным содержанием щелочи; хлора и фенола и т.д.).

Производственные сточные воды, содержащие органические вещества, удаляемые в процессе очистки, могут быть приняты, если показатели не превышают значений, приведенных в табл. 5.7 [23].

Таблица 5.7

Общие требования к производственным сточным водам, принимаемым в городскую канализацию

Показатель состава и свойств сточных вод	Максимально допустимое значение
Взвешенные вещества, мг/л	500
Зольность взвешенных веществ, %	30
БПК _{полн} , мг O ₂ /л	500
ХПК, мг O ₂ /л	800
Активная реакция среды pH	6,5—8,5
Температура, °C	40
Порог цветности (по разведению)	1:16
Эфиروизвлекаемые вещества, мг/л	20
Плотный остаток, мг/л	2000
В том числе: хлориды	350
сульфаты	500

Примечание: В каждом населенном пункте значения указанных величин устанавливаются в соответствии с местными условиями.

Производственные сточные воды, содержащие органические вещества, не удаляемые в процессе очистки на городских очистных сооружениях, принимаются в городскую канализацию при концентрациях этих загрязнений не выше ПДК в воде водоемов соответствующего вида, если в условиях ВКХ не оговорены другие значения этих показателей.

5.4. Наружный и технический осмотр сети

5.4.1. Наружный осмотр сети

Для обеспечения нормальной эксплуатации водоотводящей сети ее систематически осматривают. Различают два вида периодических осмотров при контроле за работой и состоянием водоотводящей сети: наружный (поверхностный) и технический.

Наружный осмотр сети производится с целью обнаружения нарушений нормальной работы сети, выявления условий, угрожающих сооружениям, проверки внешних признаков их сохранности в соответствии с установленным планом работ не реже 1 раза в

2 месяца. Такой осмотр производится бригадой из двух человек и осуществляется без спуска людей в колодцы.

В обязанности рабочих входит восстановление старых и установка новых координатных табличек. Координатные таблички устанавливают у колодцев (см. рис. 2.5) или наносят на ближайшие к колодцам стены домов и осветительные столбы.

Наружный осмотр водоотводящей сети заключается в проверке состояния колодцев, целостности крышек и люков, уровня сточных вод в лотках, наличия в колодцах грязи или мусора. При обходе трассы сети бригада отмечает в журнале наличие на ней повреждений (мест просадок грунта и люков колодцев, разрывов на трассе, незаконных присоединений, завала колодцев грунтом или снегом, неплотность прилегания крышек колодцев, сохранность вентиляционных труб).

При обнаружении указанных недостатков бригада по возможности должна принять меры к их ликвидации.

При осмотре колодцев на трассе сети бригада выполняет следующие операции:

- устанавливает перед колодцами оградительные знаки для предохранения от наезда транспорта;
- очищает люк от земли, снега или льда;
- открывает наружную крышку люка и проверяет ее целостность, а также целостность корпуса люка;
- очищает от мусора вторую крышку, вытаскивает на поверхность и проверяет ее состояние;
- определяет видимые с поверхности повреждения горловины, стенок и лотка колодцев, а также устьев трубопроводов;
- отмечает наличие загрязнения стенок и полок лотка, а также самого лотка;
- устанавливает характер течения сточной воды и степень наполнения лотков, фиксируя время наблюдения;
- замеряет глубину подпора (если он есть);
- по показаниям приборов контролирует наличие газов;
- проверяет состояние ходовых скоб, перил, лестниц, задвижек, шиберов;
- отмечает наличие спуска поверхностных или каких-либо других вод в сеть.

При осмотре и проверке люков обращают внимание на то, чтобы корпус люка плотно прилегал к горловине колодца, т.е. чтобы не было отверстий для проникновения в колодцы поверхностного стока.

При осмотре колодцев и наблюдении за движением сточной воды в лотках необходимо отмечать: наличие в лотках узловых колодцев перебивания струй или выбрасывания на полки лотка воды из боковых веток; подтапливание боковых присоединений при подъеме воды в коллекторе; особенности движения сточной воды по лотку; присутствие песка, осадков и примесей, которые могут вызвать засорение сети, и пр. При обнаружении подпора сточной воды бригада должна выявить его причины (засор, повышенный расход и т.п.) и сообщить диспетчеру для принятия мер к его ликвидации.

В отдельные сезоны года наружный осмотр водоотводящей сети имеет свои особенности. Например, весной, за 4–5 дней до паводка крышки должны быть очищены, проверена сохранность люков, а также плотность их соединения с горловинами колодцев, проверено состояние аварийных выпусков, которые должны быть закрыты и опломбированы.

Непосредственно перед началом паводка необходимо проследить за тем, чтобы верхние крышки люков колодцев на заливаемых территориях были герметизированы. Герметизацию крышек осуществляют с помощью синтетических уплотнителей, пропитанных битумом, пакли или войлока, которые прокладываются в зазоры между крышкой и корпусом люка колодца.

В этот период осуществляется также подготовка передвижных насосов для откачки воды из затопливаемых помещений и обеспечение круглосуточного дежурства мотористов; ограждение затопливаемых проемов временными кирпичными стенками на 20–40 см выше предполагаемого паводка.

Для производства работ по наружному осмотру бригада из двух человек должна иметь лом, лопату, крючок, оградительный дорожный знак, аккумуляторный фонарь, газоанализатор или две лампы ЛБВК, складную рейку или шест, зеркало, аптечку, схему осматриваемого участка сети, набор средств по технике безопасности, а также журнал обхода сети, в который заносят результаты осмотра.

5.4.2. Технический осмотр сети

Технический осмотр внутреннего состояния водоотводящей сети, устройств и сооружений на ней выполняют периодически:

- коллекторов и каналов, смотровых колодцев и выпусков — 1 раз в год;

- камер, эстакад и переходов — не реже 1 раза в квартал;
- для каналов большого диаметра (2,5–5,4 м) — 1 раз в 2 года.

При техническом осмотре полностью выявляют как дефекты физического состояния, так и гидравлические условия работы водоотводящей сети, тщательно обследуют изнутри все колодцы и проходные каналы, проверяют действие оборудования и ликвидируют мелкие неисправности.

Технический осмотр водоотводящей сети проводится по специальному графику, преимущественно в теплое или удобное для эксплуатации время года.

При техническом осмотре колодцев для обнаружения образовавшихся в процессе эксплуатации дефектов обследуют стены, горловины, лотки, входящие и выходящие трубы; проверяют целостность скоб, лестниц; очищают от скопившихся отложений и грязи полки и лотки, а также контролируют вынос песка из труб в колодец. Одновременно проверяют прямолинейность примыкающих к колодцу участков сети.

При техническом осмотре аварийных выпусков проверяют наличие пломб.

Для работы в колодце звено должно дополнительно иметь:

- предохранительный пояс с веревкой на 2 м больше глубины колодца;
- изолирующий противогаз со шлангом;
- ручной или механический вентилятор;
- сигнальные жилеты, защитные каски.

При производстве ремонтных работ необходимо применять щиты и барьеры, окрашенные чередующимися параллельными горизонтальными полосами шириной 0,13 м белого и красного цветов или окрашенные в желтый цвет с каймой по периметру щита и с полосой по диагонали щита красного цвета шириной 0,12 м.

Технический осмотр самотечных коллекторов и каналов диаметром 1,5 м и более осуществляется путем прохода по ним при условии полного или частичного прекращения подачи сточной воды. Для облегчения прохода по коллектору обход производят вниз по течению. Спуск людей в непроветриваемые и непроверенные на загазованность колодцы и коллекторы запрещен.

При спуске людей в колодцы (камеры, шахты) и при проходе по коллектору у каждого смежного колодца обследуемого участка сети на поверхности земли должны безотлучно находиться не менее

двух человек на каждый колодец. Проход по коллектору разрешается группе слесарей, состоящей не менее чем из трех человек.

Для проверки загазованности колодцев используют лампы ЛБВК или газоанализаторы (рис. 5.2).

При проверке колодца или коллектора на загазованность лампы ЛБВК зажигают на поверхности земли и опускают на веревке в колодец. При этом следят за пламенем через зеркальный отража-

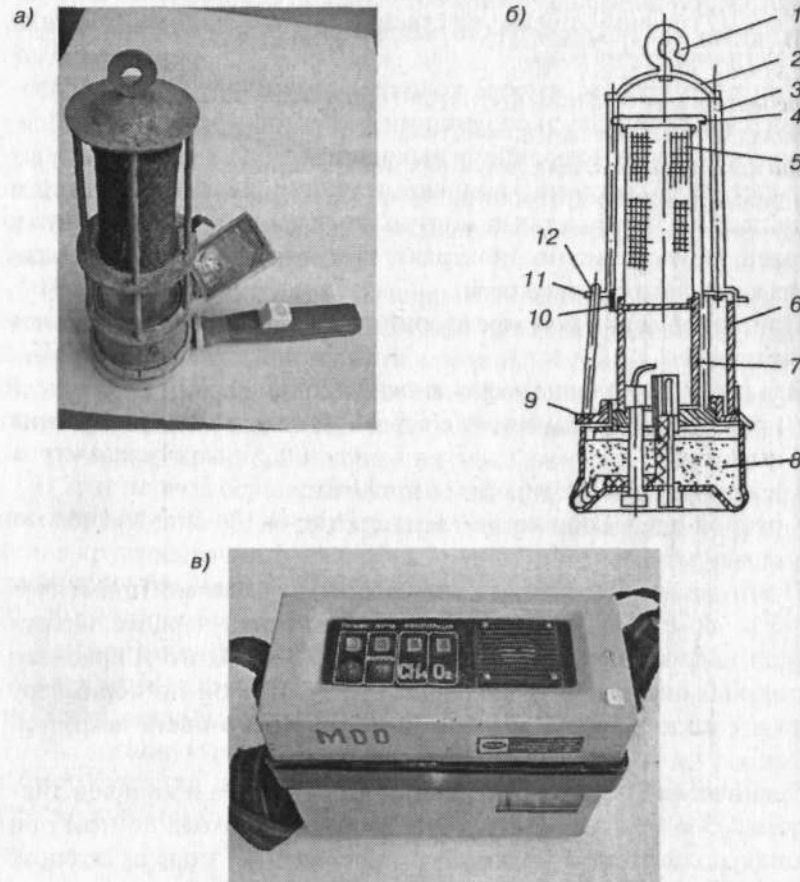


Рис. 5.2. Приборы для обнаружения газов в водоотводящей сети:
а — внешний вид лампы ЛБВК; б — схема устройства лампы ЛБВК;
в — газоанализатор;
1 — крючок; 2 — верхняя крышка; 3 — верхняя стойка; 4 — сетка наружная;
5 — сетка внутренняя; 6 — зеркальный отражатель; 7 — ламповое стекло;
8 — резервуар для бензина; 9 — затворное кольцо; 10 — асбестовое кольцо;
11 — верхнее кольцо; 12 — нижняя стойка

тель. Увеличение пламени свидетельствует о наличии взрывоопасных газов, уменьшение — о недостатке кислорода. Если пламя коптит и угасает, это свидетельствует о наличии в колодце вредных для человека газов и паров. При наличии паров бензина пламя удлиняется и окрашивается в синий цвет. Спокойное, ровное горение лампы свидетельствует об отсутствии в смотровом колодце вредных для работы газов.

Технический осмотр сети диаметром до 1,5 м следует производить с помощью телевизионных установок.

В зависимости от конструктивных особенностей телевизионные камеры подразделяются на пять типов [24]:

переносные — для диагностики сетей водоотведения диаметром от 50 до 300 мм на расстояние до 100 м;

дистанционно управляемые — для диагностики сетей водоотведения диаметром от 150 до 1500 мм и более на расстояние до 400 м;

камеры с спутниками — для комплексной диагностики сетей водоотведения диаметром от 250 до 600 мм на расстояние до 150 м и выпусков из зданий и дворовой канализации диаметром 100–150 мм на расстояние до 30 м;

беспроводные камеры — для осуществления контроля, координации процесса проведения локального ремонта при устранении внутренних дефектов и оптимизации процесса проведения гидродинамической прочистки в водоотводящих сетях диаметром от 100 до 3000 мм на расстояние до 100 м;

плавающие камеры — для обследования сетей без отключения их из работы.

На рис. 5.3 показаны телевизионные камеры, используемые для осмотра сетей.

Различают следующие методы ТВ-диагностики [24]:

- автоматический;
- полуавтоматический;
- механический.

Наиболее информативным является автоматический метод диагностики с помощью ТВ-камеры-робота. При этом имеется возможность:

- управлять роботом с пульта, находящегося на расстоянии до 500 м;
- исследовать техническое состояние внутренней поверхности сети за счет большого числа степеней свободы объектива камеры;
- фиксировать профиль поверхности диагностируемого участка сети.

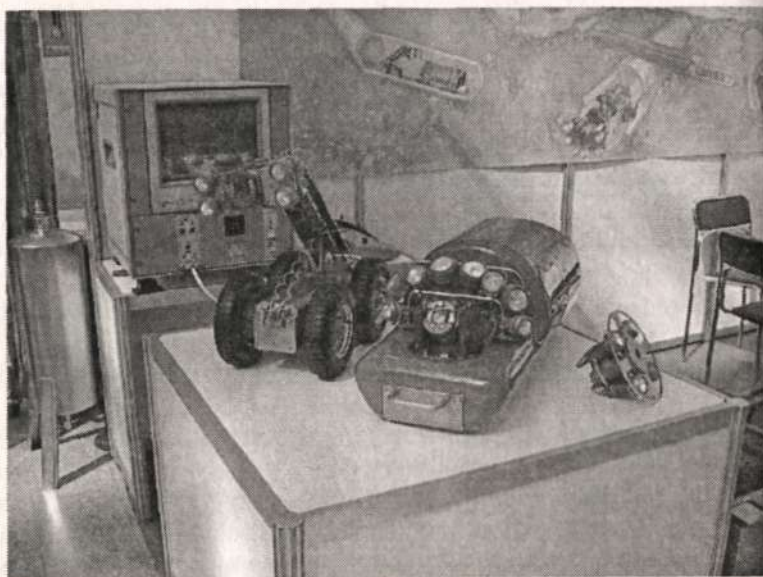


Рис. 5.3. Телевизионные камеры для осмотра сетей

При полуавтоматическом методе ТВ-камера имеет ограниченное число степеней свободы. При механическом методе ТВ-камера жестко закреплена на транспортирующей тележке, что позволяет проводить диагностику по длине трубопровода только за счет оптических возможностей объектива телекамеры.

Схема автоматической ТВ-диагностики представлена на рис. 5.4.

В кузове микроавтобуса монтируются: телевизионный экран (монитор) с пультом управления, столик и сиденье для оператора, лебедка кабеля и направляющий ролик. Установленная на самоходной тележке с электроприводом телекамера вводится в обследуемую трубу и по команде оператора передвигается вперед. Освещение трубопровода обеспечивается специальной осветительной насадкой, установленной на ТВ-камере. Изображение внутренних стенок трубы по кабелю непрерывно передается на телевизионный экран и записывается на видеоманитофон. На экране одновременно с изображением фиксируются дата, время и расстояние от начального места обследования. При необходимости более детального обследования тележку останавливают или возвращают назад.

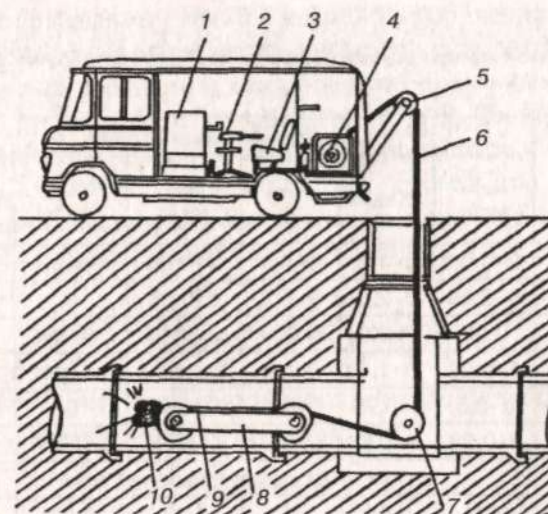


Рис. 5.4. Передвижной комплекс с телевизионной установкой для обследования водоотводящих сетей:

1 — пульт управления; 2 — стол оператора; 3 — сиденье оператора; 4 — лебедка телекабеля; 5, 7 — направляющие кабельные ролики; 6 — кабель телекамеры; 8 — привод тележки с телекамерой; 9 — приемная телекамера; 10 — обзорно-осветительная насадка

Технический осмотр напорных трубопроводов сводится к проверке действия вантузов, задвижек и аварийных выпусков. Открывая и закрывая задвижки, проверяют их исправность. Смазка вращающихся частей этих приборов производится 1 раз в месяц.

Записи результатов осмотра должны быть точными с учетом особенностей отдельных конструкций и деталей сооружения.

5.4.3. Мероприятия по борьбе с газовой коррозией коллекторов городской водоотводящей сети

При эксплуатации в надводной части водоотводящих коллекторов скапливаются выделяющиеся из сточных вод пары воды и вредные газы, которые затрудняют эксплуатацию сетей и могут создать аварийные ситуации.

Состав газовой среды водоотводящих коллекторов некоторых крупных городов РФ и ближнего зарубежья приведен в табл. 5.8 [25, 26].

Таблица 5.8

Состав газовой среды водоотводящих коллекторов крупных городов

Город	Концентрация газов					
	H ₂ S, мг/л	CO ₂ , %	CH ₄ , %	CO, мг/л	NH ₃ , мг/л	Углеводороды неф- ти, мг/л
Москва	0–0,05	0–1,0	0–0,9	0–0,05	Следы	0–1,5
С.-Петербург	0–0,08	0–2,0	0–5,3	0–0,04	0	0–1,0
Киев	0,06	0–3,0	0–5,5	0–0,14	0–0,025	0–1,0
Минск	0–0,03	0–1,1	0–1,0	0–0,002	0–0,002	0–0,9
Егорьевск	0–0,3	0–0,75	0–1,0	0–0,025	0	0–0,15
Харьков	0–0,28	0–2,5	0–3,0	0–0,08	0–0,005	—
ПДК газов в рабочей зоне						
	0,01	0,05	2	0,02	0,02	0,03

Если в сточной воде имеется избыточный агрессивный диоксид углерода CO₂, то при его химическом взаимодействии с гидроксидом кальция Ca(OH)₂ сначала образуется малорастворимый в воде углекислый кальций CaCO₃, окисляющийся затем до легко-растворимого двууглекислого кальция Ca(HCO₃)₂. Растворение двууглекислого кальция приводит к разрушению (коррозии) бетона.

Присутствие в водоотводящих коллекторах углеводородных и метановых газов при окислении кислородом воздуха может вызвать самовозгорание и взрыв.

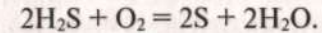
Степень коррозионной активности сточных вод зависит от концентрации компонентов сточных вод, значения которых представлены в табл. 5.9.

Таблица 5.9

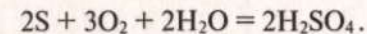
Степень коррозионной активности [10]

Показатели, мг/л	Слабая	Сильная	Очень сильная
pH	6,5–5,5	Менее 5,5 до 4,5	Менее 4,5
Углекислота (CO ₂)	15–40	От 40 до 100	Более 100
Аммиак (NH ₄ ⁺)	15–30	От 30 до 60	Более 60
Ион магния (Mg ₂ ⁺)	300–1000	От 1000 до 3000	Более 3000
Сульфаты (SO ₄ ²⁺)	200–600	От 600 до 3000	Более 3000

Анализ показывает, что 70% аварий на городских водоотводящих коллекторах происходит из-за газовой сульфатной коррозии и 30% — из-за нарушения механической прочности. Основным агентом коррозии является сероводород H₂S. Он растворяется в воде, конденсирующейся на сводах трубопроводов, не омываемых сточными водами, и проникает в поры бетона. В конденсате, образовавшемся на стенках коллектора, происходит биохимическое окисление сероводорода кислородом воздуха. При этом происходит реакция



Сера, образовавшаяся в процессе биохимического окисления, окисляется в серную кислоту по реакции



Воздействие на бетон серной кислоты вызывает образование сульфата кальция (гипса) и сульфаталюминия кальция, увеличивающихся в объеме по сравнению с гидроксидом кальция (являющимся составной частью цемента) соответственно в 2 и 22,5 раза. Значительное расширение, вызываемое этими соединениями, приводит к растрескиванию и разрушению бетонных конструкций водоотводящих сетей.

На концентрацию сероводорода в газовой среде коллектора влияет температура сточной воды, ее состав, время транспортирования и гидравлические параметры потока сточных вод. Установлено, что повышение концентрации сероводорода чаще всего происходит в местах подключения к самотечной сети напорных трубопроводов, после дюкеров, в местах повышенной турбулентности потока (перепады, резкие изменения скоростей, слияние нескольких потоков и т.д.).

Для борьбы с газовой коррозией необходимо организовать контроль за газовым состоянием коллекторов водоотводящей сети. Для получения достоверных результатов количество замеров в каждой точке должно быть не менее 30. Если полученная среднеарифметическая величина концентрации газа в исследуемой точке (колодце) всей серии замеров будет равна или больше его ПДК, то данная точка считается **коррозионно-опасной**.

По результатам обработки данных составляют карту загазованности обследованной водоотводящей сети.

Прогнозировать возникновение коррозии можно по индексу Помероу, определяемому уравнением [27]

$$Z = \frac{\text{БПК}_5 \cdot 1,07^{(T-20)} \cdot U}{J^{\frac{1}{2}} \cdot Q^{\frac{1}{3}} \cdot b},$$

где Z — индекс, характеризующий вероятностную скорость возникновения коррозии (табл. 5.10); БПК_5 — биохимическая потребность сточных вод в кислороде, получены в лабораторных условиях при 20°C, мг/л; T — температура сточных вод, °C; J — уклон трубопровода; Q — расход сточных вод, л/с; U/b — отношение смоченного периметра трубопровода к ширине водного зеркала; для наполнения 0,5D отношение $U/b = \pi/2$.

Таблица 5.10

Вероятность возникновения и скорость коррозии в зависимости от величины индекса в уравнении Помероу

Индекс, Z	Ожидаемые параметры
Менее 5000	Сульфиды могут быть в очень низких концентрациях
5000–7500	Максимальная концентрация сульфидов может составить 0,1 мг/л. Легкая агрессивность, увеличение агрессивности при увеличении турбулентности потока. Скорость коррозии в пределах 0,1 мм/год
7500–10 000	Сульфиды в высоких концентрациях, появление запаха
10 000–15 000	Количество сульфидов и запах увеличиваются. Быстро прогрессирующая коррозия. Скорость коррозии в пределах 1 мм/год
Более 15 000	Растворимые сульфиды присутствуют постоянно. Бетонные трубы небольших диаметров могут быть разрушены за 5–10 лет. Скорость коррозии 2 мм/год и более

Следует подчеркнуть, что индекс Z только указывает на возможность сульфидной коррозии. Так как концентрация сульфидов зависит от продолжительности пребывания сточных вод в трубопроводе, то количество сульфидов, которое продуцируется в течении 1 ч в сточной воде, можно определить по формуле [27]

$$\frac{d(S)}{dt} = 0,32 \cdot 10^{-3} \cdot \text{ЭБПК}_5 R^{-1} - 0,64 (Jv)^{\frac{3}{8}} \left(\frac{h}{d} \right)^{-1},$$

где $\frac{d(S)}{dt}$ — скорость образования сульфидов за 1 ч, мг/л; R — гидравлический радиус (ω/χ), м; v — средняя скорость течения

сточных вод, м/с; $\frac{h}{d}$ — наполнение трубопровода в точке m ;

$\text{ЭБПК}_5 = \text{БПК}_5 \cdot 1,07^{(T-20)}$ — эффективная БПК_5 .

В табл. 5.11 приведены значения ЭБПК, вычисленные для сточных вод с различной температурой.

Таблица 5.11

Значение ЭБПК сточных вод

Температура, °C	Коэффициент	ЭБПК (при $\text{БПК}_5 = 350$ мг/л)
17	0,816	286
18	0,873	306
19	0,935	327
20	1,000	350
21	1,070	375
22	1,145	401
23	1,225	429

Среднюю скорость коррозии (мм/год) ориентировочно можно также рассчитать по уравнению, предложенному Помероу [27]:

$$y = 11,5k \left(\frac{1}{A} \right) X_s,$$

где k — корректирующий коэффициент, зависящий от климатических условий: для умеренного (европейского) климата может быть принят равным 0,8; A — щелочность бетона, выраженная как эквивалент CaCO_3 : для бетонных труб с кварцевым заполнителем в среднем составляет 16 %, для асбестоцементных труб, у которых щелочность 50%, и труб с большей

щелочностью формула неприменима; $X_s = 0,7 (Jv)^{\frac{3}{8}} i S \frac{b}{U}$ — степень превращения сульфидов в газовой фазе в серную кислоту на поверхности стенок трубопровода; i — коэффициент, зависящий от pH и показывающий, какая часть сероводорода переходит в растворимые сульфиды (табл. 5.12); S — общая концентрация растворимых сульфидов, мг/л.

Таблица 5.12

Значения коэффициента i в зависимости от величины pH

pH	Часть H ₂ S, %	i	pH	Часть H ₂ S, %	i
6,0	91	0,91	7,4	28	0,28
6,6	72	0,72	7,6	20	0,2
6,8	61	0,61	7,8	14	0,14
7,0	50	0,50	8,0	9	0,09
7,2	39	0,39			

Через некоторое время за счет потери сульфидов из системы концентрация сульфидов в сточной воде стабилизируется по уравнению [27]

$$S_{\text{lim}} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \text{ЭБПК}_5 U}{(Jv)^{\frac{3}{8}} b}.$$

Концентрацию сульфидов (мг/л) в конце напорного трубопровода определяют по формуле [27]

$$C = 0,01312t(\text{ЭБПК}_5)(12/D + 0,12) + C_0,$$

где t — время движения сточной воды по трубопроводу, мин; D — диаметр трубопровода, см; C_0 — концентрация сульфидов в сточной воде в начале напорного трубопровода, мг/л.

Повышение долговечности водоотводящих коллекторов может быть обеспечена:

- контролем за качеством сточных вод;
- использованием коррозионно-стойких конструкционных материалов;
- вентиляцией сети.

Одним из приемов, препятствующих окислению сероводорода в серную кислоту, является орошение свода трубопровода сточной водой при работе коллектора полным сечением в течение непродолжительного времени. Примеры таких устройств показаны на рис. 5.5.

Для искусственной вентиляции следует предусматривать устройство дегазационных камер с вытяжными шахтами в местах подключения напорных трубопроводов к самотечным, в местах перехода самотечного режима в напорно-самотечный и в

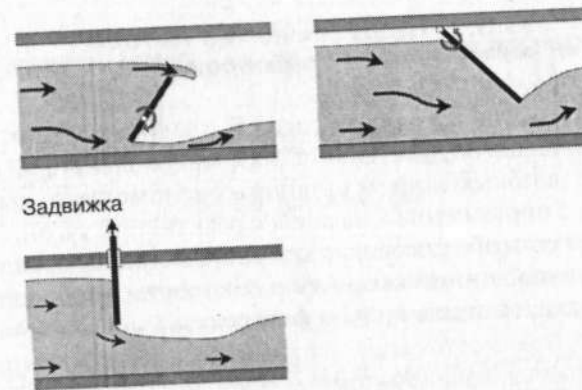


Рис. 5.5. Устройства для периодического автоматического смывания кислот с поверхности свода трубопровода.

нижних камерах дюкеров. Устройство вытяжных устройств обязательно в верхних камерах дюкеров, перед насосными станциями, в местах резкого изменения скоростей и в перепадных колодцах.

5.5. Профилактическая промывка и прочистка водоотводящей сети

Прочистка трубопроводов проводится в соответствии с планом профилактических работ, составленным с учетом результатов наружного и технического осмотров.

Периодичность прочистки, как правило, не реже 1 раза в год. Так как слой осадка в сети допускается не более $1/3-1/4$ диаметра, то сети III и IV категорий могут прочищать 2—4 раза в год.

Плановую прочистку сети проводят по бассейнам канализования, начиная с верховья вниз по течению. Очищают сначала боковые линии, а затем магистральные.

Если трубопровод на большом протяжении значительно заилен и имеется опасность сплава осадка к насосным или очистным станциям, то коллектор следует разбить на отдельные участки, очищаемые с нижнего участка, или производить прочистку с одновременным удалением из сети размываемых осадков.

Прочистка труб водоотводящей сети осуществляется в основном гидравлическими, гидродинамическими и механическими методами.

5.5.1. Гидравлические методы прочистки трубопроводов

Гидравлическую прочистку сети [3] в зависимости от диаметров трубопроводов осуществляют: промывкой водой или промывкой водой с использованием различных вспомогательных снарядов, а также с применением насадок с реактивной тягой. При гидравлическом способе промывка сети осуществляется водой, движущейся с повышенной скоростью. Скорость, необходимая для размыва осадка, определяется по формуле

$$V_p = 9,34 \frac{U}{\Delta_s^{1/6}} \sqrt{R},$$

где U — гидравлическая крупность размываемого осадка, м/с; Δ_s — эквивалентная абсолютная шероховатость, м; $n = 3,5 + 0,5 R$; R — гидравлический радиус, м.

В зависимости от диаметра и состояния трубопровода рекомендуются следующие способы гидравлической прочистки:

- а) до 200 мм — промывка водой;
- б) до 500 мм — резиновыми шарами или дисками диаметром на 50–100 мм меньше диаметра очищаемого трубопровода;
- в) 500–1600 мм — деревянными и металлическими шарами диаметром на 100–250 мм меньше диаметра очищаемой трубы;
- г) более 1600 мм — деревянными (металлическими) цилиндрами и шарами диаметром на 250–500 мм меньше диаметра очищаемой трубы.

Длина используемого для прочистки труб цилиндра должна быть такой, чтобы исключалась возможность его заклинивания в коллекторе, т.е. длина цилиндра всегда должна быть больше диаметра трубопровода.

Промывка сети водой может быть разовой или многократной в зависимости от гидравлических условий работы участков сети и осуществляется подачей воды из специальных промывных камер (рис. 5.6, а) или путем накопления сточной воды в сети и колодцах (рис. 5.6, б)¹, а также из поливочных машин.

Применение специальных промывных камер, заполняемых из естественного водоема или водопровода, эффективно при напоре воды в них не менее 1,5–2 м, емкости не менее 2 м³ и регулярной промывке.

¹ Для повторяющейся промывки можно использовать также устройства, показанные на рис. 5.5.

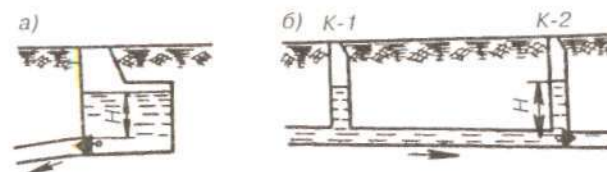


Рис. 5.6. Промывка сети

При промывке сетей путем накопления сточных вод (рис. 5.6, б) устье выходящего из колодца промываемого трубопровода закрывают пробкой. При достижении уровня жидкости определенной высоты пробку быстро вынимают, и вода устремляется в промываемый трубопровод. При неудовлетворительном качестве промывки операцию повторяют. Количество необходимой для промывки сети воды зависит от длины, диаметра, уклона, степени засоренности трубопровода и характера осадков. Из круглого колодца диаметром 1 м при высоте накопленного слоя воды 1,5–1,6 м можно промыть участок сети диаметром 150–200 мм длиной до 200 м.

Недостатком промывки сети путем накопления сточной воды является образование подпора в вышележащих участках сети и как следствие — выпадение в ней осадков. Длительность одной операции промывки обычно значительна и составляет 1–2 ч. За рабочий день бригада промывает участок протяженностью 400–500 м.

В отдельных случаях сеть можно промыть струей водопроводной воды из брандспойта, вводимого в промываемый трубопровод через верхний колодец. При использовании водопроводной воды необходимо получить разрешение от санитарных организаций. Использовать водопровод следует с большой осторожностью, чтобы избежать его повреждения или загрязнения при контакте со сточными водами. Так, нельзя быстро открывать и закрывать гидрант, поскольку это может вызвать гидравлический удар в водопроводной сети. Нельзя соединять стендер с грязным рукавом, чтобы не допустить случайного загрязнения воды в водопроводе. Более надежна в санитарном отношении и эффективна промывка сети из цистерн или с помощью поливочных машин. При использовании автоцистерн средний расход воды достигает 15 л/с.

По эксплуатационным данным, расход воды, необходимый для промывки, составляет от 2 до 10% суточного расхода сточных вод, или 50–500 м³ на каждый километр сети. Для сокращения расхода воды и интенсификации процесса размыва осадка в промываемую воду следует вводить добавки высокомолекулярных веществ (около 0,008% по массе).

Промывку водоотводящей сети производит бригада в составе 2—4 человек. С санитарной точки зрения это наиболее желательный прием при очистке сети от отложений: рабочие, занятые промывкой сети, не соприкасаются со сточной жидкостью, и осадок не извлекается из труб на поверхность земли.

При наличии плотного осадка в трубопроводах более эффективна гидравлическая прочистка с применением различных снарядов: резиновых, деревянных и металлических шаров, деревянных и металлических цилиндров. Плавающие снаряды перекрывают верхнюю часть сечения трубы и этим создают подпор. Под действием напора воды снаряд продвигается по трубе. Скорость движения снаряда и, следовательно, величину подпора регулируют с помощью удерживающего троса. Сточная вода протекает под снарядом через суженное сечение очищаемого трубопровода со скоростью 5—7 м/с и размывает осадок в лотке. Эффективность размыва осадка в значительной мере зависит от расхода и скорости течения воды из-под снаряда. При расходе сточной воды, не обеспечивающем перепад в 600—700 мм между уровнями жидкости до и после снаряда, ее необходимо добавлять.

Для диаметров трубопроводов водоотводящей сети до 600 мм для профилактической очистки часто используют наполненные воздухом резиновые шары. Размеры шаров должны быть на 50 мм меньше диаметров очищаемых трубопроводов. Резиновая камера шара закладывается в специально скроенную и сшитую из брезента или прорезиненной ткани оболочку и надувается при помощи насоса. Для уменьшения износа оболочки при прочистке ее дополнительно заключают в сетку-оплетку, изготовленную из веревки или брезентового ремня. К такому каркасу прикрепляют кольца для соединения шара с тросом лебедки. Операции по прочистке сети резиновыми шарами выполняют в такой последовательности.

После установки знаков ограждения и проверки наличия газа в открытых смотровых колодцах очищаемого интервала сети в верхний колодец опускаются блок и шар, к кольцу которого привязаны веревка или трос. Если не удастся установить блок с поверхности, то рабочий, спустившись в колодец, закрепляет блок и заправляет шар в трубопровод. Поднявшись затем на поверхность и держа веревку в руках, рабочий следит за повышением уровня воды в верхнем колодце. Как только уровень воды в колодце достигает 0,8—1,0 м, рабочий постепенно отпускает натянутую веревку или сматывает трос с помощью лебедки, регулируя скорость движения шара по трубопроводу. Под воздействием образовавше-

гося подпора воды шар продвигается по трубопроводу. Между плавающим шаром и лотком трубопровода остается узкое пространство, в которое с повышенной скоростью устремляется вода и размывает осадок.

Практикой установлено, что при небольшом количестве осадка он появляется в нижнем колодце сначала в виде кухонных отходов, а когда шар проходит $\frac{3}{4}$ очищаемого участка, появляется песок. Основная масса осадка передвигается примерно на расстоянии 0,5—1,0 м от шара (рис. 5.7). В случае необходимости второй рабочий, находящийся в колодце, извлекает осадок при помощи совка и выгружает его в ведро, которое после наполнения поднимает на поверхность третий рабочий. На время удаления осадка продвижение шара прекращается.

При выходе шара в нижний колодец находящийся там рабочий отвязывает от него веревку (трос), вытаскивает ее обратно (через верхний колодец) и повторяет операции по установке блока и заправке шара на следующем участке сети. Если трос длинный, то шар последовательно пропускают по нескольким интервалам из одного колодца. Это значительно повышает производительность труда.

При замедлении или прекращении движения шара его следует немного подтянуть назад и вновь отпустить. Если, несмотря на принятые меры, шар прекратил свое движение из-за встречи с трудно размываемым водой осадком, то необходимо перейти на работу с двумя лебедками, устанавливаемыми над верхним и нижним колодцами. В этом случае шар вытаскивают обратно в верхний колодец, и подпор воды ликвидируется. Для протаскивания троса через трубопровод ко второй лебедке из верхнего колодца

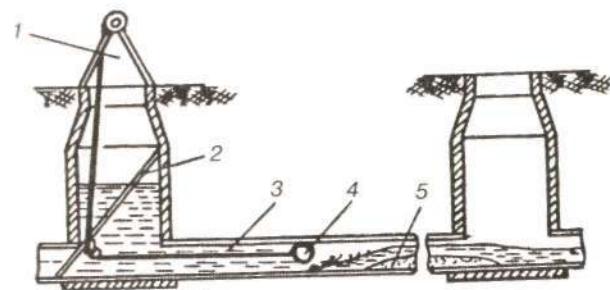


Рис. 5.7. Прочистка сети с помощью шара:
1 — лебедка; 2 — укосина с блоком; 3 — трос; 4 — шар; 5 — осадок

пускают поплавков с привязанным к нему капроновым прочным шнуром. После того как поплавок появится в нижнем колодце, рабочий в верхнем колодце привязывает к концу шнура вспомогательный тонкий тросик. Этот вспомогательный тросик протаскивают при помощи шнура через трубопровод и присоединяют к рабочему тросу второй лебедки, установленной над нижним колодцем. Для протаскивания троса можно также использовать эластичный пруток из стекловолокна *COBRA*, выпускаемый длиной 60, 120, 150 и 200 м (рис. 5.8).

Из верхнего колодца в трубопровод вводят шар с присоединенными к нему с двух сторон тросами от лебедок. При остановках шара в трубопроводе его подтягивают тросом лебедки со стороны нижнего колодца. Делать это надо осторожно, чтобы не повредить шар. Иногда причиной прекращения движения шара может быть засорение блоков осадками, мешающими свободному продвижению тросов, наматывание тряпок на трос или соскакивание троса с блока. Для устранения таких неполадок следует остановить работу, проверить состояние всех приспособлений и при необходимости очистить их.

Лебедку над нижним колодцем следует устанавливать так, чтобы оставалось свободное место для спуска рабочего в колодец и подъема задержанного осадка.

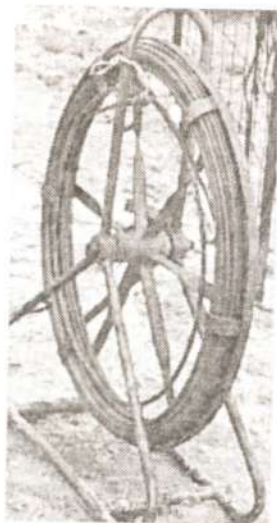


Рис. 5.8. Эластичный пруток *COBRA*

Технология прочистки коллекторов больших диаметров деревянными цилиндрами и металлическими шарами аналогична прочистке резиновыми шарами с использованием двух лебедок.

Работа с ручными лебедками трудоемка и малопроизводительна. Для интенсификации процесса очистки следует использовать машины для механической очистки канализационных сетей (ДКТ-201) с утепленным кузовом-фургоном, в задней части которого установлена мощная механизированная лебедка с тяговым усилием 1500 кгс и канатовместимостью барабана 126 м. С правой стороны внешней задней стенки фургона установлен также поворотный консольный кран грузоподъемностью 500 кг с вылетом стрелы 1 м. Поворот крана в плане на 180° осуществляется вручную. Утепленный кузов рассчитан на транспортировку трех рабочих с необходимым инструментом для работы по прочистке водотовающей сети. Машина комплектуется и переносной вспомогательной лебедкой с ручным приводом тяговым усилием 500 кгс и длиной троса 150 м. При производстве работ машину устанавливают так, чтобы блок с консолью основной лебедки находился над нижним колодцем очищаемого интервала. Вспомогательную лебедку устанавливают над верхним колодцем.

В табл. 5.13 приведены местные нормы времени на профилактические работы по прочистке водоотводящей сети с использованием вспомогательных снарядов.

5.5.2. Прочистка сети гидродинамическим методом

Более прогрессивным и менее трудоемким способом прочистки сети является гидродинамический способ, реализуемый при использовании каналопромывочных машин. Машина независимо от типа имеет цистерну для чистой воды, поршневой насос высокого давления с приводом от двигателя автомашины, барабан с высоконапорными шлангами и комплект насадок (рис 5.9).

Управление режимом промывки осуществляется дистанционно с пульта, позволяющего контролировать наличие воды в цистерне и регулировать режим работы насоса. При работе по прочистке сети барабан со шлангом устанавливают над колодцем, в коллектор против потока сточной жидкости по направляющему блоку вводят шланг с насадкой. В горловине колодца и в устье трубы колодца устанавливают блоки с направляющими роликами и включают высоконапорный насос. За счет реактивного действия струй

Таблица 5.13

Местные нормы времени на прочистку сети

D , мм	Категория сети	Норматив, чел/ч, на прочистку 100 погонных метров сети	Норма времени на прочистку 100 м сети, ч	D , мм	Категория сети	Норматив, чел/ч, на прочистку 100 погонных метров сети	Норма времени на прочистку 100 м сети, ч
150	1	1,8	56	500	1	4,5	22
	2	2,8	36		2	7,7	13
	3	5,2	19		3	8,1	12
200	1	1,8	56	600	1	4,9	20
	2	3,3	30		2	7,9	13
	3	5,4	19		3	9,4	11
250	1	2,2	45	800	1	7,1	14
	2	4,2	24		2	10	10
	3	5,5	12		3	13,6	7
300	1	2,3	43	1000	1	8,1	12
	2	4,2	24		2	15,4	6
	3	5,7	18		3	16	6
350	1	2,9	34	1200	1	9,1	11
	2	5	20		2	15,4	6
	3	5,9	17		3	16	6

высокого давления, вытекающих с большой скоростью из отверстий насадка, последний продвигается в трубе, протаскивая за собой высоконапорный шланг, сматываемый с барабана на всю его длину (холостой ход). Рабочий ход начинается, когда включается привод вращения барабана для принудительного возвращения шланга с насадком. При этом вытекающие из насадка под большим давлением струи, образующие водяной зонтик, смывают с поверхности труб загрязнения и осадки, которые уносятся со смывной водой или откачиваются илососом (рис. 5.10).

Скорость движения снаряда зависит от давления воды, подаваемой в снаряд, и угла наклона вытекающей струи к поверхности очищаемой трубы. При давлении 12 МПа скорость холостого хода при углах 30, 45 и 60° будет соответственно 75, 50 и 30 м/мин. Скорость рабочего хода промывного насадка в трубопроводе регулируется в пределах 6–14 м/мин в зависимости от количества и вида осадка. Расход воды зависит от диаметра промываемого тру-



Рис. 5.9. Каналопромывочная машина ДКТ-240

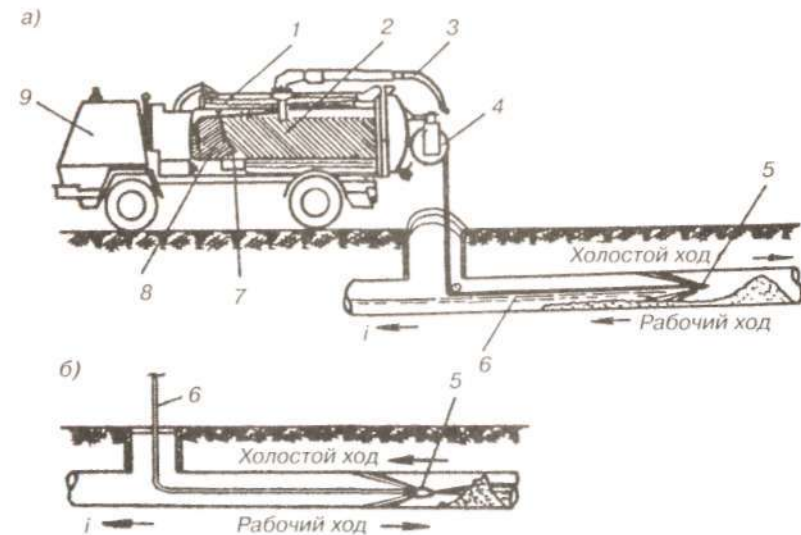


Рис. 5.10. Гидродинамическая прочистка сети комбинированной каналопромывочной машиной:

а — промывка; б — ликвидация засора;

- 1 — фильтр для отделения сточных вод из откачиваемого осадка;
 2 — откаченный из колодца осадок; 3 — шланг откачки осадка из колодца;
 4 — барабан с приводом; 5 — насадок; 6 — высоконапорный шланг;
 7 — разделительный поршень цистерны; 8 — промывная вода; 9 — шасси автомобиля.

Таблица 5.14

Рекомендуемые расходы воды для гидродинамической очистки сети

Диаметр очищаемой трубы, мм	Насадки без оптимиза- ции направления высоко- напорной струи, л/мин	Насадки с оптимизацией направления высокона- порной струи, л/мин
До 250	130	100
300–500	170	120
600	220	160
800–1200	340	240
1600	470	330
Более 1600	Более 570	400

бопровода и вида насадка. В табл. 5.14 приведены значения расходов промывной воды при гидродинамической прочистке сети [24].

Виды и область применения насадков для каналопромывочных машин:

	Насадок трехрежимный ДКТ-213 является универсальным реверсивным насадком и позволяет осуществлять как профилактическую, так и аварийную прочистку канализационных и водосточных сетей диаметром до 700 мм
	Насадок реверсивный ДКТ-219 может использоваться в качестве реверсивного насадка и эффективно очищает трубы от жировых отложений благодаря наличию поперечных сопел, создающих закрученные по стенкам трубы водяные струи. Диаметр очищаемых труб — 100–700 мм
	Насадок двухрежимный ДКТ-223 успешно реализует профилактическую и аварийную прочистку трубопроводов диаметром до 600 мм
	Насадок-«бомба» ДКТ-226 используется для профилактической очистки трубопроводов большого диаметра. Насадок имеет повышенные тяговые свойства
	Насадок-«копье» ДКТ-227 используется для аварийной очистки трубопроводов сильной засоренности большого диаметра
	Насадок донный каналопромывочный ДКТ-216 предназначен для прочистки канализационных трубопроводов диаметром до 1400 мм

В настоящее время выпускают каналоочистительные машины, в которых гидродинамическая насадка высокого давления совмещена с телевизионной камерой. Наличие телевизионной камеры на насадке позволяет непосредственно управлять процессом промывки сети.

Технические параметры каналопромывочных машин, выпускаемых различными отечественными и зарубежными фирмами, приведены в табл. 5.15.

Таблица 5.15

Технические параметры коллекторно-очистительных машин

Фирма (марка)	Мощ- ность двигате- ля, л.с.	Давле- ние насо- са, МПа	Произво- дитель- ность на- соса, л/мин	Объем цистерны, м ³		Длина шлан- га, м
				Общий	В том числе для осадков	
КО-502 Б2	130	10	180	5,4	—	120
КО-504	—	16	208	9,5	—	100
КО-512	—	16	—	5,75	—	—
КО-514	—	16	—	5,75	—	—
ДКТ-240	108	16	0,48	1,8	—	80
КО-507А2 (ДКТ-230)	—	12	12	1,8	6,5	—
КО-560	260	16	0,6	5,0	6	120

Существенным недостатком всех каналопромывочных машин является ограниченная возможность использования в зимнее время, так как для этого требуется их утепление. Ввиду сложности оборудования каналопромывочных машин их эксплуатация должна осуществляться высококвалифицированными специалистами. Работы с использованием каналопромывочных машин (машин гидродинамической прочистки) осуществляются бригадой из двух человек (шофер-оператор и вспомогательный рабочий). Средняя эксплуатационная производительность, например, КО-504 по прочистке труб при средней степени засоренности, равной 30%, для труб диаметром 150–300 мм составляет 1,2 км в смену, а 350–1000 мм — 1 км в смену.

Нормы времени (ориентировочные) на производство работ с использованием каналопромывочных машин представлены в табл. 5.16.

Таблица 5.16

Нормативные показатели на 1 бригаду по прочистке каналопромывочными машинами водоотводящей сети при средней загрязненности, равной 30% площади сечения трубы

D, мм	Нормы обслуживания сети одной бригадой, метров в день	Нормы времени (в нормочасах) на 1 км обслуживаемой сети
Прочистка без выемки осадка		
150—300	540	14,8
400—600	360	22,2
Прочистка с откачкой размываемого осадка		
150—300	360	22,2
400—600	270	29,4

Модель КО-560 — первая отечественная комбинированная машина, конструкцией которой предусмотрено совмещение работы илососного и каналопромывочного оборудования. В комбинированных машинах в цистерне установлен перемещающийся поршень, разделяющий ее объем на два отсека: для чистой воды и для осадка, извлекаемого из водоотводящей сети. Расходуемая чистая вода в них замешается закачиваемым осадком.

5.5.3. Прочистка сети механическими методами

Механические методы прочистки реализуются путем протаскивания специальных разрыхляющих и сгребющих осадки снарядов: цилиндров («чушки») из полиуретана с лентой из абразивного материала (см. рис. 2.7), нанесенной на боковую поверхность, ершей, дисков, ковшей, совков и т.д. — и подъема осадка на поверхность с последующим вывозом на полигоны ТБО. Работа с такими снарядами весьма трудоемка, проводится двумя лебедками. Протаскивать снаряды надо очень осторожно, чтобы избежать повреждения стенок и стыков труб, особенно керамических. Профилактическая прочистка механическими снарядами осуществляется бригадами, состоящими из бригадира и 3–5 рабочих. Если из сети извлекается значительное количество осадка, состав бригады увеличивается за счет персонала, обслуживающего механизмы.

Для прочистки сети диаметром до 600 мм широко используются диски. Каждый диск состоит из двух стальных кругов толщи-

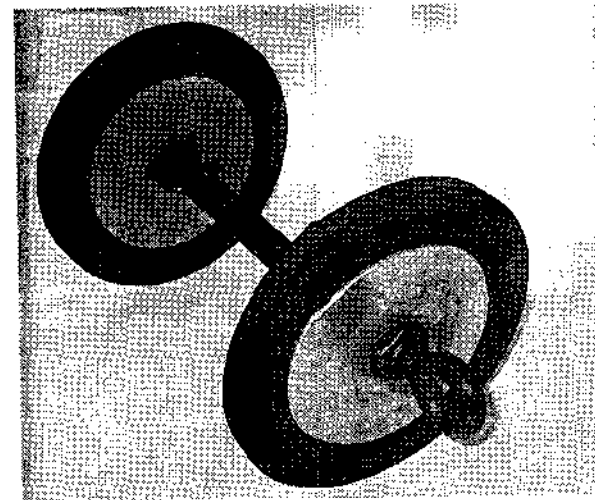


Рис. 5.11. Диски для прочистки водоотводящих сетей

ной 2,5 мм, между которыми вставлен резиновый диск. Два таких диска прикрепляются гайками к концам соединительного стержня, образуя конструкцию типа катушки. Наружные круги дисков съемные, что позволяет сменить резиновый внутренний диск при его износе. К концам стержня прикрепляют кольца, присоединяя их к тросам (рис. 5.11). Конструкция дисков не допускает перекоса и заклинивания снаряда в трубопроводе. При работе с резиновыми дисками, имеющими достаточно острые края, происходит сдирание налипшего на стенки труб осадка.

При большой загрязненности сети или повреждениях трубопроводов прочищают ершом (рис. 5.12).

Он представляет собой цилиндр с металлическими щетками из расщепленных концов мягкого троса диаметром около 8 мм. Высота ворса щеток от 4 до 7 см в зависимости от жесткости используемого троса и размера снаряда. К торцам прикреплены по оси цилиндра кольца, к которым присоединяются с каждой стороны тяговые тросы.

Прочистка сети дисками, ершами, рыхлителями, якорями, корнерезами производится двумя лебедками следующим образом. К концам двух рабочих тросов при помощи серег прикрепляют снаряд, и в колодцах устанавливают укосины с блоками для пропуска троса. В устье трубы из верхнего колодца вводят снаряд и медленно протаскивают его по трубопроводу, одновременно сма-

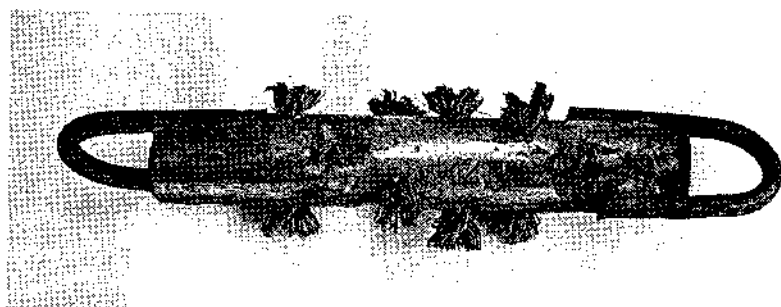


Рис. 5.12. Ерш для прочистки сети

тывая трос с барабана одной лебедки и наматывая на барабан другой.

При появлении осадка в нижнем колодце работу лебедок приостанавливают, выбирают совком из лотка колодца осадок в ведро и поднимают его на поверхность земли. Затем работу лебедок возобновляют.

При выходе снаряда в нижний колодец отсоединяют трос от лебедки, установленной над верхним колодцем, сматывают его, а лебедку перевозят к нижнему колодцу следующего интервала.

Механическая прочистка водоотводящей сети с извлечением осадка на поверхность земли осуществляется с помощью совков, скребков и ковшей. Этот вид работы наиболее трудоемок. Ковшовый снаряд с раскрывающимися створками в комплексе с двумя моторными лебедками наиболее полно решает вопрос механизации прочистки водоотводящей сети, осуществляемой с извлечением осадка на поверхность земли (рис. 5.13).

Ковш перемещается в трубах с помощью двух лебедок. Одна из лебедок имеет кран-укосину для подъема ковша и его опорожнения. При натяжении троса лебедкой 12 и свободном тросе лебедки 1 створки ковша раскрываются. После наполнения ковша осадком с помощью троса лебедки 1 створки закрываются и ковш выводится обратно в смотровой колодец, а затем поднимается на поверхность земли. Кран-укосина отводится в сторону от люка колодца, створки ковша открываются, и осадок выгружается в контейнер.

Ковш с раскрывающимися створками выполняют из стального листа толщиной 3–4 мм. Вместимость ковша 14–100 л, длина 450–830 мм, диаметр на 100 мм меньше диаметра очищаемой трубы. Без перестановки лебедок можно прочищать участок коллектора длиной до 150 м.

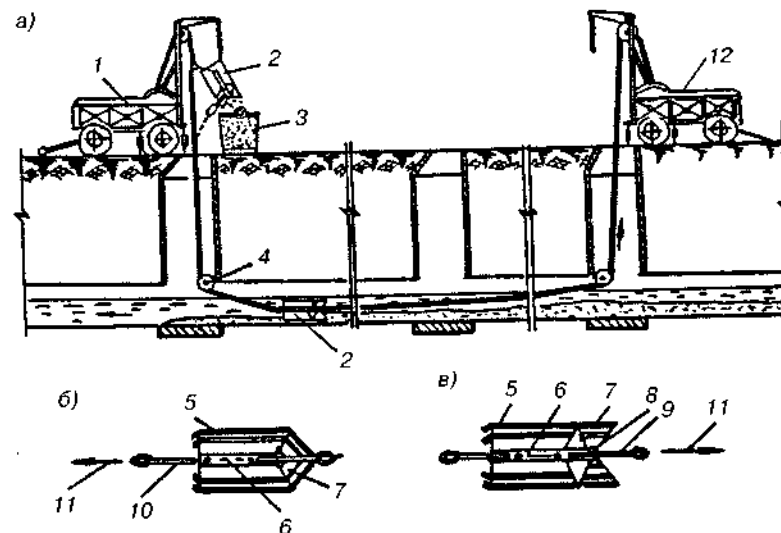


Рис. 5.13. Механическая прочистка сети с помощью ковша с раскрывающимися створками:

а — схема прочистки; б — ковш с закрытыми створками;

в — ковш с открытыми створками;

1, 12 — моторные лебедки с краном-укосиной; 2 — ковш; 3 — контейнеры; 4 — съемный подшellyный блок; 5 — корпус ковша; 6 — боковая планка; 7 — створки; 8 — петли для соединения створок; 9, 10 — передняя и задняя скобы; 11 — направление движения тросов

Для сокращения трудоемкости прочистки коллекторов большого диаметра работы осуществляют с использованием самодвижущихся снарядов [28, 29]. Так, в Санкт-Петербурге для прочистки труб большого диаметра применяют самоходные щиты на колесах, которые представляют собой передвигающийся водослив (образующий струю, размывающую осадки). Такие щиты весом около 70 кг делают разборными для опускания в смотровые колодцы без применения подъемных механизмов.

Самодвижущимися снарядами комбинированного действия являются шары из различных материалов со специальными изогнутыми выступающими накладками. При введении шаров в трубопровод также создается подпор сточных вод. Под действием этого подпора снаряд, разрыхляя своими ребрами-накладками слежавшиеся осадки, перекачивается по лотковой части канала. Ввиду использования в снаряде изогнутых накладок его движение приобретает не прямолинейное направление, а синусоидальное,

в результате чего происходит более эффективное разрыхление отложений в лотковой части коллектора. Разрыхляемый осадок одновременно размывается сточной водой, протекающей между накладками. Для прочистки коллектора одновременно вводят 3–5 шаров одинакового размера. Для улавливания самодвижущихся шаров в конце коллектора или очищаемого интервала устанавливают съемные решетки или вилы.

Для срезки корней зеленых насаждений, проросших через стыки труб и препятствующих нормальной эксплуатации трубопроводов, применяют корнерезы разных конструкций: цилиндрические, спиральные. Простейшие корнерезы для труб диаметром до 150 мм изготавливают из отрезка стальной трубы, затачивая ее края и впаивая кольца для троса [28].

Для удаления из трубопровода тяжелых предметов (кирпичей, камней, металлических предметов), а также тряпок применяют спирали, ножи (прямые и спиральные), пилы, пики и якоря, изготовленные из отрезков стальной трубы, к которым по окружности приварены крючки.

5.5.4. Прочистка дюкеров

Прочистка дюкеров осуществляется промывкой водой, резиновыми шарами, а также с помощью ледяных или синтетических шаров, растворяющихся в воде в течение 8 ч.

Наиболее безопасно промывать трубопроводы дюкера водой, если верхняя камера находится у водоема. Для этого из верхней камеры до водоема прокладывают специальный трубопровод или используют аварийный выпуск, на котором открывают задвижку, если уровень воды в водоеме выше отметки жидкости в колодце. Если уровень воды в водоеме ниже отметки жидкости в верхней камере, то с помощью передвижных насосов перекачивают воду из водоема в камеру дюкера.

При длине дюкера менее 100 м и благоприятном продольном профиле дюкер можно прочищать резиновыми шарами. В этом случае непосредственно к ниппелю резиновой камеры шара прикрепляют дополнительный тросик, натягивая который можно выпустить воздух из этого шара при заклинивании его в дюкере. При прочистке дюкера резиновыми шарами работают с двумя тросами от установленных лебедок у верхней и нижней камер с таким рас-

четом, чтобы после выпуска воздуха из шара его можно было бы разорвать, если он застрянет в трубопроводе.

Для прочистки трубопровода дюкера используют ледяные или полимерные шары размером 0,6; 0,75 и 0,9 диаметра трубопровода. Растворимые шары последовательно, начиная с меньшего размера, опускают на веревочной сетке в люк верхнего колодца дюкера и после освобождения из сетки заводят при помощи направляющего шеста в трубопровод, в котором шар продвигается вместе со сточной водой. Если первый шар малого размера прошел без задержки, то пропускают шар следующего размера. Наблюдая за выходом шара в нижнюю камеру дюкера, контролируют время его продвижения по трубопроводу дюкера.

Профилактическая прочистка водоотводящей сети может производиться не каким-то одним способом, а их комбинацией в зависимости от диаметров трубопроводов, наполнения и скоростей течения сточных вод, количества и качества осадков, а также других местных условий. Поэтому основной задачей эксплуатационных рабочих является выбор и применение наиболее рационального метода прочистки, обеспечивающего наивысшую производительность труда и наименьшие затраты ручного труда.

5.6. Ликвидация засоров на водоотводящей сети

Вероятность возникновения засора зависит от физического состояния сети, диаметра и уклона трубопровода (табл. 5.17).

Таблица 5.17

Зависимость частоты засоров от диаметра трубопровода [28]

D, мм	Количество засоров на 1 км в год	D, мм	Количество засоров на 1 км в год
150	10	350	0,5
200	4,7	400	0,4
250	2,5	500	0,2
300	1,4	600	0,1

Чрезмерное скопление осадков в трубопроводе при несвоевременной профилактической прочистке приводит к сокращению

живого сечения трубы, что может быть причиной ее закупорки крупными загрязнениями сточных вод. Засоры трубопроводов следует ликвидировать в возможно короткие сроки, чтобы быстрее восстановить нормальную работу сети и избежать разлива сточной воды через люки смотровых колодцев на поверхность проезда, что недопустимо по санитарным условиям.

Аварийная бригада, состоящая из бригадира и трех рабочих, прибыв на место и открыв крышки смотровых колодцев, определяет интервал на сети, в котором произошел засор (колодцы выше места засора затоплены сточной водой, а ниже — сухие или с незначительным наполнением воды) и возможную причину засора. При подтоплении территории из-за разлива сточных вод из колодцев на поверхность земли прежде всего принимают меры по отводу сточных вод в обход засоренного участка. С этой целью используются переносные погружные насосы или специальные машины, оборудованные насосным оборудованием. Одной из таких машин является аварийно-ремонтная машина ДКТ-235, предназначенная для перекачки сточных вод из затопленных колодцев и подвалов зданий. Ниже приведены основные технические характеристики ДКТ-235.

Базовое шасси автомобиля	ЗИЛ—5301 или ЗИЛ—431362
Производительность насосов, м ³ /ч:	
центробежного	120 или 250
диафрагменного	18—20
Напор центробежного насоса	32 м вод. ст.
Дальность перекачки жидкости, м	40
Привод насосов	От двигателя автомобиля

Операции по ликвидации засоров разнообразны и зависят от диаметра трубопровода, характера засора и места его расположения по отношению к смотровому колодцу, интенсивности уличного движения, а также санитарных требований.

При ликвидации засоров в первую очередь необходимо обследовать баграми лоток и устье трубопровода в затопленном колодце. Если засорение произошло в самом колодце, то оно устраняется при помощи багра или изогнутого конца направляющей трубы. Предварительно в нижележащем колодце нужно поставить вилы

(решетку) для улавливания предметов, образовавших засор, с последующим извлечением их на поверхность.

Засоры на водоотводящих сетях можно устранять гидравлическими (подмывом водой, прямым и обратным давлением), гидродинамическими (применение каналоочистительных машин) и механическими методами, которые реализуются с помощью гибких или жестких механических снарядов типа сталистой проволоки или ленты, гибкого вала, штанг или комбинацией этих снарядов.

5.6.1. Устранение засоров гидравлическими методами

Устранение засора можно осуществлять путем *размыва его водопроводной водой* из нижнего (незатопленного) колодца, направляя в трубопровод пеньковый (пожарный) рукав без металлических соединений с перевязанным веревкой концом для создания сильной компактной струи. Рукав при включенном давлении воды продвигают до места засора. Во избежание его заиливания размытым осадком и разрыва при последующем вытаскивании рукав периодически оттаскивают назад.

Для предотвращения накопления большой массы воды в трубопроводах выше первого затопленного колодца и прорыва ее в колодец, из которого ведется работа, в нем устанавливают заглушку. Рабочий, производящий прочистку в нижнем колодце, при прорыве воды должен подняться над лотком и вместе с другими рабочими вытягивать на поверхность рукав, находящийся под напором, до выхода его из трубы.

Ликвидировать засор можно также *методом прямого давления*, используя давление водопроводной воды. Для этого на входном устье трубопровода нижнего колодца устанавливают пробку с отверстием в центре. Пеньковый рукав диаметром 50 мм протаскивают на 2—3 м через отверстие пробки, диаметр которой значительно меньше диаметра рукава. Другой конец присоединяют к пожарному гидранту. После пуска воды через пеньковый рукав в трубопроводе между пробкой и засором создается повышенное давление, под действием которого выдавливается засор в верхний колодец. Момент ликвидации засора определяют по повышению уровня сточной воды в верхнем колодце. Наиболее крупные со-

ставляющие засора вылавливают баграми или якорями из затопленного верхнего колодца и удаляют из сети.

При ликвидации засора методом *обратного давления сточной воды* [29] устанавливают временные пробки выше затопленного колодца для снятия основного притока воды и в нижнем колодце — в устье выходящего трубопровода. Из верхнего отключенного колодца сточную воду насосом по временному трубопроводу перекачивают в нижний, в котором создается подпор, в то время как гидростатический напор в верхнем колодце уменьшается. За счет разницы напоров засор выдавливается в верхний колодец, откуда его баграми извлекают на поверхность земли. После устранения засора заглушки в колодцах снимают и восстанавливают нормальную работу сети.

5.6.2. Устранение засоров гидродинамическими методами

При ликвидации засоров с использованием каналоочистительных машин применяют насадки, у которых дополнительно имеются направленные вперед сопла, образующие мониторные струи (см. рис. 5.10). Снаряд вводится в нижний колодец засоренного трубопровода точно так же, как и при профилактической прочистке. Под действием вытекающих струй со стороны подводящего высоконапорного шланга снаряд продвигается вперед, так как мониторная струя существенного сопротивления движению не оказывает. Но по мере приближения насадка к засору мониторная струя оказывает все большее сопротивление продвижению снаряда вперед, пока силы передней мониторной струи и струй, движущих снаряд вперед, не уравновесятся. По инерции снаряд еще немного продвинется вперед, затем остановится и начнет двигаться обратно, так как усилие, оказываемое мониторной струей, больше суммарной реактивной силы струй, движущих насадок вперед. А затем на длине 2–5 м от засора насадок будет совершать возвратно-поступательное (маятниковое) движение. При этом засор будет испытывать переменное усилие разрывающей струи из переднего сопла и гидростатическое давление столба жидкости затопленного колодца. Благодаря этой переменной нагрузке и высокой скорости истечения воды из мониторного сопла засор быстро разрушается, а снаряд продолжает поступательное движение, что свидетельствует о ликвидации засора.

5.6.3. Устранение засоров механическими методами

Стальную проволоку, ленту и гибкий вал применяют на трубопроводах диаметром до 300 мм. Диаметр используемой стальной проволоки 8–9 мм, она имеет наконечник в виде шара или кольца. Работу по ликвидации засоров *стальной проволокой* осуществляют с использованием направляющей сборной трубы, как правило, диаметром $D_g=50$ мм (рис. 5.14).

Направляющую трубу с изогнутым концом свинчивают с наставками до длины, несколько превышающей глубину колодца. Нижним изогнутым концом направляющую трубу вводят в устье засорившегося трубопровода в колодце ниже засора. В то время как один из рабочих надевает на направляющую трубу цепной трубодержатель или закрепляет ее в люке специальным держателем, двое других подготавливают сталистую проволоку, которую вводят в направляющую трубу, постепенно сматывая с круга и проталкивая до места засора. Засор пробивают легкими ударами, поворачивая проволоку при помощи зажима. Если проволока лег-



Рис. 5.14. Направляющая труба

ко проходит через засор, следует увеличить толщину наконечника, обвязав его тряпкой.

При необходимости проволоку пропускают до следующего кода прочищаемого интервала, привязывают к ней трос с навязанными узлами тряпок и, протаскивая его взад и вперед, добиваются полного разрушения засора.

Для интенсификации размыва засора к наконечнику проволоки, пропущенной через направляющую трубу, привязывают пеньковый рукав с защемленным концом. Продвигая проволоку с рукавом к засору, включают воду из технического водопровода или поливочной машины и засор размывают.

Способ устранения засоров стальной проволокой имеет наиболее широкое распространение, однако он несовершенен. Проволока в прочищаемой трубе скручивается в спираль, вследствие чего снижается ее продольная упругость: сила удара, развиваемая тремя рабочими при вводе троса в направляющую трубу, составляет 800–1000 Н, а при засоре в трубе диаметром 150 мм едва достигает 50–100 Н. В трубах диаметром 200–250 мм проволока иногда не доходит до места засора из-за пружинящего движения ее витков.

Более эффективно применение *стальной ленты* шириной около 30 мм. Такая лента хранится в плотно намотанной бухте и занимает мало места. При использовании лента не путается, поэтому выделять рабочего на ее подготовку к работе не нужно. При введении в трубу лента не свертывается в спираль, поэтому ее применение значительно эффективнее, чем стальной проволоки. Технология работы со стальной лентой такая же, как и со стальной проволокой. Стандартные размеры высококачественных закаленных в масле стальных лент представлены в табл. 5.18.

Таблица 5.18

Характеристика стальных лент для прочистки сетей водоотведения соответствующего D_y

Модель	Ширина, мм	Толщина, мм	Длина, м	D_y , мм	Масса, кг
Е-2736–Е-2739	18,7	3	7,5–30	100–150	2,3–15,5
Е-2740–Е-2743	25	3	7,5–30	100–200	5,5–20,4
Е-2744–Е-2747	32	3	7,5–30	150–300	7,3–27

Ленты комплектуются автоматически зажимающей рукояткой, усиливающей удерживающее усилие при движении ленты к засору. Ленты поставляются с наконечником-головкой в виде двойной зубчатой пики с одной стороны, и колесиком — с другой, а также крестовиной для намотки.

Для устранения сложных засоров на трубопроводах диаметром до 300 мм с большим успехом применяется гибкий вал или спираль [29]. Гибкий вал состоит из стального троса или стержня диаметром 8–14 мм с алюминиевым наконечником, заключенным в спиральную оболочку, которая навивается из стальной проволоки соответственно диаметром 4 или 6 мм (рис. 5.15).

Длина гибкого вала от 5 до 50 м. Отечественные предприятия выпускают спирали и гибкие валы 9 типов диаметром от 7 до 23 мм (табл. 5.19).

Вся операция по устранению засора гибким валом производится с поверхности земли. Спираль вводится в трубопровод через направляющую трубу так же, как и при устранении засора проволокой. При достаточном натяжении она хорошо продвигается по трубопроводу, а благодаря большому весу вала создается значительная пробивная сила. Для удобства работы с гибким валом на спираль надевается специальный подаватель (крестовина) с рукоятками и зажимным устройством, что позволяет увеличить силу удара.

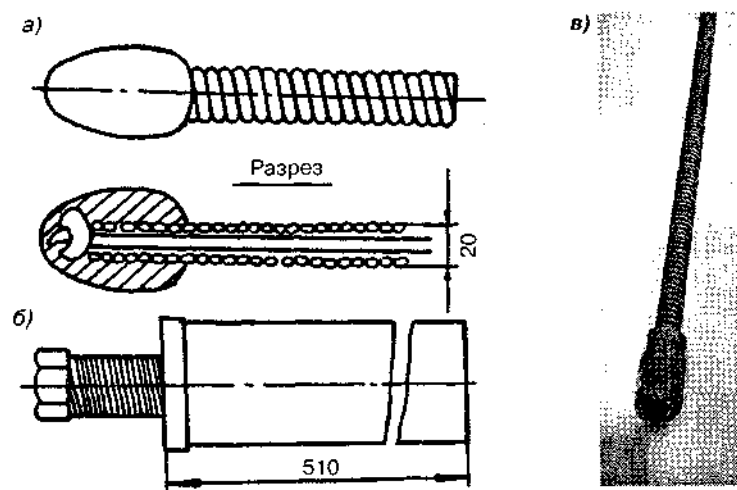


Рис. 5.15. Элементы гибкого вала (спирали): а — наконечник; б — натяжная муфта; в — общий вид.

Таблица 5.19

Параметры гибких валов

Наименование	Диаметр оболочки, мм	Диаметр наконечника, мм	Длина, м
ДКТ-202-01	22	34	45
ДКТ-202-03	15	24	20
Гибкий вал	12	—	15
Гибкий вал	16	—	18

Использование гибкого вала требует большой осторожности, так как он не обеспечивает удара по центру засора и в отдельных случаях при особо сильных ударах может повредить стенки и раструбы труб. Другим недостатком этого метода является сравнительно большой вес гибкого вала, поэтому работу лучше всего производить с автомашины, что удастся не всегда.

Если засор не устраняется описанными выше способами, прибегают к использованию *штанг*. Они изготавливаются из труб диаметром $D_y=15$ мм, длиной 0,7–0,9 м и имеют на одном конце наружную резьбу, на другом — неподвижную муфту с внутренней резьбой. В зависимости от предполагаемого характера засора к первой штанге привинчивают один из разнообразных наконечников: бурав, пику, пилу, кольцо и др.

Работа по устранению засора штангами производится следующим образом. К первой штанге привинчивают один из имеющихся наконечников и привязывают стальной трос. Эту штангу из колодца вводят в устье трубопровода, а к ней последовательно, продвигая их по трубе, ввинчивают дополнительные штанги, через одну зацепляемые карабином к страховочному тросу, пока наконечник штанг не достигнет места засора. Вращением или сильными ударами колонки свернутых штанг с наконечником засор пробивают и растаскивают.

При необходимости замены одной формы наконечника на другую все штанги последовательно вытаскивают, продвигая весь комплект свернутых штанг в противоположном направлении по трубе от места работы. При работе в поворотном колодце для смены наконечника приходится развинчивать вытаскиваемые элементы штанг и после смены наконечника вновь их свинчивать, продвигая весь комплект в сторону засора.

Для облегчения работы штанги протаскивают при помощи вспомогательного троса, укосины с блоком и лебедки, установ-

ленной над колодцем, из которого производятся работы. На конец последней завинченной штанги надевают специальный башмак с крючком. Привязанный к крючку трос пропускают через укрепленный в колодце блок. По сигналу рабочего в колодце трос от башмака наматывается на барабан лебедки и таким образом очередная штанга продвигается в трубу. Блочный ролик шириной несколько больше муфты штанги устанавливается на такой высоте у устья трубы засоренного интервала, чтобы под ним могла пройти штанга. Затем трос освобождают, башмак со штанги снимают, привертывают новую штангу с башмаком и операция повторяется.

Для вытаскивания штанг лебедкой используют тот же трос, но укосину с блоком устанавливают в противоположном направлении.

Устранение засора штангами может сопровождаться одновременно подмывом его водой из пенкового противопожарного рукава, привязываемого к первой штанге. Когда наконечник штанги подойдет к месту засора, включают воду. Струя воды способствует быстрому размыву и выносу засора, разрушаемого наконечником.

Если штанги проходят через засор свободно, не разрушая его, то их вытаскивают, а к наконечнику прикрепляют бечевкой второй вспомогательный трос с петлей на конце. Затем штанги вновь вводят в устье трубопровода и проталкивают вместе с тросом до затопленного верхнего колодца. Здесь багром нащупывают петлю троса, усилием обрывают бечевку и вытягивают конец троса на поверхность земли. Штанги через нижний колодец разбирают и поднимают на поверхность земли, а к пропущенному в трубопроводе вспомогательному тросу с петлей прикрепляют рабочий трос с серьгами или узлами и, протаскивая его по трубе, разбивают засор.

Для работы с тросом в колодцах должны быть установлены блоки, и разбивка засора серьгами (узлами) может производиться при помощи лебедок.

Для более производительной работы по ликвидации засоров в сетях диаметром до 600 мм выпускается специальное оборудование, механизмирующее работу по очистке и ликвидации засоров на водоотводящих сетях. В этих установках (рис. 5.16) восстановление работоспособности сети осуществляется за счет одновременного поступательного движения и вращения гибкого вала

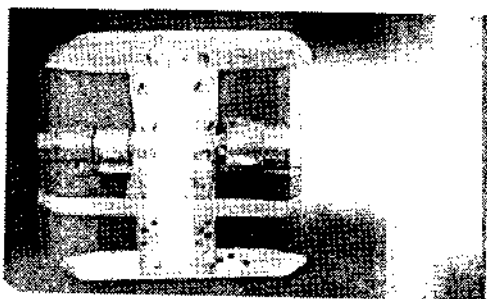


Рис. 5.16. Цепочная карусель для прочистки трубопроводов от прочных осадков

(спирали) или гидротурбины. Частота вращения гибкого вала составляет 60 об/мин, а спиралей — 250 об/мин.

После удаления засора необходимо дождаться спада уровня сточной воды во всех подтопленных интервалах сети, открыть задвижки на выпусках из подвальных помещений и включить водопровод.

Результаты произведенной работы по ликвидации засора заносятся в специальный журнал эксплуатационной службы в следующей форме:

№ записи	№ осмотра колодца	Дата и время профилактической прочистки	Диаметр трубы, м	Материал труб	Вид работы (промывка, прочистка)	Место засора	Причина засора	Способ устранения засора	Объем и состав задержанного осадка	Прочие работы, выполненные на участке
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Для осуществления работ по прочистке и ликвидации засоров на сети необходима тщательная подготовка, которая осуществляется мастером. В его задачи входит:

1) информирование диспетчерской службы о размерах аварии, возможной причине ее возникновения и методах устранения, необходимости в дополнительных механизмах и рабочей силы;

2) рациональная расстановка рабочих бригады, механизмов и оборудования при выполнении отдельных видов работ на основе разделения труда основных и вспомогательных работ;

3) обеспечение полной загрузки рабочих в течение рабочего дня;

4) налаживание сигнализации между удаленными друг от друга рабочими;

5) организация безопасных методов ведения работ;

6) обеспечение бережного обращения с трубопроводами, оборудованием колодцев, инструментами, механизмами и спецодеждой при производстве работ;

7) проверка качества работы в целях предупреждения брака;

8) учет объема выполненных работ, анализ причин невыполнения планируемого объема работ, а также трудностей и помех в работе бригады.

Непосредственной подготовкой бригады к производству профилактических и аварийных работ на водоотводящей сети занимается бригадир. В его обязанности входит:

1) своевременное получение нарядов на производство работ, а также необходимых схем и чертежей на сооружения, рабочих журналов или бланков для записей;

2) предварительное ознакомление с инвентаризационными ведомостями и материалами эксплуатации, в которых отмечены дефекты отдельных сооружений сети, допущенные при проектировании и строительстве или обнаруженные при ранее проведенных работах;

3) своевременное получение и тщательная проверка инструментов, снарядов, механизмов и других приспособлений, необходимых для работы на сети;

4) проведение инструктажа по технике безопасности и производственной санитарии до начала работ;

5) предварительный осмотр сооружений для ознакомления с их особенностями, а также для определения наиболее трудных или опасных мест работы;

6) контроль за выполнением правил техники безопасности и принятие мер при несчастных случаях (бригадир обязан не допускать к работе лиц с порезами, ссадинами и другими повреждениями кожи, оказать первую помощь при повреждениях или организовать отправку пострадавшего в ближайший медицинский пункт);

7) приостановление работ, угрожающих здоровью или жизни рабочих, и немедленное извещение об этом администрации;

8) производство на месте работ необходимых записей, составление актов, занесение сведений в журнал или бланки.

5.7. Особенности эксплуатации ливневой водоотводящей сети

Водосточная сеть (водостоки) предназначены для удаления с городской территории поверхностных вод, образовавшихся в результате выпадения дождя, таяния снега (паводковые воды) и поливки улиц.

Уличная водосточная сеть состоит из водоотводящих трубопроводов и коллекторов различного сечения и подсоединений к ним внутриквартальных и дворовых водостоков. По трассе водосточной сети в лотках проезжей части улиц размещаются дождеприемные колодцы, через которые поверхностный сток по водоотводящим веткам попадает в магистральную сеть. На водосточном магистральном коллекторе смотровые колодцы сооружаются на расстоянии 50–100 м.

Структура службы эксплуатации водосточной сети зависит от ее протяженности и состояния. В городах эксплуатацию водостоков осуществляет специальная организация — Горводосток. В крупных городах для эксплуатации водосточная сеть разбивается на отдельные участки протяженностью сети 800–900 км.

Водосточная сеть периодически должна очищаться от наносов мусора, ила и других отложений. Основное количество загрязнений накапливается в дождеприемных колодцах с осадочной частью: до 0,1 м³/мес осадка при асфальтовом покрытии и до 0,15 м³/мес — при булыжной мостовой. Влажность такого осадка 25–30%, зольность 85–96%, распределение осадка по размерам частиц (%):

$D \geq 2 \text{ мм} — 16,35;$ $D = 0,25–0,5 \text{ мм} — 41,0;$ $D = 0,5–1 \text{ мм} — 21,1;$
 $D = 1–2 \text{ мм} — 12,45;$ $D < 0,25 \text{ мм} — 9,1.$

Служба по эксплуатации водосточной сети обязана в момент ливневого дождя принимать меры по предотвращению аварий (затопления территории), которые могут произойти из-за загрязнения дождеприемных решеток, не пропускающих воду.

В пониженных местах, где образуется максимальное скопление воды, водосточная служба может снимать дождеприемные решетки для улучшения пропускной способности водосточных колодцев. У снятых решеток во избежание несчастных случаев необходимо устанавливать посты. Увеличить пропускную способность водоотводящих сетей (в том числе водосточных коллекторов, дю-

керов и других участков) в 2–2,5 раза можно, введя небольшое количество (около 0,008% по массе) полимерных добавок. Наиболее доступными и безопасными в санитарном отношении являются высокомолекулярные флокулянты, используемые в технологии очистки питьевых и сточных вод (полиакриламид, праестол и др.). Введение полимера значительно снижает гидравлическое сопротивление движению за счет образования ламинарного потока жидкости в пристеночной зоне трубопровода.

После прохождения ливневых дождей необходимо осмотреть коллекторы, которые работали во время ливня как напорные. Воздействие воды при больших скоростях и давлении может повредить соединения труб, смотровые колодцы и оголовки водовыпусков. В зависимости от степени повреждений принимаются меры по их устранению.

5.7.1. Зимнее содержание водосточной сети

По СНиП 2.04.03-85 дождеприемные колодцы располагаются в зоне промерзания. Вследствие этого температура внутри этих колодцев в зимнее время равна температуре промерзшего грунта. В зимние оттепели на проезжей части образуется талая вода, которая постепенно стекает в дождеприемный колодец, где, попадая в зону отрицательной температуры, замерзает и образует ледяную пробку. Дождеприемный колодец в этом случае не может принимать весенние талые воды, что может служить причиной затопления улиц.

Для устранения возможного промерзания дождеприемных колодцев необходимо с наступлением осеннего периода утеплять водосточную сеть. Для этого заготавливают листы из кровельного железа, которые подкладывают под дождеприемные решетки. Для пропуска поверхностной воды зимой в оттепели или ранней весной в железных листах проделывают отверстия в пределах от 20 до 30% рабочей площади дождеприемной решетки. Эти отверстия обеспечивают пропуск воды и вместе с тем не нарушают тепловой режим в водосточных колодцах благодаря теплоте воздуха из магистрального коллектора, расположенного ниже зоны промерзания.

В зимний период дождеприемные колодцы должны находиться под постоянным контролем эксплуатационной службы, так как при уборке снега с проезжей части улиц он складывается в виде

бурта в лотке проезда и после погрузки часть его там остается. Постепенно он уплотняется и закрывает дождеприемные решетки, препятствуя удалению талых вод.

Для обеспечения пропуска весенних паводковых вод через водосточную сеть эксплуатационная служба определяет места промерзания участков сети и дождеприемных колодцев. Наиболее эффективным способом удаления льда в колодцах и водосточных трубах считается паропрогрев. Использование парообразователя позволяет отогреть за 8 ч от 40 до 50 погонных метров труб диаметром 300 мм. Прогрев колодцев производится сверху; по мере плавления льда образующаяся вода удаляется из колодца. При отоплении водосточной сети паропрогрев производят через смотровой колодец магистрального трубопровода в направлении к дождеприемному колодцу.

Весной, не допуская подтопления проезжей части дорожного покрытия, утепление следует снимать в определенной последовательности. Сначала утепление снимается с части приемных колодцев, которые при наступлении весеннего потепления принимают большее количество талых вод. Такие колодцы расположены в пониженных местах улиц и площадей, где по условиям рельефа местности создается большой сток воды. По мере повышения дневной температуры и, следовательно, увеличения стока воды следует снимать утепления и в других местах, руководствуясь теми же требованиями. Полное снятие всего утепления с водосточной сети следует заканчивать при устойчивой температуре воздуха выше 0°C.

5.7.2. Технический надзор, осмотр и профилактика водосточной сети

Обслуживание водосточной сети включает: наблюдение за режимом работы водостоков и качеством отводимых вод; согласование проектов строительства и реконструкции сети; надзор и содержание в исправном состоянии водосточной сети; текущий и капитальный ремонты колодцев, трубопроводов и водовыпусков, ликвидация аварий, надзор за процессом строительства и прием в эксплуатацию.

Основные правила эксплуатации водосточной сети те же, что и рассмотренные выше для водоотводящих коммунальных сетей.

Детальный, полный осмотр водосточных сетей и сооружений осуществляется 2 раза в год:

первый — весной после пропуска паводка для учета возможных повреждений, появившихся после прохождения паводковых вод, и определения объема необходимых ремонтных работ;

второй — осенью при подготовке сооружений к зиме, чтобы определить объемы необходимых ремонтных и подготовительных работ на осенне-зимний период.

Периодичность очистки дождеприемных колодцев может изменяться в зависимости от целого ряда причин, и в неблагоприятных случаях она должна производиться 3—4 раза в год. При нормальных условиях колодцы очищают осенью и весной — после пропуска паводков.

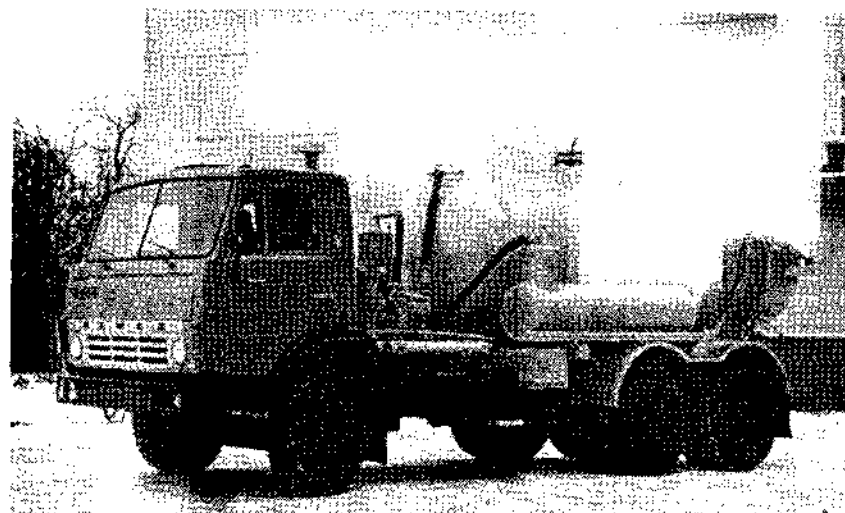
Очистку дождеприемных колодцев осуществляют, как правило, механизированным способом с помощью вакуумных или илососных машин, смонтированных на шасси автомобилей (табл. 5.20).

Таблица 5.20

Техническая характеристика илососных и вакуумных машин

Характеристика	Вакуумные машины				Илососные машины		
	КО-503В	КО-505А	КО-520	КО-523	КО-507А	КО-510	КО-524
Базовое шасси	ГАЗ	КамАЗ	ЗИЛ	МАЗ	КамАЗ	ЗИЛ	МАЗ
Мощность двигателя, кВт	92	154	110	132	154		132
Объем цистерны, м ³	3,75	4	5	8,7	7	3,25	6,2
Глубина очищаемого колодца, м	3,5	4	4	4	6	4,5	6
Производительность вакуум-насоса, м ³ /ч	240	310	360	360	720	360	720
Максимальное разрежение в цистерне, МПа	0,08	0,08	0,08	0,08	0,095	0,09	0,095
Время наполнения цистерн, мин	3-6	7-10	5-7	8-10	—	—	—
Полная масса, т	7,85	20,5	11	18	20,5	11	18
Угол подъема цистерны, град	—	—	—	—	60	60	60

Илососная машина (рис. 5.17, а) предназначена для откачки из колодцев или емкостей и транспортировки сточных жидкостей к месту утилизации. Специальное оборудование состоит из цистерны, вакуумного насоса с приводом, всасывающей стрелы, гидравлической системы. Машина оснащена насосом высокого давления



а)



б)

Рис. 5.17. Машины для удаления сточных вод и осадка из колодцев водоотводящей сети:
а — илососная; б — вакуумная

и монитор-пистолетом для размыва ила в колодце. Выгрузка производится опрокидыванием цистерны.

Вакуумная машина (рис. 5.17, б) предназначена для откачки сточных жидкостей из колодцев или емкостей и транспортировки их к месту утилизации. Специальное оборудование состоит из цистерны, вакуумного насоса с приводом, сигнально-предохранительного устройства, приемного лючка с всасывающим шлангом, краном управления с трубопроводом. Опорожнение цистерны осуществляется самотеком или давлением воздуха от вакуумного насоса.

Водяная система предназначена для охлаждения вакуумного насоса во время работы, разжижения ила в колодце при помощи размывочного сопла, а также для обмывки внутренней поверхности цистерны и других загрязненных элементов машины. Очистка колодцев с использованием илососных и вакуумных машин производится двумя рабочими. Один из них открывает крышки колодцев перед началом работы илососа и закрывает их по окончании работы, другой — управляет всасывающим соплом илососа.

Всасывающая труба илососа конструктивно объединена со стрелой, подъем и опускание которой осуществляется гидравлически от привода автомашины, а поворот на $300-350^\circ$ вручную.

Для очистки колодцев глубиной более 6 м вакуумные насосы оборудуют специальными вихревыми или эжекторными насадками. Эжекторные насадки целесообразно применять одновременно с каналоочистительными машинами.

Эжектор (рис. 5.18) состоит из корпуса, в котором монтируются сопла напорной трубы рабочей жидкости, всасывающего патрубка, вакуумной камеры, которая служит для смешения рабочей жидкости и осадка, и трубопровода для транспортировки гидро-смеси в цистерну. Эжектор позволяет откачивать жидкость из колодцев глубиной до 30 м на расстояние до 100 м с расходом до $2 \text{ м}^3/\text{мин}$.

Выпуски водосточков должны обследоваться систематически, особенно в периоды паводков и летних интенсивных дождей, когда увеличивается расход сточных вод в водосточных коллекторах и появляется опасность разрушения и деформации оголовков водовыпусков. При осмотре водовыпусков, заделанных в усовершенствованных стенках набережных, должно быть обследовано сопряжение его оголовка с конструкцией стенки. В этих местах наиболее часто возникают деформации, трещины и разрушения. Выпуски, выведенные в русло реки или оврага с большими пере-



Рис. 5.18. Эжекторы

падами в отметках, должны иметь прочное основание под перепадным колодцем, так как выход его из строя часто служит причиной разрушений выпусков. Водосточные выпуски, расположенные под водой, должны по мере необходимости обследоваться водолазами.

Водовыпуски, заделанные в конструкции железобетонных или гранитных набережных, более устойчивы и относительно редко подвергаются разрушению. Ремонтные работы ограничиваются заделкой трещин в сопряжениях с набережной.

Оголовки водосточных выпусков, расположенных в земляных откосах набережной, менее устойчивы и при большом расходе воды в весенние паводки и летние ливни могут легко подвергаться разрушению. Ремонт водовыпусков с постоянным расходом воды начинается с отвода воды по временному лотку, после чего восстанавливается разрушенная часть оголовка.

Оголовки водовыпусков больших рек, расположенные на отметках паводковых вод, должны быть защищены от действия ледохода. Для этой цели оголовки устраиваются на свайном ростверке с перепадным лотком.

Наиболее сложным является ремонт водовыпусков, затопленных меженными водами. Затопленный водовыпуск предварительно обследуется водолазом, который точно определяет характер и

объем разрушений. Для ремонта водовыпуск отгораживается от реки земляной или шпунтовой перемычкой. Сток воды в коллекторе на период ремонтных работ осуществляется по временной трубе. Разрушенный или поврежденный водовыпуск очищается от старой конструкции, и после этого оголовок восстанавливается. Ремонт наиболее целесообразно проводить в зимний сезон, когда снижается уровень воды в реке.

5.8. Сплав снега через системы водоотведения

В зимний период водоотводящая сеть может использоваться для сплава свежавыпавшего снега. Объемный вес такого снега ориентировочно составляет $0,3 \text{ т/м}^3$. Сплав снега допускается по коллекторам диаметром более 300 мм при заполнении их сточной водой не более 0,5–0,6 диаметра и скорости потока не менее $0,7 \text{ м/с}$ [1–3, 30]. Сплав через водоотводящую сеть (не оборудованную специальными дробилками) снега, пролежавшего более двух суток, а также убираемого с территорий дворов и сбрасываемого с крыш не допускается, так как в нем могут находиться посторонние предметы или он может представлять скопление льда.

Не разрешается сброс снега перед дюкерами, насосными станциями и перепадными колодцами, выполненными в виде стояков.

Количество снега ($\text{м}^3/\text{ч}$), сплавляемого через водоотводящие сети, можно рассчитать исходя из условия снижения температуры сточных вод по формуле [30]

$$A = \frac{3600Q(t_n - t_k)}{80 + 0,5t_c + t_d},$$

где Q — расход сточных вод через коллектор до снегосплава, $\text{м}^3/\text{с}$; t_n — температура сточных вод до снегосплава, $^{\circ}\text{C}$; t_k — температура сточных вод в месте полного таяния сброшенного в сеть снега, $^{\circ}\text{C}$; t_c — температура снега, $^{\circ}\text{C}$; t_d — допустимая температура сточных вод после снегосплава, $^{\circ}\text{C}$; 0,5 — теплоемкость снега, $\text{ккал/кг} \cdot \text{град}$; 80 — теплота плавления снега, Дж.

Временное снижение температуры сточных вод возможно до 4°C при последующей механической очистке или при сплаве снега через систему водоотведения без очистных сооружений и не ниже 8°C — при биологической очистке сточных вод [3].

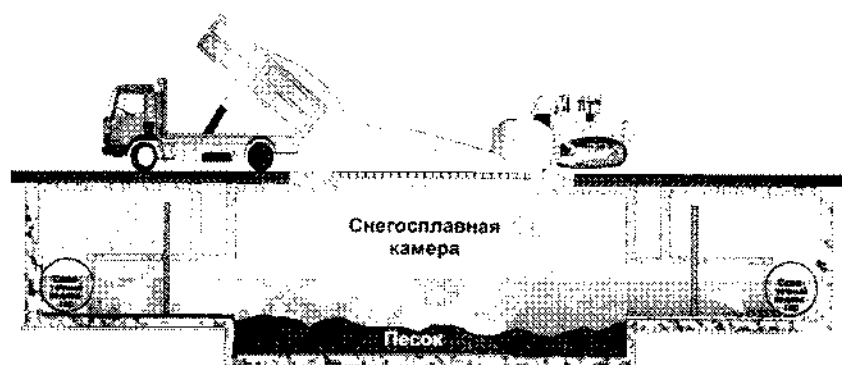


Рис. 5.19. Снегоплавной пункт на самотечном коллекторе

При сплыве снега через водоотводящие сети в последние поступает большое количество мелкого щебня и песка, часто используемых при борьбе с обледенением дорожных покрытий. Это затрудняет эксплуатацию как самой сети, так и очистных сооружений. Поэтому сплав снега через водоотводящую сеть лучше всего производить, используя снегоплавные камеры (снеготаялки).

Снегоплавные камеры [31] располагают как на напорных, так и на самотечных коллекторах диаметром 1 м и более. У камеры предусмотрена освещаемая площадка для маневрирования самосвалов и временного хранения снега. Для регулирования потока сточных вод и обеспечения очистки канала снегоплавные камеры следует располагать на обводном канале с устройством вместительных пескоотстойников (рис. 5.19).

Снегоприемные решетки с прозорами размером 200×200 мм предназначены для задержания крупных включений. Снег, выгруженный на решетку, необходимо принудительно продавливать бульдозером. В снегоплавной камере за счет энергии сточной воды снег плавится. Грубодисперсные примеси и оседающие загрязнения по мере прохождения талой и отработанной сточной воды через снеготаяльный канал накапливаются в осадочной его части. Осветленные талые и сточные воды от снегоплавной камеры отводятся самотеком. Для предотвращения попадания в отводящий канал крупных плавающих веществ перед выпуском талой воды в снеготаяльном канале устанавливается деревянный щит на 0,5 м ниже лотка отводящей трубы. Снег необходимо загружать после заполнения снегоплавной камеры сточной водой до отметки отводящего коллектора. Для расчета необходимой

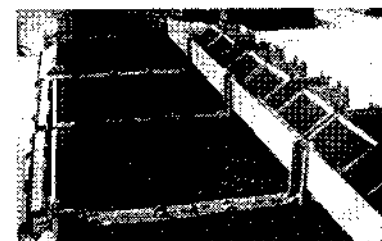


Рис. 5.20. Механизированная дробилка для снега

производительности снегоприемного пункта скорость плавления снега принимают равной $0,2 \text{ т/м}^3 \cdot \text{ч}$. При этом соотношение расхода сточных вод к количеству перерабатываемого снега рекомендуется принимать по объему равным (5 – 6): 1. Объем шламонакопителя рассчитывают из условия наличия крупного мусора $2,0 \text{ л/м}^3$ и мелкодисперсных оседающих веществ 15 кг/м^3 при эффективности их задержания 80%.

Опыт эксплуатации показал, что вместо решеток необходимо использовать механизированные дробилки (рис. 5.20).

Уловленный песок и мусор из снеготаялок периодически выгружаются экскаватором с грейферным ковшом на промежуточную площадку, оборудованную дренажом.

5.9. Планово-предупредительный ремонт. Санация трубопроводов¹

Одной из основных задач по рациональной эксплуатации водоотводящей сети является своевременное и качественное проведение планово-предупредительного ремонта (ППР) сети и сооружений на ней.

ППР трубопроводов, сооружений и оборудования предприятий ВКХ представляет комплекс технических мероприятий, направленных на поддержание или восстановление эксплуатационных свойств систем водоотведения в целом и их отдельных конструктивных частей и элементов.

¹ Под санацией подразумевается замена или усиление стенок трубопровода с восстановлением его работоспособности, осуществляемой без разрытия трубопровода по всей его длине или хотя бы на одном интервале.

ППР предусматривает проведение следующих практических мероприятий [32]:

- определение перечня сооружений и оборудования, подлежащих ремонту;
- определение вида и характера ремонтных работ;
- определение продолжительности межремонтных периодов, структуры ремонтных циклов для различных видов сооружений и оборудования с учетом специфики их работы;
- планирование ремонтных работ;
- организация проведения ремонтных работ;
- обеспечение технической и сметной документацией;
- обеспечение ремонтных и эксплуатационных работ необходимыми материалами, запасными частями;
- организация производственной базы для выполнения ремонтных работ;
- применение новейших технологий ремонта с использованием средств механизации и методов восстановления изношенных деталей;
- организация контроля качества ремонта.

5.9.1. Текущий и капитальный ремонты

На основании данных наружного и технического осмотров водоотводящей сети составляют дефектные ведомости, разрабатывают сметно-техническую документацию, при необходимости выполняют проектные работы, после чего приступают к выполнению ремонтных работ.

Ремонтные работы подразделяются на два вида: текущий и капитальный¹.

Текущий ремонт предусматривает проведение работ по систематическому и своевременному предохранению частей сооружений и оборудования от преждевременного износа путем осуществления профилактических мероприятий и устранения мелких повреждений и неисправностей.

К текущему ремонту относятся следующие виды работ:

- обновление или замена указательных (координатных) табличек;

¹ Под **капитальным ремонтом** подразумевается восстановление работоспособности водоотводящей сети при традиционном производстве работ с разрывом трубопроводов.

- ремонт задвижек;
- ликвидация мелких повреждений в колодцах (замена скоб, крышек люков или вторых крышек, заделка свищей в стенках, перекладка горловин, исправление лотков, установка вентиляционных шахт);
- мелкий ремонт внутренних поверхностей крупных коллекторов (заделка трещин, швов и т.д.);
- утепление крышек колодцев;
- выравнивание горловин колодцев до уровня проезжей части.

Капитальный ремонт представляет собой комплекс технических мероприятий, направленных на восстановление или замену изношенных конструкций оборудования и трубопроводов. Капитальный ремонт производится по годовым графикам, составленным на основании данных технических осмотров персоналом ремонтных бригад предприятия ВКХ или подрядных организаций.

Капитальный ремонт может быть комплексным или выборочным.

Первый предусматривает ремонт всех сооружений в целом, а второй — ремонт отдельных участков или конструкций.

К капитальному ремонту относится разборка и перекладка труб, установка дополнительных смотровых колодцев, замена задвижек, шиберов, вантузов или их изношенных частей, а также устранение разрушений сети. Необходимость подобных работ вызвана появлением просадки колодцев с разрушением присоединенных к ним труб, аварийных засоров, не поддающихся ликвидации и требующих перекладки труб; просадки и разрушения труб на большом протяжении между колодцами; разрушения лотков в колодцах крупных коллекторов.

Эти работы связаны с временным прекращением эксплуатации сети на ремонтируемом участке. Поэтому в первую очередь обеспечивают бесперебойное действие водоотводящей сети на участке выше производимых работ. Принимают меры против затопления подвальных помещений, организуют временную перекачку сточных вод из верхнего колодца в нижний или перепуск их самотеком по свободному лотку.

К работам, выполняемым за счет средств капитального ремонта, могут также относиться:

- наладочные работы по установке приборов учета расхода и измерения необходимых параметров воды, газа, осадка;
- работы по автоматизации и переходу на дистанционное управление производственных процессов;

- наладочные работы, проводимые в целях интенсификации и оптимизации технологического режима;
- работы по реконструкции, расширению и техническому перевооружению, заменяющие капремонт и повышающие эксплуатационную эффективность;
- работы по перекладке участков изношенных труб или их санированию;
- работы по очистке внутренних поверхностей трубопроводов от обрастаний и защите их от коррозии.

Непредвиденные ремонты, вызванные аварийными повреждениями, могут осуществляться специальной ремонтно-аварийной бригадой или эксплуатационным персоналом службы сети.

5.9.2. Планирование и организация ремонтных работ

Планирование работ по ППР делится на перспективное, годовое и оперативное.

С этой целью должны составляться:

- а) перспективные планы капитальных и текущих ремонтов;
- б) сводные годовые планы ремонтных работ и профилактического обслуживания;
- в) сметы на капитальный ремонт;
- г) ведомость дефектов на производство текущего ремонта;
- д) годовые и месячные планы-графики капитального и текущего ремонтов.

Перспективные планы капитальных и текущих ремонтов сооружений и оборудования составляются для обеспечения непрерывности планирования и выполнения работ. Годовой план ремонтных работ составляется производственно-техническим отделом (группой ППР) предприятия ВКХ с участием главного механика и других заинтересованных отделов, исходя из норм времени на ремонт, технологического режима работы, состояния сооружений и оборудования.

5.9.3. Реконструкция водоотводящей сети

Реконструкция водоотводящей сети состоит в частичной или полной замене ее конструкций, а иногда и изменении высотного расположения трубопроводов.

Причинами реконструкции сетей могут быть:

- неудовлетворительное техническое состояние отдельных участков;
- недостаточная пропускная способность трубопроводов;
- увеличение нагрузок от автомобильного транспорта, превышающих несущую способность действующих трубопроводов.

Как уже указывалось, чаще всего выходят из строя лотки, которые истираются абразивными частицами, транспортируемыми потоком сточных вод, и своды трубопроводов из-за газовой коррозии.

Реконструкция водоотводящих сетей выполняется по заранее разработанному проекту. Время работ намечается на период минимальных расходов воды в трубопроводах. Для коллекторов водосточной и общесплавной сети таким периодом следует считать зимний сезон, так как в это время отсутствует приток поверхностных вод.

Реконструкция коллекторов, работающих при неполном наполнении, может осуществляться путем устройства внутри коллектора железобетонной рубашки.

В ходе реконструкции дефицитного коллектора (трубопровода, не обеспечивающего пропуск всего количества сточных вод) необходимо предусматривать возможность увеличения пропускной способности путем прокладки дублирующего трубопровода или увеличения его поперечного сечения за счет переустройства свода.

5.9.4. Санация трубопроводов

Поврежденные, дефектные и гидравлически перегруженные трубопроводы и каналы сточных вод представляют собой потенциальные источники разлива на поверхность сточных вод, обрушений, а также загрязнений грунтовых вод, почвы и водоемов. Устранение этих источников опасности и является задачей санирования.

Мероприятия, которые проводятся при санировании существующих систем водоотведения, проводятся с целью:

- восстановления герметичности трубопроводов;
- восстановления несущей способности трубопроводов и каналов;
- улучшения гидравлики движения сточных вод;
- защиты окружающей среды.

Поскольку характер, масштаб и причины разрушений, а также специфические для трубопроводов условия в канализационных системах значительно отличаются друг от друга, то очень большое значение имеет правильный выбор способа санирования, используемого в каждом конкретном случае. Эти способы можно разделить на группы (табл. 5.21).

Таблица 5.21

Обзор строительных способов санирования

Ремонт	Восстановление	Обновление
Способы восстановления пропускной способности: • устранение мест разрушений; • замена отдельных труб при открытом строительстве; • расшивка швов каменной кладки; • установка внутренней манжеты	Способы нанесения покрытия: • инъекцией; • замещением; • шприцеванием; • набрызгом	Открытая конструкция: • на том же самом месте; • на новом месте
Способы инъекции: • внутренней; • наружной	Способы облицовки: • длинными трубами; • короткими трубами; • пластинами, отдельными деталями	Закрытая конструкция: • на том же самом месте; • на новом месте
Способы герметизации: • внутренней; • наружной		

Восстановление пропускной способности снаружи требует создания строительных котлованов.

Восстановление пропускной способности трубы способом изнутри проводится в проходных каналах машинными методами или вручную, а в непроходных каналах — при помощи дистанционно управляемых роботов и манипуляторов.

Имеющиеся на рынке системы роботов в состоянии герметизировать ограниченные разрушения определенного типа, например трещины и негерметичные стыковые соединения — шпатлевкой трещин или инъекцией, а также удалять отложения и препят-

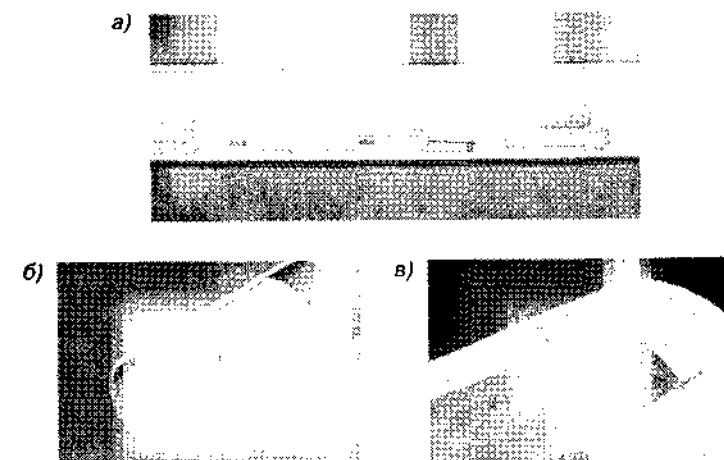


Рис. 5.21. Установка внутренних манжет:
а — установка пропитанных синтетической смолой тканевых манжет в месте повреждения трубы; б — прижимание тканевых манжет, пропитанных синтетической смолой, путем надувания пакера; в — сечение санированной трубы в месте установки манжеты

ствия движению потока сточных вод. Примерами такого оборудования являются роботы системы КА-ТЕ и «Sika-Robot-System».

В непроходных каналах с ограниченным числом разрушений восстановление прочности и герметичности трубопровода может достигаться посредством установки внутренних манжет из ткани, пропитанной затвердевающей полимерной смолой, или из поливинилхлорида [27]. Преимущество данного метода состоит в том, что ремонтируют не весь интервал, а только его разрушенную часть. Это позволяет существенно снизить расходы на санацию трубопровода.

Манжеты (рис. 5.21) толщиной 2—10 мм устанавливаются в дефектном месте на предварительно очищенные стенки трубопровода, причем во всех случаях с дистанционным управлением и контролем с помощью телевизионной камеры.

При этом пропитанную смолой тканевую манжету натягивают на надувной трубный пакер (снаряд в виде пневматической заглушки из полого расширяющегося резинового цилиндра), который вводят во внутреннюю часть трубопровода и устанавливают с помощью телевизионной камеры на дефектное место трубопровода. После подачи воздуха от компрессора в пакер он раздувается, манжета плотно прилегает к стенкам трубопровода и там затвер-

девает. В зависимости от используемого вида смолы для ускорения ее полимеризации может подаваться горячий воздух. После этого в пакере снижают давление и удаляют его из трубопровода, а затвердевшая манжета остается на месте бывшего дефекта. Основной областью применения этого способа являются каналы с круглым поперечным сечением, у которых не обеспечивается статическая несущая способность. Кроме того, таким способом могут быть уплотнены негерметичные места.

5.9.4.1. Способ инъекции

Под *инъекцией* (нагнетанием) в дальнейшем понимают введение материала, закачиваемого под давлением в полые пространства в грунтах или сооружениях с целью их укрепления и (или) герметизации.

В зависимости от требований, области применения и используемого технологического способа в качестве материалов для инъекций могут применяться цементные растворы, растворы на основе жидкого стекла и синтетические смолы. Все большее значение приобретают материалы на основе полиуретанов благодаря их клеящим свойствам, проявляемым даже в присутствии воды, а также хорошей химической устойчивости и усадочным характеристикам.

Целью *наружной инъекции* являются укрепление и герметизация рыхлых горных пород, окружающих дефектную зону трубопровода, и в результате — восстановление определенного участка трубопровода.

Во время инъекционных работ внутри канала ведется наблюдение посредством телевизионной камеры, а также проводятся защитные мероприятия против проникающих инъекционных средств, например при помощи пакера (рис. 5.22).

По сравнению с наружной инъекцией, *инъекция изнутри* обеспечивает следующие преимущества:

- минимальные помехи транспорту;
- никакого вреда тротуарам и (или) проезжей части улиц;
- минимальная опасность для других трубопроводов городского коммунального хозяйства;
- точное определение места разрушения и точная реализация способа инъекции;
- незначительный расход инъекционных средств.

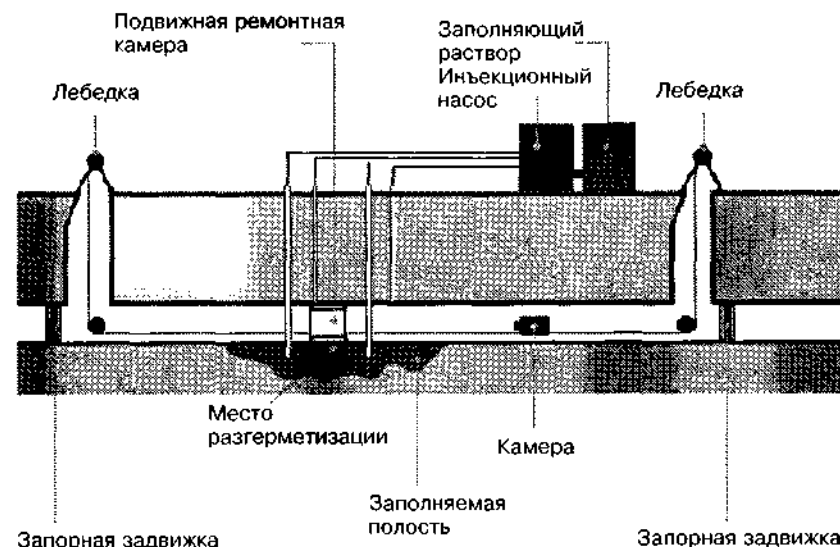


Рис. 5.22. Способ усиления грунта и герметизации трубопровода наружной инъекцией

При инъекции изнутри трещины или негерметичности трубопровода используются для проникновения инъекционного средства в граничащий грунт с целью герметизации трубопровода и укрепления грунта (способ *Sanipor*). При реализации этого способа используются два химически взаимодействующих друг с другом раствора. На первой фазе этой операции в трубопровод вводится первый раствор, и после определенного периода действия (равного примерно 30 мин) его откачивают. На втором этапе операции вводится второй раствор, который реагирует с оставшимся в полых пространствах грунта и материала трубопровода первым раствором, и при этом образуется твердый гель (рис. 5.23). Этот способ применяется на интервалах протяженностью 60–80 м. На время инъекции их обычная эксплуатация прекращается.

5.9.4.2. Санация нанесением раствора

Ориентировочное значение наименьшей толщины слоя при санации нанесением раствора составляет 5 мм, при синтетическом модифицированном растворе — 10 мм и при растворе, содержа-

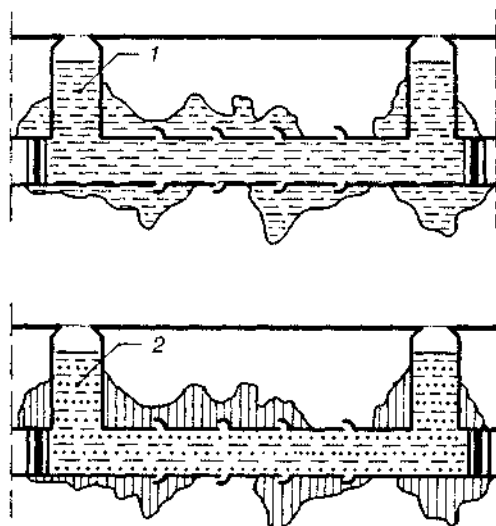


Рис. 5.23. Метод внутренней инъекции (способ Sanipor):
1 — инъекционный раствор 1; 2 — инъекционный раствор 2

щем цемент, — 20 мм [25]. Кроме того, эта толщина должна быть по меньшей мере в 3 раза больше наибольшего диаметра частицы раствора.

Одним из самых распространенных способов нанесения покрытий является разбрызгивание (рис. 5.24), при котором материал покрытия равномерно наносится на внутреннюю стенку трубо-

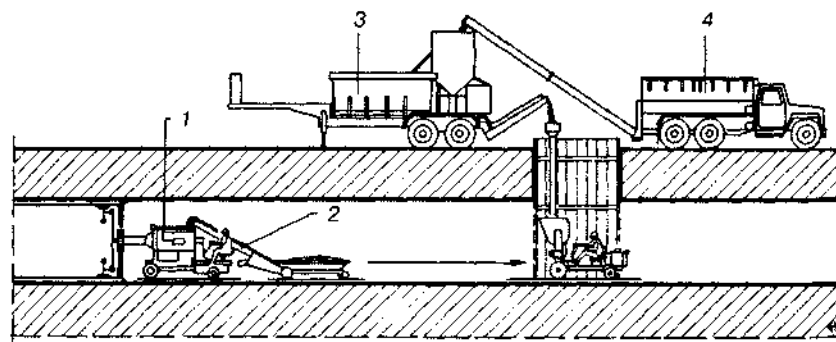


Рис. 5.24. Принципиальная схема нанесения цементно-песчаного покрытия:
1 — самодвижущаяся метательная машина; 2 — оператор; 3 — смеситель и подающий насос; 4 — генератор

провода благодаря быстро вращающейся насадке. Как правило, одновременно поверхность нанесенного слоя заглаживается гибким упругим элементом, вращающимся совместно с разбрызгивающим насадком [32, 33].

5.9.4.3. Санация трубами

Внедрение любой облицовочной технологии всегда влечет за собой уменьшение поперечного сечения трубопровода. Санируемый объект должен позволять использование внутреннего лайнера (продвижение и размещение в трубопроводе установок или дублирующих трубопроводов из различных материалов). Данная технология не может применяться при наличии в трубопроводах обрушений или поперечных деформаций со смещением элементов трубопровода друг относительно друга.

Под облицовкой трубами понимают изготовление на участках санируемых трубопроводов самонесущей облицовки из предварительно изготовленных труб, или труб, изготовленных на месте, или изготовленных на месте и подвергнутых полимеризации в санируемой трубе.

Облицовка посредством предварительно изготовленных труб включает:

- облицовку трубами (технология протяжки трубопровода). Производится, как правило, через котлованы с трубами, которые длиннее самих этих котлованов;
- облицовку длинными трубами (технология длинных труб); производится через котлованы;
- облицовку короткими трубами; производится через имеющиеся колодцы.

При протяжке нитки трубопровода в санируемый отрезок канала (по меньшей мере один интервал) за одну рабочую операцию вводится определенной длины гибкая и сваренная в стыках нитка трубопровода из твердого полиэтилена (PE-HD) или пропилена (PP). Различают способы протяжки нитки трубопровода с (или без) кольцевым пространством.

Конец нитки трубопровода имеет крепление для тягового троса и для направляющего узла тяговой головки, который либо приваривается, либо крепится болтами. Заключительные работы включают заполнение кольцевого пространства, восстановление боковых соединений, соединение ниток трубопровода в котловане.

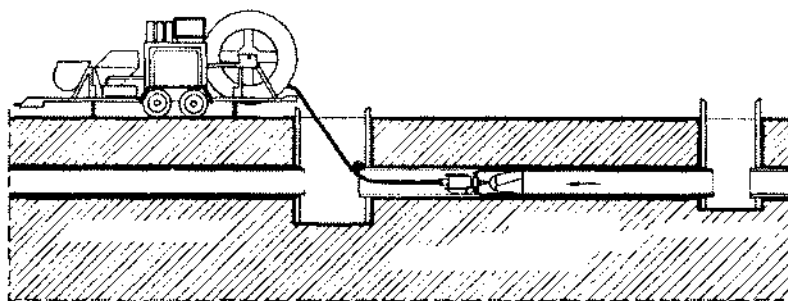


Рис. 5.25. Втягивание лайнера из длинных труб

Втягивание трубопровода осуществляется тросом от моторной лебедки. Трос прикрепляется к направляющему узлу тяговой головки или протаскивается через подготовленный к этому процессу трубопровод и закрепляется в торце его последнего звена либо продавливается в санируемый интервал при помощи устройства с гидравлическим домкратом (рис. 5.25). Для уменьшения усилия втягивания в качестве смазки может использоваться вода.

В качестве заполняющих материалов применяются песчано-цементные смеси, материалы, полимеризующиеся в воде, и пенообразные полимерные массы. Эти материалы при заполнении не должны расслаиваться и должны обеспечивать такое заполнение, при котором не остается пустот.

Протяжка труб из колодцев без отрыва котлована может быть реализована посредством временного уменьшения диаметра лайнера при его нагревании примерно до 70°C. Непосредственно при вводе нитки трубопровода в санируемый интервал производится обратная формовка диаметра лайнера до диаметра восстанавливаемого трубопровода.

Наружный диаметр трубопровода из твердого полиэтилена *PE-HD* непосредственно перед втягиванием в санируемый канал механически (*Rolldown*) или нагреванием (*Swagelining*) уменьшают приблизительно на 10% при сохранении круглого поперечного сечения, а после втягивания размер вводимой трубы вновь увеличивается вплоть до прилегания к стенке санируемого канала.

Как правило, для этого требуются специальные трубы, внешний диаметр которых в недеформированном состоянии немного больше внутреннего диаметра санируемого трубопровода.

При использовании технологии *Rolldown* уменьшение диаметра подготавливаемого трубопровода производится механическим

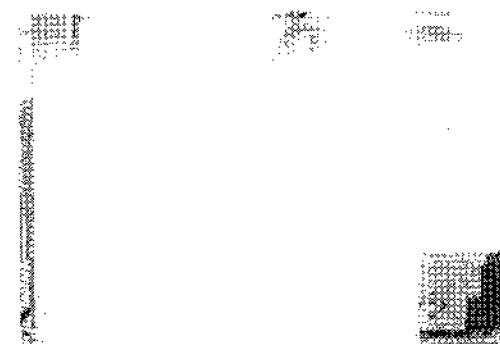


Рис. 5.26. Способ санации методом *Rolldown*

способом. Для этого трубопровод при помощи приводимого в действие гидравлическим способом захватного устройства сдвигается при помощи двух, а при большом диаметре — трех пар роликов, смещенных на 90° относительно друг друга и имеющих форму полушарий (рис. 5.26).

Изменение диаметра по технологии *Swagelining* производится посредством термической деформации. Для этого специально подготовленный трубопровод из полиэтилена *PE-HD* протягивается при сохранении постоянного тягового усилия через термический плунжер, нагретый горячим воздухом приблизительно до 70°C (рис. 5.27).

При использовании технологий *Nu-Pipe*, *U-Liner*, *Compact-Pipe* трубопроводы из синтетических материалов при изготовлении формуются под воздействием тепла для получения U-образного поперечного сечения, в результате чего достигается уменьшение поперечного сечения на 25–30% относительно поперечного сечения недеформированного трубопровода (рис. 5.28). После протяжки лайнера в санируемый интервал благодаря созданию в нем внутреннего давления и его нагреву производится обратная деформация трубопровода до его прилегания к стенкам канала.

5.9.4.4. Облицовка трубами, изготовленными на месте

Самой известной технологией облицовки изготовленными на месте трубами является система *RIB-LOC-Relining-System*, в которой специальная лента из поливинилхлорида с бортами специального профиля (*RIB-LOC*) из входного колодца посредством спиральной намотки в трубу круглой формы и посредством вра-

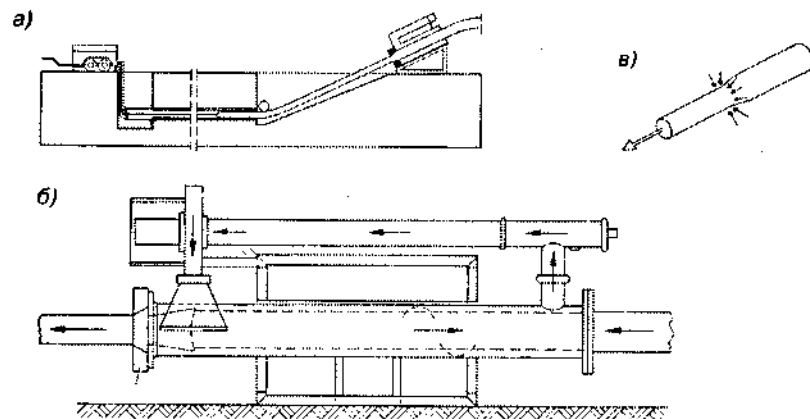


Рис. 5.27. Способ Swagelining:
а — технология производства; б — схема термической камеры;
в — уменьшение диаметра посредством приложения тягового усилия к разогретой нитке трубопровода.

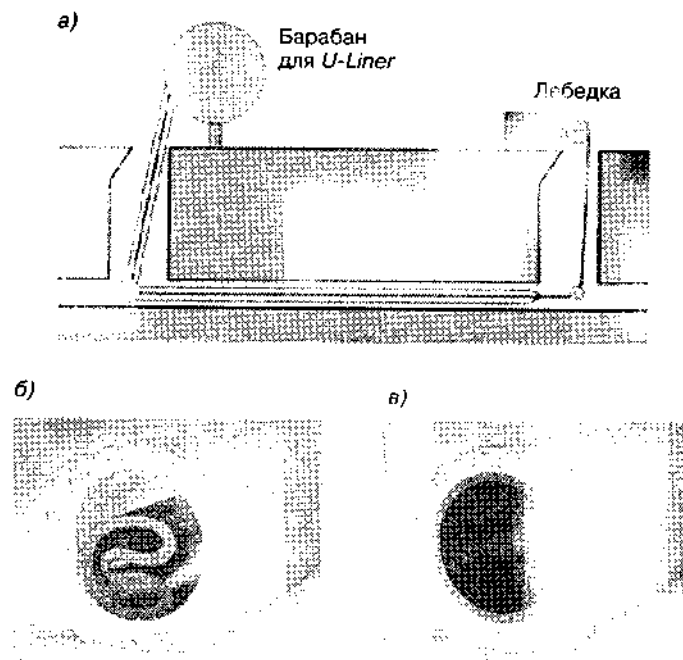


Рис. 5.28. Способ U-лайнера:
а — принципиальная схема работ; б — U-лайнер втянут; в — U-лайнер расширен

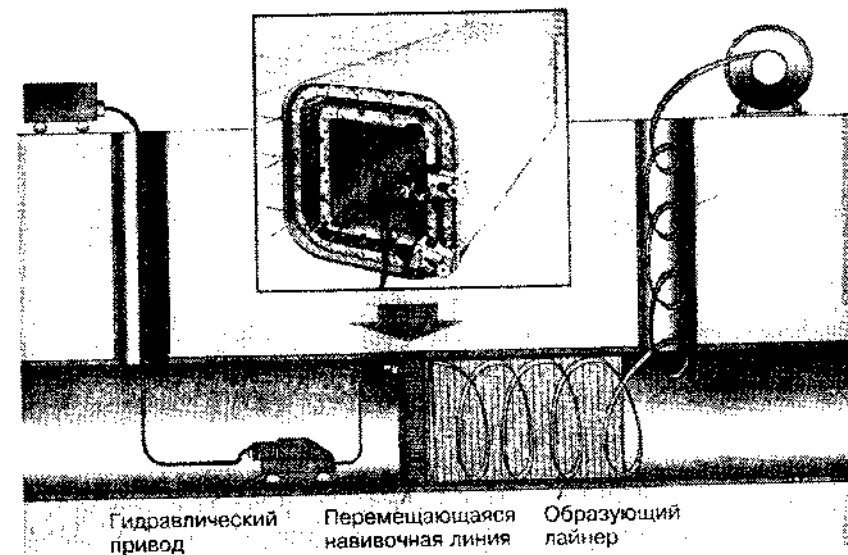


Рис. 5.29. Технология санации методом RIB-LOC-System

шения вокруг своей оси непрерывно вводится в санируемый интервал канала до целевого колодца (рис. 5.29).

Соединение отдельных витков труб друг с другом обеспечивается двумя защелкивающимися элементами типа «соединительная канавка и соединительный пружинный замок», непрерывно появляющимися на всей площади соприкосновения, причем дополнительно может производиться сваривание или склеивание.

В другой разновидности этого способа санации под названием *Expanda-Pipe*, т.е. «способ расширяющейся трубы», намоточная машина устанавливается непосредственно во входном колодце. На первом этапе заправленная в машину профильная лента RIB-LOC при помощи барабана разматывается и в санируемой трубе формируется в витую трубу, наружный диаметр которой по крайней мере на 20 мм меньше, чем диаметр санируемого трубопровода.

На втором этапе работ лайнер расширяется до прилегания к внутренней стенке санируемой трубы (рис. 5.30).

При технологии облицовки изготовленными на месте эластичными трубами, называемой далее «шланговой технологией», скроенный и пропитанный полимерной смолой несущий материал в форме шланга (например, тканевый рукав), который к тому

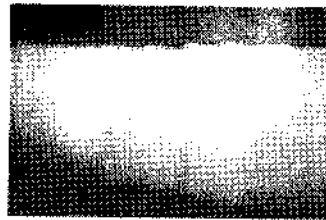


Рис. 5.30. Технология санации методом расширяющейся трубы RIB-LOC-Expand-Pipe

же может быть покрыт слоем пленки, вводится в санируемый канал и расправляется под давлением до соединения с внутренней стенкой санируемого трубопровода, где он затем затвердевает при повышенной температуре благодаря подаче тепла. При этой технологии образуется лайнер без муфт, который герметично соединен с санируемым каналом.

Рабочие операции, которые проводятся на строительной площадке, показаны на рис. 5.31. В зависимости от устройства рукава, а также, в частности, от способа ввода шланга в санируемый интервал различают следующие технологии: *Insituform*, *Copeflex*, *КМ-лайн*, *Phoenix*, *Pallem*, МГУП «Мосводоканал», *Softlining*.

Метод санации, разработанный МГУП «Мосводоканал» основан на протаскивании через санируемый участок рукава, пропитанного полимерной смолой, полимеризующейся при повышенной температуре. По данной технологии можно получать стеклопластиковое покрытие толщиной 8 мм и более.

При изготовлении рукавов используется стеклохолст иглопробивного полотна (ИПС), на который с одной стороны накладывается нитепрошивочное полотно. Для приготовления ИПС используется непрерывная стеклянная нить (ровнинг) из алюмобор-силикатного стекла.

Послойным набором заготовок путем вкладывания рукавов один в другой удается достичь требуемой толщины подготавливаемой пластиковой трубы в отремонтированном трубопроводе.

Санация трубопроводов по технологии МГУП «Мосводоканал» (рис. 5.32) предполагает применение предварительно пропитанных рукавов (препрегов). При этом сохранность всех свойств рукава необходимо обеспечивать при температуре до 30°C в течение 60 суток.

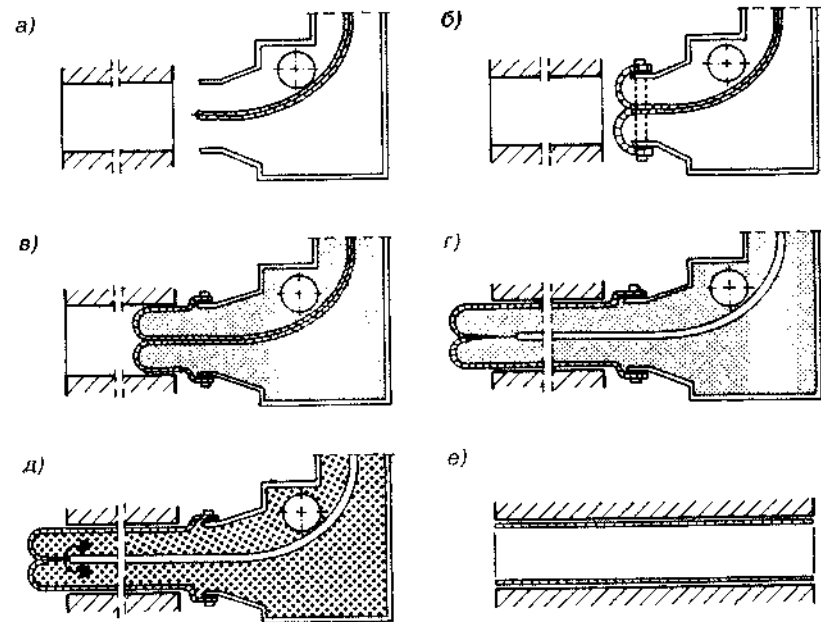


Рис. 5.31. Последовательность санации по технологии *Insituform* (чулок): а — пропитанный смолой шланг из полиэфирного нетканого материала; б — направляющий ролик; в — заполнение холодной водой; г — шланг с горячей водой; д — заполнение горячей водой; е — облицованный интервал

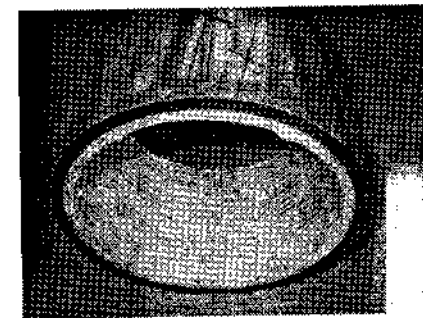


Рис. 5.32. Образец санированной трубы по методу МГУП «Мосводоканал»

Для получения препрегов с наилучшими свойствами используется связующее на основе ненасыщенной полиэфирной смолы марки ПН-1 и отверждающая система, включающая два инициатора: перекись бензоила и третбутилпербензоат в следующих со-

отношениях: полиэфирная смола ПН-15 (100 м.ч.), перекись бензола в 50%-ном дибутилфтолате (0,5 м.ч.) и третбутилпербензоат (1,5 м.ч.).

Для увеличения срока хранения в связующее вводятся загустители: аэросил, окись магния и др., способствующие повышению вязкости связующего, что предотвращает его вытекание из препа.

Заготовленные препреги для предотвращения вытекания смолы и создания гладкой поверхности во внутренней полости покрываются пленочными раздувочными материалами, которые после санации прочно связаны с материалом пластиковой оболочки, повышают водо- и химостойкость рукава, снижая коэффициент трения жидкости.

Многослойный раздувочный цельноформовочный материал изготавливается с оптимальным рецептурным составом: 30% м.ч. полипропилена и 70% м.ч. полиэтилена.

Технология санации предполагает следующие этапы: предварительное изготовление комплексного пропитанного рукава и доставка его на ремонтируемую трассу; подготовка поверхности санируемого трубопровода, контроль качества подготовки ремонтируемой трубы; транспортировка рукава через колодцы внутри санируемого трубопровода; раздув комплексного рукава для прижатия его к стенкам санируемого трубопровода; отверждение препа; удаление оснастки и пуск в эксплуатацию.

Для получения пара, необходимого для прогрева рукава, применяют передвижную котельную установку ПКУ-500Ж, работающую на умягченной воде с прямоточными паровыми котлами КПА-500Ж производительностью 500 кг пара/ч, что позволяет прогревать трубы диаметром до 500 мм и длиной до 100 м.

5.9.4.5. Санация с разрушением санируемого трубопровода

Если гидравлическая перегрузка или уменьшение поперечного сечения из-за проведения мероприятий по санированию недопустимы, то единственным мероприятием по устранению разрушений является обновление. При этом в основном применяется разрушение старого трубопровода методом продавливания при одновременном сооружении на его месте нового трубопровода.

Технологии продавливания базируются на том, чтобы через дефектный трубопровод протолкнуть вытесняющее тело, которое разрушает стенки трубы и вдавливает их в окружающий грунт. Непосредственно за вытесняющим телом встраивается новый трубопровод номинального или большего диаметра. Работы производятся без выемки грунта. Эти работы могут производиться из входного колодца или из специально сооруженного стартового котлована (рис. 5.33).

Условиями для внедрения данной технологии являются кругообразные поперечные сечения труб, по возможности ломкие материалы труб, как, например, серый чугун, керамика и неармированный бетон, пластичный грунт в зоне трубопровода, а также прямолинейность интервала без больших поворотов и сдвигов.

Технология продавливания базируется на применении модифицированного отбойного молотка, ударный импульс которого в первую очередь вызывает разрушение дефектного трубопровода. Общий вид пневмопробойника представлен на рис. 5.34.

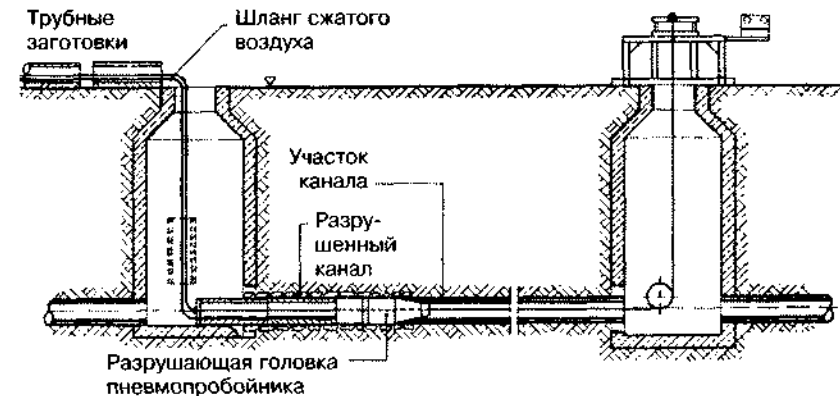


Рис. 5.33. Санация методом продавливания



Рис. 5.34. Пневмопробойник



Рис. 5.35. Заготовки труб для санации методом разрушения

Для обеспечения эффективности разрушения материала в процессе продавливания в некоторых устройствах продавливающий снаряд (пробойник) оснащен дробильными ножами или профильными ребрами, посредством которых в продавливаемый трубопровод передаются точечные и линейные усилия, обеспечивающие разрушение чугуновых и арматуры железобетонных труб.

Прокладываемая вновь труба изготавливается в виде коротких патрубков, которые между собой соединяются на резьбе (рис. 5.35).

5.10. Техника безопасности при работе на водоотводящих сетях

Все работники обязательно должны знать и соблюдать правила техники безопасности и охраны труда. Ответственность за состояние охраны труда и техники безопасности возложена на главных инженеров предприятий. Лица, виновные в нарушении правил техники безопасности, подвергаются административному взысканию.

Эксплуатационный персонал, работающий на водоотводящих сетях, должен быть обеспечен спецодеждой, спецобувью и пред-

охранительными приспособлениями в соответствии с действующими нормами, а также средствами индивидуальной защиты, предусмотренными ГОСТ 12.03.006-75.

При выполнении работ на сетях необходимо учитывать возможную загазованность колодцев, камер и коллекторов и как следствие — отравление работающего в них персонала, а также возможность взрыва газов; вероятность падения в открытые люки на работающих в колодцах посторонних предметов или инструментов; воздействие потока сточной воды, особенно в коллекторах большого диаметра; опасность соприкосновения со сточной жидкостью, возможность наезда автотранспорта при работах на проезжей части улиц и т.д. [13].

Наличие в неочищенных сточных водах патогенных микроорганизмов может привести к заражению эксплуатационного персонала такими инфекционными заболеваниями, как брюшной тиф, паратиф, дизентерия, холера и др. Лица, имеющие порезы, ссадины и царапины на руках, не должны допускаться к работе на водоотводящей сети, так как возможен контакт со сточными водами даже через спецодежду. Для максимального уменьшения при работах на водоотводящих сетях возможности контакта кожного покрова со сточными водами эксплуатационный персонал обеспечивается как минимум болотными резиновыми сапогами, прорезиненной накидкой и перчатками. При порезах и ссадинах, даже самых незначительных, во избежание заражения при случайных контактах со сточной водой необходимо тщательно вымыть руки чистой водой и залить рану йодом.

Работы, связанные со спуском персонала в колодцы, камеры и коллекторы, относятся к опасным, и на их выполнение выдается наряд-допуск с указанием опасностей и мер защиты. К работам по прочистке водоотводящих сетей и сооружений на них женщины не допускаются. Недопустимо также пребывание на месте работ лиц, не имеющих прямого отношения к эксплуатации сети.

Места производства работ в условиях уличного движения ограждаются, а в темное время суток освещаются в соответствии с требованиями «Инструкции по ограждению мест производства работ в условиях уличного движения» ГБДД РФ.

Крышки колодцев и камер открывают специальным крючком, длина которого не менее 80–90 см. Не допускается открывать крышки руками. Снятую крышку на проезжей части укладывают за люком колодца в направлении движения транспорта.

Эксплуатационные работы по очистке труб и колодцев следует выполнять после проверки их на загазованность, для этого используют газоанализаторы или лампу ЛБВК (см. рис. 5.2). Проверять загазованность, бросая зажженную бумагу или применяя другой вид открытого огня, категорически запрещается.

Метан, сероводород и аммиак (легкие газы) удаляются из колодца проветриванием, для чего открывают крышки колодцев на предыдущих интервалах. Для удаления углекислого газа (он тяжелее воздуха и находится в нижней части колодцев) требуется интенсивная и длительная вентиляция сети. Она осуществляется с помощью вытяжного или приточного вентилятора. Иногда для удаления газов заполняют колодец водой, а затем ее откачивают.

При невозможности устранения загазованности из-за поступления большого количества газов с предыдущих интервалов сети работы ведут в полном изолирующем противогазе с кислородными баллонами, а при их отсутствии работают в изолирующем противогазе с дыхательным шлангом длиной на 2 м больше глубины колодца, но не более 12 м. Непрерывная работа рабочего в колодце с использованием дыхательной трубки не должна продолжаться более 10 мин.

Перед спуском людей в колодец или камеру проверяют прочность скоб и лестниц с помощью шеста. К работам, связанным со спуском в колодцы, допускается бригада, состоящая не менее чем из трех человек. Бригады, выполняющие работы в колодцах, камерах и проходных коллекторах, обеспечиваются защитными средствами и приспособлениями, предохранительными поясами с лямками на каждого члена бригады, веревками с карабином, сигнальными (оранжевыми) жилетами, защитными касками, аккумуляторными фонарями, ручным или механическим вентилятором.

Независимо от результатов проверки рабочим запрещается спускаться в колодец, камеру или коллектор и работать в них без предохранительного пояса и зажженной лампы ЛБВК или сигнализирующего газоанализатора.

При использовании лебедок необходимо следить за тем, чтобы при разматывании троса на барабане лебедки оставалось не менее четырех витков. Шестерни лебедки должны быть закрыты кожухом. Направлять трос на барабане лебедки рукой категорически запрещается. Для этого необходимо использовать металлический крюк для открывания крышек колодцев. Рукоятки лебедок, если

ими в данное время не пользуются, следует снимать. Минимальное тяговое усилие лебедок и тросов подбирают в зависимости от диаметра прочищаемых трубопроводов в соответствии с табл. 5.22.

Таблица 5.22

Характеристики лебедок

Диаметр трубопровода, мм	Грузоподъемность лебедки, кг	Диаметр тягового троса, мм
150–300	До 250	5–6
350–450	До 500	8–10
500–600		10–12
700–800	До 1000	12–16
До 2000	1500–2000	

При работе коллекторно-очистительных машин ежедневно визуально проверяют состояние шлангов высокого давления. Участки с механическими повреждениями удаляют, а соединение производят с помощью специальных штуцеров. Воду подают только после того, как шланг с насадком заведен в трубу на расстояние не менее 2 м. Давление воды, подаваемой на промывку трубопроводов, повышают плавно, постепенно увеличивая частоту вращения вала двигателя.

Бригадиры или старшие в группе рабочих перед выездом на работы должны проверять наличие и исправность всего оборудования и приспособлений, обеспечивающих выполнение правил безопасности.

Основными причинами травматизма при работах по эксплуатации сетей являются:

- отвлечение внимания от производимой работы;
- отсутствие ограждений и освещения на месте работ;
- неправильное открывание крышек колодцев;
- неорганизованный спуск в колодцы рабочих, а также тяжелых предметов;
- отсутствие мер по устранению загазованности колодцев, неиспользование защитных средств при наличии загазованности;
- непосредственное соприкосновение кожи рабочего со сточными водами и осадками;
- несоблюдение правил эксплуатации лебедок и других механизмов.

О каждом несчастном случае необходимо немедленно поставить в известность руководителя работ (сменного инженера), который должен сообщить о случившемся администрации и в профсоюзный комитет организации, которые, в свою очередь, в течение 24 ч должны составить соответствующий акт. Пострадавшему необходимо оказать первую медицинскую помощь, при необходимости немедленно вызвать скорую помощь или срочно доставить пострадавшего в ближайшее лечебное заведение.

Глава 6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ

6.1. Организация химико-технологического контроля за работой очистных сооружений

Технологический контроль должен обеспечивать всестороннюю оценку технологической эффективности работы очистных сооружений.

На весь комплекс и каждое сооружение в отдельности составляется технологический паспорт с указанием технических данных, проектной и фактической производительности сооружений. При определении последней необходимо учитывать неизбежность периодического выключения сооружений на профилактический, текущий и капитальный ремонты. Число сооружений, останавливаемых на ремонт, должно увязываться с допустимой перегрузкой сооружений, остающихся в эксплуатации.

Для всесторонней оценки режимов работы очистных сооружений необходимо вести количественный и качественный учет работы не только всего комплекса, но и отдельных сооружений по следующим показателям [34, 35]:

а) решетки — количество снимаемых отбросов, их влажность, зольность и плотность — не реже 1 раза в месяц;

б) песколовки — количество осадка по объему, его плотность, влажность, содержание и фракционный состав песка — не реже 1 раза в месяц;

в) первичные отстойники (в том числе двухъярусные) — количество сырого осадка, его влажность, химический состав, количество выносимых взвешенных веществ (по объему и массе), продолжительность пребывания сточной жидкости в отстойнике — не реже 1 раза в декаду;

г) аэротенки — БПК_{полн} сточной воды до и после пребывания в аэротенке — не реже 1 раза в декаду; продолжительность и интенсивность аэрации; количество активного ила, поступающего в аэротенки, и избыточного активного ила, поданного в илоуплот-

нитель или на иловые площадки, концентрация, степень рециркуляции и регенерации активного ила, количество воздуха, поданного в аэротенки; содержание растворенного кислорода в воде — 1 раз в смену;

д) вторичные отстойники — продолжительность отстаивания, величина выноса ила, концентрация рециркулирующего ила — не реже 1 раза в декаду, иловый индекс — 2 раза в декаду;

е) илоуплотнители — количество, влажность, зольность поступающего и уплотненного ила, продолжительность отстаивания, количество взвешенных веществ в осветленной воде — не реже 1 раза в декаду;

ж) преаэраторы — доза ила, количество воздуха, время аэрации, эффект задержания — 1 раз в смену;

з) биокоагуляторы — доза ила, количество воздуха, время пребывания сточной жидкости, содержание взвешенных веществ в поступающей и очищенной воде, количество осадка, его влажность и зольность — 1 раз в смену;

и) биофильтры — БПК_{полн}, ХПК, количество взвешенных веществ, нагрузка по БПК_{полн} — не реже 1 раза в декаду; температура поступающей и очищенной воды, содержание растворенного кислорода — 1 раз в смену.

К числу показателей, характеризующих работу сооружений по обработке осадков сточных вод, относятся:

а) для метантенков — количество и температура загружаемого сырого осадка и ила, а также выгружаемого сброженного осадка, количество выделяемого газа и поданного пара — ежедневно; влажность, зольность загружаемого и выгружаемого осадка, температура брожения и химический состав — ежемесячно;

б) для иловых и песковых площадок — количество и влажность поступающего на площадки и убранного с них осадка, продолжительность сушки, удельное сопротивление, содержание БПК_{полн} и взвешенных веществ в фильтрате (дренажной воде) — не реже 1 раза в декаду;

в) для иловых прудов — количество иловой воды, БПК и содержание в воде взвешенных веществ — не реже 1 раза в месяц;

г) для сооружений механического обезвоживания (уплотнения) осадка — количество, влажность и зольность исходного и обезвоженного осадков, количество и содержание взвеси в фильтрате, дозы и расход коагулянта, производительность вакуум-фильтров — 1 раз в смену; БПК_{полн} дренажной воды — 1 раз в декаду;

д) для аэробных стабилизаторов осадка — продолжительность и интенсивность аэрации, количество осадков из отстойников и избыточного активного ила, количество воздуха, поданного в стабилизатор; содержание растворенного кислорода — 1 раз в смену;

е) количество поступающего и уплотненного ила, продолжительность отстаивания (уплотнения), количество взвешенных веществ в БПК_{полн} в осветленной воде — не реже 1 раза в декаду; содержание сухого вещества, зольность, влажность и удельное сопротивление стабилизированного осадка — 1 раз в неделю;

ж) для сооружений термической сушки осадка — количество, влажность и зольность сырого и высушенного осадка, температура топочных газов на входе и выходе сушильного устройства, расход топлива (абсолютный и на единицу продукции), производительность сушильного аппарата — 1 раз в смену;

з) для полей фильтрации — нагрузка по воде на 1 га, БПК и содержание в очищенной воде взвешенных веществ, растворенного кислорода, бактериальных загрязнений — не реже 1 раза в декаду;

и) для прудов — продолжительность пребывания, БПК, количество поступающих и уходящих из пруда взвешенных веществ, количество задержанного осадка и его характеристика — не реже 1 раза в месяц, периодичность чистки прудов.

При дезинфекции сточных вод контролируют дозы и расход хлора (хлорной извести), продолжительность контакта, остаточный хлор и хлоропоглощаемость — по согласованию с местными органами по регулированию использования и охране вод и Государственного санитарного надзора, но не реже 1 раза в смену.

Наилучшие результаты при измерении *расходов сточных вод*, поступающих на станцию, получают при использовании лотков с критической глубиной (лотков Паршалля). Расход воды с помощью этих лотков определяют по формуле

$$Q = 2,365bH^{\alpha},$$

где Q — расход воды, м³/с; b — ширина лотка, м; H — глубина слоя воды, м; α — коэффициент, зависящий от ширины лотка.

При измерении расходов воды различными водосливами получают менее точные результаты, поэтому их применяют для измерения расходов воды на отдельных сооружениях и при производстве пусконаладочных работ. В связи с тем что отверстия для впуска воды в отдельные сооружения и на разводящих каналах,

как правило, перекрывают шиберами, наиболее доступным методом является измерение расхода воды при истечении ее из-под шита. При этом методе отверстие между лотком и нижней кромкой будет затопленным и расход вычисляют по формуле

$$Q = \mu b h \sqrt{2g(H_1 - H_2)},$$

где μ — коэффициент расхода, принимаемый равным 0,62; b — ширина лотка (шита, шибера), м; g — ускорение свободного падения, м/с²; h — величина открытия шита (шибера), м; H_1 и H_2 — глубина потоков в верхнем и нижнем бьефах, м.

Во всех перечисленных способах измерения расхода воды количество воды есть функция толщины ее слоя H перед замерным устройством, измеряемой специальными уровнемерами. Наибольшее распространение получили уровнемеры с мембранными дифманометрами типа ДМ в комплекте со вторичным прибором типа ЭПИД, которые обеспечивают автоматическую запись уровня на дисковую диаграмму.

Количество воздуха, газа и пара в напорных трубопроводах очистных сооружений измеряют расходомерами: диафрагмой, соплом или трубой Вентури. Действие таких расходомеров основано на изменении перепадов давлений, создаваемых этими приборами (сужающими устройствами). Мерой расхода является перепад давления, измеряемый до и после сужающего устройства. Естественно, чем больше скорость движения потока измеряемой среды (чем больше расход), тем больше перепад давления.

В общем виде уравнение, по которому рассчитывают расход контролируемой среды, можно записать:

$$Q = \alpha \varepsilon d^2 \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}},$$

где α — коэффициент расхода, зависящий от типа сужающего устройства; ε — поправочный коэффициент; d — диаметр отверстия сужающего устройства, м; Δp — перепад давления, кг·с/см²; ρ — плотность измеряемой среды в рабочих условиях, кг/м³.

На очистных сооружениях канализации измерение расходов жидких сред сужающими устройствами затруднено из-за загрязнения взвешными импульсных трубок приборов, измеряющих давление. В настоящее время контроль жидких сред в напорных трубопроводах на станциях (осадок, активный ил, сточная вода) осу-

ществляется индукционными расходомерами с условным проходом 100–800 мм на расход сточной жидкости до 6300 м³/ч. Преимуществом индукционных расходомеров перед другими измерительными устройствами является отсутствие потерь напора. Они хорошо работают в однородных жидких средах. Однако при резком изменении качества и количества перекачиваемых сред, что имеет место на очистных станциях (неравномерность подачи, попадание и возникновение в трубопроводах газа), точность показаний индукционных расходомеров значительно ухудшается. Кроме того, на внутренних стенках индукционных расходомеров отлагается твердый осадок, который закрывает концы электродов и искажает показание ЭДС. В связи с этим рекомендуется периодически, не реже 1 раза в квартал, очищать внутреннюю поверхность расходомера и проводить его тарировку.

В крайнем случае расход жидких сред (вода, осадок) можно подсчитывать по производительности тарированных насосов. Тарировку насосов нужно проводить регулярно по мерному резервуару.

Количество отбросов, задерживаемых на решетках, определяют путем складирования их в течение суток в мерный контейнер.

Количество осадка (песка), выгружаемого из песколовок, измеряют объемным способом путем откачек в бункер обезвоживания или в специальный мерный лоток.

Количество обезвоженного и высушенного осадка определяют объемным способом путем измерения емкостей и площадок, где эти осадки складывают.

Для измерения количества израсходованного на дезинфекцию хлора применяют дозаторы (хлораторы) различных конструкций, в комплект которых входит ротаметр. Этим прибором можно также измерять расход коагулянтов (исключая известь) в цехе механического обезвоживания осадков и расход гипохлорита натрия при дезинфекции сточных вод. Расход этих коагулянтов можно также определять, используя водосливы с тонкой стенкой, в частности треугольный пропорциональный водослив.

В связи с тем что большинство физико-химических анализов сточной воды и осадков делаются трудоемкими ручными методами и способами, количество мест постоянного контроля должно быть по возможности меньшим [35].

Первой точкой контроля является место, где отбирают пробы сточной воды, поступающей на очистку. Обычно пробы неочищенной сточной воды берут в приемном канале или в камере пос-

ле решеток. Можно брать пробы и из камеры перед решетками, но в этом случае в пробы попадают очень крупные взвеси, что искажает истинную концентрацию взвешенных веществ.

Второй точкой контроля является место отбора проб осветленной воды после первичных отстойников. Отбираемая проба должна характеризовать состав осветленной воды после всех сооружений механической очистки, а не одного отстойника или одной группы отстойников. К сожалению, во многих случаях такой точки на сооружениях найти не удастся, поэтому приходится отбирать пробы одновременно в нескольких точках и составлять среднюю.

Следующую точку контроля устанавливают после аэрационных сооружений или биофильтров. Места отбора проб определяют по тому же принципу, что и для осветленной воды.

Последняя точка контроля для всей очищенной воды находится после вторичных отстойников, перед спуском воды в водоем. При дезинфекции очищенной воды или при наличии сооружений доочистки число мест взятия контрольных проб воды увеличивается.

Согласно существующей методике проведения технологического контроля работы канализационных очистных сооружений отбор проб воды производят с глубины на 0,5 м ниже поверхности зеркала воды.

На небольших и средних очистных станциях в местах контроля целесообразно оборудовать специальные камеры-помещения, где размещают автоматические или механические пробоотборники.

Большое значение для оценки работы сооружений имеет периодичность отбора проб. Как правило, результата одного разового отбора пробы недостаточно, чтобы судить об изменении качества исследуемой среды. Поэтому для контроля за работой очистных сооружений применяют серийный отбор проб. Типичным примером такого отбора проб является круглосуточный отбор проб сточной воды на станциях по мере прохождения ею очистных сооружений. При серийном отборе одновременно каждый час в определенную емкость отбирают пробы поступающей на станцию воды, воды после сооружений механической очистки и после сооружений биологической очистки. Из этих часовых (разовых) проб составляют среднесуточную пробу. Для этого в одну емкость сливают воду из часовых проб либо в равных объемах, либо пропорционально притоку сточной воды на станцию

по часам суток. Среднесуточная проба тем точнее, чем меньше интервалы между отдельными разовыми пробами, поэтому наилучший результат получается при автоматическом отборе проб, когда разовые пробы можно отбирать практически любое число раз в сутки.

Несмотря на преимущество серийной смешанной пробы, у нее есть и недостатки. Смешанную пробу нельзя применять для определения компонентов среды, легко подвергающихся изменениям (например, определения растворенного в воде кислорода), и в тех случаях, когда состав среды резко отличается по часам суток (при взаимодействии различных проб изменяется физическое состояние среды).

Объем пробы зависит от числа ее компонентов, которые нужно определить. Например, для полного анализа сточной воды требуется проба объемом около 5 л, а для определения растворенного кислорода достаточно около 100 мл.

На очистных сооружениях пробу, как правило, отбирают в склянки и бутылки из прозрачного, бесцветного, химически стойкого стекла с резиновыми или притертыми стеклянными пробками. Пробы большого объема (более 5 л) отбирают в бутылки, защищенные предохранительными кожухами или плетеными корзинами. Посуда должна быть хорошо вымыта, обезжирена, что достигается применением синтетических моющих средств и последующим обмывом хромовой смесью и дистиллированной водой, и высушена.

В зависимости от целей и задач контроля может быть выполнен полный или сокращенный химический анализ.

При полном химическом анализе сточных вод на различных стадиях очистки определяют температуру, цветность, запах, водородный показатель (рН), прозрачность, массу и объем оседающих и взвешенных веществ, количество плотного остатка с учетом потерь при прокаливании, количество азота (общего, аммонийного, нитратного и нитритного), бихроматную окисляемость (ХПК), биохимическую потребность в кислороде (БПК₅ и БПК_{полн}), количество растворенного кислорода, хлоридов, сульфатов, фосфатов, тяжелых металлов (железа, меди, хрома, цинка, свинца, никеля и т.д.), фенолов, цианидов, сульфидов, СПАВ, эфирорастворимых веществ, нефтепродуктов, свободного хлора.

Кроме химического анализа сточных вод проводят бактериологический (общее число бактерий сапрофитов, растущих на мясопептонном агаре, число бактерий *Coli* на среде ЭНДО, некоторые

формы патогенных микроорганизмов), радиологический (определение радиоактивного фона воды и осадков) и гельминтологический (определение количества яиц гельминтов в воде и осадках на разных стадиях очистки) анализы.

При сокращенном химическом анализе сточных вод на различных стадиях очистки определяют температуру, прозрачность, активную реакцию, количество взвешенных веществ с учетом потерь при прокаливании, БПК₅, ХПК, количество растворенного кислорода (для очищенной воды).

Работу песколовков также определяют по количеству и качеству задержанного в них осадка. Но так как количество песка в поступающей воде точно установить невозможно, для оценки работы пользуются характеристикой самого песка, которую определяют в средней пробе не реже 1 раза в месяц. В пробе определяют относительную плотность, влажность (%), зольность (%), содержание песка (%) и производят рассев его по крупности (1, 0,5 и 0,25 мм).

Дополнительно для полной характеристики работы отстойников ежедневно отбирают различные пробы воды (разовые, среднесменные, среднесуточные) до отстойников и после них. В пробах определяют количество взвешенных и оседающих веществ, БПК₅, ХПК, объем и массу осадка. Для правильного установления технологического режима работы отстойников целесообразно также систематически снимать кривую осаднения взвешенных веществ.

Работу отстойников оценивают также и по качеству выгружаемого осадка. Поэтому следует регулярно отбирать пробы осадка, выпускаемого из первичных отстойников. В них определяют влажность, зольность и количества песка.

Сооружения биологической очистки, как правило, последние в технологической цепи обработки воды, поэтому работу этих сооружений контролируют очень тщательно. На отводном канале станции обязательно устанавливают автоматический пробоотборник, позволяющий получать пробы за каждый час. Из этих проб составляют среднесменные, в которых непрерывно (независимо от дня недели) определяют количество взвешенных веществ. Два раза в светлое время суток (утром до 12 ч и вечером примерно в 16 ч) в разовых пробах из отводного канала определяют количество растворенного кислорода. По качественным показателям, в том числе и по БПК₅, станция отчитывается на основании данных декадных среднесуточных проб.

Основными технологическими и расчетными характеристиками работы аэробных биологических окислителей (аэротенки, биофильтры) являются нагрузки по воде и загрязнениям на 1 м³ сооружения и 1 г биоценоза бактерий, простейших и грибов (пленка и ил). Таким образом, в аэротенках помимо контроля за качеством поступающей и очищенной воды необходимо осуществлять контроль за концентрацией ила, его качественным и количественным составом, а также за условиями обитания микроорганизмов. Для контролирования этих параметров определяют концентрацию растворенного кислорода и дозы (концентрации) активного ила в каждом аэротенке, регенераторе и канале — 1 раз в сутки; иловый индекс и динамику осаднения ила — 2 раза в декаду; видовой состав биоценоза — 2 раза в декаду.

Для характеристики активного ила и оценки качества биохимических процессов периодически следует производить анализ потребности активного ила в кислороде (распиометрическим методом) и анализ дегидрогеназной активности в различных точках системы биологической очистки. Один раз в месяц определяют также зольность активного ила, общий азот, фосфор и делают гельминтологический и радиологический анализы. Результаты лабораторных анализов и расчетов сводят в таблицу.

Помимо расчета нагрузки на 1 м³ аэротенка по БПК₅ (при расчете исходят из концентрации БПК₅ в поступающей воде) рекомендуется рассчитывать окислительную мощность (по разнице БПК₅ в поступающей и очищенной воде) и скорость окисления (окислительная мощность, отнесенная к 1 ч).

Контроль за работой биофильтров во многом совпадает с контролем за работой аэротенков.

Для оценки работы вторичных отстойников необходимо регулярно (каждый день) определять дозу активного ила, влажность осадка, а также количество выносимых взвешенных веществ. Два основных технологических параметра работы вторичных отстойников — концентрацию активного ила в смеси, поступающей на отстойники, и индекс ила определяют при оценке работы аэротенков. В формах технологического контроля за работой вторичных отстойников указывают также количество возвратного и избыточного активного ила по фактической влажности и по сухому веществу.

Для оценки работы илоуплотнителей и расчета баланса сухого вещества определяют влажность уплотненного ила в среднесменных пробах (за 8 ч), а также количество выносимых взвешенных

веществ в сливной воде в среднесуточных пробах (не менее 1 раза в декаду).

Для технологического контроля за сооружениями доочистки сточных вод проводят полный химический анализ поступающей и выходящей воды (1 раз в декаду в среднесуточных пробах). Кроме того, ежесуточно отбирают воду после фильтров и определяют ее прозрачность, 1 раз в декаду определяют количество взвешенных веществ в воде, поступающей на барабанные сетки и выходящей с них, 1 раз в месяц делают анализ воды после промывки барабанных сеток и фильтров, а также состава задержанных на сетках отбросов и затем определяют количество остаточных загрязнений по слоям загрузки на каждом фильтре. При загрузке фильтров устанавливают процентный состав песка различной крупности.

При дезинфекции сточных вод хлором или его соединениями их дозу, необходимую для ведения процесса, определяют периодически, не менее 1 раза в месяц, вычисляя хлорпоглощаемость очищенных сточных вод. Количество остаточного хлора в воде подсчитывают не менее 3 раз в сутки.

Технологический контроль за работой метантенков заключается в определении баланса загружаемого и выгружаемого осадков и основных индикаторных показателей процесса метаненового брожения. Количество и качество загружаемого и выгружаемого осадков устанавливают ежесменным учетом и отбором проб осадка во время его загрузки и выгрузки. В каждой пробе определяют влажность и зольность осадка. Ежесуточно после выполнения такого анализа часть высушенного осадка собирают, затем 1 раз в квартал составляют из этих частей среднюю пробу и анализируют ее на наличие жироподобных веществ, белков и углеводов (гемии и альфацеллюлозы).

Для определения показателей процесса брожения 2 раза в декаду делают анализ иловой жидкости (жидкой фракции) в каждом метантенке и 1 раз в месяц (при нормальной работе) определяют состав выходящего газа. В иловой жидкости определяют содержание летучих жирных кислот, щелочность и количество азота аммонийных солей, в газе — количество метана (вместе с водородом), углекислого газа, азота и кислорода. При нарушении технологического процесса в отдельных метантенках контрольные анализы проводят чаще, а если метантенки имеют большой объем, то пробы берут дополнительно из разных по высоте точек сооружения.

Технологический контроль работы иловых площадок осуществляется по пробам иловой жидкости, взятым из дренажных выпусков или осушительных каналов, а также по пробам осадка непосредственно с площадок (из разных точек). Периодичность контроля зависит от размеров площадок и способов подсушки осадка. Анализ иловой жидкости заключается в определении количества взвешенных веществ и БПК₅. При анализе осадка определяют его влажность и зольность. Если осадок с иловых площадок используется в качестве сельскохозяйственного удобрения, то желательно периодически выполнять агрохимический анализ осадка.

За цехами механического обезвоживания и сушки осадка нужно установить особо строгий технологический контроль. Это вызвано тем, что работа таких цехов во многом зависит от качества обработки осадка, поступающего на обезвоживающие аппараты¹ из метантенков и уплотнителей. Так, для нормальной работы обезвоживающих аппаратов необходимо, чтобы влажность уплотненного и промытого осадка не превышала 96%. С другой стороны, вынос взвешенных веществ в фильтрате должен быть не более 1,5 г/л. Для достижения такого эффекта необходимо ежесуточно (несколько раз в смену) контролировать уровень осадка и концентрацию взвешенных веществ в верхней зоне уплотнителя, ежесменно (в средней пробе) определять содержание взвешенных веществ в сливной воде и влажность уплотненного осадка (качество поступающего на уплотнение осадка устанавливают при контроле за работой метантенков).

На обезвоживающих аппаратах и сушилках не реже 2 раз в декаду контролируют качество осадков по влажности, гигроскопической влажности, зольности, содержанию азота, фосфора, железа, меди и хрома. В поступающем осадке определяют также удельное сопротивление фильтрации и степень коагуляции, а в кэке проводят гельминтологический анализ.

В фильтрате обезвоживающих аппаратов контролируют pH, количество взвешенных веществ БПК, ХПК и количество плотного остатка.

Качество коагулянтов, флокулянтов определяют не менее 1 раза в 5 суток, а также при получении новой партии реагентов перед началом ее использования.

¹ Вакуум-фильтры, фильтр-прессы, центрифуги и центропрессы.

6.2. Сооружения механической очистки сточных вод

Решетки предназначены для улавливания крупных загрязнений. Заводами выпускается большое количество разнообразных конструкций решеток (рис. 6.1).

Эксплуатация решеток осуществляется по инструкциям заводов-изготовителей. Перед комплексным испытанием оборудования должны быть проверены правильность сборки узлов механизированных решеток, отсутствие искривлений прутьев решетки и соответствие проектной ширине прозоров между прутьями [36]. Зубья грабель должны без усилий входить в прозоры между прутьями решетки; грабли правильно, без перекосов закрепляются на тяговых цепях, а сбрасыватель отходов должен соприкасаться с плоскостью грабель и свободно возвращаться в исходное положение.

При эксплуатации плоских решеток наиболее часты следующие неполадки: перекос грабель в результате неравномерного

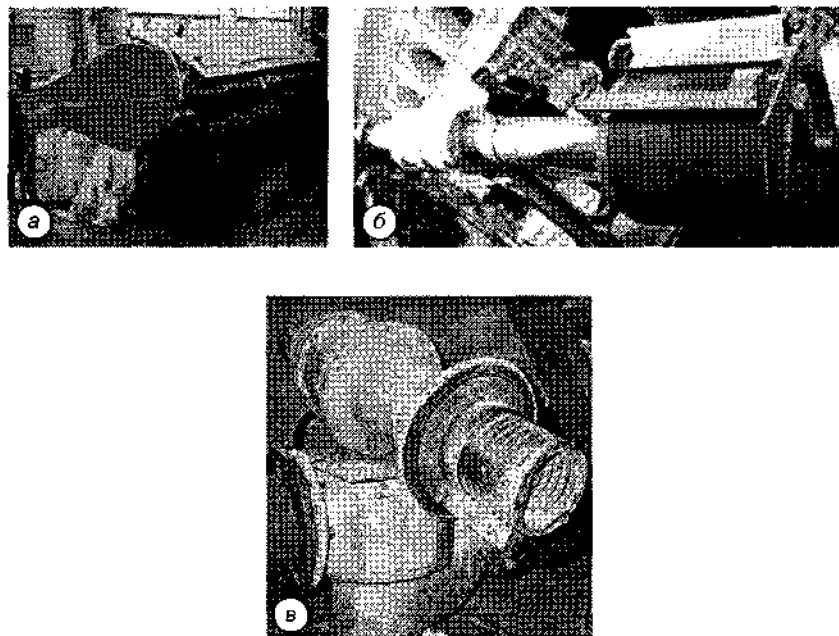


Рис. 6.1. Решетки:

а — плоские; б — цилиндрические; в — решетки-дробилки

износа или вытяжки цепи, заклинивание или поломка зубьев грабель, обрыв тяговой цепи, деформация или поломка сбрасывателя из-за заклинивания его твердыми длинномерными отбросами, поломка или искривление прутьев решетки. Все неисправности устраняют только при выключенных механизмах решетки.

Песколовки должны обеспечить выделение из сточных вод 85–90% песка и других минеральных примесей с заданной гидравлической крупностью фракций.

При эксплуатации песколовок персонал обязан:

- вести контроль за расходом поступающих на песколовки сточных вод и регулировать нагрузку на отдельные песколовки;
- измерять слой задержанного песка;
- удалять из песколовок песок (по мере его накопления, но не реже чем через 1–2 суток) и контролировать его транспортировку с территории очистных сооружений;
- следить за подачей воздуха в сооружение и интенсивностью аэрации (при аэрируемых песколовках);
- контролировать величину напускаемого на песковые площадки слоя песка и обеспечивать своевременную вывозку подсушенного песка;
- следить за полнотой отмывки органических загрязнений (при наличии устройства для промывки песка);
- содержать в исправном состоянии оборудование песколовок, поддерживать чистоту и порядок на прилегающей территории.

Для осмотра, очистки и ремонта оборудования песколовки опорожняют не реже 1 раза в 1–1,5 года.

Во время комплексного испытания сооружений механической очистки при пропуске через песколовки сточной воды в количествах, равных проектному расходу, в песколовке должна установиться расчетная скорость потока, при этом весь песок фракцией более 0,25 мм должен быть задержан. Наладка работы песколовок состоит в том, чтобы обеспечить в них течение воды с расчетными параметрами по всей длине песколовки. При повышенных скоростях движения воды при входе в песколовку струя воды продолжает двигаться с повышенной скоростью до тех пор, пока поток не займет всего поперечного сечения. При этом на участках песколовок, не занятых струей потока, возникают водовороты, способствующие осаждению органических веществ.

Наличие поворотов на подводящих каналах перед песколовками также приводит к тому, что струя отжимается к одной из сто-



Рис. 6.2. Песколовка горизонтального типа:
а — успокоительная подвесная стержневая решетка; б — скребковый механизм удаления осадка в приемный бункер

рон сооружения, а взвесь, находящаяся в воде, — к противоположной стороне. Это способствует тому, что часть песка не успевает осесть на дно и выносится из песколовки.

Устранить вынос песка из песколовки можно, установив в месте входа воды в песколовку подвесную плоскую решетку, перераспределяющую воду по всему сечению сооружения (рис. 6.2).

Решетку изготовляют из параллельных вертикальных досок или труб, свободные концы которых погружены в воду на расчетную глубину, чтобы обволакивающие их взвешенные вещества могли сползать на дно песколовки.

Зольность задержанного в песколовке осадка должна быть не менее 70%. Если она меньше, т.е. в осадке содержится недопустимо большое количество органических веществ, нужно увеличить скорость потока в песколовке. Это возможно сделать, уменьшив глубину или ширину потока в ней.

Критерием эффективности работы песколовки является качество осадка первичных отстойников. Песка в этом осадке должно

быть не более 5–6% зольной части сухого вещества осадка, а фракции песка должны быть размером менее 0,25 мм.

Как в вертикальных, так и в горизонтальных песколовках перед включением гидроэлеватора для откачки слежавшийся осадок разрыхляют. Для этого в зону приямка под напором подают воду по специальным трубам. Процесс разрыхления длится 5–10 мин. Затем включают гидроэлеватор и разжиженную массу песка перекачивают на песковые площадки или в сооружения отмывки песка от органических загрязнений. В горизонтальных песколовках со скребковым механизмом последний включают на 30–40 мин за 15–20 мин до начала работы гидроэлеватора.

Правильная работа гидроэлеватора, используемого для откачки песка из песколовки, может быть достигнута лишь в том случае, если соблюдена соосность сопла трубопровода рабочей воды и диффузора гидроэлеватора.

При наличии на станции нескольких песколовки осадок из них откачивают последовательно без перерыва работы пескопровода во избежание его засорения. По окончании откачки песка из песколовки пескопровод интенсивно промывают осветленной сточной водой. Продолжительность промывки зависит от местных условий. Засоры пескопровода чаще всего образуются на поворотах, особенно если это повороты с малым радиусом закругления. В таких случаях рекомендуется либо изменить трассу трубопровода, либо перед поворотами пескопровода устроить ревизии, через которые можно его прочистить.

Отмывку песка от органических загрязнений производят обработкой в гидроциклонах, шнековых промывателях и его рециркуляцией, а также их комбинацией. Если в первых двух случаях требуется специальное оборудование, то метод рециркуляции осадка песколовки достаточно просто реализуется на любых очистных сооружениях. Метод основан на том, что поток сточных вод поступает в песколовку и движется по ней слоем, иногда достигающим 2–2,5 м. Следовательно, каждая частица с одинаковой гидравлической крупностью в потоке находится в разных условиях. Частицы, находящиеся ближе ко дну, быстро осаждаются, а частицы, находящиеся у поверхности воды, проходят по расчетной траектории, где, собственно, и происходит классификация частиц по удельной массе. Таким образом, если осевший и уловленный в песколовке осадок откачать и снова направить строго на поверхность воды в начале песколовки, то каждая частица пройдет рас-

четную траекторию, что обеспечит удаление органических частиц из осадка песколовков.

Процесс седиментации в *отстойниках* для некоторых суспензий протекает длительное время, поэтому практически оседающими взвешенными веществами считают то количество грубодисперсных примесей, которое осаждается в течение 2 ч.

Для определения количества осаждаемых веществ используют сосуды Лисенко, которые представляют собой стеклянные колбы различного объема, нижняя часть которых выполнена в виде узкого удлиненного градуированного наконечника. При отстаивании сточных вод в течение 2 ч через одинаковые периоды времени измеряют объем осадка, образовавшегося в градуированном наконечнике. По результатам замеров строят график, по которому и определяют эффективность процесса седиментации (или аналитическим путем определяют содержание взвешенных веществ в осветленной сточной воде после определенного времени отстаивания). Освободиться от неосаждаемой части взвешенных веществ можно, применяя только коагулирование или биологическую очистку. Обычно для городских сточных вод коагулирование не применяют, а оставшуюся в них часть взвешенных веществ удаляют в сооружениях биологической очистки. Однако из-за повышенного содержания взвешенных веществ в воде, поступающей на сооружения биологической очистки, требуются большие объемы этих сооружений и увеличивается прирост избыточного активного ила. Соответственно, возрастают и размеры сооружений для обработки осадков сточных вод. Поэтому необходимо добиваться максимального эффекта очистки сточной воды еще на стадии механической очистки, а концентрация взвешенных веществ в воде после первичных отстойников не должна превышать 100–150 мг/л.

При эксплуатации первичных отстойников персонал обязан:

- а) обеспечивать равномерное распределение поступающей сточной воды между отстойниками;
- б) очищать лотки и каналы, подводящие воду к отстойникам, от отложения тяжелого осадка и отбросов;
- в) удалять с кромок водосливов сборных лотков задержавшиеся на них загрязнения;
- г) своевременно удалять с поверхности отстойников плавающие вещества;
- д) контролировать эффект осветления жидкости и предупреждать вынос осадка;

е) содержать в исправном состоянии и чистоте задвижки, илоскребы, шиберы и прочее оборудование и прилегающую территорию;

ж) обеспечивать удаление осадка не реже 2 раз в сутки — из вертикальных и горизонтальных отстойников, не оборудованных скребковыми механизмами; не реже 1 раза в смену — из радиальных и горизонтальных отстойников, оборудованных скребковыми механизмами;

з) вести визуальный контроль за влажностью выгружаемого осадка, не допуская чрезмерного его разжижения.

Осадки, образующиеся в первичных отстойниках, называют сырыми (непереработанными) осадками. Они содержат большое количество мелких растительных и животных остатков (бумагу, мелкие кости, древесину, шерсть, волос и т.д.), а также неорганические вещества (резину, песок и т.д.). По составу эти осадки отличаются большой неоднородностью. Величина отдельных частиц колеблется от 10 мм до частиц коллоидной и молекулярной дисперсности. Основная масса осадка имеет размеры частиц меньше 1 мм.

Выпуск осадка из отстойников производят без прекращения подачи сточной воды.

При выпуске осадка из вертикальных отстойников задвижку на илопроводе открывают постепенно во избежание прорыва воды. В случае прорыва воды следует немедленно закрыть задвижку и прекратить выпуск осадка. При выпуске осадка из радиальных и горизонтальных отстойников скребковый механизм включают за 1 ч до начала выпуска осадка и выключают через 0,5 ч после закрытия задвижки на иловой трубе.

Опорожнение отстойников для осмотра, чистки и ремонта должно производиться не реже 1 раза в 2 года для оборудованных механическими скребками и не реже 1 раза в 3 года для не оборудованных механическими скребками отстойников. Ввод сооружений после профилактического или капитального ремонта производится строго по акту.

Чрезмерное накопление осадка приводит к закупорке отводящих труб отстойника малоподвижным осадком. Наоборот, если осадка откачено больше, чем требуется, значительно увеличивается его влажность, что приводит к росту объема осадка. При самотечном выпуске осадка под гидростатическим давлением воды задвижки на иловой трубе следует открывать не полностью и постепенно, чтобы не допустить прорыва воды и повышения влаж-

ности осадка. Влажность выгружаемого осадка при этом должна составлять 94–96%, а при выгрузке насосами — 92–94%.

Очень важное значение для правильной работы отстойников имеет точность выполнения горизонтальной кромки перелива осветленной воды в сборный лоток. Отклонения отметок гребня перелива от горизонтали не должны превышать ± 1 мм по всей длине сборного лотка. Обычно после устройства гребня перелива по нивелиру его окончательную доводку и отделку осуществляют по уровню воды. Для этого отстойник заполняют чистой (технической) водой и стесывают возвышающиеся над создавшимся уровнем стояния воды участки гребня водослива. Для равномерности нагрузок на каждый отстойник желательно, чтобы отметки гребней водосливов сборных лотков в группе отстойников были идентичными и отличались между собой не больше чем $\pm 2 \div 3$ мм.

На работу крупных отстойников (диаметром 24 м и более) большое влияние оказывают нагонные волны, образующиеся на водной поверхности при сильных ветрах. Такую неравномерность удастся значительно уменьшить при устройстве зубчатого водослива (рис. 6.3) в виде треугольников (с углом 90° при вершине).



Рис. 6.3. Устройство зубчатого водослива

Скребки для удаления осадка не должны цепляться за неровности дна отстойника и отстоять от дна более чем на 30–40 мм.

Интенсифицировать работу первичных отстойников можно несколькими путями. Одним из них является коагуляция мелких взвешенных частиц в более крупные аэрацией или аэрацией с избыточным илом, позволяющая задерживать больше взвешенных частиц. Аэрация сточной воды в течение 10–20 мин увеличивает агломерационную способность взвесей и повышает эффективность отстаивания на 10–15%.

В двухъярусных отстойниках осуществляются два процесса — отстаивание сточной воды (в проточных каналах с продольными щелями верхнего яруса) и сбраживание и уплотнение осадка (в иловой камере нижнего яруса). Так как сбраживание осадка происходит при температуре, равной температуре сточной воды, процесс протекает медленно, особенно зимой. Поэтому для ускорения сбраживания требуется увеличивать иловую камеру.

При эксплуатации двухъярусных отстойников персонал обязан:

- а) обеспечивать равномерное распределение подаваемой воды по отстойникам;
- б) контролировать высоту слоя осадка в иловой камере и не допускать ее переполнения и поступления из нее осадка в отстойные желоба;
- в) производить выпуск осадка через каждые 15 суток с последующей промывкой илопроводов;
- г) не допускать образования на поверхностях отстойников плотной корки из взвешенных веществ (толщина ее не должна превышать 5–6 см) или вспенивания сбраживаемого осадка;
- д) утеплять отстойники зимой съемными щитами.

При спаренных отстойниках для равномерного распределения осадка в иловых камерах периодически через каждые 10–15 суток переключают установленные в лотках шиберы для перепуска воды с одной стороны сооружений на другую.

Первый выпуск осадка из отстойников производят через 5–6 месяцев после его пуска в эксплуатацию, причем расстояние между уровнем осадка в иловой камере и щелью осадочного желоба должно быть не менее 1 м.

Выпуск осадка производят медленно, контролируя его зрелость. Зрелый осадок имеет влажность 85–90% и характеризуется щелочной реакцией ($\text{pH} = 7,2\text{--}7,6$), исчезновением запаха сероводорода, темно-серым цветом и зернистой структурой.

Сброженный осадок из двухъярусных отстойников представляет собой однообразную массу черного или темно-серого цвета с запахом разогретого асфальта или сургуча. Влажность такого осадка 85–90%. Он обладает текучими свойствами, довольно хорошо подсушивается и обезвоживается на иловых площадках. Температура осадков из двухъярусных отстойников близка к температуре сточной жидкости, водородный показатель равен 7–8.

При эксплуатации отстойников ежедневно очищают распределительные лотки и переливные кромки садовых желобов, затворы, погружные доски от осадка и тряпья. Особенно тщательно надо очищать края щелей в отстойных желобах. Для этого применяют скребки и проволочные щетки. Разрушают плавающие корки из взвешенных веществ.

Перед наступлением зимы из отстойников выпускают большую часть осадка. В иловой камере должно остаться не более 15–20% объема хорошо сброженного осадка.

На зиму двухъярусные отстойники утепляют, накрывая их деревянными щитами. Незакрытыми оставляют только лотки (для возможности их очистки).

Для очистки от слежавшегося осадка и ремонта двухъярусный отстойник опорожняют не реже 1 раза в 3–4 года.

Процесс отстаивания в проточных каналах (желобах) двухъярусных отстойников происходит так же, как и в горизонтальных отстойниках. Однако, вследствие того что часть газов брожения и иловая жидкость попадают в проточные желоба, осветленная сточная вода из двухъярусных отстойников выносит большое количество взвесей.

Максимальный уровень осадка в септической камере должен быть не менее чем на 0,5 м ниже щелей осадочных желобов. Внешним признаком высокого стояния осадка является появление пузырьков газа в осадочных желобах над щелью.

6.3. Сооружения биологической очистки в естественных условиях

При эксплуатации *полей орошения и фильтрации* персонал обязан:

а) обеспечить заданный режим распределения сточных вод по орошаемым участкам или картам;

б) поддерживать надлежащее состояние поверхности участков и карт, не допуская их заиливания, для чего по мере необходимости, но не реже 2 раз за сезон производить их рыление;

в) не допускать сброса сточных вод в осушительную сеть и водоемы;

г) соблюдать санитарно-гигиенические требования;

д) проводить осмотры не реже 1 раза в неделю, а также после сильных дождей, обеспечивать своевременную очистку от наносов и мусора и необходимый ремонт разделительных валиков, оросительной системы и сооружений на ней, подземного дренажа и осушительных канав;

е) скашивать сорную растительность на валиках и откосах осушительных канав от 2 до 3 раз в сезон;

ж) своевременно проводить текущие ремонты всех элементов полей орошения и фильтрации.

Технология эксплуатации полей орошения разрабатывается с учетом агротехнических целей и заключается:

1) в подборе ассортимента сельскохозяйственных культур и их размещении на полях, обеспечивающем круглогодичную и круглосуточную подачу сточных вод;

2) разработке ежегодного и ежесуточного графиков подачи воды в зависимости от почвенных условий, принятого севооборота и потребности культур во влаге;

3) систематическом учете количества сточной воды, поданной на полив, и контроле за качеством очистки воды;

4) надзоре за сохранностью сооружений; текущем и капитальном ремонтах всех инженерных сооружений, имеющихся на полях фильтрации;

5) обеспечении агротехнической обработки почвы, необходимой для выращивания сельскохозяйственных культур, и лучшего орошения почв.

Сточные воды распределяют по картам полей фильтрации в соответствии с их пропускной способностью по специально составляемому графику. Составляют посезонный график полива участков, которым устанавливают периодичность орошения (2–10 суток в зависимости от пропускной способности участков).

Для обеспечения воздухом аэробных микроорганизмов, содержащихся в верхнем слое почвы полей фильтрации, сохранения пористости почвы и, следовательно, предупреждения ее заиливания поля фильтрации регулярно, не менее 2 раз в течение лета, вспа-

хивают. Вспашка карт полей фильтрации необходима также и как мера борьбы с растительностью.

Для равномерного распределения сточных вод по поверхности карт полей фильтрации между ними на расстоянии 3 м делают борозды, а после многолетней эксплуатации дополнительно вспахивают почву на глубину не менее 30 см.

Перед наступлением зимы на полях фильтрации должны быть выполнены такие подготовительные работы:

- 1) штыковка (взрыхление поверхностного слоя) земляных колец аварийных выпусков;
- 2) осмотр и прочистка труб аварийных выпусков под дорогами;
- 3) очистка распределительных канав от осадка и мусора;
- 4) скашивание трав с бровок разводных канав;
- 5) нарезка глубоких борозд для улучшения подледного распределения воды;
- 6) очистка осушительных канав от травы, веток и т.п.

Качество очистки сточных вод на полях фильтрации проверяют 1–3 раза в месяц.

При эксплуатации *биологических прудов* персонал обязан:

- а) постоянно контролировать режим наполнения прудов, не допуская их переполнения и просачивания воды через ограждающие валики;
- б) вести систематический надзор за состоянием ограждающих валиков и обеспечивать своевременное их исправление и ремонт;
- в) систематически вести наблюдения за процессом очистки сточных вод, контролировать содержание растворенного кислорода в воде и состав очищенных сточных вод, выпускаемых в водный объект.

При пуске в эксплуатацию пруды заполняют сточной водой и выдерживают до полного исчезновения аммония солевого, после чего постепенно выводят на проектный режим, обеспечивая при этом заданное количество очищенной воды.

В процессе эксплуатации биологических прудов необходимо тщательно следить за количеством кислорода, растворенного в воде прудов, и не допускать его снижения ниже 4 мг/л. Среднее время пребывания воды в биологических прудах очистки сточных вод 7–10 суток.

При эксплуатации *аэрируемых прудов и окислительных каналов* персонал обязан:

- а) не допускать перерывов в работе аэраторов;

б) вести надзор за механизмами и оборудованием, принимая меры к устранению всех замеченных неисправностей, и не допускать обмерзания механических аэраторов.

Остановка аэраторов для осмотра и ремонта допускается не более чем на 2–3 ч.

6.4. Сооружения биологической очистки в искусственных условиях

Основными условиями нормальной работы *биофильтров* и *аэрофильтров* являются: соответствие нагрузок по органическим загрязнениям проницаемости (вентиляции) воздухом массы загрузочного материала, равномерность распределения очищаемой сточной воды по поверхности и в массе загрузочного материала.

Загрузочный материал должен быть [34]:

- 1) прочным (механическая прочность кусков загрузочного материала не менее 1 кгс/см²);
- 2) морозоустойчивым (выдерживать не менее 10 циклов испытаний);
- 3) щелочеустойчивым, т.е. выдерживать не менее чем 5-кратную пропитку насыщенным раствором сернокислого натрия;
- 4) кислотоустойчивым, т.е. выдерживать кипячение в течение 1 ч в 5%-ном растворе соляной кислоты, количество которой по массе должно быть в 3 раза больше количества испытуемого материала.

Материал считается пригодным, если после всех указанных испытаний он не получил заметных повреждений и масса его не уменьшилась более чем на 10% первоначальной.

В реактивных оросителях плечо оросителя должно быть расположено выше поверхности загрузочного материала на 0,2 м, а напор воды для работы оросителя должен составлять не менее 0,5 м.

При спринклерной системе распределения воды по поверхности фильтра сточная вода из дозирующего бака периодически поступает в распределительную сеть спринклеров и разбрызгивается последними на поверхность загрузочного материала фильтра. Дозирующий бак оборудован специальным сифоном, который автоматически обеспечивает заданную периодичность разлива воды. Объем дозирующего бака рассчитывают на максимальный приток сточных вод в течение 5–6 мин, а для небольших установок — до 15 мин.



Рис. 6.4. Спринклерные оросители высоконагружаемых биофильтров

Головки спринклеров устанавливают на одном уровне так, чтобы они находились на 0,15–0,2 м выше поверхности загрузочного материала (рис. 6.4). Трубопроводы распределительной системы зарастают биологической пленкой, в результате чего увеличиваются потери напора и снижается пропускная способность системы. В связи с этим системы трубопроводов нужно периодически промывать водой, содержащей 5–10 мг/л избыточного хлора. Однако если такая вода попадет на загрузочный материал, то погибнут микроорганизмы биопленки. Поэтому на распределительных трубах должны иметься самостоятельные спускные задвижки для вывода промывной воды за пределы фильтров.

Площадь окон в междонное пространство должна составлять не менее 1% площади фильтра, чтобы обеспечивалась естественная вентиляция.

Во время пускового периода биофильтров образование биологической пленки достигают постепенным увеличением нагрузки по загрязнениям, поступающим со сточной водой. Сначала сточную воду подают небольшими порциями, при этом суточный объем поданной на фильтр воды не должен превышать 10–20% объема фильтрующего материала. Расход сточной воды должен составлять 30–40% проектного расхода. Цикл орошения не должен составлять менее 50 мин, а интервалы между орошением не более 1 ч. Процесс ежедневно контролируют, производя анализы проб воды на содержание аммонийного азота и нитратов. Когда содержание нитратов в воде составит 50% азота аммонийных солей, нагрузку на биофильтр увеличивают и доводят постепенно до расчетной величины.

В теплое время года пусковой период длится 1–1,5 месяца в зависимости от местных условий. Решающее значение для правильной эксплуатации биофильтров имеет равномерность распределения воды между несколькими рабочими сооружениями, так как перегрузка какого-либо из них быстро приводит к его заилению.

В био- и аэрофильтрах избыточный ил состоит из биопленки, смываемой с загрузочного материала сооружений. Этот ил представляет собой смесь, состоящую из аэробных бактерий, отмерших тел микроорганизмов, продуктов их жизнедеятельности, мелких частиц загрузочного материала и выноса мельчайших взвешенных частиц, не задержанных первичными отстойниками.

При эксплуатации биофильтров персонал обязан:

- а) обеспечивать равномерное распределение сточной воды по площади фильтра;
- б) контролировать подачу воздуха при искусственной вентиляции и следить за правильной работой вентиляторов;
- в) регулярно осматривать и очищать водо- и воздухораспределительные устройства;
- г) обеспечивать своевременную промывку поддонного пространства и каналов;
- д) принимать меры к устранению образования на поверхности биофильтров заболоченных мест;
- е) поддерживать нормальную циркуляцию сточных вод (для высоконагружаемых биофильтров);
- ж) контролировать состояние загрузочного материала.

Температура подаваемой на биофильтры сточной воды должна быть не менее 8°C, поэтому зимой в помещение биофильтров необходимо регулярно подавать теплый воздух.

В открытых биофильтрах перерывы в орошении зимой не должны быть более 2 ч.

При появлении на поверхности биофильтров мест застоя жидкости следует:

- немедленно разрыхлить загрузочный материал на заболоченном участке и промыть поверхность биофильтра чистой водой, удалив из поддонного пространства оседающие минеральные вещества, или снять верхний слой загрузочного материала и после этого промыть его. Промывку снятого загрузочного материала производят вне биофильтра;
- снятый верхний слой загрузочного материала заменить свежемороженым.

Промывку или замену верхнего слоя загрузки биофильтров осуществляют не реже 1 раза в 1,5–2 года, полную замену всей загрузки — один раз в 6–8 лет.

Для предотвращения размножения в загрузке мошек психоды выполняют одно из следующих мероприятий:

а) затопление фильтра (если это позволяет его конструкция) каждые 10–15 дней;

б) хлорирование поступающих сточных вод из расчета содержания остаточного хлора 3–5 мг/л;

в) разбрызгивание раствора креозота по поверхности фильтра.

При эксплуатации *аэротенков* в режиме полной биологической очистки персонал обязан:

а) обеспечивать подачу в аэротенки заданных количеств сточных вод и воздуха;

б) поддерживать заданную концентрацию растворенного кислорода, расчетную дозу активного ила и степень его рециркуляции, а также установленную проектом интенсивность аэрации;

в) не допускать перерывов в подаче воздуха;

г) контролировать состояние ила по его биоценозу и иловому индексу и своевременно принимать меры против вспухания активного ила;

д) поддерживать в чистоте прилегающую территорию.

е) вести надзор за бесперебойной работой механизмов, оборудования и измерительных устройств, принимая меры к устранению всех замеченных неисправностей.

Перед пуском в эксплуатацию до заполнения водой аэротенки тщательно осматривают и освобождают от посторонних предметов. Производят ревизию запорно-распределительной арматуры (щитовых затворов, задвижек трубопроводов опорожнения, на воздухоудках, на водовыбросных стояках и т.д.). В аэротенках с пневматической аэрацией аэраторы должны располагаться строго горизонтально (допускаемое отклонение не более ± 3 мм).

Проверяют равномерность выхода воздуха через аэраторы, для чего поочередно заполняют испытываемые аэротенки (или каналы, где установлены аэраторы) водой (желательно чистой) и включают воздух, постепенно увеличивая его подачу. Уровень воды в аэротенке должен находиться на 0,2–0,3 м выше поверхности аэраторов. Сначала воздух подают при открытых задвижках на водовыбросных стояках, чтобы предотвратить разрушение аэрационной системы гидравлическими ударами воды, проникшей под аэраторы. Затем после прекращения выброса с воздухом мелких

капель воды задвижки закрывают и визуально убеждаются в равномерности выхода пузырьков воздуха по всей площади аэраторов и в надежности заделки аэраторов в конструкции сооружения. При некачественной заделке фильтросных пластин в фильтросные каналы возможен выход воздуха по периметру заделки или в стыках фильтросных пластин. В таких случаях в местах прорыва воздуха приходится счищать старую заделку цементного раствора и вновь перекладывать фильтросные пластины. Фильтросные пластины с трещинами заменяют новыми. В аэротенках с механическими аэраторами производят ревизию механизмов и их пробный пуск.

Только после окончания наладочных работ на аэротенках и вторичных отстойниках, когда уже включены системы циркуляции ила (насосы, эрлифты, трубопроводы) и воздухоудного хозяйства, можно приступать к работам по выращиванию аэробной микрофлоры — активного ила.

Активный ил аэротенков представляет собой суспензию, содержащую хлопья, образованные бактериями и простейшими совместно с мелкими частицами загрязнений сточных вод. Ил отличается от сырых осадков более высоким содержанием воды и отсутствием крупных частиц взвеси. Влажность активного ила до уплотнения 99,2–99,8%; после уплотнения 97–98%. По составу активный ил относится к мелкодисперсным суспензиям, состоящим на 98% по массе из частиц размером менее 1 мм. Суспензия активного ила имеет светло-серый или бурый цвет. Активный ил легко взмучивается и быстро оседает при отстаивании. Свежий активный ил почти не имеет запаха, но при отсутствии кислорода быстро загнивает и приобретает резкий, неприятный запах из-за наличия сероводорода.

Обычно активный ил выращивают в самом аэротенке в теплый период года. При этом сначала в течение 2–3 суток через аэротенк пропускают осветленную в первичном отстойнике сточную воду с расходом 40–50% расчетного значения, подвергая ее аэрации и добавляя в нее задержанные во вторичных отстойниках мелкие хлопья коагулируемой суспензии. Затем подачу воды в аэротенк прекращают, а его содержимое продолжают подвергать непрерывной аэрации, в результате которой происходит развитие микроорганизмов, образующих активный ил.

Для питания микроорганизмов каждый день в течение 2–3 ч в аэротенк добавляют осветленную сточную воду. Количество добавляемой воды можно подсчитать исходя из массы (дозы) ила в

сооружении и концентрации органических веществ в поступающей сточной воде. Нагрузка на 1 г беззольного вещества ила по БПК₅ должна составлять 250–350 мг.

За процессом выращивания ила ведут контроль, в ходе которого следят за исчезновением в иле аммонийного азота и за появлением нитратов и растворимого кислорода. Каждую смену, или 2 раза в сутки, в стеклянную мерную посуду берут воду из аэротенка, дают ей отстояться 30 мин, а затем определяют объем осевшего на дно ила. Когда объем ила достигнет 25–30% объема набранной смеси и ил будет представлять однородную суспензию быстроосаждающихся хлопьев, можно начинать эксплуатацию аэротенка, постепенно доводя нагрузки до расчетных.

Сначала включают один аэротенк и один вторичный отстойник, в которые подают только часть расчетного расхода (10–20%) сточной воды (осветленной в первичных отстойниках и с концентрацией по БПК₅ не более 150 мг/л). выпадающий во вторичном отстойнике ил непрерывно перекачивают в аэротенк, а по мере накопления ила и получения незагнивающей очищенной воды (о чем судят по появлению в ней нитритов и нитратов) ее количество доводят до расчетной величины. После образования избыточного количества ила его направляют последовательно на следующие вводимые в эксплуатацию аэротенки, где повторяется процесс наращивания ила до требуемого объема. При благоприятных условиях пусковой период заканчивается в течение 1 месяца. Для ускорения процесса можно воспользоваться активным илом из аэротенков любой действующей станции, а также прудовым или речным илом, не загрязненным нефтепродуктами. Перед загрузкой в аэротенк прудового или речного ила из последнего удаляют тяжелые минеральные примеси (гальку, песок), для чего ил взбалтывают в воде и после 5–10-минутного отстаивания сливают в аэротенк, где он аэрируется без очищаемой сточной воды в течение 12 ч. После такой подготовки ила в аэротенк подают сточную воду для очистки (сначала в небольшом количестве, а затем по мере накопления активного ила нагрузку доводят до расчетной).

Для очистки большинства городских сточных вод концентрация активного ила в аэротенке должна составлять 1,5–2,5 г/л, однако, если вторичные отстойники удовлетворительно работают при больших дозах, концентрация ила может быть увеличена при условии сохранения нормальных нагрузок на него.

В нормально работающем активном иле кроме хлопьев зооглейных скоплений бактерий имеется большое количество про-

стейших организмов (инфузорий), а также встречаются коловратки и черви. При нарушении нормальных условий работы аэротенка в иле развиваются нитчатые бактерии (*Sphaerotilus*, *Cladothrix*), ветвистая зооглея (*Zoogloea ramigera*), водные грибы и др. Эти формы вызывают вспухание активного ила (резко возрастает иловый индекс), он плохо оседает во вторичном отстойнике и выносятся с очищенной водой.

Неравномерное распределение воздуха в аэротенке может быть результатом неправильной установки аэраторов (на разных уровнях), когда основная масса воздуха выходит из наиболее высоко расположенных аэраторов. Устранить этот недостаток можно увеличением сопротивления высоко расположенных аэраторов.

Часто нарушается плотность заделки и в местах присоединений воздушных стояков к фильтросным каналам. При большой длине стояков даже незначительные их смещения наверху нарушают герметичность соединений в месте заделки в фильтросный канал. Чтобы этого не произошло, рекомендуется около заделки трубы в бетонную тумбу фильтросного канала устанавливать на стояках линзовые компенсаторы.

Нарушение заделки стыков фильтросных пластин и вырывы их могут произойти из-за внезапной подачи воздуха (рис. 6.5). Находящаяся в подфильтросном пространстве вода приходит в движение, образуя гидравлический удар, который может нарушить плотность заделки крепления и даже целостность керамических фильтросных пластин.

Поэтому воздух в аэротенки следует подавать постепенно. При этом сначала открывают вентили и задвижки на водовыбросных стояках, затем приоткрывают (на 2–3 оборота) задвижку на воздушном стояке, чтобы давлением воздуха вытеснить воду в водовыбросные стояки. Пока не прекратится выброс воды, нельзя увеличивать подачу воздуха.

Нижний конец водовыбросного стояка должен быть расположен на уровне (или несколько ниже) дна фильтросного канала, чтобы вода в нем не задерживалась. После полного выхода воды из водовыбросных труб вентили на них закрывают и постепенно в течение 4–6 ч увеличивают подачу воздуха в фильтросные каналы, доводя ее до расчетной. В процессе эксплуатации фильтросные пластины засоряются, уменьшается их проницаемость и увеличиваются потери давления, что приводит одновременно к увеличению расхода электроэнергии и снижению произво-

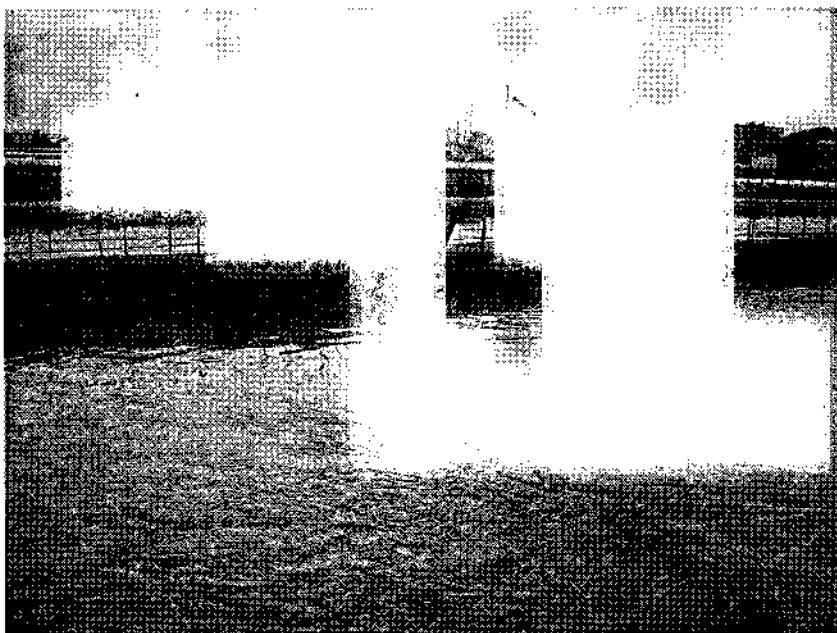


Рис. 6.5. Аэротенк с дисковыми аэраторами (распределительный воздухопровод аэраторов разрушен)

дительности воздуходувок. Содержание пыли в воздухе, подаваемом в систему аэраторов, не должно превышать $0,05 \text{ мг/м}^3$. Засоренные фильтросные пластины чистят металлическими щетками и промывают раствором 20–30%-ной ингибированной соляной кислоты. Положительные результаты дает также очистка металлическими щетками под небольшим (4–6 см) слоем воды с одновременным продуванием пластин воздухом. Оптимальный срок эксплуатации керамических фильтросных пластин примерно 5–7 лет. Допустимые потери в мелкопористых аэраторах не должны превышать $0,7\text{--}1 \text{ м}$.

Перед установкой заменяемые фильтросные пластины нужно подбирать по проницаемости и сопротивлению. Пластины с одинаковыми характеристиками устанавливают в один воздушный стояк.

Отверстия перфорированных труб, применяемых в качестве аэраторов, закупориваются биологическими обрастаниями, поэтому их также нужно периодически очищать. При установке таких труб на место проверяют горизонтальность их размещения.

Объем возвратного ила определяют по формуле

$$q = \frac{C_1 Q}{C_2 - C_1},$$

где C_1 — доза активного ила в аэротенке, г/м^3 ; Q — объем очищаемой воды, $\text{м}^3/\text{ч}$; C_2 — концентрация возвратного ила по сухому веществу, г/м^3 .

Количество возвратного ила, как правило, составляет 30–50% объема очищаемой воды.

Концентрацию активного ила в аэротенке регулируют, увеличивая или уменьшая количество выводимого из системы активного ила. Избыточное количество ила устанавливают опытным путем в процессе эксплуатации по состоянию ила и скорости протекания процесса.

Для работы аэротенков важно, чтобы в смеси воды и ила содержалось достаточное количество растворенного кислорода. Концентрация растворенного кислорода перед выходом смеси из аэротенка должна составлять не менее $2\text{--}4 \text{ мг/л}$.

Биологический контроль за биоценозом активного ила помогает эксплуатационному персоналу управлять технологическим процессом биохимической очистки в аэротенках. Наличие в активном иле отдельных мелких хлопьев свидетельствует об ухудшении работы аэротенка.

При длительном снижении нагрузки на аэротенки, например летом, когда концентрация загрязнений в сточных водах обычно снижается, а скорость окислительных процессов увеличивается, одну или несколько секций аэротенков выключают из работы (обычно этот период используется для ремонта аэротенков). Если этого не сделать, количество ила в аэротенке, а следовательно, и окислительная мощность будут уменьшаться и расход воздуха будет неоправданно велик.

При эксплуатации *вторичных отстойников* персонал обязан:

- а) обеспечивать заданный режим отстаивания;
- б) обеспечивать заданный режим выпуска активного ила;
- в) не допускать образования залежей и уплотнения активного ила в отстойниках;
- г) своевременно удалять с поверхности отстойников плавающую пленку или пену.

В процессе эксплуатации вторичных отстойников обслуживающий персонал должен систематически контролировать

уровень стояния активного ила в отстойниках и не допускать его превышения над оптимальными значениями, после которых возникает повышенный его вынос. Для контроля за уровнем стояния ила вторичные отстойники оснащают стационарными контрольными эрлифтами или датчиками с фотоэлементами, устанавливаемыми на максимальных и минимальных контрольных уровнях стояния ила. Из опыта московских станций аэрации слой ила во вторичных отстойниках не должен быть более 0,5–0,75 м (последнее значение относится к зимнему периоду).

Вынос активного ила и биопленки (взвешенных веществ) с водой из вторичных отстойников можно рассчитать по формуле [35]

$$C_t = L_t + \frac{4\sqrt{L_t}}{T},$$

где C_t — вынос взвешенных веществ из вторичных отстойников, мг/л; T — время отстаивания, ч; L_t — БПК₅ отстоенной воды.

Илоуплотнители стабильнее работают, если в них направляют избыточный ил не после вторичных отстойников, а после регенераторов. В таком иле содержится большое количество кислорода, и он дольше не подвергается анаэробным процессам.

Выпуск уплотненного ила лучше организовать непрерывным, но иногда, при хорошем состоянии ила, возможен и периодический режим выпуска (2–3 раза в сутки). Содержание взвешенных веществ в сливной воде при нормальной работе илоуплотнителей зависит от концентрации смеси, поступающей на них. При поступлении возвратного ила вынос достигает 100 мг/л, поэтому сливную воду из илоуплотнителей следует возвращать обратно в аэротенки или в первичные отстойники, а не направлять ее в сток очищенной воды.

Уровень стояния ила в илоуплотнителях должен поддерживаться на глубине не менее 1 м от зеркала воды в сооружении.

В течение года влажность уплотненного ила неодинакова, изменяется и его объем. При больших объемах ила, имеющего в этот период высокие значения илового индекса, степень уплотнения его ухудшается и с трудом достигается влажность 98%.

Для интенсификации работы илоуплотнителя применяют перемешивающее устройство, которое легко смонтировать (из труб) на системе подвесок илоскребов или илососов. При передвижении в толще ила перемешивающего устройства за ними создается

небольшая разреженная зона, в которую устремляется вода, чем достигается лучшее уплотнение и обезвоживание ила. Общий объем уплотненного таким способом ила можно уменьшить примерно на 10%.

6.5. Сооружения доочистки и обеззараживания сточных вод

Для доочистки сточных вод используют следующие *фильтровальные сооружения*: сетчатые барабанные фильтры, плоские шелевые сита, микрофильтры, скорые фильтры, фильтры с инертной загрузкой. Эксплуатацию фильтровальных сооружений проводят в соответствии с [3, 18, 36].

Интенсивность и длительность промывки загрузки и сеток фильтровальных сооружений устанавливают на каждой очистной станции опытным путем. Для промывки используют сточную воду, прошедшую фильтровальные сооружения.

Для предотвращения биологического обрастания гранулированной загрузки фильтровальных сооружений ее 2–3 раза в год обрабатывают хлорной водой с концентрацией хлора 200 мг/л при продолжительности контакта 24 ч.

Эксплуатацию сетчатых барабанных фильтров и микрофильтров осуществляют в соответствии с параметрами, принятыми в проекте, и рекомендациями разработчиков.

Сооружения обеззараживания аналогичны сооружениям, используемым на водопроводных станциях.

Для обеспечения контакта с обеззараживающими агентами применяются *контактные резервуары*, чаще всего с этой целью используются горизонтальные отстойники. Так как в процессе обеззараживания используются пока сильные окислители, то в результате окисления остаточных загрязнений образуются осадки, которые периодически необходимо удалять.

6.6. Сооружения стабилизации осадков

Метантенки предназначены для сбраживания (минерализации) органических веществ анаэробными микроорганизмами) сырого осадка из первичных отстойников и избыточного ила.

Помимо гидравлического испытания метантенки испытывают также на газопроницаемость (герметичность). Для проведения та-

кого испытания емкость метантенка заполняют до рабочего (проектного) уровня водой. Трубу отвода газа отключают от метантенка заглушкой. Под газовым колпаком создают давление 500 мм вод. ст. Для измерения давления к штуцеру подсоединяют U-образный манометр, по показанию которого поддерживают давление в требуемом пределе. Железобетонные и металлические поверхности метантенка, находящиеся выше уровня воды, обильно покрывают мыльным раствором, чтобы убедиться в отсутствии утечек газа. При этом обращают особое внимание на соединение газового металлического колпака с железобетонной горловиной, на все соединения на газовых колпаках и трубопроводах, на места резьбовых соединений люков и крышек, места крепления механизма мешалки в крышке газового колпака.

После испытания на водо- и газонепроницаемость и осмотра всех элементов, систем и коммуникаций метантенков до пуска их в работу на осадке производят комплексное опробование работы метантенков на очищенной сточной или технической воде. Во время комплексного испытания на воде проверяют режимы загрузки и выгрузки осадка, работу пропеллерных мешалок (или гидроэлеваторов), инжекторов для подогрева осадка и насосов. Затем воду из метантенка сливают (или перепускают для использования в других сооружениях), при необходимости устраняют обнаруженные дефекты и недостатки и подготавливают метантенк для пуска в работу.

Пусковой период метантенков заключается в создании (выращивании) в них анаэробной микрофлоры в необходимом объеме. Для этого метантенк заполняют неочищенной сточной водой до проектного уровня и нагревают ее до расчетной температуры. Во время нагревания воды следят за равномерностью прогрева всего объема, для чего периодически включают перемешивающие механизмы. Затем в метантенк добавляют небольшими порциями свежий осадок — 0,08–0,1 кг (по беззольному веществу) на 1 м³ рабочей емкости в одни сутки, постепенно увеличивая дозы до 1 кг/м³ в сутки. Содержимое метантенка тщательно перемешивают, а сбросную газовую задвижку на нем оставляют открытой для сброса газа в атмосферу. Ежедневно в пробах осадка метантенка определяют щелочность, летучие кислоты, рН. Если при увеличении нагрузки щелочность повышается, а содержание летучих кислот заметно не увеличивается (рН не снижается), значит, процесс брожения в метантенке развивается правильно. При нормальном процессе брожения иловая вода в метантенках характеризуется

следующими показателями: щелочность — около 60 мг-экв/л, летучие жирные кислоты — 5–6 мг-экв/л, азот аммонийных солей — 600–700 мг/л. Если в период пуска метантенка масса осадка вспенивается или ухудшаются основные технологические показатели процесса брожения, нагрузку на метантенк временно уменьшают. Одновременно в метантенк можно добавить известь, чтобы поддерживать рН в пределах 6,8–7,4 и увеличить время перемешивания массы.

Газ, образующийся при брожении осадка, направляют в газгольдер только тогда, когда количество метана в нем будет достигать 60–65% общего количества газа, что устанавливают анализом.

Последующие метантенки вводят в эксплуатацию, поочередно заполняя их сброженным осадком, выгружаемым из действующих метантенков.

Перевод метантенков с мезофильного процесса на термофильный производится поднятием температуры в метантенке с 30–32 до 50–52°С в течение 8–10 суток. Такое время требуется, чтобы термофильные бактерии смогли постепенно адаптироваться и лучше развиваться. В этот период осадок в метантенк загружают меньшими порциями (1–1,5 кг/м³ по беззольному веществу) и постоянно следят за химическими показателями иловой жидкости. Технологический контроль за термофильным процессом ведется по тем же показателям, что и за мезофильным.

При эксплуатации метантенков основное внимание должно быть сосредоточено на обеспечении оптимальных условий анаэробного сбраживания осадков, которые в первую очередь обуславливаются дозами загружаемого осадка. Максимальные дозы загружаемого осадка должны составлять для метантенков с мезофильным процессом 9% рабочего объема метантенка при влажности осадка 95% или по беззольному веществу осадка 3,3 кг/м³, для метантенков термофильного сбраживания — 18% рабочего объема при влажности осадка 95% или по беззольному веществу до 6,5 кг/м³. Если фактическая влажность отличается от проектной, то делают перерасчет фактического объема на приведенный объем при влажности осадка 95%.

Для равномерности выхода газов брожения предпочтение отдают многократной или непрерывной загрузке осадком метантенков в течение суток. Во время выгрузки осадка надо следить, чтобы в метантенке не образовался вакуум, так как в этом случае возможно не только образование взрывоопасной смеси газа за счет подсоса воздуха, но и разрушение купола метантенка. Поэтому необхо-

димо заранее подсчитать максимально допустимый объем осадка, который можно выгружать из метантенка, сохраняя в нем избыточное давление. Этот объем подсчитывают по формуле

$$V_1(B + P_1)(273 + t_1) = V_2(B + P_2)(273 + t_2),$$

где V_1 — объем газового пространства над осадком в метантенках и объем всех газопроводов и газгольдеров, м^3 ; B — барометрическое давление, мм рт. ст.; P_1 — избыточное давление в газовом пространстве до выпуска осадка, мм рт. ст.; P_2 — давление в газовом пространстве после выпуска осадка, мм рт. ст.; V_2 — максимальный объем осадка, выгружаемого из метантенка, м^3 ; t_1 и t_2 — температура газа до и после выпуска осадка, $^{\circ}\text{C}$.

Так как температура газа остается почти без изменения, указанную зависимость можно упростить:

$$V_1(B + P_1) = V_2(B + P_2).$$

В подкупольном пространстве не может создаваться вакуум, если $B + P_2 > B$.

При наличии специальной выгрузочной камеры, размещенной на определенном уровне, загрузку и выгрузку осадка целесообразно производить одновременно. В этом случае снижается опасность создания разрежения в метантенке.

Большую неприятность для эксплуатации метантенков представляет скопление в них песка, при котором уменьшается рабочий объем сооружения и, следовательно, его пропускная способность. Кроме того, накопление песка в метантенке приводит к увеличению его концентрации в выгружаемом осадке, что резко затрудняет выпуск осадка из сооружения. При одновременной загрузке и выгрузке осадка и при наличии в осадке значительного количества песка, образуется несоответствие расходов поступающего и сброженного осадков, в результате чего возможно аварийное переполнение загрузочной камеры. Чтобы предотвратить скопления песка, в настоящее время для перемешивания осадка используются лопастные мешалки.

Эффективность работы метантенков определяется уменьшением количества сухого беззольного органического вещества, загруженного в метантенк. Уменьшение выражается в процентах и называется «распадом». Эту величину принято подсчитывать по количеству газа, выходящего из метантенка. Поскольку образующийся газ при сбраживании осадков насыщен влагой, на всех пониженных точках газопроводов устанавливают водоотделители.

Эти устройства нужно регулярно (2–3 раза в неделю, в некоторых случаях и ежедневно) проверять и освобождать от скапливающейся в них влаги, отводя ее в систему канализации.

В помещениях метантенков должна быть предусмотрена круглосуточно работающая вентиляция. Без предварительного включения вентиляционных систем доступ обслуживающего персонала в эти помещения должен быть исключен.

Метод аэробной обработки осадков — *аэробная минерализация* или *аэробная стабилизация*. Сущность метода заключается в окислении органических веществ при длительной аэрации осадков в сооружениях типа аэротенков. В результате такой обработки осадок не гнивет.

Аэробной стабилизации могут быть подвергнуты избыточный активный ил и сырой осадок из первичных отстойников. На стабилизацию лучше направлять неуплотненный избыточный активный ил, продолжительность аэрации которого составляет 2–5 суток. За это время распад беззольного вещества ила составляет 20–30%, а удельный расход воздуха $1 \text{ м}^3/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$ при интенсивности аэрации $6 \text{ м}^3/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$. В результате аэробной стабилизации активного ила достигается также снижение бактериальных загрязнений: бактерий кишечной палочки — на 95–99%, а всего бактерий сапрофитов на 25–60%. При последующем отстаивании стабилизированного ила в течение 1,5–2 ч он уплотняется до влажности 98%, улучшается влагоотдача, достигается удельное сопротивление фильтрации порядка $(100–200)10^{10} \text{ см/г}$.

При эксплуатации аэробных стабилизаторов следует [3]:

- измерять температуру в стабилизаторе;
- вести учет количества подаваемого и выгружаемого осадка, определять его влажность, зольность, концентрацию растворенного кислорода, соединений азота и фосфора в иловой воде;
- вести учет и регулировать расход воздуха.

Технология эксплуатации *иловых площадок* заключается в равномерном периодическом напуске сброженного осадка на рабочую площадь иловых площадок, своевременном отводе иловой воды с площадок и ускорении подсушки осадков разрушением образующейся на их поверхности корки.

Для правильной эксплуатации иловых площадок необходимо вести строгий учет качества и влажности поданного осадка, количества удаленной воды и ее характеристики по взвешенным веществам, количества и влажности подсушенного и убранного (выве-

зенного) осадка. Если подсушенный осадок используется в качестве удобрения, нужно организовать контроль за оставшимися в осадке жизнеспособными яйцами гельминтов и патогенными бактериями кишечной группы.

Для иловых площадок с фильтрующим основанием и дренажными устройствами слой одновременного напуска осадка на заливаемую карту иловой площадки обычно принимают равным: для лета 20–30 см, для зимы на 0,1 м ниже высоты ограждающих валиков и дорог. Последующие напуски производятся после того, как влажность выпущенного ранее осадка достигла приблизительно 80%, а на его поверхности образовались сквозные трещины шириной 2–3 см, через которые фильтруется вода из вновь напускаемого слоя осадка, также высушиваемого до 80%-ной влажности. Подсушенный осадок с небольших площадей убирают при ручном способе после того, как общий слой высушенного осадка будет равен примерно 20 см. Убирать осадок с карт надо очень осторожно, чтобы не повредить фильтрующее основание или дренажное устройство иловой площадки.

На больших иловых площадках (картах) при механизированном способе уборки осадка подсушенную массу убирают, когда ее слой достигнет высоты 40–50 см. В практике эксплуатации московских станций аэрации хорошо зарекомендовала себя следующая схема механизированной уборки осадка с иловых площадок. Экскаватор с ковшом-драглайном размещают на бровке вала, откуда разрабатывают подсохший осадок и погружают его в подъезжающий по дороге (валу) транспорт. С площади разрабатываемой карты иловых площадок, находящейся вне радиуса действия стрелы экскаватора, осадок подвигают к месту разработки бульдозером. После вывозки всего осадка с карты ее основание разравнивают, добавляя 10–15 см хорошо фильтрующегося грунта.

При большом слое залитого осадка на площадке процесс его сушки усложняется, так как на поверхности осадка образуется плотная корка, которая через некоторое время обильно зарастает травой. Из-за этого почти полностью прекращаются фильтрация отделившейся от осадка части воды и испарение воды, оставшейся в осадке, в результате чего иловая площадка длительное время не может быть повторно загружена.

Чрезвычайно быстрая кольматация фильтрующего слоя основания иловых площадок заставляет на крупных очистных станциях отказаться от фильтрационного способа отвода иловой воды и перейти только на поверхностный. При такой системе отвода

воды устраивают многокаскадные иловые площадки. Осадок подается на верхнюю карту иловой площадки, где он отделяется от воды и выпадает на дно, а иловая вода через специальные перепуски стекает на нижерасположенные карты каскада. Перепуски выполняют так, чтобы можно было установить любой уровень, с которого иловая вода будет переливаться на следующую карту. Уровень перелива верхнего перепуска по мере накопления осадка на площадке поднимают. После заполнения верхней карты осадком его подачу прекращают и производят подсушку за счет испарения воды. Объем осадка после слива воды уменьшается примерно вдвое, его влажность при этом составляет 90–92%. Дальнейший напуск осадка ведут на нижележащую карту, а вода сливается на последующие карты каскада и т.д. Отстоенная иловая вода собирается на последней нижней карте, с которой специальной насосной установкой она перекачивается на очистные сооружения.

Приложение 1

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ водоотводящей сети

(наименование эксплуатирующей организации)

(адрес, место расположения сооружений)

Бытовая, дождевая, общесплавная
(наименование сети подчеркнуть)

I. Общие сведения

Протяженность сети _____

Максимальный расход сточных вод, м³/с:

в начале сети _____

в середине сети _____

в конце сети _____

Год постройки _____

Наименование строительной организации _____

Номер и шифр проекта, дата выпуска _____

Наименование проектной организации _____

Дата составления паспорта _____

II. Трубопроводы

Участок	Расстояние между колодцами, м	Форма труб	Диаметр труб, мм	Средняя глубина залегания труб, м	Состояние труб
1	2	3	4	5	6

III. Колодцы

Год строительства	№ колодца	Расстояние между колодцами, м	Характеристика колодцев и камер				
			Форма	Материал	Сечение, м ²	Состояние колодцев	Состояние оборудования
1	2	3	4	5	6	7	8

IV. Техническая характеристика

Дата наблюдения	Объект	Скорость течения, м/с	Наличие постоянного расхода, м ³ /с	Максимальная пропускная способность, м ³ /с	Период и площадь затопления	Местоположение аварийных и затопляемых участков	Снего-сплавные устройства
1	2	3	4	5	6	7	8

V. Стоимостная характеристика

Инвентаризационный номер	Адрес объекта	Год ввода	Техническая характеристика					Стоимость, руб	Износ	
			Наименование	Материал	Диаметр, мм	Глубина залегания, м	Количество		Уменьшение	Увеличение
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

VI. Сведения о дефектах

Дата осмотра	Местоположение	Характер дефекта	Длина поврежденного участка, м	Причина возникновения
1	2	3	4	5

VII. Текущий ремонт

Год	Трубопровод		Дождеприемный колодец		Смотровой колодец		Решетка или крышка люка	
	Длина, м	Стоимость, руб	Объем, м ³	Стоимость, руб	Объем, м ³	Стоимость, руб	Количество, шт.	Стоимость, руб
1	2	3	4	5	6	7	8	9

VIII. Капитальный ремонт

Дата производства работ	Вид работ	Участок ремонта	Объем работ, м ³	Стоимость, руб
1	2	3	4	5

Приложение 2

АКТ

о проведении приемочного гидравлического испытания
безнапорного трубопровода на герметичность

Город _____ « _____ » _____ 200 г.

Комиссия в составе представителей:
строительно-монтажной организации _____

_____ (наименование организации, должность, Ф.И.О.)

технического надзора заказчика _____

_____ (наименование организации, должность, Ф.И.О.)

эксплуатационной организации _____

_____ (наименование организации, должность, Ф.И.О.)

составили настоящий акт о проведении приемочного гидравли-
ческого испытания участка безнапорного трубопровода _____

_____ (наименование коллектора, номер пикетов на его границах,

_____ длина и диаметр)

Уровень грунтовых вод в месте расположения верхнего колодца
находится на расстоянии _____ м от верха трубы при глубине за-
ложения труб (до верха) _____ м.

Испытание трубопровода производилось _____

_____ (указать, совместно или отдельно от колодцев и камер)

способом _____
(способ испытания — добавлением воды в трубопровод
или притоком грунтовой воды в него)

Гидростатическое давление величиной _____ м. вод. ст. со-
здавалось заполнением водой _____
_____ г.

В соответствии с табл. 8 СНиП 3.05.04—85* допустимый объем до-
бавленной в трубопровод воды (приток грунтовой воды) на 10 м
длины трубопровода за время испытания 30 мин равен _____ л.
Фактический за время испытания объем добавленной воды (при-
ток грунтовой) составил _____ л, или в пересчете на 10 м длины
трубопровода (с учетом испытания совместно с колодцами, каме-
рами) и продолжительности испытания в течение 30 мин соста-
вил _____ л, что меньше допустимого расхода.

РЕШЕНИЕ КОМИССИИ

Трубопровод признается выдержавшим приемочное гидравли-
ческое испытание на герметичность.

Представитель
строительно-монтажной организации _____
(подпись)

Представитель технического
надзора заказчика _____
(подпись)

Представитель эксплуатационной
организации _____
(подпись)

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации. Гос. комитет РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу. М., 1999.
2. Разъяснения о применении Правил пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации. Гос. комитет РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу. М., 1999.
3. Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации. Гос. комитет РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу. М., 2000.
4. Методическое пособие по сертификации специалистов жилищно-коммунального хозяйства России: Эксплуатация внешних систем водоснабжения и водоотведения. М., 1997.
5. Эксплуатация и ремонт систем сельскохозяйственного водоснабжения: Справочник / Сост. Г.А. Волоховский. — М.: Россельхозиздат, 1982.
6. Ильин Ю.А. Надежность водопроводного оборудования и сооружений. М.: Стройиздат, 1985.
7. Ильин Ю.А., Игнатчик В.С., Ильина С.Ю. Надежность работающих сооружений очистки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 1990. № 10. С. 7–8.
8. Наврузбаев Э.М. Надежность водоотводящих сетей: Автореф. дис. ... к.т.н. М.: МИСИ, 1985.
9. Порядин А.Ф. Водозаборы в системах централизованного водоснабжения. М.: НУМЦ Госкомэкологии России, 1999.
10. Пособие по проектированию сооружений для забора подземных вод (к СНиП 2.04.02–84*).

11. СНиП 2.04.02–84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
12. Пособие по наладке и эксплуатации водопроводных сетей. М.: Стройиздат, 1974.
13. Инструкция № 723 а–67 от 25.11.67 по контролю за обеззараживанием хозяйственно-питьевой воды и за дезинфекцией водопроводных сооружений хлором при централизованном и местном водоснабжении.
14. Рекомендации по повышению устойчивости работы водопроводно-канализационных сооружений, предупреждение и ликвидация аварий и брака. Госстрой РСФСР, НИИ КВОВ, 1990.
15. Шабалин А.Ф. Эксплуатация промышленных водопроводов. М.: Металлургиздат, 1963.
16. Положение о проведении планово-предупредительного ремонта на предприятиях ВКХ. М.: АКХ. 1990.
17. Гороновский И.Т., Руденко Г.Г. Эксплуатация станций подготовки хозяйственно-питьевой воды / Под общ. ред. Л.А. Кульского. Киев: Будевельник, 1975.
18. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения: Справочник / Под ред. В.Д. Дмитриева, Б.Г. Мишукова. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Стройиздат, 1988.
19. Рекомендации по нормированию труда работников водопроводно-канализационного хозяйства. М.: ЦНИС, 1999.
20. Добромислов А.Я. Расчет и конструирование систем канализации зданий. М.: Стройиздат, 1978.
21. Одноклеточный метод определения расхода сточных вод в безнапорных трубопроводах водоотведения. ВНИИС Госстроя СССР. Экспресс-информация «Строительство и архитектура». Сер. 9. Инженерное обеспечение объектов строительства, 1984. Вып. 6.
22. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. М.: Минводхоз СССР, 1975.
23. Правила приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов. Изд. 5-е, доп. М. 1989.
24. Рекомендации по гидродинамической очистке и телевизионной диагностике сетей водоотведения. СПб.: НИИ АКХ им. К.Д. Памфилова, 2001.
25. Временная инструкция по организации контроля газового состояния коллекторов городской канализации. Харьков: ВИТИ, 1982.

26. Шаповалов В.Т. и др. Количественная оценка технического состояния канализационных коллекторов // Водоснабжение и санитарная техника. 1985. № 3. С. 6—8.

27. Stien D. Instandhaltung von Kanalisationen. 3. Auflage. Berlin: Verlag Ernst & Sohn, 1998.

28. Штопоров В.Н., Гордеев Л.В., Дрючин М.В. Канализационная сеть Москвы. М.: ЗАО МВП ИНСОФТ, 1999.

29. Жмаков Г.Н. Эксплуатация систем водоотведения: Учеб. пособие. М.: МИСИ, 1986.

30. Шигорин Г.Г. Использование канализации для очистки городов, М.: Изд-во Минводхоза РСФСР, 1954.

31. Корецкий В., Павлов Н. Зимняя уборка магистралей города / Под ред. д.т.н., проф. Е. Пупырева. М.: Прима-Пресс-М, 2002.

32. Орлов В.А., Харькин В.А. Стратегия и методы восстановления подземных трубопроводов. М.: Стройиздат, 2001.

33. Пособие по защите внутренней поверхности стальных труб от коррозии (к СНиП 2.04.02—84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения) / АКХ им. К.Д. Памфилова. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985.

34. СНиП 2.04.03—85. Канализация. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.

35. Методика оценки технологической эффективности работы городских очистных сооружений канализации. М.: Стройиздат, 1987.

36. Эль М.А., Эль Ю.Ф., Вебер И.Ф. Наладка и эксплуатация очистных сооружений городской канализации. М.: Стройиздат, 1977.

Геннадий Николаевич Жмаков

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Редактор Л. Б. Герцвальф

Корректор Л. С. Куликова

Оригинал-макет подготовлен в Издательском Доме «ИНФРА-М»

ЛР № 070824 от 21.01.93

Сдано в набор 11.02.2004. Подписано в печать 16.08.2004.
Формат 60×90/16. Бумага типографская №2. Гарнитура *Newton*.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 15,0. Уч.-изд. л. 14,74.
Доп. тираж 3000 экз. Заказ № 3727.

Издательский Дом «ИНФРА-М»
127214, Москва, ул. Полярная, д. 31в.
Тел.: (495) 380-05-40, 380-05-43. Факс: (495) 363-92-12
E-mail: books@infra-m.ru
<http://www.infra-m.ru>

Отдел «Книга — почтой»:
(495) 363-42-60 (доб. 246, 247)

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленных диапозитивов в ОАО «Тульская типография».
300600, г. Тула, пр. Ленина, 109.