

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

Кафедра экологии и энергоэффективности в техносфере

О. К. НОВИКОВА

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ
И ВОДООТВЕДЕНИЯ**

Учебное пособие

Гомель 2018

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра экологии и энергоэффективности в техносфере

О. К. НОВИКОВА

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов
учреждений высшего образования по специальности
«Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»*

Гомель 2018

УДК 628.3 (075.8)
ББК 38.761.2
Н73

Рецензенты: кафедра водоснабжения и водоотведения Белорусского национального технического университета (заведующий кафедрой канд. техн. наук *В. Н. Ануфриев*; ст. преп. кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов *С. В. Андреюк* (БГТУ))

Новикова, О. К.

Н73 Эксплуатация систем водоснабжения и водоотведения : учеб. пособие / О. К. Новикова ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2018. – 206 с.
ISBN 978-985-554-782-3

Содержит основные сведения по эксплуатации сооружений и оборудования систем водоснабжения и водоотведения. Освещены вопросы эксплуатации водозаборных сооружений из поверхностных и подземных источников, современные методы восстановления производительности скважин. Рассмотрены особенности эксплуатации сетей водоснабжения и водоотведения, насосных станций, сооружений и оборудования станций водоподготовки и очистных сооружений канализации. Значительное внимание уделено неисправностям, возникающим при эксплуатации объектов водопроводно-канализационного хозяйства, причинам их возникновения и способам устранения.

Предназначено для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности первой ступени высшего образования 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов».

УДК 628.3 (075.8)
ББК 38.761.2

ISBN 978-985-554-782-3

© Новикова О. К., 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----------|
| Введение..... | 7 |
| 1 Общие положения по эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения...8 | 8 |
| 1.1 Назначение и задачи предприятий водоснабжения и водоотведения..... | 8 |
| 1.2 Обслуживающий персонал и его подготовка..... | 9 |
| 1.3 Обязанности дежурного и инженерно-технического персонала..... | 9 |
| 1.4 Ответственность за выполнение правил технической эксплуатации..... | 11 |
| 1.5 Техническая документация, инструкции и техническая отчетность..... | 12 |
| 1.6 Планово-предупредительный ремонт..... | 13 |
| 1.7 Диспетчерская служба..... | 14 |
| 1.8 Оценка качества эксплуатационного процесса..... | 16 |
| | 19 |
| 2 Эксплуатация водозаборных сооружений..... | 19 |
| 2.1 Контроль за содержанием источников водоснабжения..... | 19 |
| 2.2 Зоны санитарной охраны..... | 20 |
| 2.2.1 Поверхностные источники..... | 20 |
| 2.2.2 Подземные источники..... | 22 |
| 2.3 Эксплуатация водозаборных сооружений из поверхностных источников..... | 25 |
| 2.3.1 Приемка в эксплуатацию..... | 25 |
| 2.3.2 Контроль за техническим состоянием водозабора..... | 25 |
| 2.3.3 Эксплуатация в особом режиме..... | 27 |
| 2.3.4 Профилактические и ремонтные работы..... | 31 |
| 2.4 Эксплуатация водозаборных сооружений из подземных источников..... | 36 |
| 2.4.1 Приемка в эксплуатацию..... | 39 |
| 2.4.2 Эксплуатация скважинных водозаборов..... | 42 |
| 2.4.3 Эксплуатация водосборных галерей, шахтных колодцев, каптажных устройств..... | 49 |
| 2.4.4 Восстановление производительности скважин..... | 50 |
| 2.4.5 Восстановление производительности лучевых водозаборов, шахтных колодцев..... | 60 |
| 3 Эксплуатация сооружений водоподготовки..... | 62 |
| 3.1 Приемка в эксплуатацию..... | 62 |
| 3.2 Зоны санитарной охраны водопроводных очистных сооружений..... | 66 |
| 3.3 Лабораторно-производственный контроль..... | 67 |
| 3.4 Сооружения реагентной обработки воды..... | 71 |
| 3.4.1 Реагентное хозяйство..... | 71 |
| 3.4.2 Смесители..... | 73 |
| 3.4.3 Камеры хлопьеобразования..... | 76 |
| 3.5 Сооружения по обесцвечиванию и осветлению воды..... | 78 |
| 3.5.1 Сетчатые и барабанные фильтры..... | 78 |
| 3.5.2 Отстойники..... | 78 |
| 3.5.3 Осветлители со взвешенным осадком..... | 81 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 3.6 | Фильтровальные сооружения..... | 87 |
| 3.6.1 | Эксплуатация сооружений по обработке промывных вод фильтров..... | 91 |
| 3.7 | Обезжелезивание воды..... | 93 |
| 3.7.1 | Аэрационные устройства..... | 94 |
| 3.7.2 | Фильтры обезжелезивания..... | 95 |
| 3.8 | Стабилизация и дефторирование воды..... | 100 |
| 3.9 | Сооружения по обеззараживанию воды..... | 101 |
| 3.9.1 | Эксплуатация установок по обеззараживанию хлором..... | 101 |
| 3.9.2 | Обеззараживание воды озонированием..... | 104 |
| 3.9.3 | Обеззараживание воды ультрафиолетовыми лучами..... | 104 |
| 4 | Эксплуатация систем подачи и распределения воды..... | 106 |
| 4.1 | Организация службы эксплуатации..... | 106 |
| 4.2 | Оперативный и производственный контроль..... | 107 |
| 4.3 | Приемка в эксплуатацию сетей водоснабжения..... | 108 |
| 4.4 | Надзор за содержанием сетей..... | 108 |
| 4.5 | Мониторинг пропускной способности сетей..... | 111 |
| 4.6 | Контроль за скрытыми утечками..... | 114 |
| 4.7 | Ремонтные работы на водопроводной сети..... | 117 |
| 4.8 | Эксплуатация напорно-регулирующих резервуаров..... | 123 |
| 5 | Эксплуатация насосных станций систем водоснабжения и водоотведения...125 | |
| 5.1 | Пусконаладочные работы..... | 126 |
| 5.2 | Оперативное обслуживание насосных станций..... | 128 |
| 5.3 | Планово-предупредительный осмотр насосных станций..... | 129 |
| 5.4 | Отказы при работе насосных станций: причины и способы устранения..... | 130 |
| 5.5 | Ремонтные работы..... | 132 |
| 5.6 | Особенности эксплуатации насосных станций систем водоснабжения..... | 134 |
| 5.7 | Особенности эксплуатации канализационных насосных станций..... | 135 |
| 6 | Эксплуатация сетей водоотведения..... | 141 |
| 6.1 | Основные задачи технической эксплуатации сетей водоотведения..... | 141 |
| 6.2 | Технический надзор за строительством и приемка в эксплуатацию сетей водоотведения..... | 141 |
| 6.3 | Надзор за состоянием и содержанием сетей водоотведения..... | 143 |
| 6.4 | Ремонтные работы. Ликвидация аварий..... | 145 |
| 7 | Эксплуатация очистных сооружений канализации..... | 149 |
| 7.1 | Приемка в эксплуатацию очистных сооружений..... | 149 |
| 7.2 | Контроль за работой очистных сооружений..... | 157 |
| 7.3 | Эксплуатация сооружений механической очистки..... | 166 |
| 7.3.1 | Решетки..... | 166 |
| 7.3.2 | Песколовки..... | 167 |
| 7.3.3 | Первичные отстойники..... | 170 |
| 7.3.4 | Двухъярусные отстойники..... | 173 |
| 7.3.5 | Преаэраторы и биокоагуляторы..... | 174 |
| 7.4 | Эксплуатация сооружений биологической очистки..... | 174 |
| 7.4.1 | Биологические фильтры..... | 175 |
| 7.4.2 | Сооружения биологической очистки активным илом..... | 176 |
| 7.5.3 | Вторичные отстойники..... | 182 |
| 7.4.4 | Сооружения очистки сточных вод в естественных условиях..... | 188 |

| | |
|---|------------|
| 7.4.5 Биологические пруды..... | 191 |
| 7.4.6 Окислительные каналы..... | 192 |
| 7.4.7 Сооружения биологической очистки заводского изготовления..... | 193 |
| 7.5 Эксплуатация сооружений по обработке осадков..... | 193 |
| 7.5.1 Иловые площадки..... | 193 |
| 7.5.2 Илоуплотнители..... | 194 |
| 7.5.3 Сооружения динамического сгущения..... | 195 |
| 7.5.4 Метантенки..... | 195 |
| 7.5.5 Аэробные стабилизаторы..... | 199 |
| 7.5.6 Сооружения механического обезвоживания..... | 200 |
| 7.5.7 Площадки компостирования..... | 202 |
| 7.5.8 Термическая сушка..... | 202 |
| 7.6 Эксплуатация лотков и трубопроводов очистных сооружений..... | 203 |
| Список литературы..... | 205 |
| Приложение А Справочные значения параметров систем водоснабжения и водоотведения..... | 198 |
| Приложение Б Инструкция по охране труда при эксплуатации и ремонте водопроводных и канализационных сетей..... | 201 |

ВВЕДЕНИЕ

Задача технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения состоит в обеспечении выполнения функций водопроводными и водоотводящими системами при соблюдении требуемых условий надежности, экономичности, охраны окружающей среды и безопасной жизнедеятельности обслуживающего персонала.

Техническая эксплуатация включает комплекс работ, направленных на осуществление производственных процессов и сохранение работоспособности оборудования и устройств. Выполнение указанных работ контролируется, и результаты контроля служат основой для планирования и осуществления мер по улучшению качества эксплуатации.

Инженер-строитель по специальности «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» должен знать принципы работы, конструкции сооружений и оборудования систем водоснабжения и водоотведения, условия содержания объектов, их технологические взаимосвязи с другими объектами системы. Он должен уметь правильно оценивать качество работы объектов, условия их функционирования, прогнозировать отказы, выяснять возможные причины возникновения и принимать меры по предупреждению отказов, организовывать профилактические и ремонтные работы, анализировать опыт эксплуатации, разрабатывать и осуществлять мероприятия по ее улучшению.

Станции водоподготовки и очистные сооружения канализации являются производствами с законченным циклом, функции которых заключаются в улучшении качества исходной воды (природной или сточной) путем очистки до нормируемых значений и в обработке образующихся осадков для последующего использования, ликвидации или депонирования (хранения).

Новые или реконструированные очистные сооружения вводятся в эксплуатацию только после выполнения пусконаладочных работ, цель которых состоит в доведении станции до работоспособного состояния, т. е. такого, при котором она способна выполнять свои функции в полном соответствии с проектом и нормативными требованиями.

На предприятиях создаются и действуют системы производственного контроля и диагностики технического состояния сооружений и оборудования. Производственный контроль позволяет получить оперативную информацию о том, что все сооружения станции работают в заданном режиме и обеспечивают требуемое улучшение качества воды.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

1.1 Назначение и задачи предприятий водоснабжения и водоотведения

Назначение производственных предприятий водоснабжения и водоотведения – обеспечение качественной, высокоэффективной бесперебойной работы систем водоснабжения и водоотведения с учётом требований охраны водных объектов и рационального использования водных ресурсов.

Система водоснабжения – комплекс взаимосвязанных инженерных устройств и сооружений, обеспечивающих потребителей водой заданного качества в требуемом количестве. Система водоснабжения включает в себя устройства и сооружения для забора воды из источника водоснабжения, ее транспортирования, обработки, хранения, регулирования подачи и распределения между потребителями.

Для централизованных систем питьевого водоснабжения качество воды перед поступлением в водопроводную сеть и в точках водоразбора должно соответствовать требованиям СанПиН 10-124-99 [15]. Качество воды, используемой на промышленных предприятиях, должно соответствовать требованиям технологических процессов производства.

Системы водоотведения населенных пунктов предназначены для приёма, отведения и очистки сточных вод с целью их последующего использования в народном хозяйстве или выпуска после очистки в водный объект.

В системах коммунального водоотведения могут приниматься сточные воды (СВ) промышленных предприятий и других организаций. В таком случае качество очистки воды должно соответствовать правилам приёма производственных сточных вод в городскую канализацию.

Администрация производственного предприятия обязана:

- осуществлять техническое руководство всеми подразделениями, находящимися в ее ведении;
- разрабатывать планы мероприятий по повышению надёжности, экономичности и следить за их выполнением:
- вести технический контроль и надзор за пользованием водой потребителями и отводимой водой;
- улучшать состояние ТБ и ОТ;
- вести учёт в случаях травматизма, неисправностей, аварий;

- обучать и повышать квалификацию обслуживающего персонала;
- составлять планы по ремонту;
- заключать договора с потребителями на отпуск воды и приём СВ;
- выдавать разрешения и технические условия на присоединение к системам водоснабжения и водоотведения;
- согласовывать проекты, принимать объекты в эксплуатацию;
- осуществлять технический надзор за строительными работами;
- проводить паспортизацию и инвентаризацию;
- составлять эксплуатационные и должностные инструкции;
- вести учёт и контроль качества и количества воды;
- хранить документацию;
- разрабатывать планы реконструкции и расширения предприятия;
- составлять отчёты и передавать их в вышестоящие организации и др.

1.2 Обслуживающий персонал и его подготовка

Состав, численность и квалификация обслуживающего персонала устанавливается штатным расписанием, определяемым производительностью и степенью сложности технологических процессов. При составлении штатного расписания руководствуются нормативами по труду и другими документами. Штатное расписание утверждается исполкомом.

Подготовка обслуживающего персонала может осуществляться на производственно-технических курсах, курсах целевого назначения, в школе мастеров и т. п. Лица, принимаемые на работу, кроме подготовки и обучения, должны пройти медкомиссию, до назначения на самостоятельную работу, обязаны пройти специальную подготовку, обучение на рабочем месте и проверку знаний.

Первичную проверку знаний проходит весь персонал производственного предприятия, включая руководящих и инженерно-технических работников. Очередную периодическую проверку знаний проводят для рабочих ежегодно, для инженерно-технического персонала один раз в три года.

Лица, нарушившие правила эксплуатации могут подвергаться повторным проверкам. Лица, не получившие удовлетворительной оценки, назначаются для повторной сдачи не позднее чем через один месяц. Работник, вторично не сдавший экзамен, понижается в должности сроком до трёх месяцев с правом пересдачи. Работник, не сдавший экзамен в течение трех месяцев, может быть освобождён от занимаемой должности. Ответственность за подготовку несёт главный инженер предприятия.

1.3 Обязанности дежурного и инженерно-технического персонала

Обязанности дежурного персонала определяются должностными инструкциями. Дежурный персонал отвечает за правильное обслуживание и бесперебойную работу сооружений и оборудования, а также за санитарное состояние своего участка.

Дежурный персонал обязан:

– выполнять распоряжения вышестоящего дежурного немедленно и безоговорочно;

– обеспечивать наиболее экономичные и надёжные режимы работы сооружений и оборудования, руководствуясь инструкциями по эксплуатации, графиками и оперативными распоряжениями;

– систематически проводить обход и осмотр сооружений и оборудования;

– вести контроль за работой по контрольно-измерительным приборам;

– своевременно записывать в журналы эксплуатации показатели работы и результаты осмотров и обходов;

– докладывать вышестоящему дежурному обо всех отклонениях;

– соблюдать и требовать от других соблюдения правил и инструкций;

– не допускать на свой участок лиц без специальных пропусков или разрешения администрации.

При возникновении аварии:

– немедленно доложить об аварии вышестоящему дежурному, диспетчеру;

– принять меры по ликвидации аварии в соответствии с должностной инструкцией.

– в дальнейших действиях руководствоваться должностной инструкцией или указаниями вышестоящего дежурного диспетчера, администрации.

Дежурный персонал принимает и сдает смену в соответствии с производственными инструкциями.

При приемке смены дежурный персонал обязан:

– ознакомиться с записями и распоряжениями за время, прошедшее с его предыдущего дежурства;

– ознакомиться с состоянием и режимом работы сооружений и оборудования на своем участке путем личного осмотра в объеме, установленном должностной инструкцией;

– проверить наличие инструмента, запаса смазочных, обтирочных и других необходимых для эксплуатации материалов, принять ключи от помещений, журналы и ведомости;

– убедиться в исправности всех противопожарных средств, средств индивидуальной защиты, средств связи, аварийного освещения и сигнализации, проверить точность часов;

– оформить приемку и сдачу смены записью в журнале или ведомости за подписями принимающего и сдающего смену;

– сообщить вышестоящему дежурному о принятии дежурства и о недостатках, замеченных при приемке смены.

Приемка и сдача смены запрещаются во время ликвидации аварии либо в период ответственных переключений, при неисправном оборудовании или недостаточном обеспечении эксплуатационными материалами. Порядок приемки и сдачи смены в таких случаях устанавливает администрация.

Уход с дежурства без сдачи смены запрещается. В случае неявки очередной смены дежурный обязан сообщить вышестоящему дежурному или администрации и продолжить исполнение обязанностей до особого распоряжения.

Инженерно-технический персонал обязан:

- руководить работой производственного или ремонтного персонала;
- обеспечивать рабочие места должностными и эксплуатационными инструкциями, правилами ТБ, пожарной охраны, указаниями по предотвращению аварий и т. д., а также ознакомить с ними работников;
- контролировать заданные режимы работы сооружений;
- разрабатывать дефектные ведомости по текущему и капитальному ремонту, составлять заявочные материалы и графики проведения ремонтных работ, контролировать их выполнение;
- следить за правильностью ведения журнала, наличием технических паспортов и другой документации, вносить в них своевременно происшедшие в процессе эксплуатации изменения;
- составлять отчёты о работе;
- изучать работу отдельных сооружений, установок, вносить предложения по их совершенствованию;
- организовывать техническую учёбу;
- при необходимости проводить инструктажи и занятия по ТБ, контролировать выполнение и соблюдение правил ТБ, охраны труда, противопожарной безопасности.

1.4 Ответственность за выполнение правил технической эксплуатации

Знание и выполнение правил технической эксплуатации является обязательным. Работники, нарушившие правила, подвергаются взысканиям в административном или судебном порядке в зависимости от степени и характера нарушения.

Работники, обслуживающие оборудование и сооружения, несут ответственность за брак и аварии, произошедшие по их вине или же за неверные действия при ликвидации аварии.

Работники, осуществляющие ремонт, несут ответственность за низкое качество выполненных работ, повлекшее за собой брак и аварии.

ИТР несут ответственность за несвоевременное проведение ремонтных работ.

Начальники участков и смен, дежурный персонал отвечают за аварии и брак, произошедшие по вине подчинённого им персонала.

Начальники производственных подразделений, служб также отвечают за аварии, произошедшие по вине подчинённого им персонала.

Руководители предприятия отвечают за все аварии, произошедшие на предприятии, за выпуск неочищенных СВ, за ухудшение качества воды, подаваемой потребителям, за несвоевременное уведомление органов Госсаннадзора, пожарной охраны и др. служб о возникновении аварии.

1.5 Техническая документация, инструкции и техническая отчетность

Для нормальной эксплуатации и оперативного технического управления необходимо иметь определённую техническую, исполнительную документацию и обеспечить её хранение. Подлинники документов хранятся в архиве, в подразделениях должны храниться копии документов. Персонал технического подразделения должен своевременно вносить изменения в эти документы.

В архиве должны быть:

– полные комплекты технических проектов на строительство и реконструкцию предприятия;

– рабочие чертежи, оперативные схемы систем ВиВ с указанием расположения всех сооружений, основных коммуникаций, средств регулирования, автоматизации и диспетчеризации. На схеме должна быть нанесена сетка с указанием номеров планшетов (в масштабе 1:2000). На планшетах должны быть нанесены все имеющиеся строения, подземные коммуникации и сооружения на них. По системам ВиВ должны быть указаны диаметр, длина, материал, год постройки трубопроводов, полное оборудование и номера колодцев с отметками земли, трубы или лотка; должны быть нанесены пожарные гидранты, аварийные выпуски и абонентские присоединения с регистрационными номерами;

– акты приёмки должны быть с приложением всех документов;

– акты отвода земельных участков и полные комплекты технических паспортов, паспортов и инструкций заводов-изготовителей на все сооружения и оборудование;

– годовые отчёты;

– полный комплект должностных инструкций;

– нормативная литература (ГОСТы, СНиПы, ТКП, СТБ);

– правила технической эксплуатации.

Эксплуатация всех объектов должна осуществляться в соответствии с должностными инструкциями, подписанными разработчиком (руководителем подразделения, главным технологом), утвержденными руководителем предприятия и выданными под роспись работникам.

Инструкция пересматривается по мере изменений условий и режимов работы, технологий, оборудования, но в любом случае не реже одного раза в два-три года.

Инструкция должна содержать:

- права, обязанности и ответственность;
- последовательность операций по пуску, остановке и производству технологических процессов;
- порядок обслуживания в эксплуатационном режиме и при возможных нарушениях;
- порядок технологического контроля;
- порядок и сроки проведения осмотров, ревизий, ремонтов;
- меры по предупреждению аварий, действия персонала при их возникновении и ликвидации;
- меры по технике безопасности и охране труда.

Все подразделения и службы обязаны ежедневно составлять технические отчёты, которые должны включать основные показатели работы. Технический отчёт сопровождается пояснительной запиской, анализирующей работу за отчётный период. В пояснительной записке должны отражаться все недостатки в работе, а также достижения и усовершенствования.

На основании месячных отчётов составляются годовые, которые являются основой для разработки перспективных планов развития систем ВиВ.

Продолжительность хранения отчетности:

- журналы эксплуатации – 2 года;
- сводные ведомости – 3 года;
- месячные и квартальные отчёты – 4 года;
- годовые отчёты – постоянно.

1.6 Планово-предупредительный ремонт

Планово-предупредительный ремонт (ППР) включает в себя организационно-технические мероприятия по надзору и уходу за сооружениями и все виды ремонта, осуществляемые периодически по заранее составленному плану.

Задачи ППР:

- предупреждение преждевременного износа сооружений и оборудования;
- предотвращение аварий;
- обеспечение бесперебойной работы при высоких качественных и технико-эксплуатационных показателях.

В процессе эксплуатации должны быть организованы периодические осмотры сооружений и оборудования по утвержденному руководством

производственного предприятия календарному плану. На основе данных осмотров и профилактического обслуживания составляются дефектные ведомости. Разрабатывают проектно-сметную документацию и проводят текущий и капитальный ремонты.

Дефектную ведомость и журнал осмотров и ремонтов оборудования, сооружений, строений составляют в соответствии с "Положением о проведении ППР водопроводно-канализационных сооружений".

Текущий ремонт выполняется за счёт эксплуатационных расходов и осуществляется силами ремонтных подразделений или самого эксплуатационного персонала. Текущий ремонт подразделяется на профилактический и непредвиденный.

На текущий плановый ремонт (профилактический) выделяется 80 % финансирования, на непредвиденный – 20 %.

Капитальный ремонт производят силами ремонтно-строительных организаций (подрядный способ) или же силами ремонтных бригад предприятия (хозяйственный способ). Капитальный ремонт осуществляется за счет амортизационных отчислений.

Руководство проведения ППР возлагается на главного инженера, а также на начальников служб и подразделений. На лица, ответственные за проведение ППР, возлагается выполнение следующих работ:

- разработка планов и графиков осмотра;
- организация технического инструктажа работников, занятых на ремонтных работах;
- составление заявок на материалы, запасные части и оборудование;
- проверка обеспеченности предстоящих работ материалами, деталями, запасными частями, приспособлениями, механизмами и рабочей силой;
- составление смет и другой необходимой технической документации;
- организация изготовления запасных частей, деталей и конструкций;
- контроль за рациональным использованием механизмов, материалов, электроэнергии, топлива;
- проверка комплектности и состояния получаемого оборудования;
- проведение мероприятий по организации труда, ТБ и ОТ;
- ведение учета по всем видам ремонтных работ;
- подготовка к сдаче и участие в приемке в эксплуатацию отремонтированных объектов.

1.7 Диспетчерская служба

Диспетчерская служба предназначена осуществлять общее оперативное руководство эксплуатации систем ВиВ и обеспечивать поддержание заданных режимов работы.

Задачи диспетчерской службы:

- управление и руководство эксплуатации систем ВиВ в целом и по отдельным предприятиям и сооружениям;
- обеспечение нормальных режимов работ;
- контроль за ведением аварийных работ;
- прием заявок на устранение повреждений и аварий;
- распределение аварийных бригад, автотранспорта и аварийных механизмов;
- осуществление мероприятий по обеспечению максимальной водоотдачи в системах водоснабжения в районах возникновения крупных пожаров.

Структура диспетчерской службы устанавливается в зависимости от схемы и производительности систем ВиВ, протяженности сетей и сложности технологических процессов и мощности. В административно-техническом отношении диспетчерская служба подчиняется начальнику или главному инженеру. В оперативном отношении – вышестоящей диспетчерской службе.

Дежурный диспетчер осуществляет общее техническое и оперативное руководство в соответствии с правилами, местными инструкциями и указаниями, распоряжениями руководства. Диспетчерский пункт должен работать круглосуточно по графику, утвержденному главным инженером предприятия.

В обязанности дежурного диспетчера входят:

- оперативное руководство персоналом смен участка, подразделения;
- контроль за поддержанием заданных режимов работы;
- корректировка заданных режимов работы, связанная с обеспечением надежности и экономичности работы сооружений;
- запрос сведений о состоянии оборудования и режимах работы сооружений;
- своевременное сообщение руководству предприятий о нарушениях и авариях;
- руководство действиями персонала по локализации и ликвидации аварий;
- ведение оперативного журнала с регистрацией замеченных неисправностей и отключений;
- ведение служебных переговоров с дежурным персоналом;
- вызов руководящих работников во время аварий или при тяжелом несчастном случае;
- систематический анализ выполнения заданных режимов с целью выявления наиболее экономичных и надежных условий эксплуатации;
- ведение технической отчетности по смене;
- участие в разработке и внедрении мероприятий по улучшению и усовершенствованию методов контроля, за работой сооружений;

– информирование местных органов Госсаннадзора об авариях на сооружениях, сетях и т.д.

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.

1.8 Оценка качества эксплуатационного процесса

Под качеством эксплуатации понимается степень выполнения или невыполнения определенных условий, которым должен отвечать эксплуатационный процесс.

Для оценки качества эксплуатации используется четыре критерия:

1 *Надежность* оценивает процесс с позиции выполнения системами и их объектами своих обязательных функций.

2 *Экологичность* оценивает способность ограничить негативное влияние объектов водоснабжения и водоотведения на экосистему.

3 *Экономичность* характеризует затратность процесса.

4 *Безопасность жизнедеятельности персонала* оценивает процесс с точки зрения соблюдения условий охраны труда и производственной санитарии.

Под надежностью понимается комплексное свойство объектов сохранять во времени и в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять определенные функции в требуемых и заданных режимах и условиях применения технического обслуживания и транспортирования [2].

Надежность включает ряд показателей, из которых для определения качества эксплуатации используется: безотказность, ремонтпригодность и долговечность.

Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность на протяжении некоторого времени (наработки) при проектном режиме эксплуатации.

Ремонтпригодностью называется свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта.

От ремонтпригодности объектов в значительной мере зависит вероятность отказов и продолжительность устранения их последствий.

Долговечностью называется свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния, при установленной системе технического обслуживания и капитальных ремонтов.

Наступление предельного состояния ожидается после работы объекта в течение назначенного ресурса $t_{н.р.}$. Назначенный ресурс принимается в зависимости от значения объекта в системе и от условий его замены.

Экологичность процесса эксплуатации. Процесс эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения включает отдельные операции, которые оказывают воздействие на окружающую среду. Трудно полностью исключить загрязнение окружающей среды при транспортировке сточных вод, хранении и использовании сильнодействующих ядовитых веществ (хлор, аммиак), накоплении осадков на иловых площадках.

Уровень неизбежных загрязнений ограничивается расчетом и должен соответствовать проектным возможностям системы. Экологический мониторинг позволяет установить действительный уровень воздействия объектов водопроводно-канализационного хозяйства на экосистему и констатировать соблюдение или превышение установленных показателей.

Экономичность эксплуатационного процесса. Комплексным показателем, оценивающим экономичность эксплуатации, является себестоимость, т. е. отношение суммы годовых эксплуатационных затрат к годовой фактической производительности системы водоснабжения или водоотведения. Как известно, годовые эксплуатационные затраты включают основные статьи: заработную плату с начислениями, затраты на электрическую и тепловую энергию, на реагенты, амортизационные отчисления, затраты на текущий ремонт и прочие расходы.

В качестве эталонного показателя для сравнения могут быть приняты значения себестоимости за предыдущие периоды эксплуатации в сопоставимых ценах. В тех случаях, когда цены, принятые в смете годовых эксплуатационных затрат изменились неадекватно, экономичность может быть оценена по удельным затратам основных ресурсов в физических единицах на единицу произведенной продукции, например, кВт·ч на 1000 м^3 воды.

Экономические показатели объективно и полно отражают качество эксплуатации и фактическое состояние материально-технической базы водопроводно-канализационного хозяйства. Повышение себестоимости однозначно указывает на низкий уровень эксплуатации, если только не существует каких-либо объективных причин, объясняющих такое положение.

Безопасность жизнедеятельности персонала. Обслуживание объектов водоснабжения и водоотведения требует принятия строгих мер, обеспечивающих безопасность персонала, что связано с действием на рабочих местах неблагоприятных производственных факторов.

Многие производственные процессы сопровождаются газо- и пылевыделением в помещениях наблюдается повышенная влажность и

высокий уровень шума, некоторые технологические операции выполняются вне помещений, у открытых водных поверхностей широко используются электрические установки, отдельные агрегаты имеют вращающиеся части.

При проектировании систем водоснабжения и водоотведения необходимо предусматривать защитные системы производственной вентиляции, освещения, автоматического контроля за состоянием воздушной среды. В проектах должны быть обоснованы необходимые для безопасной работы габариты помещений, ограждения, проходы, а в инструкциях – подробные указания по безопасному ведению работ.

Весь персонал проходит инструктаж по правилам безопасности и должен иметь удостоверения на право ведения наиболее опасных работ.

Безопасность жизнедеятельности в решающей степени зависит от качества эксплуатации и характеризуется уровнем производственного травматизма, несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

Безопасность жизнедеятельности оценивается численными значениями коэффициентов частоты травматизма в расчете на 1000 человек работающих ($K_{\text{ч}}$) и тяжести несчастных случаев за отчетный период ($K_{\text{т}}$) (показывает среднюю продолжительность нетрудоспособности, приходящуюся на один несчастный случай):

$$K_{\text{ч}} = \frac{m}{1000p};$$
$$K_{\text{т}} = \frac{T}{H}, \quad (1.2)$$

где n – количество несчастных случаев с потерей работоспособности на четыре дня и более;

p – среднесписочный состав работавших за отчетный период, чел.;

T – количество дней нетрудоспособности за отчетный период по причине несчастных случаев;

H – количество несчастных случаев за отчетный период.

Эталонные значения $K_{\text{ч}}$ и $K_{\text{т}}$ могут приниматься по полученным в предыдущие годы и обосновываются с учетом уровней, характерных для предыдущих периодов эксплуатации и ожидаемого эффекта от внедрения новых мер по повышению безопасной жизнедеятельности.

2 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

2.1 Контроль за содержанием источников водоснабжения

Для обеспечения надежной работы системы водоснабжения необходимо постоянное наблюдение за источником водоснабжения. Наблюдению и контролю подлежат параметры, приведенные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Наблюдаемые и контролируемые параметры в источниках водоснабжения

| Поверхностные источники | Подземные источники |
|---|--|
| Уровень воды | Дебит водозаборных сооружений |
| Характер движения потоков воды в русле реки | Изменение статического и динамического уровней |
| Движение наносов | Солевой состав |
| Размыв берега | Санитарное состояние |
| Образование и состояние льда | |
| Санитарное состояние | |

Качество воды в источнике контролируется в соответствии с установленной схемой взятия проб. Схема взятия проб и объем анализов определяется местными условиями по согласованию с органами Госсаннадзора, но в любом случае не менее:

– для *поверхностных вод* – один раз в месяц на расстоянии 1 км выше по течению реки;

– для *подземных артезианских напорных и подземных вод* – при пуске в эксплуатацию и в дальнейшем – не реже одного раза в год в наиболее неблагоприятный период (для артезианских вод);

– для *подземных безнапорных (грунтовых) вод* – в течение года в каждый характерный в данном климатическом районе период по две пробы с интервалом 24 часа.

Для наблюдения за уровнями воды в поверхностном источнике должны быть оборудованы **водомерные посты** (простые или автоматические). Простые водомерные посты могут быть речными или свайными.

Речный пост представляет собой одну или несколько рек, укрепленных на береговом колодце или на специальных сваях (применяется для водозаборов берегового типа на реках с крутыми берегами при небольшой амплитуде колебания уровня).

Свайные водомерные посты состоят из нескольких свай, установленных перпендикулярно течению реки в одном створе (применяются на водозаборах руслового типа, с пологими берегами и значительной амплитудой колебания уровней). Высоту уровня воды на свайном посту измеряют переносной водомерной рейкой.

Наблюдения за русловыми переформированиями производятся периодически, путем промеров глубин для выявления фактического состояния рельефа дна и русловых деформаций. Промеры выполняют по поперечным промерным профилям, закрепленными створами через 20–50 м, в зависимости от масштаба русловой съемки.

Наблюдение за санитарным состоянием источника сводится к отбору проб воды и их анализам в соответствии с установленной схемой, но не менее 12 раз в год на расстоянии 1 км выше по течению реки для проточных водных объектов и 1 км в обе стороны от водозабора для непроточных водоемов. Результаты заносятся в журнал установленной формы.

Качество воды в источниках должно соответствовать указаниям Министерства здравоохранения Республики Беларусь, санитарных центров гигиены и эпидемиологии, требованиям СанПиН [15]. В случае ухудшения состояния воды администрация предприятия должна немедленно поставить в известность местные исполкомы и другие соответствующие органы.

В процессе эксплуатации водного источника необходимо осуществлять контроль и статистическую обработку основных показателей качества воды (мутность, цветность, щелочность, окисляемость, рН, содержание ионов железа, кальция, магния, хлоридов, сульфатов и др.) за значительный срок.

Тенденция изменения показателей качества может указывать на необходимость введения коррективов в технологическую схему обработки воды.

2.2 Зоны санитарной охраны

Согласно требованиям водного законодательства, для бытового и хозяйственно-питьевого водоснабжения должна быть предусмотрена охрана поверхностных и подземных вод от загрязнений с установлением соответствующих зон санитарной охраны (ЗСО) для обеспечения их санитарно-эпидемиологической надежности.

ЗСО устанавливаются в соответствии с Санитарными нормами и правилами «Требования к организации зон санитарной охраны источников и централизованных систем питьевого водоснабжения» [16].

2.2.1 Поверхностные источники

Границы первого пояса ЗСО для водозабора из поверхностного источника устанавливаются с учетом местных санитарно-топографических

и гидрологических условий, второго и третьего поясов ЗСО – природных, климатических и гидрологических условий.

Первый пояс ЗСО поверхностного источника включает участок акватории и прилегающую береговую зону поверхностного источника, в пределах которых расположены сооружения водоприемника, сеточного берегового колодца, раздельной или совмещенной насосной станции первого подъема и других сооружений.

Водоток.

Границы первого пояса ЗСО устанавливаются на расстоянии:

- 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 при летне-осенней межени;
- в направлении к противоположному от водозабора берегу при ширине водотока менее 100 м – вся акватория и противоположный берег шириной 50 м от линии уреза воды при летне-осенней межени; при ширине водотока более 100 м – полоса акватории шириной не менее 100 м.

Границы второго пояса ЗСО устанавливаются:

- вверх по течению от водозабора (включая притоки) – исходя из скорости движения воды, усредненной по ширине и длине водотока или для отдельных его участков (при резких колебаниях скорости течения), чтобы время протекания воды от границы пояса до водозабора при среднемесячном расходе воды 95 % обеспеченности было не менее 5 суток;
- вниз по течению от водозабора – исходя из исключения влияния ветровых обратных течений, но не менее 250 м от водозабора;
- боковые границы – на расстояние не менее 500 м от линии уреза воды при летне-осенней межени.

Границы третьего пояса ЗСО должны вверх и вниз по течению совпадать с границами второго пояса, боковые границы проходить по линии водоразделов в пределах 3–5 километров, включая притоки.

Водоемы (водохранилища, озера).

Границы первого пояса ЗСО устанавливаются на расстоянии:

- по акватории во всех направлениях – не менее 100 м от водозабора;
- по прилегающему к водозабору берегу – не менее 100 м от линии уреза воды при летне-осенней межени.

На водозаборах ковшевого типа в пределы первого пояса ЗСО должна включаться вся акватория ковша и территория вокруг него полосой не менее 100 метров.

Границы второго и третьего поясов ЗСО должны полностью совпадать и устанавливаются на расстоянии:

– по акватории во всех направлениях – на расстоянии 3 км от водозабора при наличии нагонных ветров до 10 % в сторону водозабора и 5 км при наличии нагонных ветров более 10 %;

– боковые границы – на расстоянии не менее 500 м от линии уреза воды при летне-осенней межени.

Территория первого пояса ЗСО поверхностного источника питьевого водоснабжения должна быть спланирована для отвода поверхностного стока за ее пределы, озеленена, ограждена и обеспечена охраной для предотвращения попадания на территорию посторонних. Дорожки к сооружениям должны иметь твердое покрытие.

Здания на территории первого пояса ЗСО должны быть оборудованы канализацией с отведением сточных вод в ближайшую систему бытовой или производственной канализации либо на местные станции очистных сооружений, расположенные за пределами первого пояса, с учетом санитарного режима на территории второго пояса.

В исключительных случаях при отсутствии канализации должны устраиваться водонепроницаемые приемники сточных вод и бытовых отходов, расположенные в местах, исключающих загрязнение территории первого пояса ЗСО при их вывозе.

Акватория первого пояса ограждается буями и другими предупредительными знаками. На судоходных водоемах над водоприемником следует устанавливать бакены с освещением.

На территории второго пояса ЗСО запрещается строительство зданий и сооружений, которые могут вызвать ухудшение качества воды. Сточные воды, отводимые в водный объект в районе второго пояса должны иметь повышенную степень очистки. Во втором и третьем поясе запрещается загрязнять водоемы и территорию мусором, навозом, ядохимикатами, промышленными отходами, нечистотами. Запрещается использовать химические методы борьбы с зарастанием каналов и водохранилищ, организовывать стойбища и выпас скота. При наличии судоходства должен быть организован надзор за выполнением мероприятий по предупреждению загрязнений водоемов, вносимых речным транспортом. Запрещается разработка недр земли.

В третьем поясе должен осуществляться контроль за населенными пунктами и промышленными предприятиями во избежание загрязнения источников водоснабжения.

2.2.2 Подземные источники

Граница первого пояса определяется компоновочной схемой расположения сооружений на участке водозабора.

Границы первого пояса ЗСО водозабора подземных вод должны устанавливаться от источника водозабора на расстоянии не менее:

- 30 м – при использовании защищенных подземных вод;
- 50 м – при использовании недостаточно защищенных подземных вод.

Если в группе подземных водозаборов расстояние между скважинами более 30 м и 50 м для защищенных и недостаточно защищенных подземных вод соответственно, первый пояс для скважин огораживается отдельно. Для водозаборов из защищенных подземных вод, расположенных в пределах территории объекта, исключая возможность загрязнения почвы и подземных вод, расстояние от водозабора до границы первого пояса ЗСО допускается уменьшать до 15 м [16] при наличии гидрогеологического обоснования, содержащего благоприятный прогноз соответствия качества воды требованиям безопасности в течение расчетного срока.

К защищенным подземным водам относятся воды напорных и безнапорных водоносных горизонтов, имеющих в пределах всех поясов зоны санитарной охраны сплошную водоупорную кровлю, исключаящую возможность местного питания из вышележащих недостаточно защищенных водоносных горизонтов.

К недостаточно защищенным подземным водам относятся:

- воды первого от поверхности земли безнапорного водоносного горизонта, получающего питание на площади его распространения;
- воды напорных и безнапорных водоносных горизонтов, которые в естественных условиях или в результате эксплуатации водозабора получают питание на площади зоны санитарной охраны из вышележащих недостаточно защищенных водоносных горизонтов через гидрогеологические окна или проницаемые породы кровли, а также из водотоков и водоемов путем непосредственной гидравлической связи.

В границы первого пояса зоны санитарной охраны подземных источников питьевого водоснабжения инфильтрационных водозаборов необходимо включать прибрежную территорию между водозабором и водоемом, если расстояние между ними менее 150 м.

Границы второго пояса определяются в соответствии с гидрогеологическими методами, установленными техническими нормативными правовыми актами, учитывающими время продвижения микробного загрязнения до водозабора (T_m).

Для природно-климатических условий Республики Беларусь T_m в зависимости от степени естественной защищенности подземных вод принимается:

- 400 суток – для недостаточно защищенных подземных вод,
- 200 суток – для защищенных подземных вод [16].

Для приближенных расчетов расстояние до границы второго пояса, м,

$$R = \sqrt{\frac{QT_m}{\pi mn}},$$

где Q – производительность водозабора, м³/сут;

T_m – расчетное время продвижения микробного загрязнения, сут;

m – мощность водоносного пласта, м;

n – пористость пород водоносного пласта.

Границы третьего пояса определяются в соответствии с гидрогеологическими методами, установленными техническими нормативными правовыми актами, учитывающими время продвижения химического загрязнения до водозабора (T_x). При этом T_x должно быть более расчетного срока эксплуатации водозабора, но не менее 25 лет.

Расстояние до границы третьего пояса, м, определяется по формуле

$$R = \sqrt{\frac{365QT_x}{\pi mn}},$$

где T_x – время продвижения химического загрязнения (принимается 25 лет).

Для инфильтрационного водозабора подземных вод границы второго и третьего поясов зоны санитарной охраны устанавливаются так же, как и для поверхностного источника питьевого водоснабжения, питающего его.

По истечении расчетного срока эксплуатации водозабора должен осуществляться пересчет границ ЗСО с учетом переоценки эксплуатационных запасов подземных вод.

Водопроводные сооружения, расположенные в первом поясе ЗСО подземного источника питьевого водоснабжения, должны быть оборудованы так, чтобы предотвратить возможное загрязнение питьевой воды через оголовки и устья скважин, люки и переливные трубы резервуаров и устройств заливки насосов.

Все водозаборы должны быть оборудованы аппаратурой для систематического контроля за соответствием фактического дебита при эксплуатации водопровода проектной производительности, предусмотренной при его проектировании и обосновании границ зоны санитарной охраны подземного источника питьевого водоснабжения.

На территории второго пояса ЗСО запрещается строительство зданий и сооружений, которые могут вызвать ухудшение качества воды.

В третьем поясе ЗСО осуществляется контроль за населенными пунктами и промышленными предприятиями во избежание загрязнения источников водоснабжения.

В пределах второго и третьего поясов зоны санитарной охраны подземных источников питьевого водоснабжения необходимо выявлять старые, бездействующие, дефектные или неправильно эксплуатируемые

скважины, которые могут привести к загрязнению водоносных горизонтов, и производить их тампонаж или восстановление.

2.3 Эксплуатация водозаборных сооружений из поверхностных источников

2.3.1 Приемка в эксплуатацию

Приемка водозаборов из поверхностных источников в эксплуатацию производится государственными приемочными комиссиями либо в составе всей системы водоснабжения, либо только комплекса водозаборных сооружений. При приемке проверяется наличие разрешения на специальное водопользование и определение границ первого пояса ЗСО. Также необходимо обратить особое внимание на соответствие фактических отметок установки оголовков проектным, профилю подводной части ковша, размеров и высотного положения водоприемных окон, качество берегоукрепительных работ и засыпки самотечных и сифонных трубопроводов.

Если при завершении строительства водозабора водопотребление не достигло расчетной производительности, приемка в эксплуатацию производится с насосно-энергетическим оборудованием меньшей мощности из расчета последующей (по мере роста водопотребления) замены, но испытание водозабора необходимо производить при расчетной нагрузке.

Приемка и ввод в эксплуатацию водоприемных ковшей с меньшей, чем расчетная, производительностью сопровождается изменением режима потока в ковше и отложением наносов. В таких случаях должны быть намечены дополнительные меры по чистке ковша.

2.3.2 Контроль за техническим состоянием водозабора

В период эксплуатации водозаборных сооружений осуществляется плано-предупредительный осмотр (ППО).

В обязанности обслуживающего персонала входит:

- обследование оголовка;
- измерение глубины вокруг оголовка;
- проверка состояния самотечных и сифонных трубопроводов путем сопоставления уровней в колодцах;
- контроль герметичности трубопроводов промывкой водой обратным током (с добавлением подкрашивающего раствора или сжатым воздухом);
- обследование состояния берегового колодца и берегоукрепительных сооружений;
- обследование гидротехнических сооружений не реже двух раз в год после весеннего и осеннего паводков.

Безотказная работа водозаборных сооружений может быть достигнута в том случае, если самотечные линии и береговой колодец свободны от грязи и осадков, а водоприемник – от заиливания. Для достижения этого необходимо производить осмотр самотечных линий и берегового колодца. Периодичность осмотров приведена в таблице 2.2. График ППО может существенно отличаться от рекомендуемого, так как устанавливается с учетом фактических условий эксплуатации водозабора.

Осмотр подводных элементов (оголовки, решетки, трассы самотечных линий) производится водолазами или аквалангистами. Во время осмотра решеток самотечных линий должны быть обязательно отключены. Подводные элементы могут осматриваться со льда или с лодок с использованием систем подводного видеонаблюдения, основанных на телеметрии. Осмотр берегового колодца производит бригада из трех человек с соблюдением требований безопасности. Секция колодца отключается и освобождается от воды. Одновременно выполняется чистка колодца.

Если насосы первого подъема работают не под заливом (хотя бы часть года) всасывающие линии необходимо периодически проверять на герметичность.

Таблица 2.2 – Периодичность проведения осмотров водозаборных сооружений

| Наименование сооружений, устройств | Срок осмотра (наблюдения) | Срок очистки |
|--|--|---------------------------|
| Оголовки и решетки водоприемников: – в условиях нормального режима работы | Два раза в год | По мере надобности |
| – в период ледостава на реках (с образованием донного льда) | Постоянно | По мере надобности |
| Самотечные линии | Один раз в год | По мере накопления осадка |
| Береговой колодец | Два раза в год | По мере накопления осадка |
| Сетки и механизмы | Постоянно | По мере надобности |
| Крепление береговой полосы у водозабора | Два раза в год (перед зимним ледоставом и после половодья) | – |
| Насосы первого подъёма | Постоянно | – |
| Задвижки, приемные клапаны и сетки, арматура, самотечные, всасывающие, грязевые трубопроводы, трубопроводы | Два раза в год | – |

| | | |
|--|------------------|---|
| для подачи промывной воды к сеткам и к самотечным линиям | | |
| Плотины, дамбы, каналы, водоспуски | Один раз в месяц | – |

Очень часто перебои в подаче воды происходят из-за **нарушения герметичности всасывающих линий**, выявление и ликвидация неисправностей которых являются весьма трудоемкими. Для исключения образования на поверхности воды во всасывающей камере колодца воронок (т. е. возможности засасывания воздуха насосом) должно быть выдержано определенное соотношение между расходом воды, размерами камеры колодца и диаметром всасывающего трубопровода. Низ всасывающей трубы необходимо погружать на глубину $h \geq 2D$ (D – диаметр нижнего сечения всасывающего трубопровода). Расстояние от низа всасывающей трубы до дна колодца во избежание засасывания отложений со дна следует принимать больше или равным $0,5D$.

Для увеличения расхода воды при сохранении прежних размеров всасывающей камеры берегового колодца и исключения образования воронок на поверхности воды в камере можно устраивать накладки на всасывающую часть трубопровода.

При эксплуатации сифонных водозаборов необходимо обращать внимание:

- на герметизацию трубопроводов и арматуры сифонных линий и автоматизацию удаления воздуха из этих линий;
- исключение вибрации трубопроводов и арматуры, связанной с появлением кавитации в нисходящих трубопроводах при нарушении сплошности потока в нем.

Чтобы не допустить явления кавитации, необходимо или подобрать соответственно диаметр нисходящего участка, или установить на нем местное сопротивление.

2.3.3 Эксплуатация в особом режиме

Отрицательное влияние на работу водозаборных сооружений могут оказать **донный лед и шуга**.

В зимний период от ледостава до ледохода необходимо вести регулярные наблюдения за состоянием льда, его воздействием на водозаборные сооружения, а в период образования донного льда и шуги – за температурой и уровнем воды в водоеме и береговом колодце. При температуре ниже $+1^\circ\text{C}$ следует установить наблюдения за входными отверстиями водоприемных сооружений.

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

заморозков обязательному утеплению подлежат береговые колодцы, самотечные трубопроводы, а также всасывающие линии, проложенные по поверхности земли или выше глубины промерзания. Самотечные линии и береговые колодцы можно утеплять соломой, древесными опилками, торфом, сухим мхом и другими местными теплоизоляционными материалами. Всасывающие линии, проложенные выше поверхности земли или глубины промерзания, обваловывают землей.

Перед весенним подъемом воды от водоприемников и креплений откосов, дамб и берегов должен быть удален лед. В случаях, связанных с промерзанием реки, для обеспечения более полного захвата подрусловых вод рекомендуется устраивать ниже по течению от водозабора мерзлотные пояса, путем периодического снятия снегового покрова на полосе шириной 5–10 м, пересекающей подземный поток по всей ширине долины.

Для борьбы с шугообразованием на водоприемных сооружениях используются методы:

– *непосредственно у водоприемного сооружения*: подача пара и нагретой воды к водоприемным окнам, обратная промывка, водовоздушные завесы, электрообогрев решеток, гуммирование стержней решеток, установление деревянных решеток на время образования шуги, 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.

Для создания *водовоздушных завес* 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.

Для предотвращения затруднений в работе водозаборов в период образования шуги и донного льда рекомендуется *обогрев решеток*, а в некоторых случаях – их механическая очистка скребками. При заборе воды из водоисточников, в которых образование льда происходит в небольших количествах и на короткий срок, эффективна промывка в течение 10–20 минут через каждые 2–4 часа (до образования поверхностного льда).

При интенсивном образовании льда необходимо применять обогрев решеток паром, горячей водой и электрическим током. Если тяжесть шуголедяного явления не превышает одного балла, а скорость воды в реке не превышает 0,7–0,8 м/с, эффективным защитным мероприятием является установка на подходе к водоприемнику запани (рисунок 2.1), создающей порог, заглубленный на 1,5–2,0 м. Положение запани фиксируется бетонными якорями. После образования ледового покрова запань удаляют.

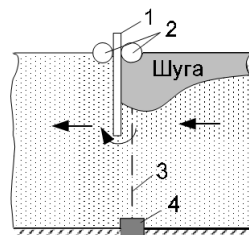


Рисунок 2.1 – Запань:
1 – порог; 2 – понтоны; 3 – канат; 4 – якорный бетонный блок

Рыбозащитные мероприятия на рыбохозяйственных водных объектах рассматриваются в двух аспектах:

- техническом – предотвращение попадания рыбы (в основном взрослых особей) в водоприемные устройства, так как это создает помехи в работе водозабора и очистных сооружений;
- экологическом – предотвращение попадания рыбы (главным образом молоди) в водоприемные устройства, так как это наносит ущерб рыбному хозяйству.

Основные требования к рыбозащитным устройствам (РЗУ):

- гарантированный (бесперебойный) пропуск воды;
- эффективная рыбозащита;
- надежность действия при доступных средствах эксплуатации (простота конструкции, автоматическое действие и т. д.).

Строительство и эксплуатация водозаборов без рыбозащитных мер не допускаются. Эффективность рыбозащиты должна быть не менее 70 % для рыб промысловых видов, размером более 12 мм.

По характеру воздействия на рыб все РЗУ разделяются на *экологические* и *поведенческие*.

На основе поведенческих реакций рыбы и особенностей ее ориентации в потоке разработаны три принципиально отличающиеся группы способов (направлений) защиты рыб от попадания в водоприемные сооружения:

1 *Рыбозаградительный* – основан на поведенческом способе защиты рыб, предусматривает использование различных непроницаемых экранов (сетчатых и перфорированных заграждений, фильтрующих отсыпок, кассет и т. д.) и проницаемых экранов (воздушно-пузырьковых завес, а также заградителей, основанных на зрительно-световых эффектах).

Воздушная завеса создается при подаче сжатого воздуха по системе дырчатых труб. Завеса образуется из пузырьков воздуха диаметром 2–3 мм и обеспечивает эффективность отвода рыб в пределах 30–35 %.

Перед водоприемником могут создаваться *электрические поля* (чем меньше длина рыб, тем большего напряжения требуются поля). Чаще всего метод эффективен по отношению к рыбам длиной более 35–40 см.

Звуковой способ при частотах до 100 Гц оказывает отпугивающее влияние на рыб.

При прозрачности воды более 20–30 см применим *световой метод*, который создает ориентир, отвлекающий рыб от зоны водозабора.

2 *Рыбоотводящий* – основан на использовании естественно образующегося или искусственно создаваемого подвода воды к водозабору в зоне с повышенной концентрацией рыб с целью их отвода в рыбоотводящий тракт, а далее – в водоем.

Скорость потока в ячейках экрана должна быть значительно ниже скорости обтекающего его потока, что обеспечивает снос задержанной рыбы в рыбоотвод.

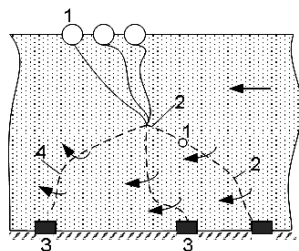
3 *Рыбоотгораживающий* – основан на экологическом принципе защиты молоди рыб с помощью специальных устройств (запаней, стационарных и перемещающихся зонных ограждений), отделяющих зону обитания рыб от места водозабора (рисунок 2.2).

Во всех случаях на период, когда проводятся рыбозащитные мероприятия, скорость входа в водоприемнике снижается до возможного минимума.

Иногда для рыбозащиты оголовки оборудуются фильтрующими кассетами, водоотборная площадь которых рассчитана на скорость входа воды 0,05 м/с и менее.

Рисунок 2.2– Перемещающееся рыбозаградительное полотнище из прорезиненной ткани [5]:

1 – фиксирующий поплавок; 2 – полотнище-козырек; 3 – якорный бетонный блок; 4 – перемещающееся полотнище



Кассеты устанавливаются в пазовых конструкциях водозаборных окон. Перед очередной установкой кассеты промываются и дезинфицируются.

Рыбозащитные установки должны своевременно монтироваться, испытываться и регулироваться, а после использования – демонтироваться и храниться.

Достаточно надежно обеспечивают рыбозащиту без каких-либо дополнительных РЗУ русловые затопленные водоприемные оголовки, если скорость обтекания их речным потоком в 3–4 раза превышает скорость входа воды в водоприемные отверстия. Оголовки не

должны располагаться в местах сосредоточения рыбы. В противном случае требуются дополнительные меры рыбозащиты.

На водозаборах существует опасность **биологических обрастаний** водоприемников. К гидробионтам, вызывающим обрастания относятся: гидры, олигохеты, пиявки, личинки ручейника и моллюск дрейссена. Отмирая и разлагаясь обрастатели ухудшают качество воды и засоряют решетки, сетки и трубопроводы.

Для борьбы с биообрастаниями может быть использована теплая вода (при подаче воды 45 °С и выше в течение 10 мин все водные организмы погибают).

Для промывки элементов водозаборных сооружений можно также использовать воду, обработанную хлором и купоросом, а также электрохимический метод в сочетании с катодной защитой металлических и железобетонных конструкций водозабора.

Наиболее эффективным методом борьбы с биообрастаниями является окраска элементов водозаборных сооружений специальными красками на основе перхлорвинила и этанола или обычной цинковой краской.

2.3.4 Профилактические и ремонтные работы

Эксплуатация речных водозаборов всегда связана с накоплением в сооружениях песка или ила, поступающих при заборе воды. Планово-профилактические ремонты (ППР) проводятся с целью очистки сооружений от осадков. К ним относятся: очистка приемных сороудерживающих решеток, самотечных линий, береговых колодцев, ковшей.

Одновременно с очисткой производится осмотр инженерных конструкций и трубопроводов и устраняются выявленные повреждения.

Текущие ремонты проводятся по результатам ППО, но не реже чем через шесть месяцев. В необходимых случаях проводится капитальный ремонт инженерных конструкций, береговых креплений, напорных трубопроводов, трубопроводной арматуры, решеток, сеток, устройств шуго- и рыбозащиты, их установка и демонтаж.

Детальное обследование и текущий ремонт всех водозаборных сооружений производят, как правило, дважды в год:

- после весеннего половодья, когда наиболее вероятно разрушения;
- примерно за месяц до ледостава.

После весеннего половодья выполняются в основном аварийные и профилактические работы.

Периодичность проведения текущего и капитального ремонтов водозаборных сооружений приведена в таблице 2.3. Основные работы, выполняемые при текущем и капитальном ремонтах, приведены в таблице 2.4.

При активных руслоформирующих процессах оголовки могут заноситься грунтом, а также подмываться паводковыми потоками (чаще всего со стороны примыкания самотечных линий). При этом трубопроводы провисают, вибрируют, возникают завалы из корчей и топляков, создавая угрозу механических повреждений водоприемника.

По мере накопления осадка необходимо проводить очистку самотечных линий и берегового колодца. Большое количество осадка из колодцев и другие скопления могут удаляться при помощи водолазов.

Для восстановления пропускной способности самотечных линий предусматривается плановая (обычно один раз в году) **промывка**:

– прямая – при высоких уровнях воды и отсутствии опасности подсоса песка в самотечные линии;

– обратная – при низких уровнях воды в реке.

На период промывки самотечная линия отключается. Если требуется длительная промывка в течение нескольких суток, вызывающая уменьшение производительности головных сооружений, требуются согласование сроков с диспетчером.

При обратной промывке вода насосами первого подъема (а при близком расположении НС2 – насосами второго подъема) подается в самотечную линию, загрязнения вымываются из трубы в водоток.

Если для промывки используются насосы первого подъема, забирающие воду из работающих секций берегового колодца, то остальные самотечные линии эксплуатируются в форсированном режиме, а сетки в сеточных колодцах – в условиях перегрузки.

Иногда для рыбозащиты оголовки оборудуются фильтрующими кассетами, водоотборная площадь которых рассчитана на скорость входа воды 0,05 м/с и менее.

Таблица 2.3 – Периодичность текущего и капитального ремонтов водозаборных сооружений

| Наименование сооружений, устройств | Срок ремонта | |
|---|---|---|
| | текущего | капитального |
| Оголовки и решетки водоприемников | Два раза в год | По мере надобности |
| Самотечные линии | По мере надобности | По мере надобности |
| Береговой колодец | Один раз в год | По мере надобности, но не реже одного раза в пять лет |
| Ремонт сетки в колодце | Два раза в год | Один раз в два года |
| Крепление береговой полосы у водозабора | По мере надобности, но не реже одного раза в два года | По мере надобности, но не реже одного раза в пять лет |
| Задвижки, приемные клапаны и сеток, арматура самотечных | | |

| | | |
|--------------------------------------|--|--|
| всасывающих и грязевых трубопроводов | | |
| Плотины, дамбы, каналы, водоспуски | | |

Таблица 2.4 – Перечень основных видов работ по текущему и капитальному ремонтам водозаборных сооружений

| 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 дренирующих скважин; ремонт дренажей; ремонт входных и выходных оголовков каналов |

Эффективность обратной промывки существенно повышается при создании *прерывистого импульсного режима* (рисунок 2.3).

Для этого в конце самотечной линии 1 устанавливается герметически закрывающийся затвор 2, к линии присоединяется стояк 3 диаметром в 1,5–3 раза больше диаметра трубы 1. При создании в стояке 3 вакуума вакуум-насосом 4 вода поднимается в стояке на высоту Δ относительно уровня в реке.

При срабатывании клапана 5 и срыве вакуума вода из стояка «залпом»

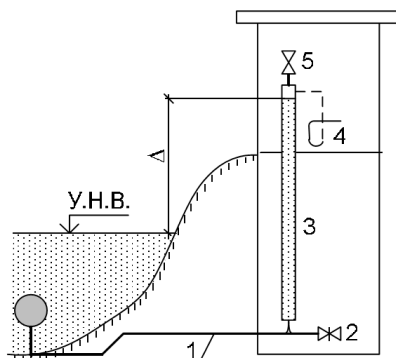


Рисунок 2.3 – Схема импульсной промывки:

1 – самотечная линия; 2 – герметический затвор; 3 – стояк; 4 – вакуум насос; 5 – клапан для сброса вакуума

поступает в самотечную линию, создавая импульс, способствующий смыву отложений. Операция повторяется многократно. При обратной промывке достигается и хороший эффект очистки не только трубопроводов, оголовков и сороудерживающих решеток.

Схема прямой промывки приведена на рисунке 2.4.

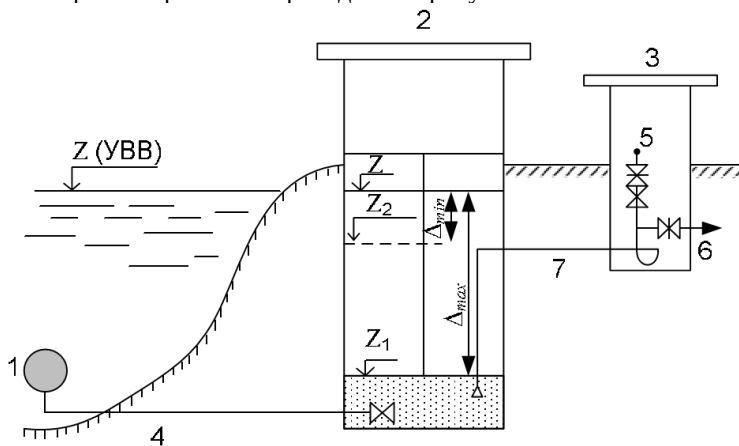


Рисунок 2.4 – Схема прямой промывки:

1 – оголовок; 2 – сеточный колодезь; 3 – НС-1; 4 – самотечная линия; 5 – напорный водовод; 6 – выпуск в техническую канализацию; 7 – всасывающая линия

Прямая промывка включает следующие повторяющиеся операции:

- максимальное понижение уровня воды в секции берегового колодца, к которой присоединена промываемая самотечная линия;
- открытие задвижки в конце самотечной линии, промывка;
- после заполнения секции до некоторого промежуточного уровня задвижка на самотечной линии закрывается, и вода из секции откачивается.

Заполнение опорожненной секции по промываемой самотечной линии происходит при перепаде уровней $Z - Z_1 = \Delta$, что обеспечивает необходимые скорости в самотечной линии.

По промываемой линии в береговой колодец поступает загрязненная вода, ее необходимо откачивать в техническую канализацию. Сетку в сеточном колодце следует убрать, а после промывки очистить секцию от осадков и промыть всасывающую линию и насос, откачивающий загрязненную воду.

Прямая промывка при всех ее преимуществах может применяться, если доказана невозможность следующих опасных последствий:

- разрушение или повреждение под действием гидростатического давления перегородок, отделяющих работающие секции берегового колодца от промываемых;

- смещение или повреждение берегового колодца из-за несимметричного изменения его массы при временном опорожнении и заполнении водой;

- размыв участков дна водотока во время промывки;

- засорение самотечных линий в ходе промывки донными наносами с большой гидравлической крупностью фракций.

В случаях, когда гидравлический способ восстановления пропускной способности оказывается малоэффективным, необходимо применять гидропневматические и механические методы (целесообразны при минимальных уровнях воды в источнике).

Очистка береговых колодцев от осадка осуществляется при помощи насосов, гидроэлеваторов и эрлифтов.

Откачка осадка производится погружным канализационным насосом, а для разрыхления донных отложений в колодце монтируются перфорированные трубы, присоединяемые к напорной линии насоса.

Гидроэлеватор опускается на тросе и гибких шлангах. По одному шлангу откачивается осадок, по другому – подается «рабочая вода» под напором 50–80 м с расходом около 10 л/с. Если насосы первого подъема обеспечивают создание требуемых напоров для подачи рабочей воды, она подается от НС2 или используются привозные насосы.

Для откачки осадка также могут применяться эрлифты.

После удаления основной массы отложений секция опорожняется и дальнейшие работы выполняются *вручную*: удаляется полностью осадок, стены и днище промываются брандспойтом (при обосновании – хлорной водой), очищаются от ржавчины и окрашиваются металлические поверхности, затираются с железнением стены и днище, ремонтируются решетки, сетки, арматура. При необходимости выполняются и некоторые капитальные ремонтные работы, в том числе смена ходовых скоб, лестниц,

механизмов сеток, арматуры и другого оборудования, ремонтируются стенки и днища колодца.

После очистки водоприемные колодцы необходимо *дезинфицировать хлорсодержащими реагентами с последующей промывкой*. После заполнения колодца водой и введения в него реагентов воду необходимо перемешать и оставить в спокойном состоянии на 4–5 часов. Затем нужно выпустить воду, промыть колодец свежей водой из источника и при наличии в ней остаточного хлора не более 1 мг/л включить колодец в работу.

Эксплуатация **ковшовых водозаборов** включает дополнительно наблюдение и уход за самим ковшом. Очистка ковша от ила должна производиться по мере надобности, но не реже одного раза в 2–3 года. При редких чистках ковши зарастают водорослями, травами и кустарником.

2.4 Эксплуатация водозаборных сооружений из подземных источников

Для забора подземных вод из водоносного пласта применяются:

- водозаборные скважины;
- шахтные колодцы;
- горизонтальные водозаборы;
- лучевые водозаборы (горизонтальные скважины – лучи);
- комбинированные водозаборы (горизонтальные дрены, штольни, галереи, шахтные колодцы с вертикальными скважинами, проходимыми со дна этих сооружений и рассчитанными на самоизлив воды из напорного водоносного горизонта);
- каптаж источников (родников).

В общем случае водозабор из источников подземных вод состоит:

- из водоприемных сооружений;
- насосных станций первого подъема;
- сборных водоводов.

Скважины сооружаются бурением в грунте вертикальных цилиндрических выработок с последующим укреплением стенок выработок обсадными трубами. Большая часть водозаборных скважин сооружается ударно-канатным и вращательным (роторным) способами (таблица 2.5) [1].

При роторном способе бурения порода разрушается при вращательном движении буровых долот. Извлечение измельченной породы из забоя производится за счет нагнетания в скважину буровых растворов (глинистых или композиционных) или чистой воды. Глинистый раствор выносит на поверхность земли разрушенную породу и закрепляет стенки скважины, препятствуя их обрушению в течение времени до монтажа обсадных труб.

При достижении буровым снарядом заданной глубины его извлекают, а в скважину монтируется обсадная труба и производится затрубная цементация кольцевого зазора между наружной поверхностью смонтированной обсадной трубы и стенкой пробуренной скважины [1].

Таблица 2.5 – Способы бурения скважин на воду

| Способ бурения | Условия применения |
|---|--|
| Роторный с глинистым раствором | Благоприятные гидрогеологические условия. Водоносные горизонты, ранее хорошо изученные и надежно опробованные. При снижении дебита скважин в результате колюматации пород глинистым раствором |
| Роторный с промывкой водой или продувкой воздухом | В устойчивых скальных породах |
| Роторный с обратной промывкой | При устройстве скважин глубиной до 300 м, диаметром до 1000 мм и более в породах без включения валунов и большого количества крупной гальки. При глубине залегания уровня подземных вод 3 м и более от поверхности земли |
| Ударно-канатный | При устройстве скважин в рыхлых породах глубиной до 150–100 м, в скальных – более 150 м |
| Комбинированный (ударно-канатный и роторный) | При устройстве скважин глубиной более 150 м в сложных горногеологических условиях (ударный способ применяется в водоносных породах и при частом чередовании водоносных водонепроницаемых слоев, роторный – до водоносного горизонта, намечаемого для эксплуатации) |
| Реактивно-турбинный | При устройстве скважин глубиной более 200 м, диаметром более 1000 мм |
| Колонковый | При устройстве скважин диаметром до 200 мм в скальных породах |

Глубина скважины определяется глубиной залегания водоносного горизонта. Для гидрогеологических условий Республики Беларусь глубины большей части водозаборных скважин находятся в пределах 40–300 м.

В зависимости от мощности водоносного горизонта, его водообильности, требуемой производительности и конструкции скважины водоносный горизонт вскрывается на всю мощность (совершенные скважины), либо частично (несовершенные скважины). В зависимости от конструкции водозаборные скважины подразделяются на два основных типа – фильтровые и бесфильтровые [1].

Скважинные фильтры предназначены для предохранения от обрушения стенок скважин, пробуренных в неустойчивых породах, а также для предотвращения выноса частиц породы водоносного горизонта с потоком забираемой воды. Работа скважинных фильтров основана на подборе отверстий в элементах фильтра относительно размеров частиц водоносных горизонтов, при которых наблюдается так называемая геометрическая непротыпаемость (фильтры с частицезадерживающими отверстиями), либо частицы породы удерживаются от выноса за счет действия силы тяжести (гравитационные фильтры).

Бесфильтровые скважины могут сооружаться в водоносных горизонтах, сложенных из скальных и полускальных пород, не склонных к обрушению, а также если водоносные горизонты сложены из рыхлых пород и имеют кровлю из пород, устойчивых к обрушению. В последнем случае в водоносном горизонте устраивают водоприемные полости, через поверхность которых происходит фильтрация воды и ее приток к скважине [1].

Основные параметры водозаборных скважин:

Статический уровень воды ($H_{ст}$) – отметка поверхности воды в скважине при отсутствии из нее водоотбора и закачки. В ряде случаев величина статического уровня может быть подвержена сезонным, а иногда суточным колебаниям, например, при гидравлической связи с поверхностными водами. При длительной эксплуатации водозаборов, как правило, происходит снижение статического уровня из-за снижения пьезометрического напора.

Динамический уровень воды ($H_{д}$) – отметка поверхности воды в скважине при водоотборе из нее. Уровень воды в скважине снижается с возрастанием величины водоотбора из скважины.

Понижение (S) – разность между статическим ($H_{ст}$) и динамическим ($H_{д}$) уровнем воды в скважине при определенных значениях величины водоотбора из нее:

$$S = H_{ст} - H_{д}. \quad (2.3)$$

Дебит скважины (Q , м³/ч) – количество воды, забираемой из скважины при установившемся динамическом уровне в единицу времени.

Удельный дебит (q , м³/ч·м) – отношение дебита скважины к понижению, полученному при данной величине водоотбора,

$$q = Q / S. \quad (2.4)$$

Удельный дебит характеризует водоотдачу вскрытого водоносного горизонта, и гидравлические характеристики скважины.

Понижение и удельный дебит являются расчетными параметрами, а остальные измеряются при обследовании.

Теоретически считается, что для напорных водоносных горизонтов величина удельного дебита постоянна. Практически, с увеличением водоотбора и понижением уровня в скважине возрастают сопротивления движению воды в водоносном горизонте, на входе в фильтр и далее в обсадных и водоподъемных трубах, и соответственно при увеличении водоотбора значение удельного дебита имеет тенденцию к понижению [1].

2.4.1 Приемка в эксплуатацию

Опробование и сдача водозабора (или первой его очереди) в эксплуатацию должны производиться в соответствии с положением о порядке приемки в эксплуатацию объектов строительства [11].

При бурении скважины в оформлении всей документации принимает участие заказчик (представитель технического надзора), который в большинстве случаев в дальнейшем осуществляет ее эксплуатацию.

Скважина может быть принята в эксплуатацию только после полного ее оборудования (т. е. после установки насосного оборудования, сооружения и устройства надскважинного павильона и обвязки скважины), строительства и благоустройства зон санитарной охраны в соответствии с проектной документацией и подачи электроэнергии.

После окончания строительства и оборудования насосами скважины проверяются на герметичность, в дальнейшем, после оборудования скважин КиП они должны быть испытаны путем **пробных откачек** для проверки работы всех водозахватных сооружений, определения производительности водозабора в целом и установления оптимального режима его эксплуатации в пределах объемов забираемой воды, зафиксированных в разрешении на специальное водопользование.

В процессе откачки буровая организация должна:

- замерять температуру воды;
- организовывать отбор проб (по согласованию с органами государственного санитарного надзора) и доставку их в лабораторию для определения микробиологических, токсикологических, органолептических показателей и химического состава воды.

С целью очистки скважины и проверки надежности фильтра, вначале производится прокачка скважины до установления количества подаваемой воды близкого к проектному (достигается стабилизация динамического уровня). Прокачка завершается если при непрерывной откачке продолжительностью не менее 16 часов не выносятся механические примеси, вода становится совершенно прозрачной и обеспечивается постоянство физико-химического и бактериологического анализов.

Если по бактериологическим показателям не достигнуты нормативные значения, скважину необходимо *продезинфицировать* раствором хлорной извести. Концентрация активного хлора при смешении с водой скважины должна быть не менее 100 мг/л. Контакт хлорного раствора с водой должен продолжаться не менее двух часов.

После хлорирования необходимо произвести откачку с максимальной подачей воды до полного отсутствия в воде остаточного хлора и повторить отбор проб для бактериологического анализа.

Затем производится опытная откачка с замерами дебита скважины, уровня воды в ней и отбором проб на бактериологический, химический и радиохимический анализ воды.

Опытная откачка производится с дебитом, равным проектному, и на 25–30 % больше принятого в проекте. Продолжительность непрерывной опытной откачки с заданными дебитами должна составлять от одних суток до двух на каждое понижение, при установившемся неизменном динамическом уровне воды в скважине.

При неустановившемся режиме фильтрации продолжительность опытных откачек должна быть достаточной для установления закономерности снижения уровня при постоянном дебите или дебита при постоянном уровне воды в скважине.

Пробы воды для анализа необходимо отбирать перед окончанием откачки на каждое положение.

В трещиноватых скальных и гравийно-галечниковых водоносных породах откачку необходимо начинать с максимального понижения, в песчаных породах – с минимального понижения, постепенно увеличивая дебит.

При откачке из скважин, оборудованных фильтром с обсыпкой, один раз в сутки необходимо замерять величину усадки материала обсыпки.

На горизонтальных водозаборах с одной или несколькими ветвями-дренами опробование каждой ветви должно производиться по мере ее готовности и готовности водозаборного колодца, монтажа насосного оборудования в нем и водоводов. При неготовности последних опробование допускается вести со сбросом воды в водоток или водоем. Опробование должно производиться непрерывно, начиная с минимального понижения воды в водосборном колодце, с постоянным, медленным, по мере осветления воды, доведением его до максимального, которому соответствует незатопленный излив воды из дрены в колодец.

Продолжительность опробования дрены при максимальном понижении должна быть не менее одной рабочей смены.

Для групповых водозаборов должно осуществляться опробование:

– каждого его водозахватного сооружения в отдельности по мере завершения строительства;

– водозабора в целом или первой его очереди после полного окончания строительства всего комплекса сооружений (полного состава водозахватных устройств, сборных и транспортных водоводов, водоподъемного оборудования, насосных станций, контрольно-измерительной аппаратуры, наблюдательных скважин) для сдачи-приемки водозабора в постоянную эксплуатацию.

При приемке сооружений рабочая комиссия производит:

- замер полной глубины колодца;
- определение статического и динамического уровней воды;
- определение удельного расхода воды или производительности.

Комиссия проверяет:

- расположение обсадных труб (отметки низа и верха);
- вертикальность колодцев;
- крепление насосного агрегата к нижнему фланцу опорной плиты колодца;
- комплектность водоподъемного оборудования с автоматикой пуска;
- качество выполнения бетонного фундамента для опорной плиты;
- положение электропривода в колодцах и его крепление к водоподъемной трубе;
- правильность монтажа напорного трубопровода и наличие на нем запорной задвижки, обратного клапана, манометра, водомера и крана для взятия проб.

По окончании проверки в присутствии комиссии производится повторный пуск скважины в нужном эксплуатационном режиме.

На устройство подземных водозаборов строительная организация передает заказчику следующие документы:

- проекты бурения скважин;
 - паспорта электронасосов;
 - паспорта на бурение каждой скважины с приведением данных по откачке воды и ее химическому составу;
- а также акты:

- на скрытые работы;
- гидравлическое испытание сборных водоводов;
- проведение испытаний по герметизации скважин;
- устройство основания под трубопроводы;
- промывку и хлорирование скважин и сборных водоводов;
- гидроизоляцию труб;
- устройство фундаментов под оголовки.

При передаче в эксплуатацию шахтного колодца составляется акт и паспорт с указанием местонахождения колодца, его геологического разреза, глубины от поверхности земли до дна, динамического и статического уровней, дебита, качества воды, размеров и типа крепления шахты и

водоприемной части. При этом производится инструктаж лица, обслуживающего колодец.

2.4.2 Эксплуатация скважинных водозаборов

К основным задачам эксплуатации водозаборов подземных вод относится выявление изменения уровней воды, снижения производительности, ухудшения качества воды. Поэтому **в период эксплуатации водозаборов необходимо:**

- вести постоянный контроль за величиной водоотбора;
- выявлять очаги загрязнения и давать оценку их развития;
- контролировать статический и динамический уровни воды в эксплуатируемых водоносных горизонтах, состояние подземных вод и окружающей среды;
- разрабатывать прогнозы качества подземных вод и миграции загрязнений и т. д.

Техническое обслуживание водозаборных скважин проводится для поддержания данных сооружений в работоспособном состоянии и надлежащем санитарно-техническом уровне. При проведении технического обслуживания осуществляется проверка технического состояния оборудования скважины и павильона, режима территорий зон санитарной охраны, технических параметров скважин. Периодичность проведения технического обслуживания скважин устанавливается в зависимости от срока эксплуатации и состояния скважин, но не менее двух раз в год.

Общим в эксплуатации для всех источников подземных вод является:

- ежегодный учет количества отбираемой воды;
- измерение температуры и отбор пробы воды на сокращенные анализы не менее одного раза в месяц на каждом водозаборе и на полные анализы не реже одного раза в год;
- определение динамического уровня не реже одного раза в месяц, статического – не реже одного раза в два месяца (при остановке насоса – после восстановления уровня);
- определение удельного дебита скважины не реже одного раза в год.

Водозаборные скважины должны быть оборудованы устройствами для систематических наблюдений за *уровнем и дебитом воды* в каждой скважине. Должна быть создана сеть наблюдательных скважин как непосредственно на водозаборе, так и на прилегающей территории.

Конструкции скважин для наблюдений за режимом основного водоносного горизонта должны исключать влияние на результаты наблюдений других водоносных горизонтов, а также дождевых и талых вод.

В наблюдательных скважинах верховодка и водоносные пласты, залегающие выше эксплуатационного водоносного пласта, должны быть изолированы.

На участках инфильтрационных водозаборов наблюдательные скважины необходимо размещать между водозабором и водотоком или водоемом и, при необходимости, на противоположном берегу в зоне действия водозабора. При наличии очагов возможного загрязнения подземных вод в районе водозабора между этими очагами и водозаборами необходимо предусматривать дополнительные наблюдательные скважины.

Проект сети пунктов наблюдений за режимом подземных вод и на водозаборах при их эксплуатации должен составляться одновременно с проектом водозабора.

Основным условием стабильной работы скважины является соблюдение основных параметров режима эксплуатации, нарушение которых, особенно в сторону увеличения, влечет выход из строя скважины и насосного оборудования. Самопроизвольное изменение производительности скважины и изменение качества воды указывают на неисправность скважины.

На техническое состояние скважины отрицательно влияет неравномерность ее эксплуатации (частые включения и выключения насосной установки, использование скважины в качестве резервной, сезонность работы скважины). Для резервных скважин рекомендуется попеременная работа с основными в течение не менее двух-трех суток с интервалом одна-две недели. Скважины, работающие сезонно или используемые для подачи воды в пиковые периоды, должны прокачиваться в течение двух-трех суток не реже одного-двух раз в месяц. В сезонно работающих скважинах не рекомендуется демонтировать насосное оборудование.

Все данные наблюдений, а также время работы водоподъемного оборудования фиксируются в эксплуатационном журнале, где так же отмечают произведенные ремонты, профилактические осмотры насосного оборудования и замену эксплуатационных насосов. Данные эксплуатационного журнала позволяют выявить основные неисправности скважины и водоподъемного оборудования, возникающие в процессе эксплуатации.

Для восстановления или уточнения технических характеристик скважины, требующихся для оценки возможности дальнейшей эксплуатации, необходимости и степени сложности ремонта, реконструкции или ликвидации проводится **обследование скважины** в несколько этапов.

Этап 1. *Сбор и анализ исходной документации.* На данном этапе устанавливается местоположение скважины, организация, соорудившая скважину, год сооружения, способ бурения, проектная конструкция скважины, проектный геологический разрез, материал и диаметры обсадных

труб, тип и длина фильтра; собираются и анализируются сведения об эксплуатации скважины, период эксплуатации, перерывы в работе водоподъемного оборудования, причины остановок, наличие пескования, виды и сроки проведенных ремонтных работ, данные о дебите и удельном дебите скважины, химическом составе забираемой воды в процессе эксплуатации скважины).

Этап 2. *Натурное обследование скважины* заключается в определении основных параметров скважины. Производятся замеры статического и динамического уровней, дебита и глубины скважины и дополнительные специализированные работы по обследованию скважины (динамика понижения и восстановления уровня, отбор проб воды на анализ, осмотр и ревизия наземного и водоподъемного оборудования, каротаж, расходомерия и т. д.).

Этап 3. *Обработка результатов обследования.* Проводится анализ данных, полученных при обследовании, с разработкой рекомендаций.

При анализе данных можно сделать вывод о техническом состоянии обследуемой скважины (таблица 2.6).

Таблица 2.6 – **Оценка технического состояния скважины**

| Сопоставляемые параметры | Вывод и рекомендации |
|---|---|
| $Q^0 = Q', H_g^0 = H_g', S^0 = S',$ $q^0 = q', H_{ст}^0 = H_{ст}'$ | Производительность скважины не изменилась, кольматация отсутствует, проведение ремонтных работ не требуется |
| $Q^0 = Q', H_{ст}^0 > H_{ст}', H_d^0 > H_d',$ $H_g^0 = H_g', S^0 = S', q^0 = q'$ | Снижение статического и динамического уровня при неизменных значениях понижения и удельного дебита свидетельствуют о сработке пьезометрического уровня по району водозабора. В отдельных случаях может потребоваться увеличение глубины загрузки насоса |
| $Q^0 > Q', H_{ст}^0 = H_{ст}', H_d^0 > H_d',$ $H_g^0 = H_g', S^0 > S', q^0 = q'$ | Уменьшение дебита и понижения при постоянстве значений удельного дебита и статического уровня может быть вызвано неисправностью насоса |
| $Q^0 = Q', H_{ст}^0 = H_{ст}', H_d^0 > H_d',$ $H_g^0 > H_g', S^0 < S', q^0 > q'$ | При уменьшении удельного дебита и глубины скважины высока вероятность образования песчаных пробок в скважине с занесением части рабочего объема полости фильтра вследствие пескования |
| $Q^0 = Q', H_{ст}^0 = H_{ст}', H_d^0 < H_d',$ $H_g^0 = H_g', S^0 < S', q^0 > q'$ | Снижение удельного дебита при неизменных значениях глубины скважины предполагает наличие кольматации фильтра и прифильтровой зоны скважины |

Примечание – Q^0 , Q' – начальный и измеренный при обследовании дебит скважины, м³/ч; $H_{ст}^0$, $H_{ст}'$ – начальный и измеренный статический уровень воды в скважине, м; $H_{д}^0$, $H_{д}'$ – начальный и измеренный динамический уровень воды в скважине, м; S^0 , S' – начальное и полученное при обследовании значение понижения в скважине, м; q^0 , q' – начальный и полученный при обследовании удельный дебит скважины, м³/ч·м; H_g^0 , H_g' – начальная и измеренная при обследовании глубина скважины, м.

На основании обследования составляется акт о дефектах и предварительная программа восстановительного ремонта скважины.

Ремонт скважин производится для восстановления и поддержания работоспособности источника водоснабжения, устранения отказов-неисправностей, возникающих при эксплуатации или выявленных при техническом обслуживании.

Текущий ремонт скважин проводится для устранения мелких неисправностей и восстановления частично утраченной работоспособности водозаборных сооружений. Капитальный ремонт проводится с целью реконструкции или полного восстановления утраченной работоспособности водозаборного сооружения.

Основные виды работ по текущему и капитальному ремонтам приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Перечень основных видов работ по текущему и капитальному ремонтам скважин

| | |
|----------------|--------------------|
| Текущий ремонт | Капитальный ремонт |
|----------------|--------------------|

| | |
|---|--|
| <p>Проверка состояния скважин, пробная откачка воды.</p> <p>Определение характера и величины заиливания или засорения.</p> <p>Очистка стенок обсадных труб от отложений.</p> <p>Очистка забоя и фильтра, промывка фильтра.</p> <p>Монтаж и демонтаж водоприемника.</p> <p>Установка пневматического (или другого типа) указателя для определения статистического и динамического уровней.</p> <p>Смена изношенных деталей насоса, переделка сальников, смена отработавшего масла в масляных ваннах.</p> <p>Монтаж и демонтаж насоса и водоподъемных, эрлифта и их замена.</p> <p>Опускание водоподъемных труб на новую отметку.</p> <p>Хлорирование скважины с целью ее обеззараживания</p> | <p>Постройка и разборка буровой вышки при капитальном ремонте скважин.</p> <p>Замена обсадных труб и фильтров.</p> <p>Чистка скважин от посторонних предметов и после обвалов, подъем опущенных насосов и их деталей.</p> <p>Крепление скважины новыми колоннами обсадных труб.</p> <p>Восстановление производительности скважины.</p> <p>Цементация затрубного или межтрубного пространства и разбуривание цементной пробки.</p> <p>Замена глубоководного водоподъемного оборудования.</p> <p>Заделка (тампонаж) скважины.</p> <p>Хлорирование скважины после ремонта</p> |
|---|--|

На пескующих скважинах распространенным видом ремонтных работ является извлечение песчаных пробок путем прокачки эрлифтом, водоструйным насосом или погружным электронасосом.

При прокачке эрлифтом воздушная и водоподъемная труба монтируются на небольшом расстоянии от верха песчаной пробки, затем по мере размывания и выноса песка из скважины трубы эрлифта опускаются ниже.

В случае недостаточности притока воды к скважине для обеспечения интенсивности прокачки, вода в обрабатываемую скважину подается извне. *При прокачке водоструйным насосом* он на трубах опускается в скважину. По нагнетательному трубопроводу подается вода с повышенным давлением. Во всасывающей патрубке водоструйного насоса создается разрежение, и туда увлекается песок. Затем песок вместе с подаваемой водой по отводящему трубопроводу выносятся из скважины. Аналогично предыдущему случаю по мере удаления песчаной пробки насос поинтервально перемещается по полости скважины.

Прокачка скважин погружными электронасосами возможна только теми типами насосов, которые допускают повышенное содержание механических примесей в воде. Обработка скважины заканчивается после того, когда вода не будет содержать песка при максимальном дебите. Эксплуатационный дебит назначается ниже максимального на 10–20 % .

При очистке полости скважин от песка *желонированием* скважина обрабатывается путем сбрасывания специального снаряда (желонки). Желонка – отрезок стальной трубы, снизу которой расположен клапан с шайбой и шариком (рисунок 2.5). При попадании желонки на песчаную пробку клапан в ней открывается и внутрь поступает песок, желонка извлекается из скважины и песок из желонки удаляется. Затем операция повторяется до полного удаления песчаной пробки. Работа с желонкой может осуществляться с помощью механизмов ударно-канатного бурения, лебедок или вручную (при небольшом объеме песка в скважине).

Восстановление скважин с помощью желонки эффективно в тех случаях, когда на дне скопился большой слой песка, мелких камешков.

Одним из распространенных видов ремонта скважин является монтаж и демонтаж водоподъемного оборудования.

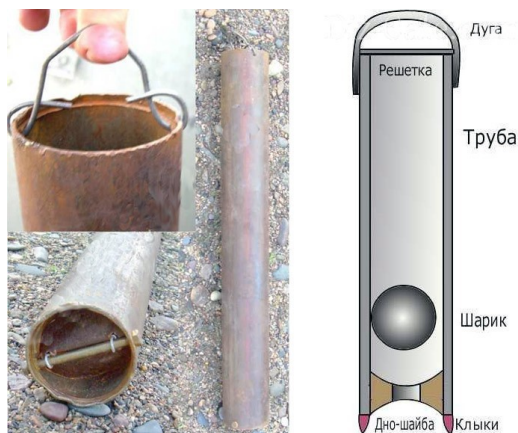


Рисунок 2.5 – Желонка
(<http://strmnt.com/wp-content/uploads/2016/05/v4.jpg>)

Перед монтажом насоса производится обследование скважины, измеряется глубина скважины, проверяется наличие выступов и сужений, которые могут препятствовать монтажу.

Монтаж погружных насосов не рекомендуется производить при температуре воздуха окружающей среды ниже минус 30 °С. Если электронасос находился в условиях низких температур (ниже 0 °С), то перед монтажом его необходимо выдержать в помещении не менее 24 ч.

Перед установкой в скважине электронасос необходимо проверить на отсутствие заеданий и перекосов путем проворачивания соединительной муфты через отверстия во всасывающем патрубке (муфта должна поворачиваться плавно). Электронасос не допускается к эксплуатации и должен быть направлен в капитальный ремонт при обнаружении

межвитковых замыканий в обмотках, замыкания обмоток на корпус или между фазами, обрыва обмоток, изгиба вала, износа или повреждения посадочных мест в подшипниковых щитах, трещин в подшипниковых щитах, дисбаланса ротора или снижения сопротивления изоляции.

Монтаж погружных скважинных насосов должен осуществляться в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

После завершения работ, связанных с установкой электронасоса в скважине, производится монтаж наземного оборудования и аппаратуры: оголовка, задвижки, обратного клапана, манометров, станции управления, водомера, вантуза и т. д.

При пуске электронасоса задвижка на нагнетательном трубопроводе должна быть закрыта не полностью. Подъем воды при нормальной работе электронасоса должен быть отмечен через 1–2 мин после пуска. Определение правильного направления вращения электронасоса производится изменением направления вращения ротора двигателя путем переключения двух из трех проводов. В каждом случае при закрытой задвижке регистрируется на манометре значение давления в водоподъемных трубах. Больше из этих значений указывает на правильное направление вращения насоса.

Демонтаж насоса для осмотра и ревизии производится в случае уменьшения подачи более чем на 25 % и увеличения силы тока более чем на 20 % от номинальных значений. При появлении в воде примесей песка или глинистых частиц при пуске насоса необходимо уменьшить подачу воды, регулируя ее задвижкой на нагнетательном трубопроводе. Работа на пониженной подаче насоса продолжается до снижения содержания твердых механических примесей ниже установленных техническими характеристиками насоса. В это время не рекомендуется останавливать работу насоса во избежание осаждения механической части в полостях насоса. Аварийное выключение насоса персоналом должно производиться при сильной вибрации насоса, возникновении стуков, появлении в воде значительного количества песка, возникновении пожара в павильоне.

Дезинфекция является одним из видов работ, проводимых при техническом обслуживании и ремонте скважин:

- перед приемом в эксплуатацию;
- после работ по техническому обслуживанию и проведения ремонта, при проведении которых нарушается герметичность скважин;
- при ухудшении качества воды в эксплуатационной скважине;
- при возникновении эпидемий, при которых инфекция передается через воду, или при наличии информации о том, что причиной возникновения эпидемии явилось загрязнение сооружений системы водоснабжения.

При установлении постоянного микробиологического загрязнения эксплуатируемого водоносного пласта, которое не может быть устранено, воду, забираемую из скважин, необходимо постоянно обеззараживать, или исключить ее использование для хозяйственно-питьевых целей.

Если проникновение загрязнений в водоносный пласт по эксплуатируемой скважине можно устранить, то следует произвести комплекс профилактических работ: цементация обсадных труб, герметизация устья скважины исключение возможности затопления скважинных павильонов и т. д.

Дезинфекция скважин проводится путем обработки сооружения раствором активного хлора, который получается растворением в воде хлорсодержащих дезинфектантов, разрешенных к применению в хозяйственно-питьевом водоснабжении. Газообразный хлор для получения растворов для дезинфекции скважин не применяется, а подача газообразного хлора в скважину с целью дезинфекции не допускается.

При использовании для приготовления раствора активного хлора *хлорной извести и гипохлорита кальция* в скважину необходимо вводить отстоянный раствор без комков и нерастворимых примесей. Засыпка сухой порошкообразной хлорной извести в скважину не допускается.

Дезинфекция скважин раствором активного хлора проводится в два этапа.

Первый – *полость скважины хлорируется от устья до статического уровня* путем ее заполнения раствором активного хлора концентрацией 50–100 мг/л, при предварительно установленном ниже 1–2 м статического уровня пневматическом пакере (пробке). Продолжительность выдержки раствора активного хлора принимается не менее 3–6 ч. в зависимости от используемой концентрации.

Второй – *полость скважины хлорируется от статического уровня до забоя* путем введения раствора активного хлора в столб воды по заливной трубе (шлангу) с таким расчетом, чтобы после смешения концентрация активного хлора составляла не менее 50 мг/л. Продолжительность выдержки раствора принимается не менее шести часов.

После необходимо произвести откачку на сброс до снижения концентрации остаточного активного хлора в воде до 0,3 мг/л и выполнить бактериологический анализ воды. Скважина допускается к эксплуатации, если результаты анализа соответствуют нормативным санитарным требованиям. При отрицательных результатах анализа дезинфекцию скважины необходимо повторить с концентрацией активного хлора в полтора-два раза больше первоначальной дозы.

2.4.3 Эксплуатация водосборных галерей, шахтных колодцев, каптажных устройств

Сооружения для каптажа ключей и для забора неглубоких подземных вод (галереи и шахтные колодцы) необходимо периодически осматривать и ремонтировать. На состояние стен и их перекрытий влияет вода, особенно если она агрессивна. Уход за такими сооружениями заключается в очистке их от накопившегося песка, а иногда и ила, дезинфекции хлорной известью, восстановлении разрушенной штукатурки и прочем.

Если происходит обвал вокруг каптажа или шахтного колодца с образованием нисходящих трещин в выветрившихся породах, необходимо произвести расчистку обвала или устроить тампонаж нисходящих трещин, по которым уходит вода; если обнаружить трещины трудно или невозможно, то необходимо устроить цементационную завесу.

Если каптаж расположен в пойме, во время паводка затапливаемой водой, то для предотвращения контакта каптажных и паводковых вод через поверхность и стены каптажа необходимо изолировать сооружение глиняной одеждой с поверхности или обваловать каптаж.

Если каптажные и паводковые воды вступают в контакт за пределами сооружения, то на время паводка воду необходимо хлорировать.

Воду из каптажей, водосборных галерей и шахтных колодцев обычно забирают насосами: из галереи – через водосборный колодец; из каптажей и шахтных колодцев – непосредственно [17].

2.4.4 Восстановление производительности скважин

На изменение производительности водозабора влияют:

- изменение граничных условий водоносного пласта;
- истощение запасов подземных вод;
- кольматаж водоприемных частей водозаборных сооружений.

Кольматационные процессы в фильтрах и прифильтровых зонах водоносных горизонтов могут быть вызваны:

– закупоркой отверстий частицами пород водоносного горизонта (механический кольматаж);

– отложением нерастворимых органических и неорганических соединений на элементах скважин в результате жизнедеятельности железистых, марганцевых, сульфатопродуцирующих и других видов бактерий (биохимический кольматаж);

– выделением из подземной воды с последующим отложением на конструктивных элементах фильтра и частицах прифильтрационной зоны карбонатных, силикатных, железистых и других химических соединений, переходящих из растворимых форм в нерастворимые при изменении физико-химических условий в воде (физико-химический кольматаж).

Методы декольматации скважинных фильтров различают по характеру воздействия на кольматирующие образования:

– *реагентные* – очистка фильтров осуществляется растворением кольматанта химическими веществами;

– *механические, импульсные и вибрационные методы* – заключаются в разрушении кольматанта физико-механическим воздействием.

В некоторых случаях для достижения необходимого эффекта методы комбинируются.

Реагентные методы. Реагенты, используемые для регенерации скважинных фильтров, бывают:

– по агрегатному состоянию: жидкие, порошкообразные и газообразные;

– по характеру взаимодействия с веществами кольматанта: нейтрализаторы, восстановители и комплексообразователи.

Наиболее широкое распространение получили реагенты-нейтрализаторы. При их взаимодействии с кольматантом протекает реакция нейтрализации с переводом нерастворимых гидроксидов и карбонатов металлов в растворимые соли.

Наиболее эффективным реагентом данной группы является *соляная кислота*, из-за хорошей растворимости в воде хлоридов, образующихся в результате взаимодействия кислоты с веществами кольматанта.

Для предотвращения коррозии металлических частей скважины в ходе кислотных обработок в кислоту вводят ингибиторы (катапин-А, катапин-Б, уникол и другие).

При обработке закольматированных фильтров реагентами-восстановителями происходят реакции химического восстановления веществ кольматанта с переводом их в растворимое состояние. Например, при взаимодействии соединений трёхвалентного железа с дитионитом натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) происходит восстановление железа до растворимых двухвалентных форм.

Процесс растворения кольматирующих соединений при их взаимодействии с реагентами-комплексообразователями заключается в образовании комплексных соединений железа и кальция, которые хорошо растворимы в воде. В качестве реагентов-комплексообразователей применяются *триполифосфат натрия* ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$), *гексаметафосфат натрия* ($\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$).

Все типы реагентов, используемые для обработки водозаборных скважин, должны:

– обеспечивать максимальное восстановление проницаемости фильтров скважин;

– быть разрешены к использованию в хозяйственно-питьевом водоснабжении на территории Республики Беларусь;

- легко удаляться из скважины при послеремонтных откачках на сброс продуктов реакции реагентов с кольматантом;
- при взаимодействии с подземной водой не образовывать соединений, способных ухудшать качество воды при дальнейшей эксплуатации скважины;
- не оказывать токсикологического воздействия на обслуживающий скважину персонал;
- не содержать примесей, загрязняющих водоносный горизонт и неудаляющихся при послеремонтных откачках из скважин на сброс.

Выбор реагента необходимо осуществлять на основании данных обследования скважин, лабораторных исследований кольматирующих веществ, а также полученных при проведении декольматационных работ на скважинах данного водозабора.

Область применения отдельных реагентов приведена в таблице А.1.

Дитионит натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) обычно применяется при повторных регенерациях водозаборных скважин и его использование при первичных обработках не рекомендуется.

Не допускается использование бисульфата натрия в качестве реагента для регенерации фильтров, закольматированных преимущественно соединениями кальция из-за опасности выпадения вторичного осадка гипса.

Количество реагента, требующегося для обработки скважины определяется на основании ее конструктивных характеристик и данных лабораторных исследований кинетики растворения кольматирующих в реагенте по формуле

$$P_p = 1,2K_c P_k, \quad (2.5)$$

где P_p – масса реагента, кг;

K_c – коэффициент удельного расхода реагента, требуемого для растворения 1 кг кольматанта; определяется на основании данных лабораторных исследований. Для дитионита натрия и соляной кислоты значение коэффициента K_c может приниматься по таблице А.2;

P_k – масса кольматанта, кг, которая рассчитывается по зависимости

$$P_k = K_n W_{\text{пор}} \rho_k, \quad (2.6)$$

K_n – коэффициент насыщенности пор гравийной обсыпки (обрабатываемой части прифильтровой зоны) кольматантом;

$W_{\text{пор}}$ – объем пор гравийной обсыпки обрабатываемой части прифильтровой зоны, м^3 ;

ρ_k – плотность кольматанта, $\text{кг}/\text{м}^3$, определяется на основании данных лабораторных исследований, при их отсутствии значение ρ_k принимается в диапазоне 2100–3700 $\text{кг}/\text{м}^3$.

Коэффициент насыщенности пор гравийной обсыпки кольматантом

$$K_n = 1 - (K_1/K_0)^{1/3}, \quad (2.7)$$

где K_1 – коэффициент фильтрации гравийной обсыпки (прифильтровой зоны радиусом 0,5 м) на момент обследования скважины перед проведением работ по декольматации, м/с;

K_0 – коэффициент фильтрации гравийной обсыпки (прифильтровой зоны радиусом 0,5 м) в момент сдачи скважины в эксплуатацию, м/с.

При отсутствии данных о составе кольматанта и кинетике его растворения в реагенте, расход соляной кислоты для регенерации фильтра может приниматься по таблице А.3.

Методы реагентной обработки скважин:

1 *Реагентная ванна*. Заключается в свободном наливе растворов реагентов в скважину. Раствор реагента подаётся в полость фильтра, скважина герметизируется и выдерживается определенное время: для растворов соляной кислоты и дитионита натрия – 10–12 ч, для раствора бисульфита натрия – 14–16 ч, для фосфорных растворов – 20–24 ч. Далее продукты реакции сбрасываются и герметизирующее устройство демонтируется. Применяется при уровне залегания подземных вод более 50 м.

2 *Циклическое задавливание реагента* в скважину с гидродинамическим режимом, обеспечивающим возвратно-поступательное движение реагента в закольматированной зоне (рисунок 2.6).

После заливки реагента в скважину компрессором производительностью 3–6 м³/мин нагнетается воздух для сжатия воды до ранее определенного уровня, по достижении которого компрессор отключают, перекрывают все вентили и выдерживают скважину в течение 3–5 минут. Затем на 5–10 минут открывают вентиль на сбросной линии для выпуска продуктов регенерации из скважины. При этом уровень воды в скважине восстанавливается. Вентиль на сбросной линии закрывается, и операция повторяется.

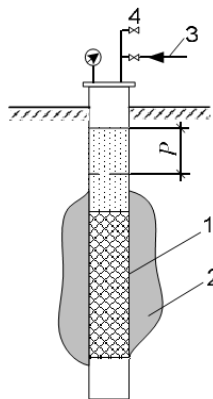


Рисунок 2.6 – Схема оборудования скважины при химической обработке:

1 – фильтр; 2 – область кислотной промывки; 3 – сжатый воздух из ресивера; 4 – выпуск воздуха; P – понижение уровня воды в скважине

При нагнетании воздуха раствор реагента вытесняется за контур фильтра в прифильтровую зону. После снятия давления этот раствор

возвращается в скважину, где смешивается с раствором, не вступившим в реакцию, повышая свою концентрацию. Количество циклов при обработке составляет 8–10, время обработки не превышает двух часов.

При этом максимальное понижение уровня жидкости в скважине не должно быть не более 2 м.

Недостаток метода: большие потери реагента и его нерациональное использование, так как зафильтровая область кольматируется неравномерно.

Более совершенной является технология циркуляционной декольматации, позволяющая регулировать размеры обрабатываемой зафильтровой области водоносного грунта (рисунок 2.7) [22].

Циркуляция реагента в фильтре и прифильтровой зоне создается путем одновременной откачки раствора эрлифтом из нижней части фильтра и его закачки в верхнюю часть фильтра. Установленные в фильтре диски создают сопротивления, ограничивающие рециркуляцию раствора в стволе скважины и обеспечивающие его движение снаружи фильтра.

Размеры зафильтровой области декольматации регулируются интенсивностью заливки реагента путем увеличения производительности эрлифта. Усиливая подачу раствора, область декольматации увеличивается.

Иногда после химической обработки производят импульсную декольматацию. После окончания реагентной обработки необходимо выполнить монтаж эрлифтовой системы или погружного насоса и откачать скважину для удаления остатков реагента и продуктов регенерации.

Продолжительность откачек определяется периодом, в течение которого электрическое сопротивление в откачиваемой жидкости становится равным (или выше) электрическому сопротивлению воды скважины до обработки.

В случае декольматации скважины кислотными реагентами время окончания откачки может определяться по значению активной реакции среды (рН) откачиваемой воды. Процесс растворения кольматанта при реагентной обработке (особенно при использовании соляной кислоты) ускоряется при повышении температуры в зоне реакции до 50–60 °С.

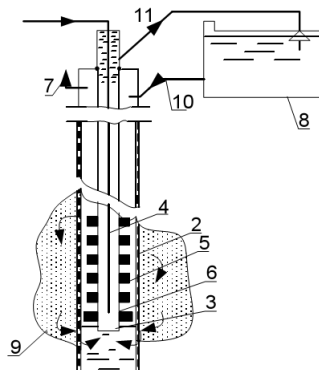


Рисунок 2.7 – Схема оборудования скважины при циркуляционной обработке:
 1 – ствол скважины; 2 – фильтр;
 3 – водоподъемная труба эрлифта;
 4 – воздушная труба эрлифта;
 5 – диски; 6 – нижний диск; 7 – выпуск газа; 8 – емкость для раствора; 9 – область промывки; 10 – залив раствора; 11 – возврат раствора

Способы разогрева зоны реакции реагента с кольматантом:

1) введение в скважину дополнительных реагентов, при растворении которых в воде выделяется большое количество теплоты (например, хлорид алюминия);

2) введение в скважину дополнительных реагентов, которые вступают в экзотермическую реакцию с реагентом (например, при обработках соляной кислотой могут добавляться безводный хлорид алюминия или магния);

3) разогрев реагента в скважине специальными нагревательными приборами;

4) разогрев соляной кислоты путем её электролиза (кроме увеличения температуры реагента в нём образуется раствор активного хлора, который позволяет одновременно производить подавление биохимического кольматажа в скважинах).

Терморреагентная обработка предпочтительна в длительно эксплуатирующихся скважинах.

Биохимический кольматаж фильтров и прифильтровых зон водозаборных скважин обуславливается жизнедеятельностью железистых, марганцевых, сульфатопroduцирующих бактерий, переводящих растворенные в подземных водах в нерастворимые органические либо неорганические соединения.

Наличие процесса биохимического кольматажа в скважине может быть определено:

1) на основании данных микробиологических анализов при обнаружении штампов микроорганизмов, которые вызывают появление кольматирующих соединений;

2) по косвенным признакам – резкому снижению дебита скважин после проведения восстановительных мероприятий в течение короткого отрезка времени, наличии на конструктивных элементах скважин пенообразных образований и суспензий охристого, светло-коричневого либо черного цвета.

Основным способом борьбы с биохимическим кольматажом фильтров является *хлорирование в сочетании с кислотной обработкой*. Применение одного хлорирования не даёт долговременного эффекта, так как уничтожаются только микроорганизмы, находящиеся на поверхности кольматанта, а микроорганизмы внутри кольматанта или в прифильтровой зоне остаются жизнеспособными. Поэтому вначале скважина обрабатывается кислотой, которая растворяет отложения и открывает доступ к микроорганизмам, после чего скважина хлорируется. Растворы кислотных реагентов и хлорсодержащих дезинфектантов не должны смешиваться из-за опасности выделения газообразного хлора. Бицидная концентрация в полости фильтра должна быть достаточно высокой (200–1000 мг/л активного хлора) поскольку микроорганизмы, которые являются

причиной биохимического кольматажа, достаточно устойчивы к действию растворов активного хлора. Для снижения расхода дезинфектанта раствор активного хлора необходимо вводить непосредственно в полость фильтра по заливной трубе.

Механические и импульсные методы декольматации фильтров водозаборных скважин весьма разнообразны.

Для механической очистки фильтров скважин применяются:

- механические ерши, щетки, гидроерши, которые перемещаются во время очистки по полости скважин с помощью штанга;
- нагнетание воды в скважину с поинтервальной промывкой фильтра;
- откачка воды из скважины эрлифтом с изменяющимся расходом;
- желонирование, сбрасывание грузов в скважину и т. д.

Основным недостатком приведенных способов обработки скважин является их небольшая эффективность очистки из-за относительно низкой интенсивности воздействия на кольматирующие образования.

Импульсное воздействие на скважины является одним из наиболее часто применяемых методов регенерации, что обусловлено более мощным воздействием на фильтр и простотой применяемого оборудования.

Импульсные методы, применяемые для регенерации водозаборных скважин:

1 *Взрыв торпед из детонирующего шнура (ТДШ)* – для обработки фильтра используется взрыв твёрдых взрывчатых веществ в полости фильтра. Устройство торпеды приведено на рисунке 2.8.

При взрыве возникает ударная волна, распространяющаяся в радиальном направлении, встречаясь со стенками фильтра, частично отражается, а частично переходит в затрубное пространство. Гидродинамические и фильтрационные потоки воды, сопровождающие взрывы, способствуют удалению разрушенного кольматанта с поверхности фильтра, а также из пор и трещин прифилтровой зоны (рисунок 2.9).

При взрыве одного метра ТДШ выделяется энергия до 70 кДж, в фильтрах создаётся избыточное давление до 30–40 МПа.

Взрывом ТДШ не рекомендуется обработка скважин, оборудованных фильтрами с сетчатой водоприемной поверхностью, блочными, керамическими и пластмассовыми фильтрами.

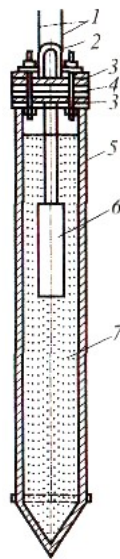


Рисунок 2.8 – Устройство торпеды:

1 – электропривод; 2 – металлическая скоба; 3 – фланцы; 4 – резиновые прокладки; 5 – корпус; 6 – патрон-боевик; 7 – заряд ВВ

(<http://ok-t.ru/mydocxru/baza6/656265608466.files/image335.jpg>)

2 *Электрогидравлическая обработка скважины*, основанная на разрушении и удалении кольматирующих отложений волнами, возникающими при импульсных электрических разрядах. Осуществляется при использовании специализированных установок (генераторы импульсов, накопители электроэнергии, разрядник с коаксиальным высоковольтным кабелем), обеспечивающих создание электрогидроудара по всей длине фильтра.

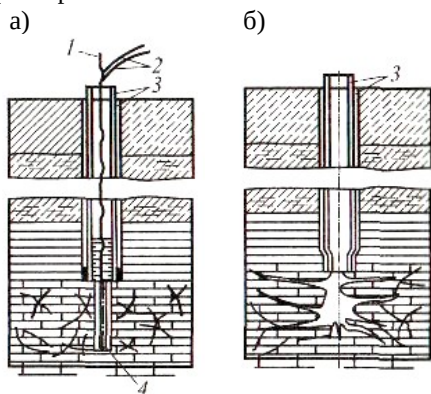


Рисунок 2.9 – Торпедирование скважин:

- а – установка торпеды в скважину; б – скважина после взрыва торпеды;
 1 – канат; 2 – электропривод; 3 – обсадные трубы; 4 – торпеда

При обработке скважины разрядник устанавливается в полости фильтра, по коаксиальному кабелю к нему через короткие промежутки времени в доли секунды подводится напряжение от конденсаторных батарей. При создании высоковольтного электрического разряда в полости фильтра создаётся ударная волна, воздействующая на закольматированный фильтр. Энергетические возможности этого способа в сравнении с взрывом ТДШ ниже (при единичном разряде ЭГУ выделяется около 1,25 кДж энергии), но возможно многократное воспроизведение разрядов, а также регулирование интенсивности импульсного воздействия путём изменения расстояния между электродами разрядника и величины рабочего напряжения.

Параметры, определяющие эффективность электроударной обработки фильтра:

- давление ударной волны;
- длительность волны;
- количество импульсов на 1 м длины фильтра.

При использовании данного способа для скважин, оборудованных трубчатыми и каркасно-стержневыми фильтрами с водоприёмной поверхностью из штампованного листа или проволоки, рекомендуется производить 300–500 импульсов на 1 м. Для фильтров с сетчатой водоприёмной поверхностью – 100–200 импульсов на 1 м. Для фильтров из перфорированных труб, установленных в скальных или полускальных водоносных породах и в скважинах каптирующих скальные или

полускальные водоносы без установки фильтров – не менее 500 импульсов на 1 м [1].

Способ достаточно эффективен, но использование высоких напряжений (до 60 кВ) требует применения определённых мер безопасности для обслуживающего персонала.

3 *Пневмовзрыв* достигается путем использования специализированных серийно выпускаемых установок, создающих с помощью сжатого при высоком давлении воздуха в стволе скважины волны повышенного давления интенсивностью до 4 МПа и фильтрационных потоков с высокими градиентами.

Очистка фильтра пневмовзрывом основана на мгновенном преобразовании энергии выхлопа сжатого воздуха в механическую работу. Предварительно накопленный в рабочей камере сжатый воздух с большой скоростью выхлопывается в жидкость, где он расширяется, образуя воздушный пузырь, который разрушает осадок и очищает фильтр.

В состав установок для регенерации фильтров пневмовзрывом (АВПВ-150; АСП-Т) входят ресивер, компрессор высокого давления (до 15 МПа), шланги с пневмоснарядом. Перед обработкой скважины в ресиверы компрессором накачивается воздух. Затем в скважину опускается пневмоснаряд, к которому подаётся воздух из ресиверов. Обработка производится поинтервальным перемещением пневмоснаряда по полости фильтра до сработки давления в ресиверах. Предельная глубина обработки скважин 150 м.

Параметры, характеризующие воздействие пневмовзрывом:

- давление сжатого воздуха,
- объем рабочей камеры,
- плотность импульсов,
- количество импульсов.

При обработке скважин, каптирующих водоносные горизонты сложенными рыхлыми породами, количество импульсов определяется с учетом типа и размеров фильтра.

Полученная после обработки производительность сохраняется от двух месяцев до одного года.

4 *Взрыв горючих газовых смесей в полости фильтра* имеет подобный пневмовзрыву характер воздействия на обрабатываемый фильтр. Большая часть энергии расходуется на расширение продуктов взрыва и создание гидротока жидкости в фильтре, меньшая на воздействие ударной волной. В качестве горючих газов могут быть использованы пропан, метан, ацетилен, водород, в качестве окислителя – кислород, воздух, хлор.

Существует несколько типов устройств для очистки фильтров ацетиленовыми газогенераторами, в которых газовая смесь образуется при взаимодействии твёрдого карбида кальция с водой. После каждого взрыва необходимо осуществлять перезарядку газогенератора, что влечет большие

затраты времени на обработку фильтра и обуславливает не широкое использование такого рода устройств [1].

Разработаны устройства, в которых сжигается водородно-кислородная газовая смесь. В комплект установки входят скважинные снаряды, грузоподъёмная лебёдка с электроприводом и кабель-тросом, пульт управления с выпрямителями. Скважинный снаряд содержит электролизер, в котором из воды получают газовую смесь водорода и кислорода. Газовая смесь накапливается в камере сгорания и при её заполнении поджигается свечой. При взрыве 1 дм³ водородно-кислородной смеси выделяется порядка 7,7 кДж энергии, что позволяет производить достаточное воздействие на обрабатываемый фильтр. Регулирование интенсивности импульсной обработки фильтра возможно путём изменения объёма сжигаемой газовой смеси.

Предельное давление, создаваемое в полости фильтра при импульсных обработках, не должно превышать допустимых давлений на фильтр, обусловленных его видом, сроком и условиями эксплуатации (таблица А.4).

Заключительным этапом работ по проведению импульсной регенерации является проведение откачек.

Эффективность восстановления производительности скважины оценивается сопоставлением удельных дебитов, коэффициентов водопроницаемости и показателей сопротивления фильтров и прифильтровых зон до и после обработки.

К настоящему времени разработаны методы декольматации, предполагающие различные **способы физического воздействия** на фильтр и прифильтровую зону (вибрация, акустические волны).

Вибрационный метод заключается в том, что при **откачках** из скважины в ней с помощью рабочего органа, находящегося в зоне фильтра, периодически возбуждается интенсивная вибрация. Кольматант выносятся из скважины с откачиваемой водой. Прокачка осуществляется путем подачи воды в скважину. Процесс декольматации заканчивается при прекращении выноса шлама из скважины.

Для осуществления вибрационной обработки скважин необходимы поверхностная или погружная виброустановка с рабочим органом и оборудование для эрлифтной откачки.

Пример использования вибратора гидродинамического кавитационного для декольматации скважины приведен на рисунке 2.10.

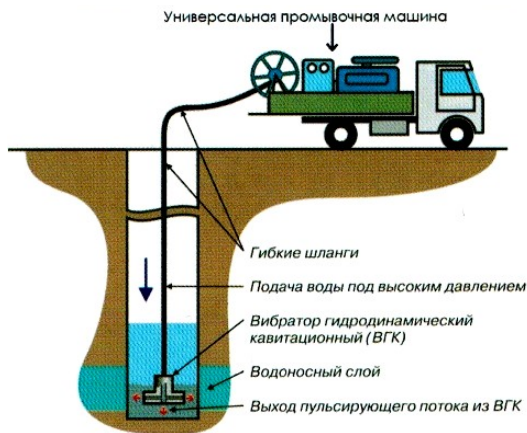


Рисунок 2.10 – Использование ВГК для декольматации скважины
(<http://strmnt.com/wp-content/uploads/2016/05/v10.jpg>)

Комбинированные способы декольматации фильтров водозаборных скважин применяются для повышения эффективности восстановительных мероприятий.

Импульсно-реагентные и вибро-реагентные обработки фильтров скважин сочетают вибрационное или импульсное (пневмовзрыв, взрыв ТДШ, газовый взрыв, электрогидроудар) воздействия на фильтр с последующим или параллельным введением в скважину растворов реагентов.

2.4.5 Восстановление производительности лучевых водозаборов, шахтных колодцев

Снижение производительности лучевых водозаборов, сооружаемых в береговой зоне рек с подрусловыми лучами-дренами, вызывается кольматацией русловых отложений и водоприемной поверхности дрен.

При восстановлении производительности дрен используют механическую чистку ершом, промывку их с применением гидронасадов и реагентную обработку путем задавливания реагента за контур фильтра.

При кольматации русловых отложений применяют очистку русла реки с использованием землеснарядов, специальных водоструйных приспособлений и рыхлителей дна.

При химическом и биологическом кольматаже водоприемной части шахтных колодцев применяют реагентные и комбинированные методы регенерации. Вместе с тем опыт эксплуатации показывает, что в большинстве случаев устойчивая работа шахтных колодцев обеспечивается их механической или гидравлической чисткой.

Для механической чистки применяется установка с рабочим органом в виде бабды, получающей колебания от жестко закрепленного электрического вибратора.

Гидравлический принцип чистки колодцев реализован в гидроциклонной насосной установке ГЦУ с телескопическим подъемно-спускным механизмом на базе автомашины ЗИЛ-131. Установка состоит из многоступенчатого насоса, гидроциклонной подъемной камеры и гидроэлеватора.

3 ЭКСПЛУАТАЦИЯ СООРУЖЕНИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ

3.1 Приемка в эксплуатацию

Приемка в эксплуатацию законченных строительством или реконструированных сооружений водоподготовки осуществляется в соответствии с положением [11] и является одним из важнейших моментов. Она осуществляется в четыре этапа: подготовительный, пробная эксплуатация, временная эксплуатация, постоянная эксплуатация.

Подготовительный этап включает мероприятия, которые необходимо выполнить до пуска очистных сооружений в пробную эксплуатацию:

- обучение и стажировка персонала и проведение инструктажа по ТБ;
- обеспечение должностными и эксплуатационными инструкциями, журналами для регистрации показателей работы очистных сооружений;
- проверка готовности химико-бактериологической лаборатории к контролю качества исходной и обрабатываемой воды;
- обеспечение требуемых запасов и надлежащего хранения необходимых реагентов, фильтрующих материалов;
- нанесение порядковых номеров на оборудование;
- проверка технической готовности сооружений к пуску;
- проведение гидравлических испытаний.

Перечень характерных параметров, подлежащих замерам в процессе проверки технической готовности сооружений водопровода к пуску приведен в таблицах 3.1–3.7.

Таблица 3.1 – Основные контролируемые параметры в процессе проверки технической готовности сооружений реагентного хозяйства к пуску

| Контролируемые размеры | Контролируемые отметки и уклоны |
|--|--|
| Габариты затворно-растворных баков, сатураторов и других установок по приготовлению и дозированию реагентов. Диаметры (размеры лотков) основных и вспомогательных коммуникаций: – для транспортировки растворов реагентов; – подачи воды и воздуха в реагентные баки; – циркуляции растворов реагентов; – удаления осадка из баков; – промывки коммуникаций. Число и диаметр труб и отверстий | Отметки: – днищ и верхних кромок затворно-растворных баков, сатураторов; – верхней плоскости колосниковых решеток; – уровней поступления и отвода растворов реагентов; – верхних кромок переливных труб; Уклоны и отметки трубопроводов |

| Контролируемые размеры | Контролируемые отметки и уклоны |
|--|--|
| распределительных систем для подачи воды и воздуха | (лотков) для транспортировки растворов реагентов и удаления осадка |

Таблица 3.2 – Основные контролируемые параметры в процессе проверки технической готовности смесителей к пуску

| Контролируемые размеры | Контролируемые отметки и уклоны |
|---|--|
| <p>Габариты смесителей.</p> <p>Ширина коридоров, размеры проходов и окон в перегородках (для перегородчатых смесителей).</p> <p>Расстояния между перегородками (для смесителей с дырчатыми перегородками и ершового типа).</p> <p>Шаг, число и диаметр отверстий в перегородках (для смесителей с дырчатыми перегородками).</p> <p>Диаметры основных и вспомогательных трубопроводов (размеры каналов) для подачи и отвода обрабатываемой воды, сброса избыточной воды и опорожнения смесителя.</p> <p>Диаметр смесительной диафрагмы (для шайбовых смесителей)</p> | <p>Отметки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – днищ и верхних кромок смесителей; – верхних кромок переливных труб (карманов); – водоотводной трубы (желоба) смесителя (для вертикальных смесителей) |

Таблица 3.3 – Основные контролируемые параметры в процессе проверки технической готовности камер хлопьеобразования к пуску

| Контролируемые размеры | Контролируемые отметки и уклоны |
|--|--|
| <p>Габариты камер реакции.</p> <p>Ширина коридоров, размеры проходов и окон в перегородках (для перегородчатых камер реакции).</p> <p>Диаметры (размеры каналов) основных и вспомогательных коммуникаций для: подачи и отвода обрабатываемой воды; удаления накопившегося осадка.</p> <p>Диаметры труб и отверстий дырчатых водоотводных и водораспределительных систем (для вертикальных камер)</p> | <p>Отметки днища и верхней кромки камеры реакции.</p> <p>Отметка водоотводных труб (желоба) камеры реакции (для вертикальных камер)</p> <p>Уклон днища камеры реакции в сторону осадкоотводящих коммуни-каций.</p> <p>Уклоны осадкоотводных труб</p> |

Таблица 3.4 – Основные контролируемые параметры в процессе проверки технической готовности горизонтальных отстойников к пуску

| Контролируемые размеры | Контролируемые отметки и уклоны |
|--|--|
| <p>Габариты отстойников.</p> <p>Диаметры подводящих и отводящих трубопроводов (размеры каналов).</p> <p>Шаг, число и размеры отверстий в водораспределительных и сборных дырчатых перегородках.</p> <p>Диаметры труб и отверстий для непрерывного удаления накапливающегося осадка</p> | <p>Отметки днищ и перекрытий.</p> <p>Отметки нижних кромок распределительных и сборных окон (кромок водосливов).</p> <p>Продольные и поперечные уклоны днища.</p> <p>Уклоны коммуникаций, отводящих осадок</p> |

Таблица 3.5 – Основные контролируемые параметры в процессе проверки технической готовности осветлителей со взвешенным осадком к пуску

| Контролируемые размеры | Контролируемые отметки и уклоны |
|---|--|
| <p>Габариты рабочей части осветлителя, осадкоуплотнителя и воздухоотделителя.</p> <p>Диаметры основных и вспомогательных трубопроводов для: подачи и отвода воды; опорожнения рабочей части осветлителя и осадкоуплотнителя; удаления осадка из осадкоуплотнителя.</p> <p>Число и размеры осадкоотводных труб и окон, расстояние между ними.</p> <p>Размеры труб, щелей и отверстий (сопел) распределительных систем коагулированной воды.</p> <p>Шаг, число и диаметр отверстий распределительных и сборных дырчатых настилов решеток), размеры смотровых люков.</p> <p>Число и диаметр труб и отверстий (размеры желобов) сборных систем осветленной воды с поверхности рабочей части осветлителя и осадкоуплотнителя, расстояние между сборными желобами</p> | <p>Отметка дна рабочей части осветлителя.</p> <p>Отметки кромок осадкоотводных окон или труб и нижней кромки защитного кожуха (козырька).</p> <p>Отметки расположения распределительных и сборных дырчатых настилов (решеток).</p> <p>Отметки кромок сборных желобов и труб рабочей части осветлителя и осадкоуплотнителя.</p> <p>Уклоны днищ сборных желобов.</p> <p>Уклон труб, отводящих осадок.</p> <p>Отметки расположения пробоотборных трубок</p> |

Таблица 3.6 – Основные контролируемые параметры в процессе проверки технической готовности фильтров к пуску

| Контролируемые размеры | Контролируемые отметки и уклоны |
|---|---|
| <p>Габариты фильтров, каналов.</p> <p>Диаметры основных и вспомогательных трубопроводов для: подачи и отвода воды; подачи и отвода промывной воды; сброса первого фильтрата; полного опорожнения фильтра; удаления воздуха из</p> | <p>Отметки</p> <ul style="list-style-type: none"> – днищ и верхней кромки фильтров; – верхней плоскости дренажной решетки (для распределительной системы с горизонтальной |

| | |
|--|--|
| <p>распределительной системы. Диаметр и число труб и отверстий распределительной системы. Расстояние между трубами и шаг отверстий. Размеры желобов и расстояние между ними; Габариты промывного бака и диаметр его коммуникаций</p> | <p>компенсацией); – сборных кромок водоотводных желобов; – днища сборного канала для отвода промывной воды. Уклон труб распределительной системы</p> |
|--|--|

Гидравлические испытания производятся для установления водопроницаемости железобетонных сооружений. Испытываемые емкости заполняются водой до наивысшего проектного уровня, все задвижки и шиберы закрываются и пломбируются. Через трое суток фиксируется величина понижения уровня воды в емкости. Испытания производятся по мере готовности сооружений, до начала засыпки подземной части стен и не ранее чем через 28 суток после окончания бетонных работ.

Таблица 3.7 – Основные контролируемые параметры в процессе проверки технической готовности контактных осветлителей к пуску

| Контролируемые размеры | Контролируемые отметки и уклоны |
|--|---|
| <p>Габариты входной камеры. Габариты контактных осветлителей, их боковых и центральных каналов. Диаметры трубопроводов для подачи и отвода промывной воды, полного опорожнения контактных осветлителей. Размеры водоотводных желобов и расстояния между ними Диаметр, число труб и отверстий распределительной системы. Габариты промывного бака и диаметры его коммуникаций</p> | <p>Отметка переливной кромки входной камеры. Отметки днищ и кромок водоотводных желобов осветлителей. Отметка днища сборного канала профильтрованной и промывной воды. Отметка днища промывного бака и его переливной трубы</p> |

Распределительная система фильтров и осветлителей, коммуникации для отбора воды и осадка *проверяются* на подачу максимального расчетного количества воды под требуемым проектным напором. При выявлении каких-либо строительных недоделок или дефектов представитель заказчика совместно с администрацией станции и представители строящих организаций составляют на них акт. Все дефекты и недоделки устраняются до ввода станции в эксплуатацию.

Перед пуском в пробную эксплуатацию очистные сооружения и коммуникации должны быть промыты и продезинфицированы хлорной водой. Концентрация активного хлора 75–100 мг/л, контакт с хлорной водой должен быть обеспечен в течение 5–6 часов.

Пробная эксплуатация проводится в проектно-эксплуатационном режиме. Проверяется работоспособность всех очистных сооружений, их элементов, коммуникаций, арматуры и контрольно-измерительных приборов (КИП). Продолжительность пробной эксплуатации определяется временем достижения качества обработанной воды, удовлетворяющего требованиям СанПиН [15]. Подача воды потребителям в этот период не допускается.

Временная эксплуатация проводится не раньше чем через 24 часа после окончания пробной. Ввод во временную эксплуатацию оформляется соответствующим актом.

В процессе временной эксплуатации производится:

- технологическая наладка очистных сооружений;
- отработка экономических режимов эксплуатации сооружений;
- уточнение доз применяемых реагентов;
- испытание на проектную производительность и форсированный режим;
- выявление и устранение недостатков в работе сооружений, коммуникаций, запорно-регулирующей работы и КИП.

Работы, относящиеся к пробной и временной эксплуатации, называются наладочными.

В процессе проведения наладочных работ:

- уточняются расчеты, технологические схемы и принятые методы обработки воды;
- выявляются резервы в мощностях оборудования и отдельных элементов сооружений;
- доказываемся необходимость в применении новых или вспомогательных реагентов для интенсификации процессов осветления воды;
- вносятся соответствующие коррективы по усовершенствованию всех звеньев работы и эксплуатации сооружений.

Приемку в **постоянную эксплуатацию** производит специально назначенная комиссия после окончания временной эксплуатации и вывода очистных сооружений на нормальный эксплуатационный режим с достижением проектной производительности. Дата подписания акта комиссией является датой ввода в постоянную эксплуатацию.

3.2 Зоны санитарной охраны водопроводных очистных сооружений

Границы поясов ЗСО сооружений водоподготовки устанавливаются в соответствии с СанПиН «ЗСО источников и централизованных систем питьевого водоснабжения» [16].

Границы первого пояса ЗСО водопроводных сооружений устанавливаются на расстоянии не менее:

– 30 м – от стен запасных и регулирующих емкостей, фильтров и контактных осветлителей;

– 10 м – от водонапорных башен;

– 15 м – от остальных помещений (отстойники, реагентное хозяйство, склад хлора, насосные станции и иные).

При расположении сооружений водоподготовки на территории обслуживаемого объекта, исключающего возможность загрязнения почвы и подземных вод, указанные расстояния допускается сокращать до 10 м по результатам положительной государственной санитарно-гигиенической экспертизы [16].

На площадках водопроводных сооружений должны предусматриваться санитарные мероприятия по благоустройству, озеленению, созданию подъездных путей и пешеходных дорожек к каждому зданию.

Территория очистных сооружений должна иметь ограждение высотой 2,5 или 2 м.

3.3 Лабораторно-производственный контроль

Производственный контроль должен быть организован на всех этапах обработки воды для оценки количественных и качественных показателей обрабатываемой воды и работы очистных сооружений.

На основании систематического анализа результатов производственного контроля осуществляется своевременное обнаружение нарушений в технологии очистки воды, обеспечивается предупреждение поступления в РЧВ воды, не отвечающей по своим показателям требованиям СанПиН [15].

В зависимости от производительности и степени сложности применения технологий для лабораторно-производственного контроля (ЛПК) могут быть созданы лаборатории: физико-химическая, бактериологическая, гидробиологическая, технологическая и др.

ЛПК должен производиться с применением только стандартных приборов и методик анализов и определений, регламентируемых нормативными документами Республики Беларусь.

Объем лабораторно-производственного контроля на сооружениях водоподготовки состоит:

1) из *определения и регистрации расходов воды:*

– поступающей на станцию и отводимой со станции;

– на каждом отстойнике, осветлителе со взвешенным осадком, фильтре и контактном осветлителе;

– на технологические нужды станции (промывку фильтров, заготовку растворов реагентов и др.);

– поступающей от напорных водоводов второго подъема на хозяйственно-бытовые нужды станции;

2) *определения потерь напора в фильтрах и контактных осветлителях;*

3) контроля уровней:

– воды – в очистных сооружениях, промывном баке и резервуарах чистой воды;

– осадка – в сооружениях для обработки осадка;

– растворов химических реагентов – в реагентных баках;

4) проведения измерений и результатов измерений качества исходной и очищенной воды.

Качество воды характеризуется ее физико-химическим и бактериологическим составом. Основным способом определения качества воды и пригодности ее для тех или других целей является ее лабораторный анализ (чем больше определений, тем более точная характеристика воды).

Перечень показателей, подлежащих определению при проведении измерений качества исходной и очищенной воды, устанавливается в соответствии с нормативными документами с обязательным согласованием органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора, применительно к местным условиям.

Проведение измерений и результаты измерений качества исходной и очищенной воды на станциях водоподготовки осуществляются по следующим показателям [24]:

– температура воды, °С;
– цветность воды, град.;
– запах воды, бал.;
– вкус воды, бал.;
– мутность, мг/л;
– взвешенные вещества, мг/л;
– реакция рН;
– окисляемость воды по кислороду, мг/л O_2 (перманганатная окисляемость);

– сухой остаток, мг/л (общая минерализация);

– железо Fe^{2+} , Fe^{3+} , $Fe_{\text{общ}}$, мг/л;

– марганец Mn^{2+} , мг/л;

– аммоний NH_4^+ , мг/л;

– хлор Cl^- , мг/л;

– сульфат SO_4^{2-} , мг/л;

– нитрит NO_2^- , мг/л;

– нитрат NO_3^- , мг/л;

– фосфат P_2O_5 , мг/л;

– жесткость общая или жесткость карбонатная, мг-экв/л;

– фториды F^- , мг/л;

– нефтепродукты, мг/л;

Для отдельных источников и водопроводов могут потребоваться дополнительные определения:

- кислород, растворенный в воде, мг/л;
- свободная углекислота CO_2 , мг/л.
- кальций Ca^{2+} , мг/л;
- магний Mg^{2+} , мг/л;
- натрий Na^+ , мг/л;
- сероводород H_2S , мг/л и др.

По установленным пунктам, частоте и способу отбора проб и принятой схеме анализов воды составляется план работы лаборатории.

Периодичность определения качества исходной и осветленной воды приведена соответственно в таблицах 3.8 и 3.9.

При обезжелезивании воды фильтрованием необходимо дополнительно один раз в сутки производить анализ воды с поверхности каждого фильтра (после обогащения кислородом) на содержание железа общего и оксида железа, и растворенного кислорода, и периодически определять содержание свободной углекислоты в пробе воды с поверхности фильтра.

Таблица 3.8 – Периодичность определения качества исходной воды

| Показатель | Периодичность |
|---|---------------------|
| <i>Отсутствие коагулирования</i> | |
| Мутность, цветность | Один раз в смену |
| Запах, привкус, pH, общее число бактерий в 1 мл, коли-индекс и общее железо (для подземных вод) | Один раз в сутки |
| Полный химический анализ | Один раз в месяц |
| <i>Наличие коагулирования</i> | |
| Мутность, цветность, щелочность | Один раз в два часа |
| Температура, запах, привкус | Один раз в смену |
| Окисляемость, общее железо, pH, общее число бактерий в 1 мл | Один раз в сутки |

Таблица 3.9 – Периодичность определения качества осветленной воды

| Точка контроля | Показатель | Периодичность |
|--|---|------------------|
| После отстойников или осветлителей со взвешенным осадком | Мутность, цветность, остаточный хлор (при предварительном хлорировании) | Один раз в смену |
| | Запах и привкус | Один раз в сутки |
| Перед поступлением на фильтры при коагулировании | Мутность, цветность, остаточный хлор (при предварительном хлорировании) | Один раз в смену |
| | Остаточные реагенты | Один раз в сутки |
| После фильтров | Мутность, цветность и остаточный | Через 2 часа |

| | | |
|---------------------------------------|--|--------------------------------|
| | хлор (при предварительном хлорировании), железо | |
| | Бактериологический анализ | Через каждые 10 суток |
| В общем коллекторе фильтрованной воды | Мутность и цветность: – при коагулировании – при отсутствии коагулирования | Каждые 2 часа Каждые 4 часа |
| | Запах, привкус и остаточный хлор (при предварительном хлорировании). | Один раз в смену |
| | Окисляемость, остаточные реагенты, бактериологический анализ | Один раз в сутки |

Количество введенных реагентов после смесителя необходимо контролировать: ежечасно (при постоянных дозах), каждые полчаса (при переменных дозах).

Оценка результатов анализов воды является более сложной и служит для установления загрязнения воды:

– *наличие аммония* даже в виде следов сигнализирует о свежем ее загрязнении;

– при *наличии следов нитритов* вода считается подозрительной в санитарном отношении;

– *наличие нитратов* при отсутствии аммиака и нитритов свидетельствует об имевшемся загрязнении, закончившемся минерализацией. Солевой аммиак и следы нитритов могут присутствовать и в незагрязненной воде в результате процессов восстановления азотнокислых солей при взаимодействии их с гуминовыми веществами;

– при отсутствии аммиака и нитритов и *наличии в большом количестве хлоридов и сульфидов* вода считается подозрительной в санитарном отношении.

По одному какому-либо физическому признаку или отдельно взятому химическому компоненту нельзя давать заключение о санитарных качествах питьевой воды, необходимо подробное сопоставление всех данных лабораторного анализа воды.

Результаты анализов свидетельствуют о необходимости принятия мер эксплуатационным персоналом по устранению неисправностей в работе сооружений и доведению качества воды до требуемой нормы.

Технологический контроль регулярно осуществляет дежурный оператор по сооружениям и оборудованию совместно с дежурным персоналом лаборатории под общим руководством главного инженера (технолога) и заведующего лабораторией. Все данные наблюдений и измерений заносятся в журналы установленной формы.

Основная задача технологического контроля – всесторонняя оценка технологической эффективности работы очистных сооружений для своевременного принятия мер, обеспечивающих их бесперебойную работу с заданной производительностью, требуемой степенью очистки воды и обработки осадка.

При выполнении технологического контроля водопроводных очистных станций необходимо:

- вести контроль за ходом технологического процесса и качеством обработки воды;

- регулировать количество воды, подаваемой на сооружения и отводимой в резервуары чистой воды;

- наблюдать за уровнями и равномерностью распределения воды между отдельными сооружениями и их блоками, уровнями воды в резервуарах чистой воды, осадков в камерах, отстойниках, осветлителях, реактивных баках, потерями напора в фильтровальных сооружениях, накоплением осадка и т. п.;

- проверять правильность переключения отдельных сооружений, их секций, трубопроводов, а также реактивных установок;

- содержать в исправности механическое оборудование, КИП и автоматику, дроссельные и измерительные устройства и другое оборудование;

- удостовериться в наличии запаса и качестве реагентов, фильтрующих материалов, вести наблюдение за правильностью их хранения;

- следить за своевременной заготовкой растворов реагентов требуемой концентрации;

- проверять горизонтальность перелива воды через кромки желобов, лотков, водоприемных и водораспределительных окон и т. п.;

- наблюдать за режимом дозирования реагентов.

3.4 Сооружения реактивной обработки воды

3.4.1 Реактивное хозяйство

Основное назначение реактивных цехов – обеспечение своевременного и качественного приготовления растворов реагентов, бесперебойное дозирование реагентов в обрабатываемую воду.

Для осветления и обесцвечивания воды в основном используются: *сульфат алюминия; алюминат натрия; хлористый алюминий; сульфит и сульфат железа; хлорид железа; гашеная известь; сода* (приложение В).

На процесс коагуляции влияют разные факторы:

- *температура;*

- *щелочность;*

– *состав воды* (главным образом аммонийный состав).

При низкой температуре процесс коагуляции замедляется. При низкой щелочности очищаемой воды процесс коагулирования затрудняется. Для этого воду перед коагулированием необходимо *подщелачивать* (обычно гашеной известью).

Процесс хлопьеобразования зависит от гидравлического режима воды. При наличии некоторого движения и умеренного перемешивания воды процесс хлопьеобразования идет быстрее и заканчивается через 15–20 мин, в спокойной воде для этого требуется в два раза больше времени.

При коагулировании солями Fe значение рН воды после ввода коагулянта должно быть не ниже 8,2–8,5.

Процесс приготовления растворов реагентов разделяется на четыре этапа:

– первый – *подготовка сухих реагентов*: дробление крупных комьев, гашение извести, загрузка отвешенных порций в бак;

– второй – *растворение реагентов* – производится струей или потоком циркулирующей воды с перемешиванием содержимого в баке (мешалкой, воздухом 8–10 л/с на 1 м);

– третий – *перекачка растворов из растворных баков в расходные*;

– четвертый – *приготовление раствора требуемой концентрации*.

Затем следует подготовка баков к растворению после их опорожнения к следующей порции.

При эксплуатации реагентных цехов необходимо:

– своевременно приготовить заданное количество раствора требуемой концентрации;

– ввести реагенты в обрабатываемую воду с соблюдением установленных доз, последовательности и интервалов введения;

– систематически наблюдать за исправностью устройств для приготовления и дозирования растворов;

– своевременно подавать заказы на получение реагентов с учетом их расходования и вместимости складов;

– вести контроль и учет расхода и поступления реагента;

– проверять качество реагентов.

В процессе эксплуатации оператор должен уточнять дозы применяемых реагентов с учетом изменения воды в источнике.

Порядок хранения и разгрузки реагентов должен удовлетворять правилам ТБ и охраны труда.

Технология применения и дозирования реагентов должна излагаться в инструкциях для каждого реагента в отдельности. На складах реагентов запрещается хранить в одном помещении реагенты, которые могут

химически взаимодействовать между собой, взрывчатые и огнеопасные вещества, баллоны со сжатым газом, пищевые продукты и др.

Не допускается хранение реагентов в количествах, превышающих расчетную вместимость склада. В хранилищах реагентного хозяйства должен находиться запас реагентов, рассчитанный на 15–30-суточный расход. В том случае, если имеется кустовой склад реагентов, на расходных складах реагентного цеха должен храниться только оперативный запас реагентов (на 5–10 суток).

Сухое хранение производится в закрытых, хорошо вентилируемых помещениях.

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.

При поступлении очередных партий реагентов проверяется наличие сертификатов качества и соответствия поставленного продукта требованиям стандарта. Партия в обязательном порядке должна подвергаться контрольной проверке на содержание в продукте активной части реагента и примесей.

3.4.2 Смесители

Смесители предназначены для равномерного распределения реагентов в потоке обрабатываемой воды и создания необходимых условий протекания химических реакций.

При эксплуатации смесителей важно, чтобы их объем использовался полностью (*коэффициент объемного использования был наибольшим*), что достигается равномерным распределением воды.

В *лотковых смесителях* равномерность распределения воды по глубине потока достигается установкой дырчатых распределительных труб.

При эксплуатации лотковых смесителей важно не допускать подсоса воздуха. Для этого в *перегородчатых смесителях* проходы в перегородках должны быть затоплены на 10–15 см. В *дырчатых смесителях* верхний край отверстий затапливается на глубину 10–15 см. Отвод из смесителя выполняется на глубине не менее 50–60 см.

Интенсифицировать перемешивание в дырчатых смесителях можно, уменьшив число отверстий в перегородках, или установив дополнительные перегородки.

Увеличение интенсивности перемешивания в *гидравлических смесителях* иногда достигается рециркуляцией с установкой циркуляционных насосов, забирающих воду в конце и подающих ее в

начало смесителя. В случае введения коагулянтов такое решение представляется сомнительным, так как может привести к пептизации хлопьев гидроксидов алюминия или железа, возможность появления которых трудно полностью предотвратить.

Хороший эффект дает введение сжатого воздуха. Воздух не только усиливает перемешивание, но и улучшает технологические свойства коагулированной взвеси, поскольку способствует частичному удалению свободной углекислоты, образующейся при гидролизе кислого коагулянта. Углекислота сорбируется частицами хлопьевидной взвеси и вызывает их флотацию. Наиболее неблагоприятно процесс флотирования хлопьев сказывается на осветлении маломутных цветных вод, особенно в условиях низких температур, когда вязкость воды увеличивается. Аэрация улучшает структуру хлопьев: делает их более плотными и менее газонаполненными. Воздух необходимо распределять дырчатыми трубами, размещаемыми ближе к месту ввода реагента. Расход воздуха рекомендуется принимать в пределах 20–50 % от расхода обрабатываемой воды.

На небольших станциях смешение производится в трубопроводах. Трубка, подводящая раствор реагента, должна доходить до оси трубопровода и быть срезана под углом 45°. Протяженность участка смешения должна составлять не менее 40–50 диаметров трубы. При необходимости быстрого смешения (например, на станциях с контактными осветлителями воды) хорошо зарекомендовали себя гидродинамические смесители (рисунок 3.1).

Раствор реагента распределяется дырчатой трубой внутри трубопровода, по которому протекает часть обрабатываемой воды. Первичная смесь воды и реагента имеет повышенную концентрацию. Затем эта смесь дырчатой трубой распределяется и перемешивается потоком исходной воды.

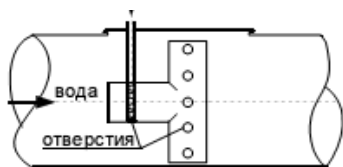


Рисунок 3.1– Схема гидродинамического смесителя

Оптимальные условия смешения достигаются в высокоскоростных механических смесителях турбинного или пропеллерного типа, обеспечивающих почти мгновенное распределение реагента и высокие значения градиента скорости перемешивания. Такие смесители легко регулируются, позволяют повысить плотность образующихся при последующей очистке хлопьев, сократить затраты реагентов.

Регулирование производится за счет изменения числа оборотов ротора мешалки, продолжительности перемешивания, а также за счет параллельного включения разного количества установок.

При эксплуатации смесителей персонал обязан:

- вести постоянное наблюдение за равномерностью распределения реагентов и осуществлять соответствующую регулировку;
- контролировать скорость движения воды;
- прочищать отверстия в трубах подачи и распределения реагентов в смесителях;
- регулировать работу систем подачи воздуха и мешалок, проводить профилактическое обслуживание механизмов и оборудования;
- ежемесячно очищать корпуса и детали смесителей от накопившегося в них осадка;
- не реже раза в год при участии технолога (главного инженера станции) проводить внутренний осмотр стен и перегородок смесителей;
- один раз в год осуществлять проверку герметичности сооружений и коммуникаций.

Наиболее часто встречающиеся неисправности в работе смесителей приведены в таблице 3.10.

Планово-предупредительный ремонт смесителей включает ежегодную промывку стен и перегородок смесителя от грязи, осмотр регулирующих задвижек, перенабивку сальников.

Механические смесители необходимо регулярно осматривать и проводить профилактическое обслуживание приводных механизмов – двигателей, редукторов, мешалок.

Сезонная корректировка и оптимизация процесса перемешивания осуществляется опытным путем: для механических смесителей – изменением числа оборотов ротора мешалки; для гидравлических – изменением места ввода реагентов в поток воды.

Таблица 3.10 – Неисправности в работе смесителей и способы их устранения

| Неисправность | Проявление | Способ устранения |
|---|--|--|
| Перегрузка смесителя | Неравномерное распределение реагентов в массе воды. Плохое перемешивание. Замедленный процесс образования хлопьев. Частые колебания в показаниях приборов | Дополнить систему перемешивания барботажем воздуха и дырчатыми или целевыми трубами. Уменьшить подачу воды с доведением времени перемешивания ее в смесителе до 2 мин |
| Неправильно выбраны точки ввода реагентов и интервалы между | Вынос коагулянта. Отсутствие хлопьеобразования | Опытным путем следует установить последовательность и интер- |

| | | |
|--|--|--|
| введением коагулянта, реагентов и флокулянта | | вал ввода коагулянта, реагентов и флокулянта |
|--|--|--|

3.4.3 Камеры хлопьеобразования

Камеры хлопьеобразования должны обеспечить наилучшие условия формирования и укрупнения хлопьев коагулированной взвеси перед поступлением воды в отстойники. Камеры хлопьеобразования по конструкции делятся на камеры гидравлического типа и флокуляторы [10].

В *гидравлических камерах* (перегородчатых, вихревых) перемешивание создается вследствие возмущений, вызываемых местными сопротивлениями (перегородки), либо при замедленном движении потока. В *камерах-флокуляторах* перемешивание производится мешалками, а в *аэрофлокуляторах* – барботажом воздуха. Оптимальный режим перемешивания обусловлен многими факторами и его необходимо находить опытным путем.

Неудовлетворительная работа гидравлических камер часто связана с формированием застойных зон и областей вихреобразования, что обусловлено гидравлическим несовершенством конструкции или накоплением слоя осадка.

Неудовлетворительное хлопьеобразование может быть вызвано:

- неравномерным распределением поступающей воды вследствие постоянного засорения отверстий распределительной системы;
- неравномерным сбором воды лотками с водосливами или желобами с отверстиями в камерах вертикального типа;
- отсутствием или неудачным расположением направляющих перегородок в перегородчатых камерах.

Наиболее часто встречающиеся неисправности в работе камер хлопьеобразования приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Неисправности в работе камер хлопьеобразования и способы их устранения

| Неисправность | Проявление | Способ устранения |
|---|---|---|
| Неправильно выбраны технологические параметры камеры | Образование мелких неустойчивых хлопьев | Проверить соответствие времени пребывания воды в камере |
| Отсутствие контактной среды в камерах реакции со взвешенным осадком | Образование мелких неустойчивых хлопьев | Засыпать загрузку из гравия крупностью 20–50 мм, слоем 500–800 мм |

| | | |
|--|---|---|
| <p>Малый слой взвешенного осадка; неравномерное распределение воды по площади камеры реакции</p> | <p>Образование мелких неустойчивых хлопьев</p> | <p>Довести слой взвешенного осадка при скорости восходящего потока 0,5–0,9 мм/с до 2,5–3 м. Прочистить дырчатую распределительную систему от осадка. Подвести воду для промывки системы под давлением. Обеспечить равномерный напуск воды в секции запорной и регулирующей арматурой</p> |
| <p>Неэффективно работает осадкоотводящая система</p> | <p>Уровень осадка превышает верхнюю кромку поверхности гравийной загрузки</p> | <p>Подвести воду для обратной промывки осадкоотводящей системы</p> |

При эксплуатации камер хлопьеобразования необходимо:

- вести постоянное наблюдение за работой камер, скоростью движения воды в них, эффективностью образования хлопьев, ходом реакции, а в камерах встроенного типа – за уровнем взвешенного осадка (толщина слоя должна быть не менее 2–2,5 м);
- своевременно очищать камеры;
- проверять в различные сезоны года фактические скорости движения и время пребывания;
- разрабатывать меры по улучшению работы (определять оптимальные скорости выхода воды из отверстий распределительной системы, а также устройство струенаправляющих щитов в водоворотных камерах).

Планный осмотр и текущий ремонт камер хлопьеобразования необходимо проводить ежемесячно. Одновременно выполняется мелкий ремонт трубопроводов и элементов конструкций, тщательный осмотр подводной части флокуляторов, воздухораспределительной системы, рециркуляторов, очистка камер от выпавших осадков.

Если позволяют местные условия, промывка производится при помощи брандспойтов, если отсутствует предхлорирование, отмывка камер производится 5 %-м раствором железного купороса с последующей дезинфекцией.

Во время опорожнения камер необходимо обращать внимание на места и характер накопления осадков. По нему можно судить о расположении малопроточных областей.

Если отключение на промывку снижает производительность водопроводной станции более чем на 30 %, камеру предварительно должен осмотреть водолаз для окончательного принятия решения о необходимости

чистки. Во всех случаях промывка камер должна проводиться не реже одного раза в год.

Объективным показателем состояния гидравлических камер служит значение коэффициента использования объема (нормальное значение должно быть в пределах 0,75–0,85).

Плановый *капитальный ремонт* проводится один раз в три года и включает:

- установку новых перегородок и направляющих щитов;
- разборку и замену пришедших в негодность деталей мешалок;
- замену изношенных участков трубопроводов, распределительных систем.

3.5 Сооружения по обесцвечиванию и осветлению воды

3.5.1 Сетчатые и барабанные фильтры

Сетчатые и барабанные фильтры предназначены для удаления из воды планктона и крупных примесей.

Для осветления воды используются *микрофильтры* (размер ячеек 20–40 мкм) и *барабанные сетки* (0,3–0,5 мм).

При эксплуатации сетчатых и барабанных фильтров необходимо:

- выполнять все требования инструкции завода-изготовителя;
- обеспечить равномерное распределение количества воды между фильтрами;
- следить за исправностью сетчатых элементов, устранять течи через неплотности крепления сетчатых элементов и прорывы;
- следить за работой промывного устройства;
- вести наблюдение за степенью загрязнения сетчатых элементов, не допуская превышения расчетного перепада;
- контролировать исправность привода и подшипников;
- проводить профилактический и текущий ремонт;
- вести журнал.

Во избежание повреждения фильтрующих элементов при пуске в работу камеру фильтров необходимо заполнять водой постепенно.

3.5.2 Отстойники

Отстойники предназначены для обеспечения снижения концентрации грубодисперсных примесей, содержащихся в воде, поступающей из камер хлопьеобразования, до 8–12 мг/л, т. е. до концентраций, на которые рассчитаны фильтры.

Работа отстойника признается неудовлетворительной, если мутность воды, поступающей на фильтры, будет постоянно или значительную часть года превышать 12–20 мг/л. Повышенные концентрации усложняют и удорожают работу фильтров, так как сокращается межпромывочный период.

Отстойники должны проходить ежегодный плановый осмотр и текущий ремонт, а раз в три года – плановый капитальный ремонт. Эти процедуры совмещаются с продувкой и опорожнением отстойника.

После спуска воды производят:

- оценку конфигурации слоя выпавшего осадка, так как это может указывать на дефекты или на возникшие повреждения конструкции;
- осмотр арматуры и труб для поверхностного сбора воды и для удаления осадка;
- прочистку труб и отверстий, мелкие ремонтные работы (подтяжка креплений задвижек, щитовых затворов и т. д.);
- восстановление поврежденных участков поверхностей стен и днища;
- ремонт и окраску люков, лестниц, скоб;
- уточнение расположения поперечных дырчатых перегородок.

Затем отстойник *промывают и дезинфицируют*. Стены, днище, перегородки очищают щетками и обрабатывают раствором сульфата железа, а для дезинфекции применяют хлорную воду, содержащую 25 мг/л активного хлора, с последующей обмывкой всей внутренней поверхности отстойника питьевой водой.

При капитальном ремонте производят:

- восстановление или замену неисправной арматуры;
- ремонт дренажной системы основания;
- ремонт системы поверхностного сбора очищенной воды;
- установку дополнительных перегородок;
- замену настилов и других деревянных элементов;
- установку (при необходимости) тонкослойных модулей.

По завершении капитального ремонта, особенно связанного с переделкой дренажа, необходимо произвести испытания на водонепроницаемость.

Если при ремонте были внесены изменения в конструкцию отстойника (установлены дополнительные перегородки или изменено их первоначальное положение), необходимо выполнить экспериментальное определение коэффициента объемного использования сооружения.

Наиболее часто встречающиеся неисправности в работе отстойников приведены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Неисправности в работе отстойников и способы их устранения

| Неисправность | Проявление | Способ устранения |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Не обеспечивается расчетное время | Снижается эффект выделения взвеси. | Режим работы отстойника привести в |

| | | |
|--|--|---|
| пребывания воды в отстойнике | Не достигается нормативная остаточная концентрация | соответствие с расчетными параметрами |
| Неравномерная нагрузка | Нарушение горизонтальности уровней воды перед сливными и водоотводящими устройствами | Обеспечить горизонтальность переливных стенок. Отрегулировать расходы напускными устройствами |
| Водосборные желоба с затопленными отверстиями для поверхностного отбора не обеспечивают равномерность отбора воды | Вынос мелких взвесей на фильтры со стороны камеры хлопьеобразования | Перекрыть 30–50 % длины желоба со стороны камеры хлопьеобразования. Прodelать дополнительные отверстия в оставшейся части желоба |
| Нарушение работы гидравлической системы по удалению донного осадка; зарастание отверстий промывной системы осадком | Рост осадка в отстойнике. Уменьшение рабочего сечения последнего, улучшение эффекта осветления | Изменить график промывки отстойников. Проложить воздухопроводы и водоводы с соплами для барботажа и смыва осадка при промывке отстойника. Подвести воду для промывки обратным током под давлением |
| Перелив части воды в сборный карман через водослив в обход водосборных желобов с затопленными отверстиями | Ухудшается эффект осветления | Отрегулировать подачу воды. Верх желоба нарастить выше максимального уровня воды в отстойнике на 10 см, отверстия в желобах расположить на 5–8 см выше дна желоба |
| Неравномерное удаление осадка через промывную систему | Неравномерное распределение осадка по площади. Возникновение завихрений и перемешивания воды, перемещение взвеси с нижней зоны в верхнюю | Дренажный лоток разделить на 2–3 секции с самостоятельным выводом осадка в канализацию |
| Частые и резкие изменения нагрузки на | Колебания уровня воды в отстойнике, ухудшение | Установить регулирующие приборы, |

| | | |
|-----------|--------------------|---|
| отстойник | эффекта осветления | обеспечивающие выравнивание расходов |
|-----------|--------------------|---|

При эксплуатации отстойников необходимо:

- обеспечить требуемое количество воды после отстойников;
- вести наблюдение за накоплением осадка;
- удалять осадок;
- обеспечивать равномерность и правильность распределения воды между сооружениями, а также в каждом сооружении;
- обеспечить горизонтальность кромок желобов, лотков, своевременно устранять перекосы.

Помимо несоблюдения регламента эксплуатации (неравномерное распределение воды, неправильная регулировка, приводящая к резкому колебанию расходов, несвоевременная продувка), причиной ухудшения качества очистки в отстойниках оказываются ошибки, допущенные при монтаже сооружений.

3.5.3 Осветлители со взвешенным осадком

Осветлители со слоем взвешенного осадка применяются для предварительной очистки воды большой и средней мутности (не менее 50 мг/л) при средней производительности водопроводных станций. При мутности до 20–25 мг/л рекомендуется рециркуляция осадка, а при меньшей – интенсивное замутнение воды.

Очистка во взвешенном слое осадка осуществляется путем контактной коагуляции. Поэтому вода после ввода реагентов в смеситель непосредственно подается в осветлитель.

Отсутствие в технологической схеме воздухоотделителей или их плохая работа является причиной флотации хлопьев осадка и выноса их из взвешенного слоя. Флотация может быть связана с насыщением воды воздухом в смесителях и на выходе из них. Она иногда вызывается выделением углекислого газа, образующегося, как уже отмечалось, в процессе обработки воды кислыми коагулянтами. До 10–15 % выделяющейся углекислоты входит в состав хлопьев, занимая до 30 % их объема.

Отбор воды из осадкоуплотнителей осветлителей принудительный, что дает возможность регулировать и поддерживать слой взвешенного осадка на требуемом уровне и обеспечивать устойчивость работы сооружения.

Осадок поддерживается во взвешенном состоянии восходящим потоком исходной воды. Скорость потока принимается в зависимости от мутности воды, ее температуры, а также от применяемых реагентов. При отсутствии натурных исследований и результатов технологического моделирования скорость может быть принята по ТКП [19].

Резкое увеличение расходов и соответственно восходящих скоростей способно вызывать вынос нижних слоев взвешенного осадка вверх, нарушив динамическое равновесие всего слоя.

Состояние взвешенного слоя зависит и от режима реагентной обработки воды. Поэтому при изменении производительности необходима своевременная коррекция доз реагентов.

Рекомендуемое в некоторых случаях прерывистое введение реагентов можно принимать с большой осторожностью. При этом контактная среда должна иметь повышенную объёмную и массовую концентрацию сухого вещества, достаточную для компенсации возникающих изменений в физико-химических условиях процесса очистки.

Отвод осадка должен быть сбалансирован с его образованием при поступлении взвеси в осветлитель, а верх взвешенного слоя поддерживаться на уровне, уточнённом при наладке. Защитные козырьки, которые устраивают на осадкоотводящих окнах, не препятствуют подъёму уровня осадка выше окон или верха осадкоотводящих труб, а лишь уменьшают его взмучивание при перетекании в осадкоуплотнитель.

Несвоевременный отвод избыточного осадка вызывает его вынос из осветлителя. Режим отведения осадка регулируется интенсивностью отбора воды из осадкоуплотнителя, и контролируется по перепаду уровней в осветлителе и осадкоуплотнителе.

Гравитационное уплотнение осадка в осадкоуплотнителе интенсивно происходит только в первые часы, затем замедляется и после 24–48 часов практически прекращается. Поэтому продувки осадкоуплотнителя проводятся не чаще чем через 8–12 часов, но иногда реже – через 4–7 суток, и даже через 1–1,5 месяца.

В последнем случае за счет меньшего количества продувок в течение года сокращаются общие потери воды, при возможном снижении качества очистки.

Главной задачей операторов является поддержание гидродинамической устойчивости взвешенного слоя осадка, исключаящее вынос из него хлопьев. Для этого необходимо следить за равномерным распределением неочищенной воды между осветлителями, по всей площади каждого осветлителя, и за равномерностью сбора осветлённой воды сборными желобами или перфорированными трубами как в камерах осветлителей, так и в осадкоуплотнителях.

Расход поступающей воды измеряют каждые 1–2 часа, не реже 2–3 раз в смену определяют расход воды, отводимой из осадкоуплотнителей. Колебания расходов, поступающих на очистку воды, ограничиваются $\pm 15\%$ в течение часа. В случаях больших колебаний во избежание размыва взвешенного слоя необходима регулировка осветлителей.

При изменении расхода воды (например, при профилактическом отключении одного из осветлителей) измеряется скорость осветлённой воды над взвешенным слоем осадка.

В осветлителях с рециркуляцией осадка осуществляется контроль за равномерностью распределения воды между рециркуляторами. О степени равномерности распределения судят по виду бурунов на поверхности воды в направляющих аппаратах. Визуально можно оценить и достаточность восходящей скорости в рециркуляторах. На поверхности воды в центре направляющих аппаратов буруны должны быть хорошо заметны. Отсутствие бурунов свидетельствует о недостаточном напоре, создаваемом эжектором, что указывает на его малую производительность.

Регулярно (1–2 раза в смену) измеряется температура воды, поступающей на очистку, так как колебания более 1–2 °С вызывают конвективные токи, способные разрушить взвешенный слой.

За состоянием поверхности осадка в осветлителе и осадкоуплотнителе ведётся постоянное наблюдение. Вынос осадка в отдельных точках поверхности осветлителя свидетельствует о нарушении работы систем распределения поступающей воды или систем сбора осветлённой воды, а появление клубов замутнённой воды в осадконакопителях – о переполнении осадком и необходимости продувки.

Уровень взвешенного слоя замеряется 1–2 раза в смену при помощи сифонных шлангов, специальных пробоотборных трубок или световым зондом.

Зонд представляет собой электрическую лампу напряжением 12 В, заключённую в водонепроницаемый корпус и закреплённую на промеренном шнуре или рейке. При погружении лампы в слой осадка излучаемый ею свет перестаёт быть видимым.

Регулирование осветлителя (сезонное или оперативное), необходимое в случаях выноса осадка из взвешенного слоя, осуществляется путём изменения расхода воды, отбираемой из осадконакопителя (отсоса), т. е. корректировкой значений коэффициента распределения (соотношение расходов воды осветлённой и поступающей в осветлитель).

Оптимальное значение коэффициента устанавливается технологом экспериментально, а его ориентировочные значения (при условии применения алюминиевых коагулянтов) приведены в ТКП [19].

Ухудшение качества очистки вследствие выноса осадка из взвешенного слоя требует уменьшения коэффициента распределения воды между зонами осветления и отделения осадков в осадкоуплотнителях, что достигается повышением отбора (отсоса) отстоянной воды из последних.

Регулировка производится при помощи задвижки на линии отведения очищенной воды из осадконакопителя. Эту операцию нужно проводить с осторожностью во избежание деформации поверхности взвешенного слоя.

При этом следует иметь в виду, что один осадкоуплотнитель обслуживает два осветлителя (осветлители коридорного типа).

Показателем правильности выполненной регулировки является одинаковая мутность воды, как отводимой из осадкоуплотнителя, так и из обслуживаемых им осветлителей.

Режим продувки осадкоуплотнителей разрабатывается технологом с учётом конкретных местных условий. Продувка требует отключения осветлителя, но при этом коэффициент распределения увеличивается до 0,9 и даже 1,0, т. е. отсос осадка из осветлителей почти или полностью прекращается.

Оператор плавно регулирует продувку иловой задвижкой и наблюдает за консистенцией осадка на изливе. Выпуск заканчивается, когда она приблизится к консистенции взвешенного слоя. В случае прорыва воды во время продувки выпуск осадка прекращается и возобновляется через 20–30 мин.

В зависимости от частоты продувки ее длительность составляет от 20–30 до 4–5 мин (при ежесуточном выпуске).

Объём удаляемого осадка измеряется и фиксируется в специальном журнале.

В обязанности операторов входит постоянный контроль за техническим состоянием трубопроводов и поддержание необходимых условий безопасной работы и санитарно-гигиенических условий в цехе очистки.

Профилактическое обслуживание осветлителей призвано поддерживать их в рабочем состоянии за счёт систематического осмотра, выявления и устранения отказов рабочих элементов. При профилактическом обслуживании персонал следит за состоянием запорно-регулирующих устройств на подающих и отводящих трубопроводах, за исправностью контрольно-измерительных приборов и за общим техническим состоянием сооружений.

Планово-профилактический осмотр внутренних поверхностей осветлителей и осмотр задвижек производится не реже одного раза в год. Дополнительный осмотр с целью выявления причин отказов осуществляется по необходимости.

Планово-предупредительный ремонт выполняется силами основного эксплуатационного персонала и включает работы, перечень которых приводится в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Виды планово-предупредительного ремонта

| Перечень работ | Срок выполнения |
|---|---|
| Промывка стен и перегородок, лотков и труб, дезинфекция | По мере загрязнения, но не реже одного раза в год |
| Проверка работы задвижек, перенабивка | По мере необходимости, но не реже |

| | |
|---------------------|---------------------------|
| сальников | одного раза в год |
| Испытания на утечку | Не реже одного раза в год |

Перфорированные, выполненные по телескопической схеме распределительные трубы иногда присыпают щебнем, крупностью 30–50 мм, слоем 100–120 мм, при меньшей крупности щебня – слоем до 300 мм.

Для равномерного распределения воды по площади зоны осветления и в осадконакопителе кромки водосборных лотков и затопленные отверстия сборных перфорированных труб должны выполняться строго на одном уровне. Трубы и лотки регулярно промывают и прочищают.

После профилактического отключения осветлителей или после ремонтов проводится наладка, включающая этап наращивания взвешенного слоя. Осветлитель включается при пониженной гидравлической нагрузке, составляющей не более 15–20 % от расчётной, коэффициент распределения принимается равным единице (отбор воды из осадкоуплотнителя не производится). Для образования прочных и крупных хлопьев дозы коагулянта увеличиваются на 20–25 %, применяются железные коагулянты и флокулянты. Когда поверхность осадка достигнет порога осадкоотводящих окон, включают систему отбора воды из осадкоуплотнителя при начальном значении коэффициента разделения 0,95–0,9; в дальнейшем коэффициент распределения постепенно понижают до принятого значения. В летний период взвешенный фильтр образуется быстро – за 3–5 часов, а в холодный – за 10–20 часов и более.

На начальном этапе пуска осветлителя из-за попадания воздуха может произойти резкое взмучивание. В этом случае рекомендуется первые порции воды сбрасывать в канализацию или остановить осветлитель на 1–2 часа.

Капитальный ремонт осветлителей выполняется по утверждённому плану обычно один раз в три года (таблица 3.14).

Таблица 3.14 – Виды работ при текущем и капитальном ремонтах осветлителей

| Текущий ремонт | Капитальный ремонт |
|---|---|
| Ремонт задвижек, подтяжка креплений задвижек, щитов и каналов. | Замена задвижек, ходовых скоб, щитов. Смена настилов и других деревянных элементов. |
| Ремонт и покраска люков, лестниц, скоб. | Ремонт или замена трубопроводов внутри и снаружи осветлителя. |
| Испытание на утечку, промывка и хлорирование после ремонта. | Переоборудование осветлителей для увеличения технологических показателей их работы (без изменения основных конструкций) |
| Ремонт штукатурки с затиркой и железнением. Заделка мелких трещин | |

Отказ осветлителя выражается в повышении мутности воды, что вызывает осложнения в работе фильтров. К основным причинам отказов относятся неблагоприятные условия работы, ошибки в эксплуатации и конструктивные дефекты сооружений.

Негативное влияние на работу осветлителя оказывают колебания расходов и температур воды. Эти колебания следует своевременно обнаружить, устранить причины, либо нейтрализовать путём регулируемого отсоса в осадкоуплотнителе.

Недопустима флотация хлопьев взвешенного слоя пузырьками воздуха или углекислого газа. В первом случае необходимо исключить возможность захвата атмосферного воздуха в смесителе и на участке от смесителя до осветлителя, и растворами реагентов на участке от места дозирования до места ввода в поток обрабатываемой воды. Во втором случае рекомендуется отказаться от применения реагентов, вызывающих образование СО, или проводить десорбцию углекислого газа. Радикальным решением является включение в технологическую схему воздухо- или газоотделителя.

Как отмечалось выше, технологические характеристики взвешенного слоя в течение года должны оптимизироваться адекватно меняющемуся качеству воды в источнике, для чего следует своевременно корректировать режим реагентной обработки. Невыполнение этого очевидного условия является частой причиной отказов.

Большую роль играет то, как персонал выполняет производственные операции. Важно обратить внимание операторов на необходимость регулировки расходов воды и осадков с осторожностью, постепенно и плавно. Технологические руководители обязаны следить за выполнением этого требования.

Гидравлические условия в осветлителе, оказывающие решающее влияние на устойчивость взвешенного слоя, главным образом зависят от работы систем подачи, коагулированной и отведения осветлённой воды.

Неравномерность распределения и отвода воды возникает при засорении труб и отверстий перфорации. Подающие трубы выполняются телескопическими и скорости коагулированной воды принимаются на входе в пределах 0,5–0,6 м/с [13]. Завышение диаметров труб может привести к их засорению и нарушению равномерности распределения воды. Скорость выхода воды из отверстий перфорированных труб по нормам проектирования принимается до 2 м/с при диаметрах не менее 25 мм. В СанПиН [15] указывается, что при таких минимальных диаметрах отверстия часто оказываются засорёнными и их желательно принимать большими. Это же условие рекомендуется соблюдать при устройстве сборных перфорированных труб в осадкоуплотнителях.

Опыт эксплуатации показывает, что одной из причин, вызывающих неравномерность отведения осветлённой воды, является подпор,

возникающий в сборных лотках, во избежание чего дно отводящих лотков должно быть на 30–50 см ниже дна присоединяемых труб и лотков с треугольными водосливами.

3.6 Фильтровальные сооружения

Фильтровальные сооружения должны обеспечить доведение качества воды по органолептическим показателям до требований СанПиН [15].

При эксплуатации фильтров необходимо:

- обеспечивать равномерное распределение воды между фильтрами и на каждом фильтре;
- поддерживать заданные скорости фильтрования;
- вести наблюдение за приростом потерь напора и количеством фильтрата;
- обеспечивать на скорых фильтрах поддержание максимального уровня воды;
- своевременно отключать фильтры на промывку и вести наблюдение за качеством промывки;
- своевременно заполнять водой промывные баки;
- следить за состоянием задвижек, электроприборов;
- обеспечить надлежащее санитарное состояние фильтровального зала;
- проверять горизонтальность расположения фильтрующих материалов и состояние загрузки.

Работа фильтров характеризуется *скоростью фильтрования*. В зависимости от конструкции она принимается равной 5,5–12 м/ч и обычно поддерживается постоянной.

Промывка фильтра производится с целью восстановления его фильтрующей способности.

Периодичность промывки устанавливается на основании опыта эксплуатации, но не реже одного раза в течение 2–3 суток. Для контактных осветлителей, исходя из санитарных соображений, продолжительность рабочего цикла должна быть не менее 24 часов летом и 48 часов в остальные периоды года.

При выборе режима проведения промывок необходимо учитывать, что высокая длительность рабочего цикла приводит к накоплению и закреплению загрязнений в загрузке, затрудняет и ухудшает качество проведения промывки. В некоторых случаях приводит к снижению фильтрующей способности материала и необходимости его перезагрузки.

Промывки осуществляют водой из РЧВ, а в контактных осветлителях промывку можно производить из источника водоснабжения по согласованию с органами Госсаннадзора. Интенсивность и длительность промывки устанавливается по эффекту качества отмывки зерен загрузки и по количеству воды. При выборе режима промывки учитывают сезонные

колебания температуры, качество воды, а выбранный режим должен исключать вынос и перемешивание слоев загрузки. Во избежание смещения подстилающих слоев и перемешивания фильтрующих при промывке включение и выключение фильтровальных сооружений производят с постепенным наращиванием в течение 1–1,5 мин. Задвижки на трубопроводах должны иметь ограничители, рассчитанные на пропуск воды, не превышающий заданный.

Качество отмывки загрузки оценивают по постоянству начальной потери напора при одинаковой скорости фильтрования для предыдущих или последующих циклов. Рост начальной потери напора указывает, что режим промывки выбран неправильно и свидетельствует о накоплении в загрузке остаточных загрязнений. Объем остаточных загрязнений должен контролироваться после 10–12 промывок и не превышать один процент по массе за три месяца работы. При накоплении более одного процента остаточных загрязнений предусматривают меры по их удалению:

- применяют поверхностную промывку;
- обрабатывают фильтрующие материалы едким натром, хлором, серным газом;
- если эти меры не помогают, производят перезагрузку.

Исключительно большую роль в промывке играет дренаж. При промывках необходимо обращать особое внимание на наличие непромытых пятен на поверхности песка или воронок (провалов), что указывает на неисправность дренажа. При перегрузке фильтров необходимо 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:

1 Прекращают поступление воды на фильтр, закрыв задвижку на трубе, подводящей воду из отстойников или осветлителей на фильтр; перераспределяют поступающую воду на работающие фильтры (на 2–3 фильтра).

2 Сбрасывают имеющуюся в фильтре воду и при достижении уровнем воды 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 воду от промывки в сток, начинают постепенно открывать задвижку на трубе, подводящей промывную воду из напорного резервуара или от промывного насоса в фильтр.

Промывку фильтра продолжают до тех пор, пока прозрачность промывной воды, уходящей в желоба, будет близка к прозрачности отстоянной воды. Момент окончания промывки дежурный фильтровальщик

должен уметь определять самостоятельно; ориентировочно промывка должна продолжаться 4–6 мин.

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 воду от промывки в канализацию.

Восстанавливают процесс фильтрования, открыв задвижку на трубе, подводящей отстоенную воду, после того как уровень воды 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 сброс «первого фильтрата» после промывки не производится, то начинать работу фильтра следует со скоростью фильтрования 0,5–1 м/ч, доводя ее до нормальной в течение 30–40 мин.

В процессе эксплуатации при перезагрузке фильтров следует производить обработку фильтрующего материала. Фильтрующий материал промывают и отсортировывают с помощью сит или гидравлического классификатора. Можно использовать старый загрузочный материал, но с его обработкой, которую можно проводить едким натром (считают на 75%-ную каустическую соду, раствор которой готовят из расчета 2–4 кг на 1 м² поверхности фильтра). Прежде чем обрабатывать фильтр, его следует промыть обычным способом, после чего спустить воду до поверхности песка и затем равномерно напустить и распределить раствор каустической соды. Затем из трубопровода, подающего промывную воду в фильтр, напускают воду в таком количестве, чтобы уровень ее покрывал слой песка на 4–5 см. После этого раствор размешивают граблями по поверхности фильтра и оставляют в покое не менее 6–8 ч. Затем еще раз перемешивают граблями с длинными зубьями на глубину до 30 см вдоль и поперек фильтра в течение 12–15 мин. Такую операцию повторяют еще 4–5 раз каждые три часа. После этого весь раствор сбрасывают в канализацию или дренаж и осуществляют промывку с обычной интенсивностью, но с удлинённой продолжительностью в 1,5 раза больше и включают фильтр в нормальную работу.

При обработке серной или соляной кислотой процесс аналогичен обработке каустической содой, но берут 1–5 кг серной кислоты на 1 м² поверхности фильтра, а при обработке соляной кислотой дополнительно добавляют 10–20 г ингибитора. После чего промывают обычным способом до исчезновения розовой окраски метил-оранжа в отводимой промывной воде.

Обработка фильтрующего материала может производиться концентрированным раствором активного хлора. Фильтр работает в обычном режиме по производительности с отводом воды не в резервуар чистой воды, а в канализацию. В поступающую на фильтр воду подают хлорную воду с концентрацией хлора 100 мг/л через специальный хлоратор или из баллона. Надо соблюдать правила ТБ, следить, чтобы хлорная вода поступала только на фильтр. Время обработки составляет два часа. При этом производят анализы воды на содержание хлора. По завершении обработки фильтры работают 0,5–1 ч со сбросом в сток, а затем пускаются в нормальную эксплуатацию.

Кроме загрузки кварцевым песком может применяться двухслойная загрузка (фильтр сначала загружают песком и делают ряд обратных промывок для его гидравлической сортировки, удаляя несколько раз мелкий песок с поверхности, а затем загружают дробленый антрацит в воду равномерно по площади и замачивают его в течение четырех часов, после чего отмывают от пыли обратным током воды). При загрузке фильтров керамзитовым песком фильтр также заполняют водой и выдерживают двое суток для насыщения пор водой, затем несколько раз промывают обратным током с нарастающей интенсивностью и удалением мелких фракций (менее 8 мм).

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

Наиболее часто встречающиеся неисправности в работе фильтров приведены в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Неисправности в работе фильтров и способы их устранения

| Неисправность | Проявление | Способ устранения |
|---|---|--|
| Высота загрузки и фракционный состав песка не соответствуют проектным значениям | Нарушение продолжительности фильтроцикла, режима промывки, ухудшение качества фильтрата | Загрузить фильтр с соблюдением фракционного состава и проектной высоты |
| Сокращение фильтроцикла при нормальной загрузке фильтра | Повышение уровня воды на фильтрах, уменьшение расхода фильтрованной воды | Уменьшить расстояние от поверхности слоя загрузки до верхней распределительной системы верхнего промывного устройства. Своевременно удалять мелкий заиленный песок с поверхности загрузки и расширить загрузку при промывке на 50 % при |

| | | |
|--|--|--|
| | | проектной интенсивности подачи |
| Неравномерное распределение загрязнений по поверхности и глубине загрузки | Ухудшение качества фильтрата, сокращение продолжительности фильтроцикла, уменьшение количества, фильтрованной воды | Устранить повреждения в дренажной системе, обеспечить горизонтальность кромок сборных желобов |
| Резкое ухудшение качества фильтрата | Провалы в фильтрующей загрузке | Устранить смещение в поддерживающих слоях дренажной системы, проверить сальниковое уплотнение труб |
| Нарушение равномерности промывки по площади загрузки фильтра | Сильные гидравлические удары в кармане фильтрованной воды при промывке фильтров | Отрегулировать работу обратных клапанов на промывных насосах и выпустить воздух из промывного коллектора дренажной системы |
| Сокращение количества фильтрованной воды, фильтроцикла, увеличение потери напора | Резкое увеличение потери напора в загрузке фильтра | Обеспечить проектный уровень воды на фильтрах, чтобы не было подсоса воздуха и накапливания его в дренажной системе; проверить смещение поддерживающих слоев и устранить нарушения |

3.6.1 Эксплуатация сооружений по обработке промывных вод фильтров

При двухступенчатом осветлении промывные воды фильтров направляются в резервуары-усреднители, где не предусмотрено отстаивание, и откуда они равномерно перекачиваются в смесители или входные камеры.

Иногда (при значительном содержании взвесей в промывной воде) вместо резервуаров применяются отстойники. Количество резервуаров должно быть не менее двух, с вместимостью каждого не менее объёма промывной воды, затрачиваемого на промывку одного фильтра.

При одноступенчатой очистке промывные воды отстаиваются в отстойниках периодического действия, а отстаиваемая вода равномерно направляется в голову очистных сооружений.

Для улавливания вымываемого при промывке песка должны быть предусмотрены песколовки.

В резервуарах-усреднителях вода пребывает несколько часов, поэтому в них также происходит выпадение некоторой части взвеси, которая

периодически удаляется гидроэлеваторами или насосами в систему обезвоживания.

Мутность промывной воды в течение промывки меняется весьма значительно, поэтому в резервуарах-усреднителях концентрацию взвесей необходимо выравнять перемешиванием. Для поддержания примесей во взвешенном состоянии и перемешивания может быть использован барботаж воздухом с интенсивностью 3–5 л/с·м².

При эксплуатации резервуаров усреднителей промывных вод необходимо:

- следить за равномерным распределением воды между резервуарами;
- контролировать равномерность перекачивания воды из резервуаров в голову очистных сооружений и режим ее перемешивания;
- следить за исправностью насосного оборудования, трубопроводов, арматуры, контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации;
- производить плановую чистку резервуаров и коммуникаций.

При необходимости отстаивания промывной воды добиться удовлетворительного осаждения взвеси невозможно. Поэтому рекомендуется вводить в отстойники полиакриламид дозой от 0,08 до 0,16 мг/л (меньшие дозы при цветной маломутной воде).

Повысить эффективность работы отстойников для обработки промывных вод можно и другими известными методами, интенсифицирующими осаждение. Они подробно излагаются в курсе «Реконструкция систем водоснабжения и водоотведения».

Отстойники заполняются при залповом поступлении промывной воды, поэтому и ввод реагентов тоже должен быть залповым. Количество вводимых реагентов рассчитывается исходя из значения средней концентрации примесей в промывной воде.

В зимний период эффект осаждения в отстойниках снижается иногда до 30–50 %. Поэтому возврат промывной воды увеличивает мутность обрабатываемой воды почти вдвое, что необходимо учитывать и соответствующим образом изменять реагентную обработку воды.

При эксплуатации отстойников промывных вод необходимо:

- обеспечить равномерность перекачивания осветлённой воды в голову очистных сооружений;
- соблюдать режим удаления выпавшего осадка на сооружения для обезвоживания и сгущения;
- своевременно дозировать и вводить реагенты;
- следить за исправностью насосного оборудования, арматуры и контрольно-измерительных приборов;
- производить плановую очистку отстойников и коммуникаций.

При отсутствии на водопроводной станции предварительного хлорирования, промывные воды необходимо хлорировать дозой 2–4 мг/л.

В целом содержание эксплуатационных работ (система контроля, ППО и ППР, профилактическое обслуживание) для отстойников периодического действия в системах оборота промывных вод аналогично изложенному в п. 3.5.2.

Эксплуатация блока оборота воды, включающего песколовку, резервуары и усреднители или отстойники, насосные установки и трубопроводы, осуществляется персоналом фильтровального цеха.

3.7 Обезжелезивание воды

Природные подземные воды наиболее часто загрязнены растворенным железом, находящимся в двухвалентной ионной форме Fe^{+2} . Также в подземных железосодержащих водах обычно повышенные концентрации растворенных газов (оксид углерода CO_2 и сероводород H_2S) и полностью отсутствует кислород. При подъеме такой воды на поверхность и контакте ее с воздухом устойчивость веществ, растворенных в ней, нарушается. Оксид углерода и сероводород из воды диффундируют в воздух, кислород воздуха наоборот растворяется в воде. Поступающий в воду кислород окисляет двухвалентное железо Fe^{+2} до трехвалентного Fe^{+3} , которое в воде гидролизуется до нерастворимого гидроксида железа $Fe(OH)_3$. В результате образования гидроксида железа вода приобретает интенсивную, характерную для железа окраску, и в ней появляются **взвеси**. Образующиеся **взвеси** имеют несколько другие свойства, нежели **взвеси** поверхностных вод, что необходимо учитывать при эксплуатации станций обезжелезивания.

Назначением станций обезжелезивания подземных вод является очистка подземных вод, содержащих железо (и марганец) в повышенных концентрациях. В соответствии с требованиями СанПиН содержание железа не должно превышать $0,3 \text{ мг/дм}^3$ [15].

С целью минимизации отложений соединений железа и марганца в распределительной сети целесообразно работу станций обезжелезивания оптимизировать таким образом, чтобы содержание железа и марганца в воде на выходе со станции было существенно меньше нормативных величин.

Методы обезжелезивания в практике водоподготовки представлены двумя группами: безреагентные и реагентные.

К применяемым в настоящее время *безреагентным* методам относятся: упрощенная аэрация с последующим фильтрованием; аэрация с последующим отстаиванием и фильтрованием; «сухое» фильтрование; вакуумно-эжекционная аэрация с фильтрованием; обезжелезивание в водоносном пласте.

К *реагентным* методам относятся: упрощенная аэрация, окисление, фильтрование; напорная флотация с подщелачиванием и последующим фильтрованием; известкование, отстаивание, фильтрование; аэрация,

окисление, известкование, коагулирование, флокулирование с последующим отстаиванием или обработкой в слое взвешенного осадка и фильтрованием; фильтрование через модифицированную загрузку.

Выбор технологии и сооружений для обезжелезивания должен осуществляться исходя из методов (таблица А.6).

3.7.1 Аэрационные устройства

Особенностью аэрационных устройств на станциях обезжелезивания является то, что они предназначены не только для обогащения воды воздухом (аэрации), но и для удаления растворенных оксида углерода CO_2 и сероводорода H_2S (при его наличии).

Обогащение воды кислородом воздуха происходит достаточно эффективно, даже при простом изливе из воронки на трубопроводе с высоты 50–60 см. Предельная растворимость кислорода в воде зависит от температуры и парциального давления. Температура подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, обычно не превышает 10 °С. При низких температурах растворимость газов в воде высокая.

При простейшей аэрации воды достигается ее насыщение кислородом воздуха до 40–50 % от равновесной концентрации, т. е. до 5–7 мг/дм³. Поскольку для окисления 1 мг Fe^{+2} требуется всего 0,143 мг кислорода, такая эффективность аэрации обычно удовлетворительна.

В напорных фильтрах аэрация происходит под давлением, поэтому насыщение воды кислородом увеличивается пропорционально парциальному давлению газа. Если избыточное давление в напорном смесителе перед фильтром составляет 100 кПа, то, следовательно, полное давление в два раза выше атмосферного, и растворимость кислорода повышается вдвое (до 10–14 мг/дм³). Большой избыток кислорода в реакции окисления железа во многом объясняет более высокий эффект очистки воды в напорных фильтрах.

При применении простейших аэрационных устройств (с изливом через воронки или дырчатые трубы брызгальных бассейнов) остаточное содержание оксид углерода составляет не менее 30–40 % от начального.

Самыми совершенными аэраторами-дегазаторами являются вентиляторные градирни, позволяющие снизить концентрацию CO_2 до 3–4 мг/дм³.

Высокая степень удаления газа достигается применением высокоэффективной насадки, создающей движение воды в виде пленок или тонких струй. Но при обезжелезивании такие насадки быстро заиливаются образующейся взвесью гидроксидов железа. Поэтому в градирнях на станциях обезжелезивания применяются пластмассовые насадки.

При применении напорных вентиляторов воздух под давлением вводится в трубопровод перед смесителем. Забор воздуха должен

производиться в чистой зоне и подаваться на сооружения через ресиверы, представляющие собой металлические напорные резервуары для воздуха. Ресиверы предназначены для сглаживания неравномерности работы компрессора, создания запаса сжатого воздуха для водовоздушной промывки и очистки воздуха. В холодный период года в ресиверах происходит конденсация паров воды. В системах водоподготовки должны применяться безмасляные компрессоры.

При эксплуатации ресиверов необходим регулярный сброс конденсата путем открытия вентиля в нижней его части. *Подача воздуха в фильтры, минуя ресиверы, недопустима.*

Для оценки работы аэрационных устройств на станции должен осуществляться периодический химический контроль концентрации газов в воде до и после аэраторов, определение эффективности насыщения воды кислородом и десорбции двуокиси углерода. В открытых фильтрах пробы для анализов берутся у поверхности воды.

При эксплуатации аэрационных устройств необходима проверка загрязненности аэраторов, равномерности разбрызгивания воды по площади, режима работы вентилятора, периодическая чистка элементов аэратора от отложений и продуктов коррозии.

В залах, где располагаются аэрационные устройства, должна быть предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция.

3.7.2 Фильтры обезжелезивания

Конструкции фильтров обезжелезивания в безреагентных схемах отличаются от осветлительных фильтров только характеристикой фильтрующей загрузки. В реагентных схемах обезжелезивания их конструкции полностью аналогичны осветлительным.

В фильтрах обезжелезивания применяются более крупнозернистая загрузка и большие скорости фильтрования (при высоте слоя фильтрующего материала равной 1200 мм, для осветлительных фильтров, согласно нормам рекомендуется загрузка с размером зерен 0,7–1,2 мм и скорость фильтрования 6–8 м/ч, а для фильтров обезжелезивания – с размерами зерен 1–2 мм и скоростью фильтрования 7–10 м/ч). В фильтрах обезжелезивания при большой высоте слоя иногда применяют для загрузки щебень фракцией 2–5 мм, что недопустимо для фильтров осветления питьевой воды.

Окисление и сорбция железа происходит непосредственно на поверхности зерен загрузки. Для успешного окисления железа во вновь загруженных фильтрах необходима предварительная «зарядка» загрузки, которая осуществляется обычным фильтрованием со сбросом недостаточно очищенной воды в канализацию. В процессе «зарядки» необходимо

проводить анализы воды чаще. «Зарядка» может продолжаться несколько суток до момента, когда качество фильтрата начнет соответствовать предъявляемым к нему требованиям. К этому моменту на поверхности зерен верхнего слоя загрузки становится видна железистая пленка, являющаяся катализатором процесса. При перерывах в работе фильтра (на сутки и более), происходит деструкция пленки, ее каталитические свойства ослабевают и пропадают. При включении такого фильтра «зарядку» необходимо проводить вновь.

При очистке воды, в межзерновом пространстве фильтра и на поверхности зерен накапливаются задерживаемые соединения железа. При промывке они частично удаляются, но часть не смывается и постепенно увеличивает толщину пленки на зернах.

Структура зерен влияет на процесс обезжелезивания только в начальный период работы фильтров. Главным фактором, влияющим на эксплуатацию фильтров, является удельная масса зерен. Чем она больше, тем интенсивнее может быть промывка без возникновения вымыва загрузки. Для обезжелезивания воды предпочтительны тяжелые и прочные дробленные горные породы: гранодиорит, гранит, габбро-диорит, горелые породы и кварцевые пески. Для фильтров обезжелезивания неприемлемы легкие и малопрочные загрузки, такие как керамзит, цеолитизированный туф.

При плохой промывке фильтров в загрузке образуются достаточно прочные конгломераты оксидов железа, в толще которых находятся мелкие песчинки – центры роста. Численность новых зерен (конгломератов) растет, размеры их увеличиваются и могут достигать десятков миллиметров. Зерна оксидов железа довольно тяжелы, при промывке не удаляются, загрузка фильтра увеличивается в объеме, происходит ее «вспухание». С поверхности этих зерен оттираются **взвеси** железа, загрязняя фильтрат.

Вследствие «вспухания» загрузки, верхний ее слой, состоящий из фильтрующего материала, при промывках удаляется. В фильтре происходит частичная замена зерен горных пород на зерна оксидов железа. В связи с тем, что в фильтрах обезжелезивания задерживаются более тяжелые взвеси, чем в осветлительных, промывка фильтров должна осуществляться более тщательно. Фильтры обезжелезивания в настоящее время обязательно оборудуются системами водовоздушной промывки, позволяющими при приемлемых расходах промывной воды обеспечить хорошее удаление загрязняющих веществ.

Водовоздушная промывка также препятствует смещению гравийных поддерживающих слоев при применении трубчатых дырчатых дренажей. Слой оксидов железа на поверхности зерен фильтров растет даже при хорошей промывке фильтров и надежность очистки воды падает.

Химическая очистка фильтрующих материалов, применяемых для этих сооружений, экономически неприемлема. Загрузку приходится менять.

На станциях обезжелезивания, в исходной воде которых содержание железа достигает 10 мг/дм³ и более, загрузку фильтров меняют каждые 3–5 лет, а иногда и чаще.

Для замены загрузки используют гидротранспорт. Перекачка фильтрующего материала производится с помощью гидроэлеватора.

Необходимость периодической смены загрузки вынуждает применять дренажи без поддерживающих слоев, так как перегрузка поддерживающих слоев с помощью гидротранспорта сложна, а вручную очень трудоемка.

На станциях обезжелезивания с высокой коррозионной активностью подземных вод получили широкое распространение дренажи из пластмассовых труб с рядами отверстий диаметром 2 мм [23].

Задвижки фильтров оборудуются электроприводами, управление ими производится с помощью пультов, установленных в зале. Оператор следит за уровнем воды в фильтрах и по графику осуществляет их промывку. После каждой промывки оператор смывает со стен фильтров оставшиеся на них загрязнения.

Эксплуатация напорных фильтров обезжелезивания имеет свои особенности. Воздух для окисления вводится в напорный смеситель перед фильтрами (рисунок 3.2). Избыток воздуха и удаляемого оксида углерода необходимо постоянно сбрасывать через *воздушник* – трубопровод, присоединенный к корпусу фильтра в самой верхней его части. Воздух должен выходить свободно с небольшим выплескиванием воды. Если сброс газов по какой-либо причине прекратится, они будут продавливаться через загрузку и выносить загрязнения.

Оператор должен следить за перепадом давления напорных фильтров (не должен превышать 100 кПа), и за их производительностью. При превышении установленных потерь давления или ухудшении качества фильтрата фильтр **становится** на промывку. Промывная вода сбрасывается в лоток с разрывом струи. Это позволяет следить за качеством промывной воды, и своевременно прекращать промывку. Также необходимо следить, чтобы не происходило выноса загрузки, в противном случае расход промывной воды следует уменьшить.

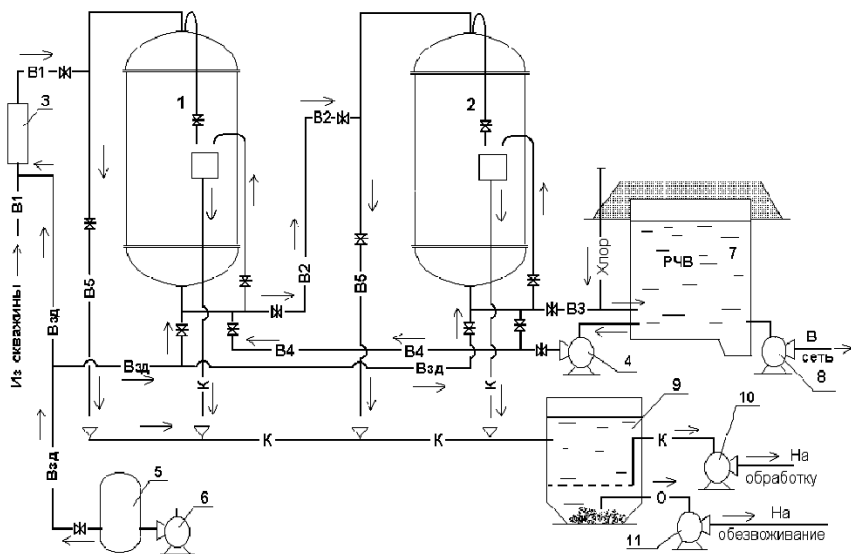


Рисунок 3.2 – Обезжелезивание подземных вод в напорных фильтрах:

- 1, 2 – фильтры первой и второй ступени; 3 – смеситель воды и воздуха; 4 – промывной насос; 5 – ресивер; 6 – компрессор; 7 – резервуар чистой воды; 8 – насос второго подъема; 9 – резервуар-отстойник промывных вод фильтров; 10 – насос отстоянных промывных вод; 11 – насос перекачки осадка; В1 – исходная вода; В2 – частично очищенная вода; В3 – очищенная вода; В4 – подача воды на промывку фильтров; В5 – сброс промывной воды; К – канализация; Взд – подача воздуха; О – осадок

В напорных фильтрах загрузка недоступна для осмотра, поэтому не реже одного раза в год верхний люк фильтров необходимо вскрывать для ее контроля: проверяется горизонтальность поверхности загрузки, ее высота, наличие на поверхности слоя загрязнений; производится отбор проб с разных глубин, контролируются остаточные загрязнения и выполняется гранулометрический анализ.

При отклонении параметров загрузки от регламентных, необходимо установить причины и разработать мероприятия по устранению этих причин и восстановлению нормального состояния фильтра.

Анализ исходной воды на содержание общего железа с поверхности фильтра, растворенного кислорода, оксида железа и свободной углекислоты проводят один раз в сутки. А для очищенной воды – каждые два часа.

Установки обезжелезивания воды в водоносном пласте

Комплекс сооружений для очистки воды непосредственно в водоносном пласте состоит из водозаборных скважин и поглощающих скважин для возврата воды, обогащенной кислородом, сооружений аэрации воды и насосного оборудования.

Качество воды после очистки ее в толще водоносного пласта зависит от эффективности обогащения подземной воды кислородом. Кислород должен быть подан в достаточном количестве в фильтрационный поток, движущийся в зернистой среде пласта к эксплуатационной скважине. В традиционной схеме очистки воды для этой цели вокруг эксплуатационной водозаборной скважины в радиусе 5–10 м сооружаются от четырех до восьми наливных поглощающих скважин (рисунок 3.3). Обогащение кислородом воды, подаваемой в пласт, производится аэраторами.

Поскольку аэрации подвергается очищенная вода и опасность засорения аэратора отсутствует, в градирнях-дегазаторах применяются эффективные насадки – обычно керамические или полимерные кольца высотой слоя до 2–3 м. Здесь же производится глубокое удаление оксида углерода во избежание газовой коагуляции водоносного слоя.

Растворимость кислорода в воде ограничена, поэтому его количество, доставляемое в водоносный пласт, регулируется объемом закачиваемой аэрированной воды. Расход аэрированной воды зависит от состава подземной воды и составляет от 20 до 40 % от дебита эксплуатационной скважины. Регулирование расхода аэрированной воды – это основной способ управления процессом обезжелезивания.

Для оценки состояния наливных скважин и равномерного распределения кислорода во всем объеме очищаемой воды при работе установки необходимо контролировать расход забираемых подземных вод и воды, заливаемой в каждую скважину.

Между эксплуатационной и наливными скважинами должны находиться контрольные скважины с установленными в них датчиками показателей качества воды. Все сигналы от датчиков и другого оборудования выводятся на пульт дежурного оператора, получаемая информация дает возможность управления технологическим процессом.

Химический контроль качества воды на установке обезжелезивания воды в водоносном пласте производится по тем же показателям и с той же периодичностью, что и на станциях обезжелезивания.

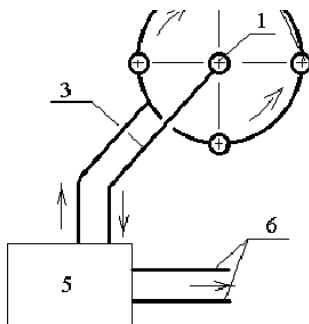


Рисунок 3.3 – Очистка воды в водоносном пласте:

1 – скважина откачки очищенной воды; 2 – наливные скважины; 3 – трубопроводы отвода очищенной воды; 4 – трубопровод налива воды в скважины; 5 – здание размещения насосов и аэраторов; 6 – подача очищенной воды потребителю

ППР должен предусматривать реагентную декольматацию фильтров и прифильтровой зоны [9].

3.8 Стабилизация и дефторирование воды

Стабилизационная обработка воды применяется для защиты водопроводных труб и оборудования от коррозии и образования отложений. Необходимость проведения устанавливается оценкой стабильности воды.

Методы стабилизационной обработки воды, применяемые фильтрующие материалы и реагенты должны быть согласованы с Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

Оценку стабильности воды необходимо производить на основании технологического анализа по методу «карбонатных испытаний». При отсутствии данных технологических исследований стабильность для оценки качества воды допускается определять расчетом. Стабильность состава воды определяется не реже четырех раз в год: зимой, весной, летом и осенью.

В качестве реагентов для стабилизации воды с целью устранения углекислотной агрессивности применяются: едкий натр; сода; известь; мел; мрамор.

При использовании извести, мела и мрамора повышается общая жесткость. Неточная дозировка едкого натра, извести и соды может привести к резкому повышению рН, что отразится на ходе коагуляции. При введении растворов этих реагентов в смеситель возможно повышение цветности обрабатываемой воды за счет того, что при повышении рН усиливается окраска гуминовых веществ. После реагентной обработки используются отстойники и фильтры.

Могут использоваться комбинированные фильтры, состоящие из обычной песчаной загрузки и слоя мраморной крошки. Применение карбонатных пород обеспечивает более спокойное протекание процесса стабилизации. Если в воде содержится железо, то его надо удалить до подачи воды на эти фильтры, потому что мраморная крошка покрывается пленкой, которая не смывается при промывке.

В процессе стабилизации необходимо контролировать состояние стен труб, чтобы не образовалась карбонатная пленка.

Дефторирование воды производится при содержании фтора в воде более $1,5 \text{ мг/дм}^3$ двумя основными методами:

1 Метод сорбции фтора осадком гидроксида алюминия или магния, а также фосфата кальция – применяется для обработки поверхностных вод, когда помимо обесфторивания требуется осветление и обесцвечивание или для обработки подземных вод при необходимости их одновременного умягчения (реагентным методом). Осуществляются на станциях водоподготовки, в состав которых входят вертикальные

смесители, осветлители со слоем взвешенного фильтра и скорые фильтры разной конструкции. Сложность эксплуатации комплекса сооружений заключается в разнообразии применяемых реагентов и соответственно реагентного хозяйства (аппаратура и оборудование для приготовления и дозирования известкового молока, сульфата алюминия, сульфата магния или хлористого магния и хлора). Хлор может вводиться дважды: перед поступлением известкового молока для разрушения защитных коллоидов и для обесцвечивания воды и затем в резервуар чистой воды для ее обеззараживания.

При эксплуатации осветлителей со слоем взвешенного фильтра необходимо учитывать, что хлопья гидроокиси магния легкие, поэтому скорости восходящего потока воды не должны превышать 0,2–0,3 мм/с. Дозы реагентов уточняются в период пуска и наладки станции, а также и во время эксплуатации.

2 Метод фильтрования воды через фторселективные материалы – основан на обменной адсорбции ионов, при которой фтор удаляется в процессе пропускания обрабатываемой воды через сорбент, и применяется для хозяйственно-питьевого водоснабжения при использовании подземных вод, не нуждающихся в осветлении и обесцвечивании. В качестве ионообменных веществ применяются сильнокислотные катиониты, сильноосновные аниониты, магниезиальные сорбенты, фосфат кальция, специально обработанные активированные угли, активированный оксид алюминия и др. Перед загрузкой сорбента в фильтры необходимо определять его рабочую обменную емкость по фтору. Сорбционные фильтры могут быть напорными и открытыми.

3.9 Сооружения по обеззараживанию воды

Методы обеззараживания воды подразделяются на две группы:

- *реагентные* (хлорирование, озонирование и др.);
- *безреагентные* (ультразвук, УФ обработка и др.).

Эксплуатация установок по обеззараживанию должна обеспечить доведение качества обрабатываемой воды по бактериальным показателям до требований СанПиН [15].

3.9.1 Эксплуатация установок по обеззараживанию хлором

Для обеззараживания воды применяется хлор в газообразном состоянии и в виде соединений (хлорная известь, гипохлориты и др.).

К работе в хлораторных допускается персонал, прошедший обучение и сдавший экзамен. Проверка знаний производится ежегодно.

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

Подготовку и смену баллонов необходимо производить 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, включить вентилятор, надеть противогаз и пустить в хлоратор хлор из запасного баллона, открыв запорный вентиль в головке баллона. Не снимая противогаз, закрыть запорные вентили в головке сработанного баллона и на подводящей трубке, после чего освободить хомут у головки, снять баллон и перевезти его в отведенное для хранения место. Не снимая противогаза, осторожно везти новый баллон в помещение хлораторной и установить его на место снятого баллона.

При одновременно работающих нескольких баллонах сработанный баллон можно обнаружить по температуре его стенок (становится близкой к температуре помещения). Баллоны, содержащие газ, значительно холоднее. При одном работающем баллоне момент его опорожнения можно зафиксировать с помощью манометра, который покажет $0,15-0,2$ МПа.

Пуск и остановка хлоратора производится в определенной последовательности согласно инструкции к данному хлоратору. Но существуют общие принципы, применимые ко всем хлораторам.

1 При пуске хлоратора необходимо включить вентилятор в помещении хлораторов. Оператор хлораторной перед входом в помещение должен убедиться в исправной работе вентиляции и отсутствии хлора в воздухе помещения при помощи стационарных газоанализаторов или при их отсутствии с помощью индикаторов – йодокрахмальных лент или нашатырного спирта. При наличии хлора в воздухе помещений нашатырный спирт «дымит», а йодокрахмальные ленты окрашиваются в синий цвет [13].

2 При закрытых регулирующем и спускном кранах хлоратора необходимо медленно открыть запорный вентиль в головке баллона, затем открыть вентиль на подводящей трубе. В результате газ по трубке будет поступать через фильтр и редукционный клапан. При этом манометр должен показывать давление в баллоне около $0,8$ МПа при 15 °С.

3 Необходимо проверить отсутствие утечки хлора на пути от баллона до хлоратора.

4 Открыть запорный кран 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 необходимо

закрыть вентиль баллона, запорный вентиль на подводящей трубе и регулирующий кран и открыть спускной кран. Закрыть также водопроводный кран.

Хлорная известь для обеззараживания воды применяется на водопроводных станциях небольшой производительности в виде раствора, дозирование которого должно осуществляться только после отстаивания.

Для обеззараживания воды может также применяться и *гипохлорит натрия*, получаемый электролитическим способом из раствора поваренной соли. При эксплуатации электролизных установок для получения хлорагентов необходимо руководствоваться инструкциями завода-изготовителя.

Альтернативным методом обеззараживания воды является использование *диоксида хлора*. Диоксид хлора представляет собой неустойчивый газ, который может производиться на месте использования в виде водного раствора из растворов соляной кислоты и хлорита натрия.

При эксплуатации систем обеззараживания воды персонал обязан:

- 1) поддерживать заданный режим работы основного и вспомогательного оборудования, обеспечивать их безаварийную работу;
- 2) следить за соблюдением установленного расхода обеззараживающего реагента;
- 3) контролировать концентрацию остаточного хлора в воде в установленном интервале времени;
- 4) проводить ревизию хлораторов и запорной арматуры не реже одного раза в квартал, ревизию грязевиков – не реже одного раза в два года при двух хлораторах и ежегодно – при большем числе хлораторов;
- 5) периодически отбирать пробы воды после обеззараживания для микробиологического анализа;
- 6) следить за показаниями контрольно-измерительных приборов и функционированием средств автоматики;
- 7) принимать меры к устранению неисправностей в работе установок;
- 8) следить за работой систем вентиляции, в том числе аварийной;
- 9) следить за системой контроля содержания хлора в воздухе рабочей зоны;
- 10) вести учет расхода реагентов, электроэнергии, воды на собственные нужды установок для обеззараживания.

При приемке смены хлораторщик обязан проверить состояние всей аппаратуры, приборов и давление манометров.

Расходные склады хлора предназначены только для хранения хлора в таре.

Емкость расходных складов хлора, независимо от суточного потребления, должна быть не более 100 т. Склады должны быть

расположены в отдельных закрытых, хорошо вентилируемых помещениях (кратность воздухообмена принимается 12 м³/ч). Вытяжные отверстия должны располагаться у пола.

Вновь поступившие баллоны хлора должны подвергаться контрольному наблюдению и не смешиваться с ранее находящимися на складе.

Аварийные выбросы хлора представляют большую опасность для производственного персонала и населения ближайших районов, для растительного и животного мира, поэтому склады хлора и хлораторные должны быть оборудованы системами локализации и нейтрализации аварийного выброса хлора.

3.9.2 Обеззараживание воды озонированием

Для действия озона на примеси, находящиеся в воде, необходимо смешивать его с водой. В настоящее время применяются два способа:

1) смешивание с помощью эмульгатора (эжектора) – простой способ, но требует пропуски через эжектор всей обрабатываемой воды, что ведет к дополнительным расходам электроэнергии;

2) подача озонированного воздуха через дырчатые трубы, размещенные в нижней части контактной колонны – поток воды в колонне направляется сверху вниз, время контакта воды с озоном пять минут, доза озона для обеззараживания составляет 0,6–1,5 мг/л.

Озон является отравляющим веществом раздражающего и общего действия. Для безопасности обслуживающего персонала содержание озона в помещении должно быть не более 0,0001 мг/л (доза 0,018 мг/л вызывает удушье).

Все элементы установок и оборудования, с которыми соприкасается озон, должны быть к нему устойчивы (нержавеющая сталь и алюминий).

Озон и его водные растворы коррозионные: разрушают сталь, чугун, медь, резину, эбонит.

3.9.3 Обеззараживание воды ультрафиолетовыми лучами

Обеззараживание воды ультрафиолетовыми лучами имеет следующие преимущества:

- работа установок в большей степени может быть автоматизирована;
- эксплуатация установок безопасна и проста.

Главным элементом установки является *ультрафиолетовая бактерицидная лампа*, расположенная внутри камеры обеззараживания.

В настоящее время для обеззараживания воды применяются установки с погружными и не погружными лампами. Продолжительность эксплуатации ламп, гарантируемая заводами, составляет не менее 1500 часов.

Для сохранения прозрачности кварцевых цилиндрических чехлов периодически (1–2 раза в месяц) поверхность их необходимо очищать от осадка, выпадающего из воды. Чехлы необходимо очищать в процессе работы установки, отключая последовательно отдельные секции камеры.

4 ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ПОДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ

4.1 Организация службы эксплуатации

Система подачи и распределения воды (СПРВ) включает водоводы, магистральные и распределительные сети, вводы к абонентам и водомерные узлы на вводах, насосные станции второго и третьего подъемов, напорные и безнапорные резервуары и предназначена для бесперебойной подачи воды питьевого качества всем потребителям с учетом режима водопотребления.

Свободные напоры на вводах должны быть достаточными для нормальной работы водоразборов у абонентов, но не превышать 60 м, чтобы не вызвать повреждение внутренних водопроводных сетей и увеличения утечек воды, и не должны быть менее 10 м, что может привести к подсосу загрязненных грунтовых вод.

Для оптимизации свободных напоров на сети могут выделяться зоны повышенного или пониженного давления (по сравнению с магистральной сетью). В зонах повышенного давления требуемые напоры создаются насосами – повысителями, в зонах пониженного давления – установкой регуляторов давления на присоединениях сетей зоны к высоконапорным магистралям. Оптимизация напоров повышает безотказность сети и сокращает потери воды.

Техническая эксплуатация магистралей и сетей водоснабжения включает:

- надзор за состоянием и сохранением труб, арматуры, сетевых сооружений, их техническое содержание;
- проведение планово-профилактических и аварийно-восстановительных ремонтов;
- предотвращение перерывов в подаче воды;
- контроль за потокораспределением и его оптимизация;
- измерение давлений на сети.

Эксплуатация водопроводных сетей и водоводов осуществляется службами, которые в зависимости от протяженности и объемов работ могут быть организованы в виде участков, управлений, служб сети; для крупных городов – в виде самостоятельных производственных эксплуатационно-аварийных управлений с подразделением на районные эксплуатационные участки.

Управление СПРВ диспетчерское и осуществляется на основании текущей информации о напорах, фиксируемых в контрольных точках сети,

уровнях воды в резервуарах, параметрах насосных агрегатов (подача, напор, потребляемая мощность).

4.2 Оперативный и производственный контроль

По указаниям диспетчера производится регулярное (связано с суточным режимом водоразбора) или вызванное чрезвычайными ситуациями (пожаротушение или отключение отдельных участков магистралей при авариях и ремонтных работах) перераспределение потоков воды в магистральной сети.

Оптимизация потокораспределений и изменения маршрутов основных потоков осуществляется для поддержания в сети нужных напоров, обеспечения такого обмена воды в баках и резервуарах, при котором не ухудшается ее качество, и создания щадящих режимов на изношенных участках.

Потокораспределение осуществляется частичным открытием или закрытием задвижек в регулировочных узлах, которые размещаются в местах разветвления основных магистралей.

Проверочными гидравлическими расчетами устанавливается связь потокораспределения со степенью открытия задвижек в узлах.

При управлении работой сети степень открытия регулировочных задвижек указывается диспетчером.

Оперативный контроль за работой сетей предусматривает регулярные (по графику или по указанию диспетчера) измерения уровней воды в резервуарах и напоров в контрольных точках, где ожидаются наибольшие и наименьшие напоры (выходы из насосных станций и водонапорных башен, вводы промышленных предприятий).

Стационарные пункты наблюдения часто оборудуются манометрами с самописцами. Иногда измерения выполняют на необорудованных участках, установкой манометров на пожарных гидрантах.

Производственный контроль качества воды в сети регламентирован СанПиН [15]. Количество проб зависит от количества обслуживаемого населения. Обязательные контрольные пробы отбираются после ремонтных работ на сети.

Пробы отбираются в местах, удаленных от точек питания, на тупиковых участках, на выходе из резервуаров, в наиболее возвышенных точках сети и из внутренних водопроводных сетей всех зданий, имеющих подкачку в местные водонапорные баки.

Ухудшение качества воды свидетельствует об ошибках в эксплуатации сети. Повышение мутности, появление запахов и растворенного железа свидетельствуют о коррозии труб и развитее в них железобактерий, бактериальное загрязнение – на негерметичность сетей, длительное нахождение воды в резервуарах и дефекты систем их вентиляции, на неправильное ведение ремонтных работ.

4.3 Приемка в эксплуатацию сетей водоснабжения

Приемке в эксплуатацию подлежит водопроводная сеть, которая может присоединяться к действующей системе и нормально эксплуатироваться.

Для приемки трубопроводов назначается Государственная или рабочая комиссия. Она сверяет представленные материалы с натурой путем осмотра, обмеров, контрольного шурфования, опроса лиц, осуществляющих строительство и надзор.

Перед сдачей комиссии водопроводная сеть или трубопровод подвергается осмотру с представителями технического надзора, заказчика и строительной организации. Осмотру подлежат все камеры и колодцы, два-три стыковых соединения труб, выпуски и водостоки. Трубопроводы диаметром 900 мм и более осматриваются изнутри. При этом проверяются внутренние поверхности труб, качество швов, отсутствие наплывов, раковин и др.

Все построенные трубопроводы должны быть подвергнуты двукратному гидравлическому испытанию:

- на прочность – до засыпки траншей землей и установки сетевой арматуры с постановкой на место заглушек;
- на герметичность – после засыпки траншей, но не ранее чем через 24 часа.

Результаты каждого испытания оформляются актом.

Трубопроводы диаметром 900 мм и более после засыпки и заполнения водой необходимо выдерживать в течение трех суток, после чего испытывать на герметичность.

Новые трубопроводы диаметром 250 мм и более подлежат испытанию на пропускную способность.

До приемки построенного трубопровода в эксплуатацию строительная организация осуществляет промывку и дезинфекцию в три этапа:

- предварительная промывка;
- дезинфекция хлорной водой с концентрацией активного хлора 20–40 мг/л;
- окончательная промывка – до получения двух удовлетворительных результатов качества воды.

Акт о санитарной обработке предъявляется приемочной комиссии.

Новые трубопроводы, присоединенные к действующей сети, наносят на планшеты, хранящиеся в производственном отделе предприятия и на оперативные схемы.

4.4 Надзор за содержанием сетей

Водопроводные сети систематически обследуются путем обхода трасс и наружного осмотра, а также проверки действия сетевого оборудования.

Обзор проводится по специальному графику и по заранее разработанным маршрутам бригадой из двух человек. Контролируется отсутствие утечек с изливом на поверхность, состояние поверхности земли по трассе водопровода (отсутствие просадок, пучения, навалов в местах расположения колодцев, разрытий по трассе, неразрешенных работ по устройству присоединений к сети), состояние колодцев (наличие и плотность прилегания крышек, целостность люков, крышек, горловин, скоб, отсутствие в колодцах воды или ее утечек, загазованность). Наличие газов определяется приборами. При осмотре трасс открываются крышки колодцев, но спуск людей в колодцы не разрешается.

Обходчики проверяют исправность координатных табличек, указывающих расположение колодцев. При необходимости устраняют мелкие неисправности, поправляют сдвинутые крышки колодцев, очищают люки от снега, мусора и др., проверяют исправность уличных водоразборов. О всех неисправностях, выявленных при осмотре, сообщают мастеру сети.

Состояние арматуры в водопроводных колодцах обследуется бригадой из трех человек, причем один из них спускается в колодец, а двое – «страхуют» его, находясь на поверхности. Бригада имеет соответствующую экипировку и снаряжение, обеспечивающие безопасность ведения работ. Перед началом осмотра необходимо убедиться (с использованием сигнализатора) в отсутствии загазованности. При наличии газа колодец вентилируется, а осмотрщик в колодце работает в противогазе с удлинненным шлангом, выведенным на поверхность.

Проверяется состояние соединений труб и арматуры, отсутствие утечек в стыковых соединениях и сальниковых уплотнениях арматуры, течей через неплотности в стенах и днище колодцев, исправность скоб для спуска в колодец и выполняется «разгонка» задвижек и пожарных гидрантов, заключающаяся в их открытии и закрытии. «Разгонка» исправной арматуры должна происходить без усилий. Задвижки больших диаметров и регулирующие задвижки «разгоняются» только по согласованию с диспетчером.

При необходимости выполняются мелкие ремонтные работы: подтяжка болтов, очистка клапанов вантузов, удаление со дна колодцев грязи и другие. Кроме того, выполняются сезонные работы: утепление колодцев и наружных водоразборов осенью и снятие утепления весной.

В наиболее ответственных случаях места повреждения труб и техническое состояние оснований трубопроводов определяют геофизическими методами.

При техническом осмотре переходов через водные преграды по мостам или по дну проверяется исправность арматуры и инженерных конструкций, и проводятся испытания участков на утечки.

Подводные переходы обследуются водолазами каждые 10 лет, а при необходимости чаще.

Перед ледоставом, весенним ледоходом и после него осматриваются инженерные конструкции камер переходов.

Трубопроводы переходов по мостам или эстакадам, а также водоводы надземной прокладки обследуются накануне зимнего периода: проверяется состояние теплоизоляции, компенсаторов, скользящих и неподвижных опор, выявляются явные утечки.

Абонентские вводы и водомерные узлы осматриваются с целью проверки на отсутствие явных утечек, исправность арматуры, правильность содержания водомерных узлов.

Органы пожарной охраны совместно с сетевой службой накануне зимы обследуют пожарные колодцы, проверяют состояние пожарных подставок и гидрантов, а в затапливаемых колодцах закрывают сливные отверстия гидрантов во избежание их закупорки льдом. Весной эти отверстия должны быть открыты.

Одной из задач обследования является поиск постоянных мест скопления воздуха и образования воздушных пробок, что снижает пропускную способность трубопроводов. В этих местах для удаления воздуха следует устанавливать вантузы.

Периодичность осмотра сети водоснабжения приведена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Периодичность осмотра сетей водоснабжения

| Наименование работ | Сроки проведения работ |
|---|------------------------|
| Обход сети | Один раз в два месяца |
| Осмотр линейной сетевой арматуры и прочего оборудования | Один раз в год |
| Обследование технического состояния дюкеров | Один раз в год |
| Осмотр переходов под путями | Один раз в год |
| Техническое обследование домовых вводов | Один раз в 1–2 года |
| Осмотр и проверка уличных водоразборов | Один раз в месяц |

Результаты осмотров и обследований служат основой для планирования текущих и капитальных ремонтов, а в отдельных случаях производятся внеочередных срочных ремонтов.

4.5 Мониторинг пропускной способности сетей

Эксплуатация водопроводных сетей сопровождается ростом гидравлических сопротивлений труб и снижением их пропускной способности.

Для обоснования и своевременного выполнения работ по восстановлению пропускной способности необходима организация постоянного и систематического наблюдения за изменением гидравлических сопротивлений основных магистральных линий. Изменение гидравлических сопротивлений трубопроводов зависит от продолжительности работы, первоначального состояния внутренней поверхности труб и состава транспортируемой воды.

Отложения в трубах по форме поверхности подразделяются: на бугристые (располагаются как в верхней, так и в нижней части труб); сплошные донные; комбинированные (донные и бугристые); неравномерные сплошные; равномерно расположенные по всему периметру и донные бугристые отложения (схемы отложений разных конфигураций приведены на рисунке 4.1).

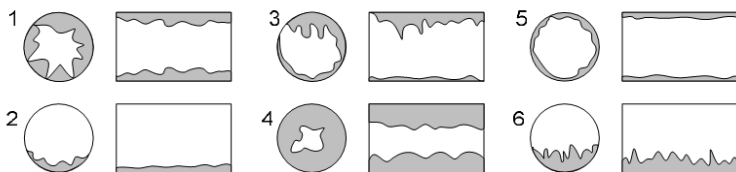


Рисунок 4.1– Виды отложений по конфигурации:

1 – бугристые; 2 – донные сплошные; 3 – комбинированные; 4 – неравномерные сплошные; 5 – равномерные сплошные; 6 – донные бугристые

Конфигурация отложений и степень сужения ими живого потока влияют на процесс снижения пропускной способности.

За ростом гидравлических сопротивлений и соответственно за уменьшением пропускной способности трубопроводов должно вестись систематическое слежение (мониторинг). Поскольку процесс засорения трубопроводов происходит постепенно и закономерно, результаты мониторинга позволяют заранее планировать сроки проведения работ по восстановлению пропускной способности.

Степень снижения пропускной способности трубопроводов не нормируется. Оно считается недопустимым, если в результате нарушаются нормальные условия водообеспечения абонентов.

Контроль за изменением гидравлических сопротивлений включает два этапа:

– манометрическая съёмка – позволяет определить потери напора на участке трубопровода;

– определение гидравлических сопротивлений – служит основанием для проведения капитального ремонта трубопровода с целью восстановления его пропускной способности.

Манометрическая съёмка проводится регулярно (1–2 раза в год) на одних и тех же участках, и повторяется для одного и того же периода (года, дня недели и времени суток). Предполагается, что при этом расходы воды на участке сохраняются без существенных изменений и потери напора зависят только от величины гидравлического сопротивления. Динамика роста потерь напора качественно характеризует процесс засорения. Участки для манометрической съёмки назначаются на маршрутах движения основных транзитных потоков воды. В начале и в конце участка 1–2 установлены манометры на стендерах пожарных гидрантов (рисунок 4.2).

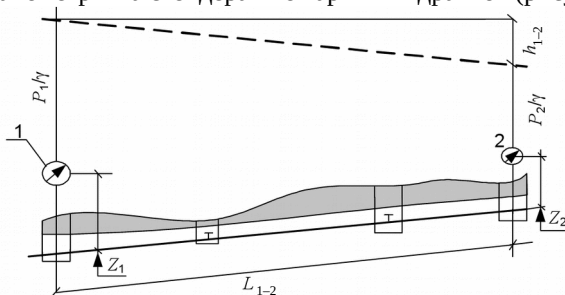


Рисунок 4.2 – Схема манометрической съёмки

Отметки верха труб в точках Z_1 и Z_2 определяются высокоточной нивелировкой, измеряются вертикальные расстояния от верха труб до точек присоединения манометров h_1 и h_2 .

Полный манометрический напор в каждой точке, м,

$$H = z + h + \frac{P}{\gamma}, \quad (4.1)$$

где $\frac{P}{\gamma}$ – приведенная высота, м.

Потери напора на участке 1–2, м,

$$h_{1-2} = H_1 - H_2. \quad (4.2)$$

Необходимая длина участка L_{1-2} зависит от класса точности устанавливаемых образцовых манометров, поскольку потери напора на участке должны быть в 5–10 раз больше абсолютной погрешности измерения.

Измерения давлений в начальной и конечной точках участка производятся одновременно и повторяются с интервалами 3–5 мин в течение часа.

При обработке результатов сомнительные значения отбраковываются и определяется среднее значение потерь напора на участке. Если оно резко отличается от результатов предыдущих манометрических съёмок, то необходимо установить причину.

Причины изменения потерь давления на рассматриваемом участке:

- изменение потокораспределений;
- засорение трубопровода крупногабаритными предметами;
- прикрытие задвижки в одном из колодцев, находящихся на участке.

Закономерное увеличение потерь напора, вызываемое прогрессирующим засорением труб отложениями, позволяет своевременно выявить необходимость восстановления пропускной способности. Но прежде чем проводить эту сложную и дорогостоящую работу следует определить численное значение модуля удельного сопротивления труб.

Методика проведения испытаний зависит от диаметра трубопроводов и осуществляется следующими способами:

- сбросом воды через один пожарный гидрант;
- сбросом воды через несколько последовательно расположенных пожарных гидрантов;
- сбросом воды через стендер, снабженный специальной насадкой;
- способом трех манометров.

Использование *способа сброса воды через один пожарный гидрант* рекомендуется на линии диаметром до 300 мм, т. к. измеряемый водомерами расход воды может быть не более 20–30 л/с.

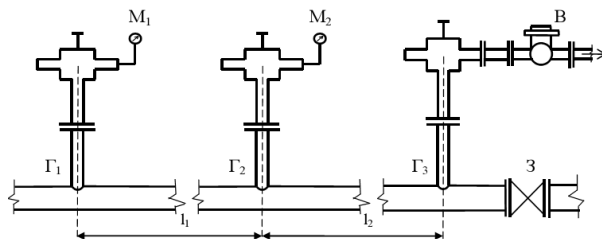


Рисунок 4.3 – Схема измерения гидравлических сопротивлений труб диаметром до 300 мм:
 M_1 , M_2 – манометры; В – водомер; Γ_1 , Γ_2 , Γ_3 – пожарные гидранты; З – задвижка

Для измерения выбирают участок, по длине которого располагается не менее трех пожарных гидрантов. На первых двух устанавливают стендеры с образцовыми манометрами для фиксации напора в этих точках и

определения по ним потерь напора. На третьем гидранте монтируется стендер, через который производится сброс воды.

Фактическое удельное сопротивление

$$A_{\text{факт}} = \frac{h_l}{l_{1-2} \cdot Q^2}, \quad (4.3)$$

где h_l – потери напора по длине, м, определяется как разница манометрических напоров;

l_{1-2} – длина участка, м;

Q – расход, м³/с, определяется водомером или объемным способом.

По таблице Шевелева Ф. А. [25] определяется табличное значение A , вычисляется коэффициент увеличения сопротивления трубопровода и при необходимости принимается решение о восстановлении пропускной способности.

Измерение гидравлических сопротивлений способом трех манометров производится в следующем порядке: выбирается участок, на котором устанавливаются три манометра M_1 , M_2 , M_3 (рисунок 4.4). Часть транзитного расхода воды сбрасывается между манометрами M_1 M_3 . При этом осуществляется контроль напора в начале и в конце участка, а также в точке сброса расхода q .

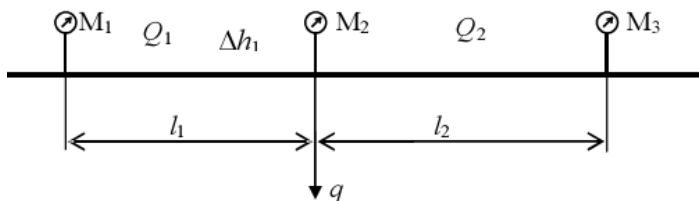


Рисунок 4.4 – Схема измерения гидравлических сопротивлений труб методом трех манометров

Фактическое удельное сопротивление

$$A_{\text{факт}} = \frac{1}{q^2} \left(\sqrt{\frac{\Delta h_1}{l_1}} - \sqrt{\frac{\Delta h_2}{l_2}} \right)^2, \quad (4.4)$$

Для получения результатов с погрешностью до 5 % достаточно измерить расход q , составляющий не менее 10–15 % от транзитного расхода Q_1 .

4.6 Контроль за скрытыми утечками

Скрытыми называются утечки, не обнаруживаемые при обследовании сети и возникающие в недоступных для осмотра местах.

Скрытые утечки помимо экономического ущерба от потерь воды могут вызывать повреждения труб в связи с размывом грунта в основаниях, а также разрушение дорожного покрытия, подтопление подземных сооружений вдоль трассы водопровода, формирование верховодки.

Величина скрытых утечек не нормируется и не может нормироваться, так как материалы и конструкции водопроводных сетей должны быть водонепроницаемы и утечки существуют только вследствие дефектов и повреждений.

Характер распределения утечек различен. В одних случаях утечки по длине трубопроводов относительно равномерны и связаны с плохим состоянием стыковых соединений труб, или с образованием многочисленных сквозных каверн, вызванных коррозией в стенках. В других – утечки приурочены к местам крупных по размеру повреждений: к трещинам в трубах, к местам разрушения заделок стыков или арматуры в колодцах.

Некоторые утечки обнаруживаются при обходе. Если вытекающая при утечках вода не появляется на поверхности, так как фильтруется в грунте или перехватывается дренажами, то об их возникновении судят по косвенным признакам: затопленным колодцам; появлению воды в подвалах домов, расположенных вдоль трассы водопровода; пучению дорожного покрытия при промерзании грунта; существенному снижению свободных напоров в сети.

На скрытые утечки указывает несоответствие расходов воды, поданных потребителю и израсходованных им. С этой целью сопоставляются выборочные круглосуточные записи водомеров-самописцев, установленных на вводах и линии, по которой вода подается группе потребителей или крупному абоненту.

Поиск и оценка величины утечек должны проводиться систематически и регулярно, так как они (утечки) возникают постоянно и полное их устранение практически невозможно.

Первоочередные работы проводятся на тех участках сети, где по имеющимся признакам следует ожидать наиболее крупные утечки.

Контрольные испытания на утечку могут быть проведены одним из следующих способов:

- с помощью водомеров;
- по падению уровня воды в баке водонапорного сооружения или в стояке;
- с помощью манометра;

- с помощью контактных индикаторов давления, действующих постоянно во время эксплуатации сетей;
- аналитически.

Для определения утечек воды с помощью водомеров устанавливается два водомера: первый – на насосной станции, непосредственно после насоса (на проверяемой линии, а при затруднении – на обводной линии), и второй – в конце испытываемого участка. Разность их показаний дает величину утечки (перед испытаниями водомеры должны быть протарированы).

Определение утечек вторым способом приведено на рисунке 4.5. Перед испытанием задвижка 7 закрывается и бак водонапорной башни заполняется водой. После этого закрывают задвижку 2 у насоса и наблюдают за уровнем воды в баке при открытой задвижке 6 или за показаниями манометра 3 в течение определенного времени.

Наиболее простым способом контроля является применение контактных индикаторов давления, дистанционных расходомеров с трубами Вентури или индукционных расходомеров. Недостатком системы с трубами Вентури является неизбежность дополнительных потерь за счет местных сопротивлений.

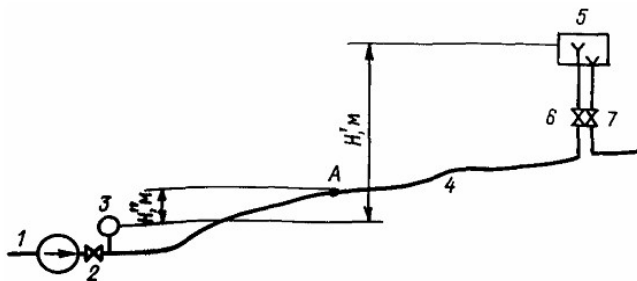


Рисунок 4.5 – Схема определения утечки воды манометром, установленным на насосной станции:
1 – насос; 2,6,7 – задвижки; 3 – манометр; 4 – трубопровод; 5 – водонапорная башня

Места утечек в трубопроводах, уложенных в землю, можно определить акустическими или звуковыми способами. В качестве приборов, улавливающих шум, создаваемый водой при вытекании из поврежденных трубопроводов, используются аквафоны, геофоны, микрофоны, стетоскопы.

Для усиления шума, создаваемого вытекающей из трубопровода водой, в трубопровод вводят сжатый воздух, который создает резкий хорошо воспринимаемый микрофонами шум.

В настоящее время для определения утечек применяются установки с корреляторами шума, которые обеспечивают высокую точность и надежность обнаружения мест утечек.

Принцип действия корреляторов основан не на определении звука, а на сравнении и нахождении по длине трубопровода звуковых сигналов. Прибор определяет разницу во времени прихода двух подобных сигналов, которые фиксируются первичными преобразователями, установленными на противоположных концах испытываемого участка трубопровода. В коррелятор вводятся табличные данные скорости звука для данного трубопровода и расстояние между первичными преобразователями, после чего на дисплей выдается результат вычисления расстояния от местонахождения утечки до одного из преобразователей.

Если утечки, обнаруженные на данных участках сети или водоводах, признаны недопустимо большими, планируется капитальный ремонт трубопроводов.

4.7 Ремонтные работы на водопроводной сети

Ремонтные работы, выполняемые на сетях водоснабжения подразделяются:

- на планово-предупредительные работы (ППР) – выполняются регулярно, в соответствии с заранее составляемым планом с учетом износа объекта;

- аварийно-восстановительные – проводятся в срочном порядке по факту возникновения аварии.

Аварией считается повреждение или выход из строя элементов СПРВ, повлекший прекращение или существенное снижение объемов водоподачи, качества питьевой воды или причинение ущерба окружающей среде, имуществу и здоровью населения.

Аварии могут быть связаны с разрушением трубопроводов или загрязнением воды в сети и сетевых сооружениях.

Устранение аварий носит срочный характер и осуществляется аварийной службой, подчиненной в оперативном отношении диспетчеру. При необходимости к ликвидации аварий привлекаются дополнительные силы и техника.

В зависимости от степени восстановления безотказности, объема и длительности ППР относятся к текущему и капитальному ремонтам.

Текущий ремонт проводится для устранения мелких неисправностей отдельных деталей объекта и включает:

- в колодцах и камерах – очистку и откачку воды, отколку льда в горловинах, профилактическое обслуживание раструбных и 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;

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

- на уличных водоразборах – проверку состояния колодца, отмостки, регулировку и проведение ремонта водоразборной колонки с заменой износившихся деталей.

Капитальный ремонт предусматривает замену изношенных элементов и включает работы:

- по сооружению новых колодцев (камер) либо полной или частичной их реконструкции;

- прокладке отдельных участков линий с полной или частичной заменой труб;

- замене гидрантов, водозаборных колонок, задвижек, поворотных затворов, вантузов, другого оборудования или его изношенных частей;

- ремонту отдельных сооружений на сети, устройств и оборудования по очистке и защите трубопроводов от обрастания внутренней поверхности труб;

- защите сети от коррозии и электрокоррозии блуждающими токами;

- ликвидации повреждений дюкеров и переходов под путями и др.

Поиск и ликвидация утечек включает следующие этапы:

- 1) поиск мест утечек;

- 2) раскопка траншеи;

- 3) выполнение ремонта;

- 4) дезинфекция участка (если работы производились с вскрытием трубы);

- 5) засыпка траншеи;

- 6) восстановление дорожного покрытия.

Поиск места утечек – длительная и сложная операция, при проведении которой сказывается низкая ремонтпригодность труб подземной прокладки.

Малые утечки, связанные с водопроницаемостью стыков или с коррозией стальных труб, могут быть выявлены путем перекрытия участка пневматической пробкой. В трубопровод через демонтированную задвижку вводится пакер (надувной резиновый баллон, перекрывающий данный участок). Затем участок заполняется водой, уровень которой определяется по «смотровому стояку», смонтированному на пожарном гидранте. Если уровень в стояке не понижается, то на отключенном участке утечек нет. Падение уровня указывает на существующую утечку. Другой способ заключается в выполнении по длине участка шурфов или бурении скважин. Если в шурфе появилась вода, значит он находится вблизи места утечек.

Иногда по трассе фрезой прорезается щель. Этот способ оперативен, но есть опасность повреждения кабелей и других подземных коммуникаций [18].

Крупные течи могут быть выявлены по шуму изливающейся воды только при больших расходах и малой глубине заложения труб.

Корреляционные течеискатели позволяют анализировать сигналы звуковой волны, расходящиеся от места утечки и воспринимаемые магнитными датчиками, устанавливаемыми в колодцах на стенках трубопровода. Результаты представляются на экране коррелятора в виде диаграммы с всплесками в месте утечки. Корреляторы снабжаются фильтрами для подавления посторонних шумов.

Область применения корреляционных течеискателей ограничена расстояниями между колодцами, в которых можно установить магнитные датчики.

Для поиска мест утечек целесообразно использовать робототехнику. При этом трубопровод отключается и опорожняется, робот заводится в трубу либо в колодце (для чего демонтируется арматура), либо через лаз, который прорезается в стенке трубы (для этого откапывается специальный котлован). По окончании работы лаз заваривается и котлован засыпается.

Телеробот, перемещаясь по трубам, передает изображение из внутренней поверхности оператору. Одновременно изображение записывается на кассету.

Восстановление пропускной способности трубопроводов. Способы восстановления пропускной способности трубопроводов зависят от их диаметров и характера отложений. Применяется гидравлический, гидропневматический и механический способы очистки, иногда целесообразна химическая обработка.

Гидравлическая промывка применяется при удалении рыхлых и легко-смываемых загрязнений, осуществляется при повышенных скоростях воды (до 2–3 м/с и более). Промывная вода сбрасывается в лотки или колодцы дождевой канализации. При больших диаметрах труб указанный метод непригоден, так как требует таких расходов воды, которые невозможно подвести по сети водоснабжения и отвести после использования, поэтому гидравлический способ чаще всего применяется для внутриквартирных сетей диаметром 100–200 мм и вводов в здания.

Продолжительность процесса зависит от конкретных местных условий и составляет до 2–4 ч и более. Целесообразен прерывистый, «импульсный» режим промывки.

При наличии прочных отложений целесообразна предварительная химическая обработка: заполнение трубопроводов 20%-ным раствором ингибированной соляной кислоты на 18–24 часа или рециркуляция раствора до тех пор, пока концентрация кислоты не перестанет существенно изменяться.

Гидропневматическая промывка (рисунок 4.3) заключается в том, что при движении водовоздушной смеси возникает «пробковый» характер потока с образованием в верхней части труб воздушных скоплений или пробок.

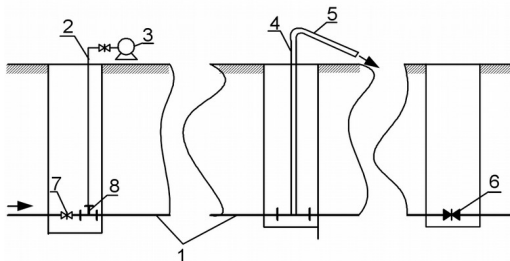


Рисунок 4.3– Схема гидропневматической промывки:

- 1 – промываемый участок; 2 – труба для подачи сжатого воздуха; 3 – компрессор; 4 – отводной стояк;
- 5 – шланг; 6 – закрытая задвижка; 7– открытая задвижка; 8 – пожарная подставка

Пробковый режим создается при определенных скоростях водовоздушной смеси на промываемом участке и соотношениях расходов воздуха и воды. Сжатый воздух (под давлением до 0,3–0,6 МПа и более) подается компрессором по воздуховоду, присоединенному к фланцу, установленному на пожарной подставке либо корпусе задвижки, или через специально сваренный патрубкок. Для выпуска водовоздушной смеси в конце промываемого участка устанавливается стояк. Длина промывного участка принимается до 500–1000 м. Эффективность промывки повышается, если режим подачи воздуха будет прерывистым, с интервалами в подаче от 0,5 до 2–3 мин.

Метод пневматической импульсной промывки заключается в пуске в промывную трубу порций сжатого (под давлением 1,5–2,0 МПа) воздуха. Быстрорасширяющийся воздушный пузырь вызывает длительную и интенсивную пульсацию давлений, что приводит к разрушению даже плотных солевых отложений с последующим их выносом в результате эрлифтного эффекта.

Механическая промывка применяется, когда отложения имеют большую прочность и плохо удаляются рассмотренными выше способами, и предусматривает протаскивание через трубу специального снаряда, вызывающего дробление, рыхление или размыв отложений.

Гидромеханическая промывка (рисунок 4.4) применяется для труб больших диаметров. Через пожарную подставку, на месте временно снятого пожарного гидранта, в трубу вводится снаряд в виде деревянного шара

(диаметром 0,8 м от внутреннего диаметра трубы) с металлическими полосами на поверхности.

Шар закрепляется на тросе, пропущенном через заглушку, устанавливаемую на пожарной подставке, и подведенном к лебедке. В конце участка для промывки на пожарной подставке временно устанавливается стояк для сброса промывной воды. При движении по участку воды вокруг шара возникают высокие скорости течения, и он, вибрируя на тросе, дробит отложения. Под действием перепада давления до и после шара (0,2–0,3 МПа) происходит его медленное перемещение по трубе. Раздробленные отложения смываются к месту выпуска. Скорость очистки составляет до 100 м/ч. Снаряды для прочистки труб

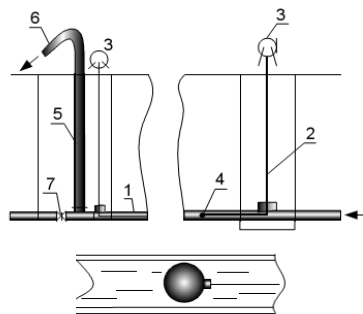


Рисунок 4.4 – Схема гидромеханической промывки:
1 – промываемый участок; 2, 4 – трос;
3 – лебедка; 5 – стояк для выпуска;
6 – шланг; 7 – закрытая задвижка

имеют разнообразные конструкции, но принципы их воздействия на отложения одинаковы. Недостаток механических методов промывки заключается в возможности повреждения внутренней гидроизоляции, а иногда и стенок труб.

Восстановление труб (санация). Трубы, не пригодные для дальнейшей эксплуатации вследствие плохого технического состояния, подлежат замене.

Перекладка водопроводных сетей, помимо большого объема работ и их высокой стоимости, часто оказывается невозможной из-за стесненных условий, разрушения элементов городского благоустройства, длительного нарушения сложившихся транспортных потоков.

Альтернативой перекладки является санация – бестраншейные методы устранения основных дефектов, выявленных при обследованиях трубопроводов, и восстановление их проектных гидравлических характеристик.

Для санации труб коммунальных водопроводов применяются методы:

- нанесения цементно-песчаного покрытия;
- использования пробойника;
- комбинированного рукава;
- протяжки полиэтиленовых труб и тонкостенных рукавов из нержавеющей стали.

Целесообразность использования того или иного метода определяется в каждом конкретном случае в зависимости от многих факторов, главными из которых являются техническое состояние труб, их диаметры и

протяженность, ограничения продолжительности ведения работ, виды транспортируемой среды, окружающая подземная инфраструктура (подземные коммуникации, тоннели и другие заглубленные сооружения).

Защита труб от коррозии. Одним из видов планового капитального ремонта сетей и водоводов является создание противокоррозионной защиты.

Защита трубопроводов от коррозии может выполняться посредством множества технологий, наиболее эффективным из которых является электрохимический метод, к которому и относится катодная защита. Зачастую антикоррозийная катодная защита применяется комплексно, вместе с обработкой стальной конструкции изолирующими составами.

На рисунке 4.5 приведена схема протекторной защиты, заключающейся в том, что вся поверхность защищаемого трубопровода превращается в катод, а разрушается расположенный рядом металлический анод.

Протекторы – стержни из цинковых или магниевых материалов, образуют с защищаемой трубой гальваническую пару. Под влиянием разности потенциалов железа и сплавов протектора возникает электрический ток. В замкнутой цепи находятся электролит (грунтовая вода) и кабель (провод для возвратного тока). Протектор является анодом и разрушается, труба приобретает отрицательный потенциал и оказывается защищенной. Скважина, в которой находится протектор, заполняется активатором (смесью сульфатов натрия, магния, кальция) и глиной. Расстояние между протекторами и защищаемой трубой – до 4,0–5,0 м. Продолжительность использования протектора составляет 7–10 тыс. ч на 1 кг его массы. По мере необходимости протекторы заменяются.

Другим вариантом катодной защиты является катодная станция (рисунок 4.6). К катоду источника тока (станции) присоединяется защищаемая труба, к аноду – заземлитель из труднорастворяемого материала. Таким образом, труба превращается в катод, а заземлитель – в растворяющийся анод. Оценка эффективности электрохимической защиты производится измерением разности потенциалов «земля – труба» по всей ее длине и при включении всех средств электрохимической защиты.

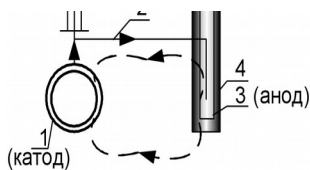


Рисунок 4.5 – Схема протекторной защиты:
1 – труба; 2 – кабель; 3 – протектор;

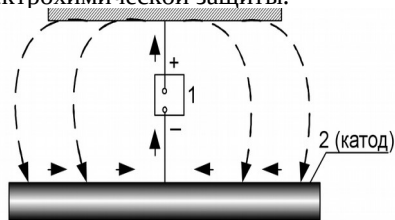


Рисунок 4.6 – Схема катодной защиты:
1 – катодная станция; 2 – защищаемая

4.8 Эксплуатация напорно-регулирующих резервуаров

Для регулирования расходов и хранения неприкосновенных запасов воды на сети водоснабжения размещаются напорные и безнапорные резервуары, суммарная вместимость которых может составлять порядка 8–10 % от суточного расхода воды.

Режим работы водопроводной сети должен исключать застаивание воды в резервуарах, а кратность водообмена в них должна составлять не менее 0,5–1,0 раза в сутки. Исключением являются пожарные резервуары, обслуживающие территории малоэтажной застройки, где водопроводная сеть выполнена по тупиковой схеме. В такие резервуары, предназначенные только для пожаротушения, вода подается из сети с разрывом струи, а ее замена осуществляется каждые 1–3 месяца.

При эксплуатации необходимо:

- вести контроль за качеством поступающей воды;
- осуществлять наблюдение за уровнями воды;
- следить за исправностью запорно-регулирующей арматуры, вентиляционных стояков, люков;
- периодически промывать резервуары, очищать днище от осадка, а стены и колонны – от обрастания;
- систематически проводить испытания на утечку;
- принимать меры к устранению течи через стены и перекрытия;
- вести надзор за состоянием резервуаров и водонапорных башен.

Оперативное управление резервуарами предусматривает регулирование расходов при помощи задвижек, установленных на подающих и отводящих линиях, в соответствии с режимами заполнения и опорожнения.

Оперативный контроль включает наблюдение за уровнями воды в баках с передачей информации диспетчеру.

С целью санитарного контроля ежесуточно и без доступа в резервуар необходимо производить отбор проб воды для проведения анализов. Если обнаружено несоответствие требованиям, предъявляемым к питьевой воде, резервуары необходимо промыть. Промывка осуществляется в соответствии с методикой, изложенной в СТБ [18]. Промывка завершается при достижении требуемого качества воды. Если промывка оказалась неэффективной, необходимо произвести внеочередную очистку резервуаров.

Резервуары питьевой воды (башни, заземленные резервуары) размещаются в зоне строгого режима, правильное содержание которых входит в обязанности обслуживающего персонала. Допуск посторонних лиц

к резервуарам запрещен. Лазы и люки камер переключения должны быть закрыты и запломбированы.

ППО предусматривает регулярную (не реже чем один раз в три месяца) проверку санитарного состояния и осмотр лазов в резервуар, вентиляционных устройств, сливных и переливных труб, арматуры, а также систем катодной защиты металлических баков.

ППР предусматривает регулярную (не реже чем через два года) проверку и ремонт арматуры, фильтров для очистки воздуха и очистку баков.

Очистка баков для хранения питьевой воды включает полное опорожнение, удаление со дна осадка, чистку дна, стен и колонн металлическими щетками с последующей тщательной обмывкой водой из брандспойта.

После очистки производится дезинфекция баков хлорной водой дозами 75–100 мг/дм³ при контакте до 6 ч или 25 мг/дм³ при суточном контакте. Для резервуаров большой емкости обеззараживание производится методом орошения хлорной водой с концентрацией активного хлора до 250 мг/дм³.

Расход хлорной воды составляет 0,3–0,5 л/м² обрабатываемой поверхности. Через 1–2 ч после дезинфекции резервуар необходимо промыть фильтрованной водой. В случаях оборудования резервуаров направляющими перегородками для обеспечения проточности и исключения застойных зон вдоль перегородок прокладываются дырчатые трубы специального промывочного водопровода. В эксплуатацию резервуар может быть введен только после получения двух удовлетворительных результатов анализа воды, отбираемой с интервалом, достаточным для полного ее обмена в баке. Каждые три года промывка совмещается с окраской внутренней поверхности бака.

Работы по промывке считаются опасными, производятся в кислородных противогазах и под контролем мастера, с соблюдением правил безопасности.

Перед началом холодного периода проверяется и восстанавливается теплоизоляция открытых трубопроводов башни.

Систематически необходимо производить испытания на утечку воды из баков и на герметизацию в соответствии с методикой СТБ [18]. Для подземных резервуаров такие испытания проводятся два раза в год.

Плановый капитальный ремонт резервуаров (восстановление штукатурки дна и днища), трубопроводов и арматуры проводится каждые пять лет.

С такими же интервалами планируется капитальный ремонт водонапорных башен (здания, шатра, баков, трубопроводов, арматуры).

5 ЭКСПЛУАТАЦИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Насосные станции систем водоснабжения должны обеспечивать бесперебойную подачу воды потребителям в необходимом количестве под требуемым напором, при высоких технико-экономических показателях.

Водопроводные насосные станции (ВНС):

– *I подъема* (НС I) – забирают воду из источника водоснабжения и подают ее на станции водоподготовки;

– *II подъема* (НС II) – подают воду из резервуаров чистой воды в распределительную сеть;

– *повысительные* – подключаются к сети водоснабжения для увеличения напора воды с помощью насосов.

Канализационные насосные станции (КНС) предусматриваются:

– для транспортирования сточных вод на очистные сооружения от канализуемых территорий при невозможности безнапорного водоотведения;

– на безнапорных сетях канализации – во избежание чрезмерного заглубления трубопроводов;

– на очистных сооружениях – для транспортирования сточных вод и осадка.

В зависимости от вида перекачиваемых сточных вод КНС подразделяют:

– для хозяйственно-бытовых сточных вод и смеси их с другими видами сточных вод;

– производственных сточных вод;

– поверхностных сточных вод;

– осадка сточных вод.

В зависимости от производительности КНС подразделяют на станции:

– малой производительности – с суммарной подачей рабочих насосных агрегатов менее 100 дм³/ч (менее 360 м³/ч);

– средней производительности – с суммарной подачей рабочих насосных агрегатов от 100 до 1000 дм³/ч (от 360 до 3600 м³/ч);

– большой производительности – с суммарной подачей рабочих насосных агрегатов более 1000 дм³/ч (более 3600 м³/ч).

Техническая эксплуатация насосных станций должна обеспечивать:

– бесперебойную подачу воды в соответствии с графиком подачи;

– экономное расходование электроэнергии, материальных ресурсов, повышение эксплуатационной надежности оборудования;

– соблюдение условий безопасной работы обслуживающего персонала.

Техническая эксплуатация включает:

- *оперативную работу* – набор ежедневных производственных операций, обеспечивающих бесперебойное функционирование насосной станции с экономичными параметрами;

- *планово-предупредительные ремонты* (ППР) и предшествующие им *планово-профилактические осмотры* (ППО), призванные своевременно выявлять и устранять неисправности насосных агрегатов и вспомогательного оборудования;

- *капитальные ремонты* – крупные ремонты оборудования с полной или частичной заменой неисправных узлов и агрегатов.

На насосных станциях должна храниться текущая техническая документация, схемы электроснабжения, принципиальные монтажные схемы автоматики, телемеханики, оперативная технологическая схема, которая включает схему переключений.

В отделе главного механика должны храниться паспорта и инструкции заводов-изготовителей на все виды оборудования, отчеты о ремонте, наладке и испытаниях насосных агрегатов, формуляры на каждую единицу оборудования, месячные отчеты о работе насосной станции, годовой план-график ремонта всего оборудования, квартальный план-график проведения технического обслуживания и ремонта оборудования.

На все агрегаты и управляемое оборудование должны быть нанесены краской хорошо видимые порядковые номера, соответственно инвентарным номерам и исполнительной документации. Управление режимом работы насосной станции осуществляет инженерно-технический персонал с учетом величины потребления воды или неравномерности притока сточных вод.

5.1 Пусконаладочные работы

Целью пусконаладочных работ является доведение объекта до работоспособного состояния, отработка оптимального режима эксплуатации при поддержании заданного давления.

Пусконаладочные работы на насосных станциях включают:

- изучение проекта и его дополнительную корректировку в случае обнаружения упущений;

- обследование станции и проверку соответствия выполненных строительно-монтажных работ по проекту, оценку качества выполненных работ и выявление недоделок, подлежащих устранению;

- проверку работоспособности основного и вспомогательного оборудования, систем вентиляции, освещения, сигнализации, автоматизации;

- отработку режимов работы станции (проектных или в соответствии с фактически сложившимися условиями);

– разработку документации, необходимой для ведения эксплуатационного процесса (производственные инструкции, технологические схемы и т. д.) обучение персонала станции.

При обследовании станции необходимо проверить:

- высотную схему;
- соответствие проекту геодезических отметок для приемного резервуара, перекрытий, площадок, пола машинного зала, осей насосов, монорельсов или подкрановых путей;
- расположение входных воронок в приемной камере (расстояния от стенок дна);
- ширину проходов между насосными агрегатами, размеры помещений, наличие и размеры площадок, лестниц, переходов над трубами, подземных каналов, правильность выполнения ограждений;
- правильность выполнения всасывающих линий (должны прокладываться с подъемом в сторону насосов);
- соответствие проекту диаметров напорных и всасывающих труб и арматуры;
- наличие опор и упоров для трубопроводов, правильность закрепления труб, а также качество заделок в местах прохода труб через стены, особенно через стенки резервуаров;
- соответствие проекту и качество монтажа насосных агрегатов (наиболее ответственной операции);
- качество монтажа вспомогательного оборудования (дренажных насосов, вакуум-насосов, грузоподъемного оборудования);
- правильность подключения оборудования к системе энергоснабжения, монтажа систем залива насосов, масляного хозяйства, технического водоснабжения и пневматики, систем отопления, приточно-вытяжной вентиляции и освещения;
- наличие и правильность установки КИП и в частности расходомеров.

Недостатки, выявленные при осмотре, должны быть устранены.

Работоспособность оборудования и систем оценивается при пробном пуске. Основное насосное оборудование проверяется поагрегатно. Все задвижки и вентили (за исключением задвижек на всасывающей линии) закрываются. После включения электродвигателя постепенно открывают задвижку на напорной линии при одновременном наблюдении за изменением силы тока по амперметру.

Агрегат должен работать без стука и чрезмерного шума, без перегрева, без утечек смазки и охлаждающих жидкостей.

Опробование насоса продолжается по достижении устойчивой работы агрегата в течение двух часов. Затем агрегаты испытываются индивидуально под рабочей нагрузкой в течение четырех часов.

При опробовании инженерных систем насосной станции (автоматика, электрическое хозяйство, вентиляция и др.) определяется эффективность и безотказность выполнения производственных операций.

Для основных насосных агрегатов перед установкой рекомендуется произвести стендовые испытания для получения достоверных и фактических рабочих характеристик. В противном случае следует провести испытания на месте установки, так как фактические рабочие характеристики нередко отличаются от паспортных.

5.2 Оперативное обслуживание насосных станций

Оперативное обслуживание (производственный и технический контроль) насосных станций осуществляется непрерывно или периодически (при автоматическом управлении). Обслуживание заключается в выполнении определенных производственных операций, основными из которых являются:

- пуск и остановка насосных агрегатов;
- аварийное отключение агрегатов;
- регулировка работы насосов;
- непрерывное или периодическое снятие показаний по приборам, контролирующим основные параметры работы насосной станции в целом и отдельных агрегатов;
- контроль функционирования и технического состояния оборудования;
- выявление видимых и косвенных признаков нештатной работы насосов;
- ведение технической документации по эксплуатации;
- поддержание санитарного состояния НС;
- удаление дренажных вод.

Оперативное обслуживание насосных станций осуществляется:

- сменным дежурным персоналом (машинистами и электриками);
- дежурным персоналом на дому;
- оперативно-выездными бригадами (ОВБ).

В оперативном отношении дежурный персонал подчиняется диспетчерской службе предприятия.

К обслуживанию насосных агрегатов допускаются лица, прошедшие медицинское обследование, имеющие удостоверение машиниста по обслуживанию насосных агрегатов с электродвигателями. До назначения на самостоятельную работу работники обязаны пройти специальную подготовку, обучение на рабочем месте, проверку знаний правил эксплуатации и техники безопасности.

Обслуживающий персонал должен обеспечивать:

- управление режимом работы;

- наблюдение и контроль за состоянием и режимом работы насосных агрегатов, различного оборудования, коммуникаций, приборов;
- поддержание надлежащего санитарного состояния;
- учет работы соответствующими записями в эксплуатационных журналах;
- своевременное проведение ревизий и капремонта.

Эксплуатация насосных агрегатов запрещается:

- при появлении в агрегате ясно слышимого стука;
- возникновении искрения или свечения в зазоре между статором и ротором электродвигателя;
- возникновении повышенной вибрации вала (допустимая вибрация зависит от скорости вращения);
- выходе из строя подшипников или подплавлении подшипников скольжения;
- давлении масла ниже допустимого (при циркуляционной системе смазки).

Каждый насосный агрегат должен быть оборудован:

- запорной арматурой, отключающей насос от сети;
- обратным клапаном на напорном трубопроводе для защиты от гидроударов и самовращения;
- манометром на напорном трубопроводе;
- вакуумметром на всасывающем трубопроводе;
- расходомером;
- амперметром для измерений нагрузки электродвигателя;
- счетчиками расхода активной и реактивной электроэнергии.

Перед пуском каждого насосного агрегата необходимо осуществить проверку на предмет отсутствия посторонних предметов на насосе и электродвигателе, наличия смазки в подшипниках, положения задвижек на трубопроводах и произвести полную заливку насоса водой.

Пуск и остановка насосов должны производиться при полностью открытой задвижке на всасывающем трубопроводе и полностью закрытой – на напорном трубопроводе (до 2–3 мин).

Регулировку работы насоса можно проводить задвижкой на напорном трубопроводе в пределах $\pm 20\%$ по производительности и $\pm 15\%$ по давлению. При необходимости более глубокой регулировки следует производить обточку или замену рабочего колеса.

5.3 Планово-предупредительный осмотр насосных станций

В период эксплуатации не все неисправности могут быть замечены, поэтому основная диагностика проводится в период профилактического **планово-предупредительного осмотра**. Результаты осмотров заносятся в журнал.

ППО проводится по утвержденному календарному плану в соответствии с рекомендуемой периодичностью для каждого вида оборудования (таблица 5.1). ППО осуществляется техническим руководителем станции или главным инженером совместно с эксплуатационным и ремонтным персоналом. Время проведения ППО согласуется с диспетчером.

При осмотре насоса необходимо проверять состояние винтовых соединений вращающихся элементов, болтовых соединений по разьему корпуса, буксов сальников, фланцевых соединений всасывающих линий, обращать внимание на отсутствие загрязнений элементов двигателя: подшипников, обмоток, коллектора, контактных колец, щеток и др.

Результаты ППО служат основанием для составления планов ремонта.

Таблица 5.1 – Периодичность осмотра и проведения текущих ремонтов оборудования насосных станций

| Наименование оборудования | Периодичность, месяцы | |
|--|-----------------------|----------------|
| | ППО | текущий ремонт |
| Насосы (центробежные, поршневые и др.) | 1 | 3 |
| Воздуходувки, компрессоры | 1 | 2 |
| Трубопроводы, воздухопроводы | 2 | 6 |
| Вакуумметры, манометры, вентузы, клапаны | 1 | 12 |
| Запорная арматура | 2 | 12 |
| Водомеры | 1 | 24 |
| Механические грабли, решетки-дробилки | 1 | 3 |
| Дробилки молотковые | 1 | 6 |

5.4 Отказы при работе насосных станций: причины и способы устранения

Ненормальная работа насоса может быть выявлена при внешнем осмотре эксплуатационным персоналом, по показаниям установленных приборов.

Основные неисправности, встречающиеся в работе центробежных насосов, приведены в таблице 5.2, основные неполадки в работе глубинных насосов – в таблице 5.3.

Небольшие неисправности устраняются сменным дежурным персоналом, а значительные, сложные – ремонтной бригадой.

Таблица 5.2 – Основные неисправности в работе центробежных насосов

| Неисправность | Причина неисправности | Способ определения | Способ устранения |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Насос после пуска в работу | Заливка насоса проведена | По выходу воздуха из напорной части | Остановить насос, залить его водой и |

| | | | |
|----------------|---------------------------------------|--|------------------------|
| не подает воду | недостаточно, в насосе остался воздух | насоса во время его работы при открывании воздушного клапана | снова пустить в работу |
|----------------|---------------------------------------|--|------------------------|

Окончание таблицы 5.2

| Неисправность | Причина неисправности | Способ определения | Способ устранения |
|---|---|---------------------------------|---|
| Перегружен двигатель | Подача воды выше допустимого | Замером подачи насоса | Прикрыть задвижку на напорном трубопроводе |
| Уменьшается подача воды насосом | Просачивание воздуха в корпус насоса через сальник или во всасывающую линию | Осмотром | Проверить всасывающий трубопровод, подтянуть или сменить сальник |
| | Износ уплотняющих колец | По уменьшению давления | Разобрать насос и сменить уплотняющие кольца |
| | Засорение всасывающей трубы | По повышению вакуума | Прочистить |
| | Засорение обратного клапана | По повышению давления | Прочистить |
| Сильно увеличиваются показания амперметра у электронасоса | Насос перекачивает воду, содержащую большое количество песка и ила | По шуму и треску | Проверить содержание песка и установить причину его появления в воде резервуара |
| Насос не развивает полного напора | Значительный износ лопастных колес и уплотнительных колец | Промером после разборки насоса | Отремонтировать насос, сменить кольца |
| Насос при работе дрожит | Ослабление болтов, прикрепляющих насос к плите | Проверкой ключей, гаек и болтов | Затянуть болты. Проверить горизонтальность валов |
| | Износ подшипников | Визуально | Отремонтировать подшипники |
| | Кавитация | По повышению вакуума | Уменьшить высоту всасывания |
| | Ослабление стыков труб | Осмотром, проверкой | Отремонтировать муфту |

| | | | | |
|---------------------------------|--|-------------------------------|-------|-----------------------|
| Насос во время работы дребезжит | Износ резиновых колец соединительной муфты | Осмотр после остановки насоса | муфты | Отремонтировать муфту |
|---------------------------------|--|-------------------------------|-------|-----------------------|

Таблица 5.3 – Основные неисправности в работе глубинных насосов

| Неисправность | Причина неисправности | Способ устранения |
|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Электродвигатель гудит при работе | Обрыв в одном из проводов сети | Соединить провода |

Окончание таблицы 5.3

| Неисправность | Причина неисправности | Способ устранения |
|--|--|---|
| Электродвигатель во время работы нагревается | Замыкание витков катушки статора | Отремонтировать электродвигатель |
| Повышается потребление электроэнергии | Понижение динамического уровня | Заглубить насос путем добавления секций |
| | Износ лопаток рабочих колес | Демонтировать насос и заменить рабочие колеса |
| Уменьшается подача насоса | Утечка воды через стыки водоподъемных труб | Демонтировать насос и устранить повреждение в сборке водонапорных труб |
| Насос при работе сильно вибрирует | Прогнулись проводные валы | Демонтировать насос и заменить вал |
| | Плохое закрепление насоса на фундаменте | Прикрепить насос к фундаменту анкерными болтами |
| Насос работает, но вода не подается | Вращение мотора в противоположную сторону | Переменить фазы на клеммах |
| | Разрыв напорных труб | Заменить напорную трубу |
| | Уровень воды в скважине ниже всасывающей трубы | Заглубить насос путем добавления напорных труб, если позволяет напор насоса |
| Занижаются показания амперметра | Малая подача воды | Открыть больше задвижку |
| Увеличиваются показания амперметра | Повреждение вкладышей подпятников насоса | Демонтировать насос и заменить вкладыши подпятников |

5.5 Ремонтные работы

Ремонтные работы выполняются специальным персоналом.

На станциях средней производительности (25–150 тыс. м³/сут) должен быть создан электромеханический цех (группа).

Крупные станции комплектуются механическим, энергетическим, ремонтно-строительным цехом и цехом контрольно-измерительных приборов.

Ремонтные работы направлены на поддержание и восстановление первоначальных эксплуатационных характеристик насосного оборудования и подразделяются на текущий и капитальный ремонты.

В период ремонтов выполняются операции:

- модернизация оборудования;
- испытания и наладка оборудования;
- ведение технической документации по ремонту.

Текущий ремонт может быть:

- *профилактический* – планируется на основании записей в дефектной ведомости по результатам ППО;
- *непредвиденный* (аварийный) – заключается в срочном исправлении мелких повреждений или неисправностей, возникших в результате аварии.

План ППР утверждается руководителем цеха или главным инженером. Рекомендуемая периодичность текущих ремонтов приведена в таблице 5.1.

При *текущем ремонте ТР-1* проводится технический осмотр и ремонт агрегата и вспомогательного оборудования. ТР-1 является расширенной формой ППО и включает дополнительные работы по замене элементов уплотнения, центровке агрегата, смене масла в системе смазки и ваннах подшипников и др.

После устранения неисправностей проводится испытание работоспособности агрегата в соответствии с инструкцией по эксплуатации и оформление необходимой документации по произведенному ремонту, а также составление дефектной ведомости для очередного текущего ремонта ТР-2.

Замечания о работе оборудования фиксируются в оперативном и ремонтном журналах.

В ходе *текущего ремонта ТР-2* промываются и чистятся узлы и детали, определяется степень их износа, а в необходимых случаях проводится замена.

Перед сдачей в эксплуатацию агрегат испытывается (обкатывается) в номинальном режиме в течение 24 ч. Одновременно проверяется вибрация насосного агрегата в контролируемых точках.

По завершении ТР-2 оформляется ремонтная документация и составляется предварительная дефектная ведомость для очередного капитального ремонта.

Ремонт вспомогательного оборудования, технологически связанного с основным, обычно выполняется с ним одновременно.

Капитальный ремонт насосного оборудования выполняется согласно предварительной дефектной ведомости и включает работы по

смене крупных деталей и узлов, а в случае необходимости – замене их на исправные или более совершенные.

При капитальном ремонте производится:

- полная разборка насоса;
- проверка состояния корпуса, патрубков, фундамента, анкерных болтов;
- анализ документации ранее проведенных ремонтов;
- уточнение предварительной дефектной ведомости;
- замена всех деталей и узлов согласно дефектной ведомости;
- перезаливка фундамента и анкерных болтов;
- сборка агрегата с соблюдением всех допусков и посадок;
- балансировка рабочего колеса;
- опрессовка корпуса;
- наладка агрегата и всех вспомогательных систем;
- контроль всех параметров агрегата с целью установления соответствия паспортным данным.

Водопроводные насосы после капитального ремонта и ТР-2 должны быть тщательно промыты и дезинфицированы.

После завершения ремонта насос присоединяется к внутростанционным трубопроводам, а двигатель – к системе энергопитания. Затем в течение 48–72 ч производится испытание насосного агрегата, сперва на холостом ходу, а затем в режиме номинальной нагрузки.

Перед принятием агрегата в эксплуатацию проводится его осмотр при участии начальника станции. Считается, что безотказность насоса восстановлена полностью.

Сведения о выполненном ремонте, наладке, испытаниях агрегата заносятся в журнал ремонтов.

5.6 Особенности эксплуатации насосных станций систем водоснабжения

На насосных станциях систем водоснабжения должно частично или полностью быть установлено следующее оборудование:

- основное энергетическое (насосы и приводные двигатели);
- механическое (задвижки (затворы) с электроприводом и подъемнотранспортные механизмы);
- вспомогательное – включает системы технического водоснабжения, дренажно-осушительную, маслоснабжения (при необходимости) и вакуум-систему (при установке насосов выше уровня воды в резервуарах), контрольно-измерительные приборы и системы автоматизации;
- электрические устройства (силовые трансформаторы, выводы высокого и низкого напряжений, распределительное устройство, токопроводы к электродвигателям, системы контроля и собственных нужд);
- санитарно-технические устройства;

– технические средства противопожарной защиты.

В насосных станциях должны предусматриваться питьевой водопровод, канализация, вентиляция и отопление в соответствии с требованиями нормативных документов по указанным системам.

В процессе технологического контроля работы насосных станций систем водоснабжения необходимо осуществлять контроль по следующим показателям:

- подача и давление воды;
- расход электроэнергии, топлива, воздуха, в том числе на собственные нужды;
- расход воды на собственные нужды;
- число часов работы и простоя машин и электрооборудования, КПД;
- расход топливно-смазочных материалов.

На входном трубопроводе в повысительную насосную станцию необходимо контролировать давление. При давлении менее 0,08 МПа система автоматики должна отключать насосное оборудование, при этом должна предусматриваться возможность перевода защиты из режима отключения насосного оборудования в режим сигнализации (световой и звуковой).

На районных наземных повысительных НС (с постоянным обслуживающим персоналом) должна быть предусмотрена возможность перевода защиты оборудования при затоплении машинного зала из режима отключения в режим только сигнализации (световой и звуковой).

На заглубленных повысительных НС должны быть предусмотрены дренажные насосы с ручным и автоматическим режимами работы.

5.7 Особенности эксплуатации канализационных насосных станций

Канализационные насосные станции перекачки (КНС) работают в режиме, определяемом непрерывно меняющимся притоком сточных вод, максимальное значение которого близко к расчетным мгновенным расходам. Незначительная вместимость приемных резервуаров КНС не дает возможности существенно осреднить эти расходы. Поскольку обеспечить оперативное включение насосов станции при заполнении резервуаров и их включение при опорожнении для персонала сложно, КНС, как правило, автоматизированы.

В процессе технологического контроля работы КНС необходимо осуществлять контроль:

- расхода и давления перекачиваемых сточных вод;
- уровней воды в приемном резервуаре КНС;
- уровней сточных вод в дренажном приемке машинного зала;

- параметров электрического питания электродвигателей привода насосных агрегатов;
- температуры электродвигателей привода насосных агрегатов;
- температуры подшипников насосных агрегатов;
- протечек воды в насосные агрегаты;
- вибрации насосных агрегатов.

Измерение расхода перекачиваемых сточных вод необходимо предусматривать, как правило, в напорных трубопроводах, отводящих сточную воду от насосных агрегатов, с установкой преимущественно электромагнитных и ультразвуковых расходомеров сточных вод. Применение турбинных, шариковых и других типов расходомеров, конструкция которых предусматривает размещение в потоке сточных вод механических измерительных элементов, не допускается.

Измерение давления перекачиваемых сточных вод в напорных трубопроводах КНС необходимо предусматривать, как правило, датчиками давления, устанавливаемыми непосредственно на напорных трубопроводах, а также манометрами, предназначенными для изменения давления в сточных водах, в том числе с устройствами разделения сред для предотвращения негативного воздействия на измерительные элементы.

Для обеспечения управления работой насосных агрегатов и сигнализации аварийного повышения или понижения уровня сточных вод необходимо производить *контроль уровней воды в приемном резервуаре КНС* с использованием:

- поплавковых выключателей;
- датчиков давления;
- ультразвуковых датчиков;
- пневматических датчиков.

Выбор вида датчиков производится в зависимости от условий эксплуатации КНС, количества насосных агрегатов и их конструктивного исполнения с учетом требований производителей систем управления насосными агрегатами.

Применение кондуктивных электродов для контроля уровней сточных вод в приемном резервуаре КНС не рекомендуется [21].

Контроль уровней сточных вод в дренажном приемке машинного зала КНС необходимо предусматривать с использованием датчиков, аналогично контролю уровней воды в приемном резервуаре КНС, с управлением дренажных насосных агрегатов по максимальному (включение) и минимальному (выключение) уровням.

Контроль параметров электрического питания электродвигателей привода насосных агрегатов, как правило, должен обеспечивать защиту:

- от механических перегрузок путем отключения электродвигателя при превышении силы тока более контролируемого уровня;
- короткого замыкания;
- пропадания фазы и асимметрии фаз;
- пониженного напряжения.

Контроль температуры электродвигателей привода насосных агрегатов предназначен для обеспечения надежной эксплуатации и предотвращения их выхода из строя при перегрузках, блокировке насосного агрегата из-за засорения и должен предусматриваться за счет использования встроенных датчиков в обмотках электродвигателей.

В качестве встроенных датчиков электродвигателей привода насосных агрегатов используются термисторные датчики с положительным температурным коэффициентом, чувствительные элементы термопреобразователей сопротивления, биметаллические разъемники.

Для контроля температуры маслонеполненных электродвигателей привода насосных агрегатов допускается применять датчики давления в полости двигателя и поплавковые термовыключатели.

Необходимость и возможность применения встроенных датчиков для контроля температуры обмотки электродвигателей и их защиты, а также требования по их подключению к системам электропитания и управления устанавливает производитель насосных агрегатов в соответствии с ГОСТ ИЕС 60947-8. Данные о функционировании встроенных датчиков электродвигателей привода насосных агрегатов и их подключении к системам управления приведены в [21, приложении Е].

При использовании для привода насосных агрегатов КНС дизельных двигателей следует *предусматривать контроль*:

- наличия топлива в питающем баке двигателя;
- наличия охлаждающей жидкости в системе охлаждения;
- температуры охлаждающей жидкости в системе охлаждения;
- давления масла в двигателе;
- уровня масла в системе смазки двигателя.

Для обеспечения их надежной эксплуатации и предотвращения выхода из строя вследствие перегрева необходимо осуществлять *контроль температуры подшипников насосных агрегатов* (применяется для насосных агрегатов с мощностью привода более 100 кВт).

Для обеспечения надежной эксплуатации и предотвращения выхода из строя вследствие поступления воды в полость электродвигателя и (или) камеру размещения уплотнений необходимо осуществлять *контроль протечек воды в насосные агрегаты*, путем установки встроенных датчиков влажности, реле влажности и поплавковых выключателей.

Для обеспечения их надежной эксплуатации и предотвращения выхода из строя вследствие засорения и (или) повреждения рабочего колеса, износа подшипников, торцевых уплотнений должен осуществляться *контроль вибрации насосных агрегатов*.

В КНС должна быть предусмотрена местная аварийно-предупредительная сигнализация. Конструктивное исполнение устройств сигнализации предусматривает подачу звуковых и (или) световых сигналов. Размещение сигнальных устройств, предупреждающих об опасности, должно выполняться таким образом, чтобы сигналы были хорошо различимы и слышны с учетом шумовых характеристик эксплуатируемого оборудования.

На КНС, эксплуатируемых без постоянного обслуживающего персонала, должна быть предусмотрена аварийно-предупредительная сигнализация с передачей сигналов на диспетчерский пункт и (или) дежурному персоналу КНС с использованием проводных и беспроводных систем передачи данных.

Помещения КНС, особенно приемный резервуар и грабельное, имеют повышенную загазованность, поэтому электрооборудование должно иметь взрывоопасное исполнение, а исправность систем вентиляции тщательно проверяться.

Помещения КНС должны иметь:

- исправно действующие системы отопления и вентиляции, обеспечивающие температуру в зимний период не ниже 5 °С в машинном зале и 18 °С в бытовых помещениях и не выше 35 °С в машинном зале в летний период.

- системы рабочего и аварийного освещения от независимого источника электроэнергии или аккумуляторной батареи;

- исправные санитарно-бытовые помещения;

- грузоподъемные механизмы;

- системы телефонной или радиосвязи.

- системы резервного электропитания;

- исправные резервные агрегаты;

- системы контроля и сигнализации об отклонениях нормального режима работы агрегатов.

При эксплуатации КНС должны соблюдаться следующие основные требования:

- задвижки, установленные на заглубленных аварийных выпусках, должны иметь управление с поверхности земли;

- резервуар насосной станции не реже одного раза в три дня должен полностью опорожняться рабочими насосами, осадки со стен и пола резервуара должны быть смыты струей воды;

- полы помещений решеток, граблей, дробилок должны смываться струей воды ежедневно;

- очищать решетки и снимать отбросы с граблей нужно только с помощью специальных приспособлений или граблей;

- освобождать граблины от запутавшихся тряпок следует только в защитных перчатках;

- если количество отбросов с решетки превышает 100 л в сутки, их удаление должно быть механизировано;

- измельчение осадков необходимо производить дробилками (3–4 раза в сутки), а на небольших станциях – сбор снятых граблями отбросов следует удалять в контейнер. Удаление отбросов, задерживаемых на КНС, необходимо производить в соответствии с законодательством по обращению с отходами [21];

- загрузку дробилки отбросами следует производить небольшими порциями;

- у загрузочных отверстий дробилки должны быть установлены ограждения, предохраняющие от разбрызгивания выскакивающих из дробилки отбросов, кусков камня, металла и брызг.

Оперативно-выездные бригады для проведения профилактических работ и дежурный механик-электрик посещают автоматизированную КНС по специальному графику.

При каждом осмотре особое внимание уделяется состоянию автоматики, проверяется сопротивление электрической изоляции, своевременно производится замена износившихся контактов и очистка деталей автоматики от пыли.

При осмотре задвижек, обратных клапанов, труб и трубных соединений обращается внимание на заметные повреждения и утечки.

При посещении станции механик снимает показания КИП, а при автоматизированном контроле – записи самописцев.

Если обнаружены мелкие неисправности, их устраняют, в других случаях вызывают ремонтную бригаду.

ППО и ППР насосного оборудования предусматривает осмотр и текущий ремонт без вскрытия насоса после наработки им 2000 ч и с разборкой корпуса – после 4000 ч. Капитальный ремонт с заменой изношенных деталей и с испытанием проводится после 12000 ч наработки. Одновременно ремонтируются двигатели. Текущий ремонт решеток и комминаторов требуется каждые шесть месяцев, дробилок – один раз в год, а капитальный ремонт – через пять лет.

Сроки проведения ППО и ППР современных насосов, в том числе импортных, могут быть иными и указываются в документации заводоизготовителей.

Ввод в работу или вывод в резерв насосных агрегатов выполняется по графику диспетчера. На основании показаний КИП регулярно подсчитывается кпд насосов. При снижении кпд на 5–8 %, насос необходимо вывести в резерв для осмотра и ремонта.

При выводе насоса в резерв производится его частичная разборка, прочистка рабочего колеса и обратного клапана на напорной линии.

6 ЭКСПЛУАТАЦИЯ СЕТЕЙ ВОДООТВЕДЕНИЯ

6.1 Основные задачи технической эксплуатации сетей водоотведения

Водоотводящая сеть предназначена для бесперебойного, надежного приема и отвода сточных вод с территории населенных мест, промышленных предприятий к местам их переработки, при высоких санитарных и технико-экономических показателях.

Районирование водоотводящей сети осуществляется из расчета 250–300 км на один район с расстоянием до наиболее удаленной точки не более 10 км.

Техническая эксплуатация сетей водоотведения включает:

- надзор за состоянием и сохранностью сетей, устройств и оборудования;
- техническое содержание сети, устранение засоров, затоплений;
- текущий и капитальный ремонты, ликвидация аварий;
- контроль и надзор за обеспечением абонентами должного уровня технической эксплуатации присоединенных к системе водоотводящих сетей и сооружений, находящихся на балансе;
- надзор за строительством, приемка в эксплуатацию новых линий и сооружений на ней;
- изучение сети, выявление «узких мест» в ее работе и составление перспективных планов развития и реконструкции;
- ведение технической документации и отчетности.

6.2 Технический надзор за строительством и приемка в эксплуатацию сетей водоотведения

Технический надзор за строительством сети водоотведения осуществляется заказчиком и проектной организацией в соответствии с СТБ [18].

В функции технического надзора входит:

- наблюдение за осуществлением строительства в точном соответствии с проектом, недопущение отступлений от проекта без согласования с организациями, разработавшими и утвердившими проект;
- наблюдение за правильным ведением работ: разбивкой траншеи, установкой визирок, подготовкой оснований под трубы, правильной

укладкой труб, тщательной заделкой стыков, подготовкой основания под смотровые колодцы, кладкой колодца, засыпкой траншеи;

- периодическая поверка нивелированных отметок;
- наблюдение за качеством применяемых материалов и соответствием их кондициям, правильным отбором материалов труб и бетона для испытания и своевременным направлением их на лабораторные исследования;
- составление актов на скрытые работы в соответствии с фактическими данными;
- ведение журнала работ.

Перед сдачей трубопровода комиссии представители технического надзора, строительной организации и заказчика проводят его осмотр.

Прием вновь построенных водоотводящих сетей и коллекторов в эксплуатацию после окончания строительства производит комиссия. Работы по акту сдает строительная организация.

Рабочая приемочная комиссия осматривает заделку стыков и проверяет внутреннее состояние труб. При осмотре колодцев необходимо обращать внимание на правильность набивки лотков, надежность крепления скоб. Люки должны быть надежно установлены на несколько рядов кирпичей (2–3 ряда) или бетонных кольцевых элементов. Наружная крышка люка должна быть смонтирована на одном уровне с асфальтированной поверхностью проезжей части или возвышаться над бульжным 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 проверяется посредством осмотра, обращается внимание на правильность формы коллектора, тщательность затирки швов изнутри, гладкость внутренней поверхности, отсутствие свищей и т. п.

При приемке водоотводящих сетей особое внимание следует обращать:

- на качество основания под трубы и заделку стыков между ними;
- проверку прямолинейности укладки труб на свет между двумя смежными колодцами;
- гидравлическое испытание трубопроводов на герметичность.

В хорошо построенной водоотводящей сети не должно быть ни инфильтрации, ни эксфильтрации. Безнапорный трубопровод следует испытывать на герметичность дважды: до засыпки и после засыпки (окончательное приемочное испытание). Гидростатическое давление в испытываемом трубопроводе из безнапорных бетонных, железобетонных и керамических трубопроводов должно быть 0,04 МПа.

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. Контроль осуществляют по замеряемому в верхнем колодце объему добавляемой в стояк или колодец воды в течение 30 минут (понижение уровня воды в стояке или колодце допускается не более чем на 20 см);

– при инфильтрации – определением объема грунтовой воды, замеряемого в нижнем колодце, протекающего 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.

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 траншеи 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 часа для керамических труб и 72 часа для бетонных и железобетонных труб (время, необходимое для удаления воздуха из пор материала стенок и стыков труб). При снижении воды в 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 оформляют актом.

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

Все вновь построенные сети должны быть нанесены на планшеты, на оперативные схемы с описанием установленного оборудования, регистрационных номеров, на все трубопроводы должны быть заведены паспорта.

6.3 Надзор за состоянием и содержанием сетей водоотведения

Для обеспечения нормальной эксплуатации водоотводящей сети на ней ведутся постоянные наблюдения, включающие:

- наружный осмотр сети;
- технический осмотр сети;
- технический осмотр основных магистралей, ливнепусков, дюкеров и аварийных выпусков;
- осмотр внутренних полостей водоотводящих труб;
- осмотр тоннельных коллекторов.

Наружный осмотр 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 одного раза в два месяца, путем обхода трасс и линий сети бригадой из двух человек без спуска в колодцы. При этом проверяется внешнее состояние колодцев, плотность прилегания крышек, целостность горловин, скоб, лестниц и т. д., осуществляется очистка от мусора, снега, льда, определяется степень наполнения труб, наличие подпоров, присутствие газов в колодцах, наличие просадок грунта, наличие завалов и разрывтия, наличие спуска поверхностных и других вод в водоотводящую сеть.

При обнаружении указанных недостатков бригада должна принять меры по их устранению. В обязанности бригады входит также восстановление старых и установление новых координатных табличек (рисунок 6.1).

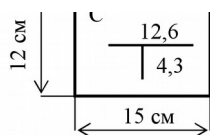


Рисунок 6.1 –
Координатная табличка
для канализационных
колодцев

Они устанавливаются у колодца или наносятся на ближайшие стены домов или столбы. Фон координатных табличек белый, цифры – черные, буквы могут быть разного цвета (С – смотровой, К – контрольный, Д – дождеприемник, КД – камера дюкера). Для производства работ по наружному осмотру бригада должна иметь лом, лопату, крючок, оградительный дорожный знак, аккумуляторный фонарь, газоанализатор, складную рейку, аптечку, журнал обхода сети.

Технический осмотр состояния водоотводящей сети, устройств и сооружений выполняется периодически преимущественно в теплое время года по специальному графику:

- водоотводящей сети – один-два раза в год;
- смотровых колодцев, аварийных выпусков, коллекторов и каналов – один раз в год;
- камер, эстакад и переходов – не реже одного раза в квартал;
- тоннельных коллекторов и каналов – один раз в два года.

Бригада, выполняющая технический осмотр, должна состоять из трех человек, имеющих соответствующую экипировку. Спуск людей в колодцы, не проверенные на загазованность, запрещается. Если колодец оказался загазованным, его вентилируют, а рабочий должен вести осмотр в противогазе со шлангом, выведенным на поверхность.

При осмотре один рабочий спускается в колодец, а двое страхуют. Обследуются входные и выходные трубопроводы, горловины, стены, производится очистка от грязи полок и лотков, проверка на вынос песка, проверяется прямолинейность примыкающих к колодцу участков сети на свет с помощью зеркала. В трубопроводе круглого сечения видимый в зеркале круг должен иметь правильную форму. Отклонение по горизонтали допускается не более чем на 1/4 диаметра и в любом случае не более 50 мм в каждую сторону. Отклонения по вертикали не допускаются.

Подготовительные работы перед наступлением паводков включают:

- обследование аварийных выпусков дюкеров и водопропускных труб;
- герметизация крышек (постановка на войлок);
- проверка исправности откачивающих механизмов.

6.4 Ремонтные работы. Ликвидация аварий

Одной из основных задач по рациональной эксплуатации водоотводящей сети является своевременное и качественное проведение плано-предупредительного ремонта.

Плано-предупредительный ремонт трубопроводов, сооружений и оборудования на сети представляет комплекс технических мероприятий, направленных на поддержание или восстановление эксплуатационных свойств систем водоотведения в целом и их отдельных конструктивных частей и элементов.

На основании данных наружного и технического осмотров водоотводящей сети составляются дефектные ведомости, разрабатывается техническая документация, при необходимости выполняются проектные работы, после чего приступают к выполнению ремонтных работ.

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:

- профилактические мероприятия, включающие промывку, прочистку, а также очистку колодцев и камер;
- ремонтные работы: замена люков, крышек, скоб, лестниц, ремонт горловин, обслуживание задвижек, шиберов и другого оборудования.

Профилактическая прочистка в зависимости от местных условий производится в соответствии с планом профилактических работ, от одного раза в несколько лет до двух-трех раз в год и осуществляется по бассейнам канализования, начиная с верховья, боковых, а затем магистральных веток вниз по течению.

Прочистка водоотводящей сети осуществляется гидравлическими, гидродинамическими и механическими методами.

Гидравлическая прочистка в зависимости от диаметров трубопроводов осуществляется промывной водой или промывной водой с использованием различных вспомогательных снарядов.

Гидравлическая прочистка промывной водой основывается на размывающей и транспортирующей способности потока воды. Может быть разовой и многократной в зависимости от гидравлических условий работы участков сети, осуществляется подачей воды из специальных промывных камер или путем накопления сточной воды в сети и в колодцах, либо из поливочных машин.

При промывке сетей путем накопления сточных вод в смотровом колодце ставится пробка. В расположенных выше участках сети и в колодцах скапливается сточная вода, создается подпор. При достижении определенного уровня жидкости пробку быстро убирают, и вода устремляется в промываемый трубопровод. При необходимости операция повторяется.

Недостатком данного метода является образование подпора в вышележащих участках, и, как следствие, выпадение осадка.

Трубопроводы диаметром до 300 мм могут прочищаться при помощи поливочных машин. Вода по шлангу подается низконапорным насосом в трубу у смотрового колодца, размывает и выносит осадок.

В отдельных случаях сеть можно промывать струей водопроводной воды из брандспойта, вводимого в промываемый трубопровод через нижний колодец.

При наличии плотного осадка в трубопроводах более эффективной является гидравлическая прочистка с применением различных снарядов: резиновых и металлических шаров, деревянных и металлических цилиндров. Плавающие снаряды перекрывают верхнюю часть сечения трубы и создают подпор. Под действием напора воды снаряд продвигается по трубе. Скорость движения снаряда регулируется с помощью троса. Сточная вода протекает под снарядом через суженное сечение трубопровода со скоростью 5–7 м/с и размывает осадок. При расходе сточной воды, не обеспечивающей перепад в 600–700 мм между уровнями жидкости до и после снаряда, ее необходимо добавлять.

Более прогрессивным и менее трудоемким методом прочистки является *гидродинамический способ*, заключающийся в размыве и выносе осадка

струей воды, подаваемой под большим напором непосредственно в трубу по шлангу специальными машинами. Шланг с реактивной насадкой, имеющей несколько отверстий, обращенных назад под углом 15–45 °С к оси, заводится в низовой смотровой колодец очищаемого участка. После включения высоконапорного насоса благодаря создаваемой струями реактивной силе насадок вместе со шлангом продвигается вперед, взмучивая осадок. Когда насадок проходит вперед на всю длину шланга, включается привод барабана и шланг наматывается обратно, при этом вытекающие из-под насадка струи смывают взмученный осадок.

В настоящее время выпускают каналоочистительные машины, в которых гидродинамический насадок высокого давления совмещен с телевизионной камерой. Наличие телевизионной камеры на насадке позволяет управлять процессом промывки.

Работы с использованием каналоочистительных машин осуществляются бригадой из двух человек.

Механические способы прочистки реализуются протаскиванием специальных разрыхляющих и сгребающих осадки снарядов (цилиндров из полиуретана с лентой из абразивного материала, нанесенной на боковую поверхность, ершей, дисков, ковшей и т. д.). Работа с такими снарядами весьма трудоемка. Протаскивать снаряды надо очень осторожно, чтобы избежать повреждения стенок и стыков труб.

Профилактическая прочистка механическими снарядами осуществляется бригадами, состоящими из бригадира и от трех до пяти рабочих.

Прочистка дюкеров осуществляется промывной водой, резиновыми шлангами, а также с помощью ледяных или синтетических шаров, растворяющихся в воде в течение восьми часов.

Капитальный ремонт представляет собой комплекс технических мероприятий, направленных на восстановление или замену изношенных конструкций оборудования и трубопроводов, производится по годовым графикам, составленным на основании данных технических осмотров. Капитальный ремонт может быть комплексным или выборочным.

Работы, выполняемые при капитальном ремонте, связаны с временным прекращением эксплуатации сети на ремонтируемом участке, поэтому принимаются меры против затопления подвальных помещений близлежащих зданий, организуется временная перекачка сточных вод из верхнего колодца в нижний или перепуск их самотеком по свободному лотку.

К капитальному ремонту относятся:

- перекладка отдельных участков с полной или частичной заменой труб;
- замена задвижек, шиберов, вантузов или износившихся частей;
- замена или ремонт оборудования;

- работы по автоматизации и переходу на дистанционное управление производственных процессов;
- работы по очистке внутренних поверхностей трубопроводов от обрастаний и защите от коррозии;
- сооружение новых или реконструкция существующих колодцев и камер.

Аварией на сетях считается подтопление, вызванное частичным засорением труб.

При аварии отвод поступающих сточных вод может быть осуществлен перекачкой в обход поврежденного участка или через выпуск, но с разрешения органов Госсаннадзора. Работы по отключению поврежденного участка осуществляются специальными, аварийными бригадами или эксплуатационным персоналом.

7 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Эксплуатация очистных сооружений должна обеспечивать бесперебойное и надежное их функционирование с учетом рационального использования материальных и энергетических ресурсов.

Степень очистки сточных вод на очистных сооружениях должна обеспечивать нормативы допустимого сброса загрязняющих веществ.

7.1 Приемка в эксплуатацию очистных сооружений

Перед приемкой в эксплуатацию проводятся **пусконаладочные работы**, включающие:

- наладку и отработку режимов функционирования отдельных агрегатов, технологических линий и очистных сооружений;
- установление оптимальных режимов работы очистных сооружений в условиях эксплуатации, а также отработку режимов эксплуатации при возникновении нештатных ситуаций (форсированный режим работы сооружений, эксплуатация при отказах отдельных агрегатов и сооружений);
- достижение проектной степени очистки сточных вод;
- устранение обнаруженных дефектов.

Начальная регулировка должна проводиться на чистой воде, чтобы устранение обнаруженных дефектов производилось в благоприятных санитарных условиях.

Пуск и наладку очистных сооружений должны производить специализированные организации.

Для решеток, песколовок, отстойников, хлораторных (электролизерных), иловых и песковых площадок требуется непродолжительный пусковой период, в течение которого выполняется регулирование и наладка механизмов, арматуры, измерительных и распределительных устройств.

Сооружения, работа которых основана на использовании биохимических процессов, т. е. жизнедеятельности микроорганизмов (биофильтры, аэротенки, двухъярусные отстойники, осветлители-перегиватели, метантенки, поля орошения и фильтрации, биологические пруды), требуют пускового периода около двух-трех месяцев, в течение которого происходит развитие микрофлоры. Пуск этих сооружений в эксплуатацию рекомендуется в теплое время года, поскольку в этот период

создаются оптимальные условия для быстрого и лучшего развития микроорганизмов.

Наладка двухъярусных отстойников заключается в регулировании работы осадочных желобов и в создании нормального метанового брожения в септических камерах.

Пусковой период для биофильтров необходим для образования биологической пленки вокруг частиц фильтрующей загрузки.

В аэротенках в пусковой период должно быть накоплено необходимое количество активного ила.

На полях орошения и фильтрации пусковой период необходим для развития почвенных аэробных микроорганизмов, которые участвуют в очистке сточных вод.

Правильная эксплуатация сооружений очистной станции имеет очень важное значение. Даже самые совершенные по конструкции сооружения могут оказаться малоэффективными при неправильной их эксплуатации. Поэтому в период наладки очистных сооружений обслуживающий персонал должен тщательно изучить технологию очистки сточных вод и правила технической эксплуатации очистных сооружений.

Первым этапом пусковых мероприятий на очистных станциях является обследование построенных сооружений и оценка по пригодности к пуску. Затем производится проверка геометрических размеров сооружений путем обмеров и контрольной нивелировки технологических коммуникаций и паспортизация технологических линий и всего комплекса станции. После гидравлических испытаний осуществляют опробование агрегатов и отдельных технологических линий согласно технологическим регламентам на отладку технологических процессов.

Проверка технического состояния сооружений (обследование) заключается прежде всего в контроле за соблюдением проектной технологической схемы сооружений и оборудования и качества строительно-монтажных работ. При этом особое внимание следует обращать на важные требования, невыполнение которых может существенно повлиять на успех технологической наладки.

Приемные камеры, каналы, лотки и распределительные чаши должны быть укомплектованы шиберами, плотно прилегающими в своих гнездах и поддающимися в то же время легкому ручному управлению. Шибера должны изготавливаться из металла с антикоррозионным покрытием. Если в проекте были предусмотрены деревянные шибера, рекомендуется еще до окончания строительных работ заменить их металлическими. Шибера, имеющие электрический привод, дублированный ручным, до опробования двигателей нужно проверить на работоспособность ручного привода. В процессе обследования наладчики должны заранее наметить шибера и водосливы, которые можно будет использовать при наладке в

качестве расходомерных устройств. По указанию наладчиков следует заблаговременно оборудовать их рейками и сигнализаторами величины открытия. Необходимо проверить, чтобы обоймы шиберов были достаточно прочно и плотно заделаны в железобетонные конструкции сооружений.

Решетки, транспортеры, дробилки и другое оборудование зданий решеток необходимо проверить на комплектность и антикоррозионные покрытия.

В **песколовках** необходимо обратить внимание на оборудование (пескоскребы, гидроэлеваторы и др.). В частности, важное значение имеет соосность сопел, всасывающих труб и гидроэлеваторов, а также наличие устройств для их прочистки. Песковые бункеры должны иметь затворы, которые располагаются на высоте, удобной для управления ими, и подъезды для автотранспорта. На песковых площадках проверяется качество выполнения дренажей и крупность фракций засыпных материалов.

Эффективность работы первичных **вертикальных отстойников** зависит от качества монтажа центральной трубы, отражательного зонта и лотков для сбора осветленной воды. Нарушения соосности зонта и центральной трубы, а также несоблюдение их взаимного расположения по вертикали, перекосы зонта относительно горизонтальной плоскости и некачественное состояние поверхности водосливов сборного лотка даже при соблюдении основных геометрических размеров отстойника могут обусловить невозможность достижения проектного эффекта осветления сточных вод за счет повышенной струйности.

Эффективность работы **первичных радиальных и горизонтальных отстойников** зависит от качества впускных и выпускных устройств, а также механизмов для удаления выпавшего осадка. Необходимо проверить, чтобы закладные части рельсовых путей илоскребов позволили смещение рельсов при температурной деформации. Только после этого допускается заделка закладных частей битумом (рекомендуются марки БН-2 или БН-3). Проверяется также возможность и обеспечение материалом для загрузки бункера илоскреба балластом с целью предотвращения скольжения колес в зимнее время. Цилиндрический кожух на впускном устройстве радиальных отстойников должен иметь необходимое количество подвесных тяг. Крепят их так, чтобы можно было регулировать положение кожуха.

При обследовании **биологических фильтров** обращается внимание на крупность загрузки и ее распределение по высоте фильтрующего слоя и в плане ячеек. В биофильтрах с пластмассовой загрузкой важное значение имеют целость загрузочных блоков и их крепление в теле загрузки. В биофильтрах с загрузкой из блочного пеностекла необходимо проверить, не использовались ли блоки с оплывшими краями и поверхностями. Блоки пеностекла должны иметь ноздреватую, ячеистую поверхность с просверленными отверстиями (с вертикальной осью). Укладка блоков

должна перекрывать отверстия в слоях не более чем наполовину. Особенное внимание следует уделить системам распределения воды на ячейки биофильтров.

Объекты проверки технического состояния при обследовании аэротенков могут быть различными ввиду большого разнообразия типов этих сооружений.

Аэрационные установки (производительность до 400 м³/сут) должны быть проверены на герметичность.

Малогабаритные аэротенки с пневматической аэрацией, применяющиеся по типовым проектам ЦНИИЭП инженерного оборудования, как и другие аналогичные установки, нужно проверить на герметичность корпуса и качество внутренних поверхностей. Трубчатые аэраторы (горизонтальные перфорированные или вертикальные, открытые снизу) должны быть надежно укреплены и иметь хорошее антикоррозионное покрытие. Проверяется также качество изготовления и монтажа эрлифтов, служащих для транспортировки возвратного ила.

В **коридорных аэротенках** должны быть проверены системы подачи и распределения воздуха, а именно: воздушные стояки, водовоздушные (продувочные) трубки и аэраторы.

Контактно-стабилизационные аэротенки оборудованы механическими турбинными аэраторами и это определяет характер обследования. Прежде всего следует проверить качество монтажа валов аэраторов: оси валов должны быть строго вертикальными, а валы легко вращаться от руки и быть покрытыми антикоррозийной краской. Трубы для выпуска иловой смеси из бассейнов контакта во вторичные отстойники должны иметь вертикальный участок (в бассейне контакта), оканчивающийся воронкой, причем уровень водослива воронки устраивается выше уровня дисков верхних турбинок аэраторов на 0,3 м.

Аэротенки-осветлители работают успешно в том случае, если соблюдены условия образования в зонах осветления устойчивого псевдооживленного слоя активного ила. Для этого должно быть обеспечено высокое качество строительных работ, особое внимание следует уделить проверке качества выполнения зуба и размерам щели между перегородкой, разделяющей зоны аэрации и осветления, и дном. Отклонения в размере щели от проектного значения допускаются не более ± 2 мм. Кроме этого, проверке подлежит работа шиберов (дросселей) в верхней части перегородок. Если применены диффузоры, перфорированные трубки или другие виды трубчатых аэраторов, то они должны быть установлены строго горизонтально.

Вторичные отстойники применяются, как правило, вертикального или радиального типов. Конструктивно вторичные вертикальные отстойники мало отличаются от вертикальных первичных. Поэтому к ним

предъявляются те же требования, что и к первичным. Вторичные радиальные отстойники существенно отличаются от первичных, и прежде всего тем, что они оборудованы илососами, а не илоскребами и не имеют жируловителей. При их обследовании необходимо проверять состояние клапанов илососов, наличие всех штурвалов этих клапанов и работу токоприемников – взаимное положение щеток, колец или пальцев, а также захватывают ли илососы всю площадь днища отстойника. Нужно убедиться в отсутствии вибраций, шума, стука при работе редукторов приводов илососов и утечки масла.

В **хлораторных** главным отступлением от проекта и технических требований, встречающимся в практике, является произвольная замена материалов. Баки для хлорной извести должны быть из железобетона с обязательным оштукатуриванием изнутри раствором на кислотоупорном цементе, а трубопроводы хлорной воды – из винилпластовых или резиновых трубок (шлангов), вся арматура – пластмассовая, мембраны в поплавковых дозаторах – свинцовые. Применение материалов, неустойчивых к агрессивному действию хлора, хлорной извести и хлорной воды, является причиной очень быстрого вывода из строя хлораторных установок. Особое внимание при осмотре помещений хлораторных установок нужно обратить на наличие и надежное функционирование систем вентиляции. В хлораторных с жидким хлором обязательно наличие манометров. Так как манометры применяются обычно серийные из коррозионно-неустойчивых материалов, необходимо подсоединять их только через масляный затвор-камеру с мембраной, заполненную трансформаторным маслом.

Сооружения для обработки осадков сточных вод разнообразны: от простых, как двухъярусные отстойники и осветлитель-перегниватели, до сложных, относимых к категории химико-технологических объектов, как цеха механического обезвоживания, термосушки, сжигания и т. д.

При проверке состояния **двухъярусных отстойников** следует осмотреть щели в нижней части желобов; обнаруженные места сужений за счет наплывов раствора или технического брака строительства должны быть доведены до проектных размеров. Проверяется также чистота нижних концов иловых труб, наличие прочисток, а также состояние шиберов и другой запорной арматуры.

У **осветлителей-перегнивателей** проверке подлежит положение оси впускной трубы осветлителя относительно оси камеры флокуляции, которые должны совпадать, а также положение других деталей, аналогичных деталям устройства вертикальных и двухъярусных отстойников.

В **метантенках** следует обратить внимание на их герметичность, наличие предохранительных клапанов, а также на перемешивающие

устройства. Если для перемешивания применены гидроэлеваторы, то требования, предъявляемые к их состоянию, аналогичны требованиям, предъявляемым к состоянию гидроэлеваторов песколовок. Если установлены механические мешалки, то к ним предъявляются следующие требования:

- полное соблюдение линейных размеров;
- необходимая чистота поверхностей;
- наличие антикоррозионной защиты вала в трущихся местах, например, под лигнофолевым подшипником;
- надежность крепления и вертикальная фиксация циркуляционной трубы (с отклонением не более 3°);
- соосность мешалки и циркуляционной трубы (с отклонением не более 1 мм);
- надежность крепления корпуса мешалки к крышке газового колпака метантенка;
- фиксация неподвижности деталей резьбовых соединений и их антикоррозионная защита.

В метантенке необходимо проверить вероятность появления искр ввиду возможности задевания стальных вращающихся частей в неподвижные детали конструкций, так как появление искр в среде метана приведет к катастрофе.

При обследовании цехов механического обезвоживания осадков необходимо:

- проверить целостность фильтрующей ткани вакуум-фильтров, равномерность ее прилегания к барабанам, состояние рабочих граней и кромок ножей, отделяющих кек;
- осмотреть реагентное хозяйство, причем проверить, соответствуют ли проекту материалы трубопроводов и арматуры, тип, марка и исполнение насосов для перекачки и дозирования реагентов (извести и хлорного железа), а также состояние защиты от воздействия реагентов внутренних поверхностей баков.

При обследовании сооружений для доочистки сточных вод физико-химическими методами (осветлителями, фильтрами) к ним предъявляются требования, как и к аналогичным водопроводным сооружениям.

Параметры проверки технологической готовности очистных сооружений к пуску.

Решетки:

- акты комплексного опробования механизированных решеток, дробилок, транспортеров, решеток-дробилок и другого технологического оборудования;
- отметки дна лотка или канала перед решеткой и после нее (отклонение величины перепада допустимо не более ± 5 мм);

- наличие разрыва струи в системе подачи питьевой воды к дробилке;
- исправность вентиляционных устройств;
- герметичность запорных устройств (шиберов и задвижек).

Песколовки:

- акты комплексного опробования гидроэлеваторов, скребковых и других механизмов;
- отметки дна песколовки и порога водослива, ширина водослива и горизонтальность кромок переливных бортов (отклонение допускается ± 2 мм).

Распределительные камеры:

- размеры окон;
- отметки переливных кромок;
- исправность действия запорных устройств.

Первичные вертикальные отстойники:

- горизонтальность кромок водосборных лотков (отклонение не должно превышать ± 2 мм и кромки должны иметь гладкую поверхность, высота плавающей доски должна быть на 20 см выше уровня жидкости, доска должна свободно двигаться в пазах);

– превышение уровня воды в отстойнике над осью иловой трубы (должно быть не менее 1,5 м);

- угол наклона стенок конической части (должен быть не менее 55°).

– сопряжение конической части с цилиндрической должно быть плавным, без выступов.

Первичные горизонтальные отстойники:

- угол наклона стенок прямиков (должен составлять не менее 45°);

– отметки входных и выходных окон (отклонение от проекта допускается в пределах ± 5 мм);

– наличие актов комплексного опробования гидроэлеваторов или эрлифтов, скребковых устройств и других механизмов;

– положение скребков по отношению к днищу отстойника (нижний урез скребка должен находиться на расстоянии не более 20 мм от днища);

- наличие резиновых полосок;

– скорость движения илоскребка (не должна превышать проектную).

Первичные радиальные отстойники:

– плавность движения катков по рельсам, которое должно быть равномерным и без видимых рывков;

- горизонтальность укладки рельсового пути и его радиус;

– отклонение верхней кромки рельса от горизонтали не должно превышать $\pm 0,5$ мм на каждые 2 м рельсового пути;

– отклонение соосности центральной опоры и оси вращения фермы не должно превышать $\pm 0,5$ мм;

– вертикальность оси вращения фермы: ось вращения должна быть строго вертикальной (допустимое отклонение ± 10);

- акт комплексного испытания скребкового механизма;
- горизонтальность водосборных желобов (отклонение ± 2 мм);
- движущиеся части илоскребка не должны касаться стенок и днища отстойника.

Аэротенки и преаэраторы:

– акты комплексного испытания воздуходувок, иловых насосных станций или эрлифтов совместно с аэротенками и вторичными отстойниками;

– горизонтальность укладки фильтросных пластин, дырчатых труб или системы закрепления аэраторов (отклонение от горизонтальной поверхности допускается не более ± 10 мм для участка аэраторов, снабжаемых воздухом от одного стояка);

– равномерность подачи воздуха по длине аэротенка. В случае обнаружения местного интенсивного выхода воздуха или непродуваемых участков поверхности воды необходимо аэротенк опорожнить и устранить дефекты аэраторов. Не допускается опорожнять аэротенки в зимнее время;

- наличие измерительных устройств расхода воздуха и активного ила;
- исправность арматуры, водовыбросных стояков, затворов и задвижек;

Биофильтры и аэрофильтры:

– результаты испытания (по актам) загрузочного материала и соответствие его проектным данным;

– акты на послонную укладку загрузочного материала и на его промывку;

– свободный напор у разбрызгивателей (должен быть не менее 1,5 м), или у вращающегося оросителя (не менее принятого по проекту);

– расположение разбрызгивателей в горизонтальной плоскости (допустимое отклонение ± 10 мм);

– соответствие проектным данным параметров работы вентиляторов в эксплуатационном режиме (на аэрофильтрах).

Метантенки:

– ширина окон и расположение нижних кромок окон распределительных камер должна быть в одной горизонтальной плоскости (допустимое отклонение ± 3 мм);

– исправность вентиляционных устройств;

– исправность оборудования в газовых камерах;

– электродвигатели, осветительная арматура и пусковая аппаратура допустимы только во взрывобезопасном исполнении. Метантенки должны иметь ограждения и предупреждающие таблички.

При проверке технической готовности метантенков к пуску проверяется наличие:

- актов гидравлического испытания на плотность;

- актов испытания на газонепроницаемость при давлении газа 0,005 МПа;
- актов комплексного опробования оборудования метантенков (паровых эжекторов, насосов, мешалок и т. д.) на воде;
- контрольно-измерительной аппаратуры для замера температуры осадка, расходомеров пара в горячей воде и их исправность;
- газоанализаторов;
- инструкций по эксплуатации аппаратуры, работающей на газовом топливе.

Иловые площадки:

- отметки лотков и труб, подающих осадок и отводящих дренажную воду (допустимое отклонение +5 мм);
- результаты комплексного испытания (по актам) илопроводов прокачкой технической водой.

Аэробные стабилизаторы:

Предъявляются те же требования, что и к аэрационным сооружениям. Кроме того, следует проверять наличие утепления сооружений аэробной стабилизации или устройства подогрева осадка для возможности поддержания в зимний период в стабилизаторе температуры не ниже 8 °С.

Барабанные вакуум-фильтры:

- акты комплексного испытания всего оборудования, исправность реагентного узла.

Центрифуги:

Акты комплексного испытания оборудования, исправность системы блокировки шнека и ротора центрифуги и системы автоматического отключения электродвигателя при перегрузке шнека.

Сушилки со встречными струями:

- безотказность системы автоматики безопасности и регулирования;
- рабочее давление газа и воздуха перед камерами сгорания;
- температура и разрежение по тракту сушильной установки;
- расходы газа и воздуха;
- безотказность работы дымососов, насосов технической воды, механического оборудования, питателей, транспортеров, затворов и др.

Камеры дегельминтизации:

- надежность работы регулирующих роликов и бункера с подвижными транспортерами;
- технологический режим, обеспечивающий прогревание слоя осадка до температуры 60 °С.

7.2 Контроль за работой очистных сооружений

Для правильной эксплуатации станции очистки очень важно осуществлять контроль за ее работой. Для этого на станции регулярно

определяют расходы сточных вод, поступающих на сооружения, количество образующегося осадка, активного ила, газа, расхода воздуха, пара, электроэнергии.

Об эффективности работы отдельных сооружений и очистной станции в целом судят по сопоставлению результатов измерений качества сточных вод, отбираемых при поступлении на станцию, после каждого сооружения и на выходе со станции.

На современных станциях очистки предусматривается автоматизация работы сооружений с выносом показателей их работы на центральный пульт управления.

Цель технологического контроля: всесторонняя оценка технологической эффективности работы для своевременного принятия мер с целью обеспечения бесперебойной работы станции с заданной производительностью и с требуемой степенью очистки.

Мероприятия, проводимые в процессе технической эксплуатации сооружений, должны обеспечивать:

- выполнение технологических и функциональных процессов в сооружении, поддержание соответствующего температурно-влажностного режима и нормальных санитарно-гигиенических условий для личного состава;

- предохранение сооружений от преждевременного износа и разрушения в целях обеспечения установленных сроков службы;

- пожарную безопасность сооружений и находящегося в них оборудования и имущества;

- правильное и экономное расходование денежных средств и материальных ресурсов, отпускаемых на содержание и ремонт сооружений;

- нормальную и безаварийную работу оборудования и систем электро-, тепло-, водоснабжения, вентиляции и канализации. Техническая эксплуатация зданий и сооружений включает: уход за конструкциями и инженерным оборудованием, обеспечение требований технологического процесса и обитаемости зданий;

- контроль параметров эксплуатационной пригодности, осмотры зданий и сооружений, диагностику повреждений; ремонт конструкций и инженерного оборудования.

Технологический контроль осуществляется операторами совместно с дежурным лаборантом под руководством главного технолога, главного инженера.

При выполнении технологического контроля канализационных очистных сооружений в обязанности обслуживающего персонала входят наблюдение и контроль:

– за технологическим процессом и качеством очистки воды и обработки осадков;

– количеством воды и осадков, подаваемых на сооружения, и их регулирование;

– количеством и составом очищенных сточных вод, выпускаемых в водоем;

– количеством и составом осадков и ила, поступающих на последующие очистные сооружения или для использования в сельском хозяйстве;

– уровнем и равномерностью распределения воды между отдельными сооружениями и их блоками, уровнями осадков;

– исправностью и правильности переключения отдельных сооружений, их секций, трубопроводов, а также реагентных установок;

– исправностью механического оборудования, КИП и автоматики, дроссельных и измерительных устройств и другого оборудования;

– наличием запаса и качеством реагентов и других материалов, наблюдение за правильностью их хранения.

Для оценки работы очистной станции необходимо вести учет работы всего комплекса и отдельных сооружений.

Для оценки режима работы отдельных сооружений вод необходимо определять показатели приведенные в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Оценка работы очистных сооружений

| Наименование сооружений и оборудования | Контролируемые показатели |
|--|---|
| Решетки, сита | Объем задерживаемых отбросов, их влажность, зольность |
| Песколовки | Объем задержанного осадка, его плотность, влажность, зольность, содержание песка и его фракционный состав, расход воздуха на аэрацию (для аэрируемых песколовок) |
| Первичные отстойники | Объем сырого осадка, его влажность, зольность, содержание песка и его фракционный состав, содержание взвешенных веществ и БПК ₅ в осветленной воде, продолжительность отстаивания в отстойнике |
| Двухъярусные отстойники | Уровень осадка, объем выгружаемого осадка, его влажность, химический состав, содержание взвешенных веществ и БПК ₅ в осветленной воде, продолжительность отстаивания в отстойнике |
| Септики | Уровень осадка, содержание взвешенных веществ в осветленной воде |
| Нефтеловушки | Объем задержанных нефтепродуктов, объем осадка, его влажность, концентрация нефтепродуктов в осветленной воде, продолжительность отстаивания в нефтеловушке |
| Жироловители | Объем задержанного жира, объем осадка, содержание жиров в осветленной воде |

| | |
|--|---|
| Фильтры | Скорость фильтрования, потери напора, объем промывной воды, содержание взвешенных веществ и БПК ₅ в осветленной воде |
| Гидроциклоны | Гидравлическая нагрузка, объем задержанного осадка, его влажность, содержание взвешенных веществ в осветленной воде |
| Биофильтры | Гидравлическая нагрузка, нагрузка по БПК ₅ , содержание взвешенных веществ, БПК ₅ , ХПК, температура исходной и очищенной воды, содержание растворенного кислорода, расход и степень рециркуляции (при наличии) |
| Сооружения биологической очистки заводского изготовления | Контролируемые параметры декларируются изготовителями, перечень параметров должен включать содержание взвешенных веществ, БПК ₅ , ХПК исходной и очищенной сточной воды |

Продолжение таблицы 7.1

| Наименование сооружений и оборудования | Контролируемые показатели |
|--|---|
| Сооружения биологической очистки активным илом | Расход исходной сточной воды, БПК ₅ , ХПК, содержание общего фосфора, фосфатов, азота общего, азота по Кельдалю, нитрит-ионов, нитрат-ионов, аммоний-ионов, содержание взвешенных веществ в сточной воде, поступающей на сооружения биологической очистки (аэротенки) и отводимой от них, доза ила, концентрация растворенного кислорода, нитрат-ионов в иловой смеси, температура иловой смеси, окислительно-восстановительный потенциал, расход воздуха, подаваемого в аэротенки, степень рециркуляции активного ила, расход и степень рециркуляции иловой смеси в сооружениях, прирост ила, расход избыточного активного ила, поданного в илоуплотнитель или на иловые площадки, концентрация, количество воздуха, поданного в аэротенки, содержание растворенного кислорода в воде |
| Вторичные отстойники | Продолжительность отстаивания, содержание взвешенных веществ (вынос ила) в очищенной воде, концентрация рециркулирующего ила, иловый индекс |
| Поля фильтрации | Гидравлическая нагрузка, нагрузка по БПК ₅ , содержание взвешенных веществ, БПК ₅ , ХПК в исходной и очищенной воде |
| Биологические пруды | Гидравлическая нагрузка, содержание взвешенных веществ, БПК ₅ , ХПК в исходной и очищенной сточной воде, уровень осадка |
| Реагентное хозяйство | Расход реагентов, дозы реагентов |
| Сооружения для обработки сточных вод коагуляцией | При реагентной обработке – расход реагентов и дозы реагентов; для электрокоагуляторов – потребление электроэнергии, расход электродных материалов и реагентов, доза коагулянта; для гальванокоагуляторов – потребление электроэнергии, расход электродных материалов загрузки и реагентов, доза коагулянта |
| Сооружения | При реагентной обработке – pH исходных и обработанных |

| | |
|---------------------------------|---|
| для нейтрализации сточных вод | сточных вод, расход реагентов, дозы реагентов, для фильтров-нейтрализаторов – рН исходных и обработанных сточных вод, расход фильтрующих материалов нейтрализующей загрузки |
| Сооружения флотационной очистки | Расход реагентов, дозы реагентов, расход воздуха или потребление электроэнергии (для электрофлотаторов), объем флотошлама и осадка, их влажность, химический состав, содержание взвешенных веществ в исходной и осветленной воде, продолжительность пребывания сточных вод во флотаторе, давление в сатураторе, расход рабочей жидкости (при необходимости) |
| Сооружения сорбционной очистки | Потери напора, объем промывной воды, содержание взвешенных веществ в осветленной воде, расход загрузки сорбента |

Окончание таблицы 7.1

| Наименование сооружений и оборудования | Контролируемые показатели |
|---|---|
| Сооружения для химического осаждения соединений фосфора | Расход реагентов, дозы реагентов, содержание фосфора фосфатов в исходной и очищенной сточной воде, объем осадка химического осаждения (при необходимости) |

Правильная эксплуатация, обеспечивающая надежную и бесперебойную работу сооружений, требует ухода за оборудованием и сооружениями, что отражается в проведении планово-предупредительных ремонтных работ.

Пример схемы технологического контроля для очистных сооружений городских сточных вод производительностью более 100 000 ЭН (эквивалент населения) с биологической очисткой активным илом, с предварительной денитрификацией, с биологическим удалением фосфора, с механическим обезвоживанием осадка приведен на рисунке 7.1. Перечень контролируемых показателей приведен в таблице 7.2.

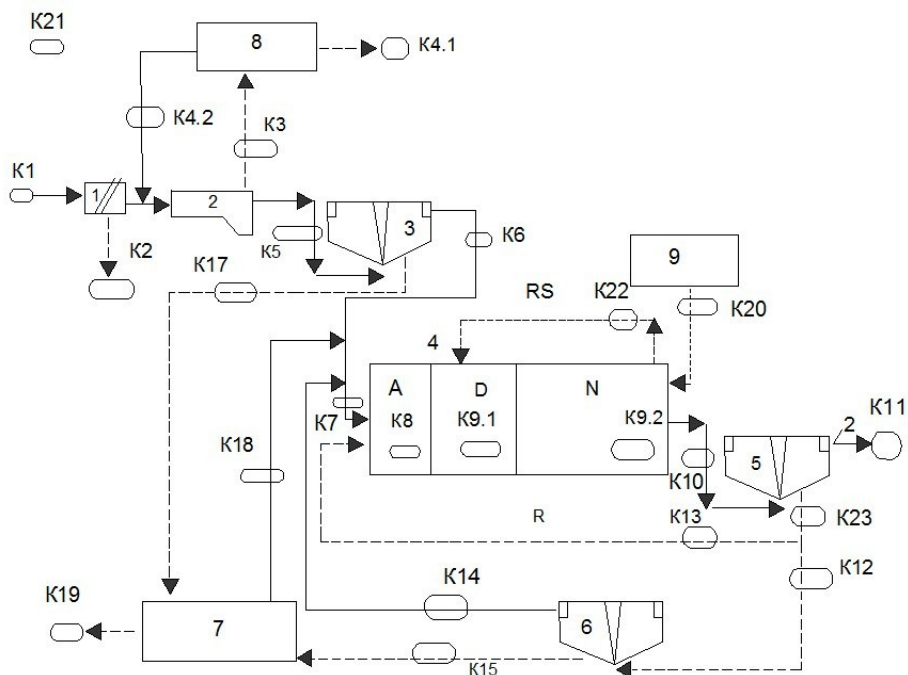


Рисунок 7.1 – Схема технологического контроля работы очистных сооружений
 Таблица 7.2 – Оценка работы очистных сооружений

| Контрольная точка | Наименование контролируемого параметра | Периодичность | Примечание |
|---|---|-------------------|---|
| Площадка очистных сооружений (K21) | Температура наружного воздуха | Ежедневно | |
| Поступление сточных вод на очистные сооружения (K1) | Расход сточных вод | Два раза в неделю | |
| | pH | Непрерывно | |
| | Температура сточных вод | Еженедельно | |
| | Загрязняющие вещества, подлежащие контролю* | Еженедельно | Необходимость определения других показателей устанавливается в соответствии с перечнем, указанным в |

| | | | |
|------------------------------------|--|-------------|---|
| | | | разрешении на специальное водопользование или в комплексном природоохранном разрешении |
| Решетки (К2) | Объем задерживаемых отбросов, их влажность, зольность, плотность | Еженедельно | Дополнительный контроль осуществляется при удалении в соответствии с условиями приема отходов |
| Песколовки (К3) | Объем задержанного осадка, его влажность, зольность, содержание песка в осадке и его фракционный состав | Еженедельно | |
| Песковые площадки (К3, К4.1, К4.2) | Количество поступающего и удаляемого песка. Продолжительность обезвоживания. Содержание в дренажной воде загрязняющих веществ, подлежащих контролю*. Расход дренажной воды | Еженедельно | Дополнительный контроль осуществляется при удалении в соответствии с условиями приема отходов |

Продолжение таблицы 7.2

| Контрольная точка | Наименование контролируемого параметра | Периодичность | Примечание |
|--|--|---------------|---|
| Первичный отстойник (К5, К6, К17) | Объем сырого осадка, влажность, зольность. Содержание БПК ₅ , ХПК взвешенных веществ в поступающей и осветленной воде | Еженедельно | |
| На входе на биологическую очистку (К7) | Загрязняющие вещества, подлежащие контролю* | Еженедельно | Необходимость определения других показателей устанавливается в соответствии с |

| | | | |
|--|--|-------------|--|
| | | | перечнем, указанным в разрешении на специальное водопользование или в комплексном природоохранном разрешении |
| Денитрификатор (К9.1) | Нитрат-ион, растворенный кислород | Непрерывно | |
| Нитрификатор (К9.2) | Нитрат-ион (окислительно-восстановительный потенциал), растворенный кислород | Непрерывно | |
| Анаэробная емкость, денитрификатор, нитрификатор (К8, К9.1, К9.2) | Доза ила. Иловый индекс | Ежедневно | |
| | Состав активного ила | Еженедельно | |
| Рециркуляционный активный ил (К13) | Доза ила. Концентрация растворенного кислорода, нитрат-иона | Ежедневно | |
| | Расход рециркуляционного активного ила | Непрерывно | |
| Рециркуляционный контур иловой смеси из нитрификатора в денитрификатор (К22) | Доза ила. Концентрация растворенного кислорода, нитрат-иона | Ежедневно | |
| | Расход иловой смеси | Непрерывно | |

Продолжение таблицы 7.2

| Контрольная точка | Наименование контролируемого параметра | Периодичность | Примечание |
|------------------------------------|--|---------------|--|
| На выходе из ступени биологической | Загрязняющие вещества, подлежащие контролю | Еженедельно | Необходимость определения других показателей |

| | | | |
|--|---|-------------|---|
| очистки | | | устанавливается в соответствии с перечнем, указанным в разрешении на специальное водопользование или в комплексном природоохранном разрешении |
| Вторичный отстойник (K24, K11) | Объем сырого осадка, влажность, зольность | Еженедельно | |
| | Загрязняющие вещества, подлежащие контролю* | Еженедельно | |
| Воздуходувная станция (K20) | Подача воздуха в нитрификатор | Непрерывно | |
| Илоуплотнитель (K12, K14, K16) | Расход иловой воды. Объем поступающего и удаляемого осадка | Ежедневно | |
| | Влажность и зольность поступающего и удаляемого осадка | Ежедневно | |
| | Содержание в иловой воде загрязняющих веществ, подлежащих контролю* | Еженедельно | |
| Сооружения механического обезвоживания осадка (K15, K17, K18, K19) | Влажность и зольность поступающего и удаляемого осадка | Еженедельно | Дополнительный контроль осуществляется при удалении в соответствии с условиями приема отходов |
| | Расход фугата | Ежедневно | |
| | Содержание в фугате загрязняющих веществ, подлежащих контролю* | Еженедельно | |

Окончание таблицы 7.2

| Контрольная точка | Наименование контролируемого параметра | Периодичность | Примечание |
|------------------------------|--|---------------|---------------------------|
| Сброс сточных вод с очистных | Загрязняющие вещества, подлежащие | Еженедельно | Необходимость определения |

| | | | |
|--|---|------------|--|
| сооружений (К11) | контролю* | | других показателей устанавливается в соответствии с перечнем, указанным в разрешении на специальное водопользование или в комплексном природоохранном разрешении |
| | рН. Температура сточных вод. Расход сточных вод | Непрерывно | |
| * Загрязняющие вещества, подлежащие контролю: БПК ₅ , ХПК, взвешенные вещества, фосфор общий, фосфор фосфатов, азот общий, азот по Кьельдалю, нитрит-ион, нитрат-ион, аммоний-ион | | | |

7.3 Эксплуатация сооружений механической очистки

7.3.1 Решетки

Решетки предназначены для задержания грубодисперсных примесей, содержащихся в сточных водах.

При эксплуатации решеток необходимо:

- поддерживать нагрузку на оборудование не превышающую проектную пропускную способность путем выключения или включения в работу резервных агрегатов;
- производить осмотр решеток, не допуская их чрезмерного засорения, приводящего к снижению пропускной способности и повышению уровня сточной воды в подводящем канале;
- поддерживать скорость потока между прутьями решеток (для механизированных решеток – 0,8–1,0 м/с, для решеток-дробилок – 1,2 м/с);
- производить очистку решеток с ручным удалением отбросов с периодичностью, обеспечивающей их эксплуатацию в нормальном режиме, но не реже одного раза в трое суток;
- производить осмотр здания решеток с оценкой функционирования систем вентиляции не реже одного раза в сутки.

Подводящий канал к решеткам и камеру для их размещения необходимо очищать от песка и крупноразмерных примесей по мере необходимости, но не реже одного раза в шесть месяцев. При загрязнении решеток механическими трудноудаляемыми примесями необходимо произвести промывку водой под давлением.

Измельчение задержанных на решетках отбросов с последующим их сбросом в поток сточной воды не рекомендуется, за исключением случаев, когда измельчение предусмотрено проектной документацией.

Отбросы с решеток необходимо собирать в закрытые контейнеры, которые должны быть оснащены отверстиями для отвода воды, выделяющейся из отбросов. Содержимое контейнеров необходимо регулярно удалять (не реже чем каждые трое суток).

В холодный период следует предусматривать меры, предотвращающие замерзание отбросов в контейнере.

В теплый период отбросы при необходимости следует обрабатывать хлорсодержащими реагентами.

В процессе эксплуатации следует периодически осуществлять анализ отбросов, путем их ручной сортировки, отмечая виды отбросов. Общее количество задерживаемых отбросов зависит от ширины прозоров, от развития промышленности в городе и ее вида.

В характеристике снятых с решеток загрязнений указывается их влажность, зольность, содержание тряпья и бумаги.

Технологическая характеристика работы решеток дается на основе оценки количества и качества задерживаемых отбросов один раз в месяц или квартал (на стабильно работающих станциях).

Количество снятых отбросов учитывается путем сброса их в контейнер определенного объема. Одновременно фиксируется количество прошедших через решетки сточных вод. В отчетных данных указывается количество отбросов в литрах на 1000 м^3 сточной воды.

На крупных станциях (производительностью 500 тыс. м^3 и более) количество снимаемых с решеток отбросов обычно находится в пределах от 10 до 16 л на 1000 м^3 сточных вод, на станциях средней и малой производительности количество отбросов может достигать до 50 л и более на 1000 м^3 сточных вод [20].

7.3.2 Песколовки

Песколовки предназначены для выделения из сточных вод преимущественно минеральных фракций взвешенных примесей.

Технологическая эффективность работы песколовки определяется количеством задержанного песка, содержанием в осадке песколовки минеральных фракций примесей крупностью 0,25 мм и более, зольностью осадка песколовки, наличием песка в сыром осадке первичных отстойников.

При технологически эффективной работе песколовки задержание песка размерами зерен 0,25 мм и более должно составлять не менее 70 %, зольность песка – не менее 70 %, а содержание песка в осадке первичных отстойников не должно превышать 8 %.

Контроль качества улавливаемого песка необходимо производить один раз в месяц. Все качественные показатели определяются из средней пробы песка, отбираемой из измерительного лотка.

Для определения *зольности* высушенную пробу прокаливают при температуре 600–700 °С. Содержание чистого песка определяют путем многократной отмывки водой из исследуемой пробы. Два показателя – зольность и содержание песка – обычно очень близки и отличаются не более чем на 5–7 %. Чем меньше отличаются эти показатели друг от друга, тем эффективнее работает песколовка по качеству задерживаемого песка. Большая разница между величинами зольности и содержания песка показывает, что песколовка задерживает крупные отбросы. Если песок из песколовок очень засорен посторонними включениями, необходимо производить отмывку песка от органических примесей путем изменения режима работы песколовки и включением в схему специальных устройств по отмывке.

Фракционный состав песка определяется рассеиванием высушенной и прокаленной пробы через калиброванные сита с диаметром отверстий 0,5; 0,25, 0,2, 0,15; 0,1 мм. В осадке из песколовок преобладает песок фракций 0,25 мм и более (75–95 %). Вынос крупного песка из песколовок обычно незначителен. Практика эксплуатации показывает, что общая эффективность песколовок по задержанию песка не превышает 60–70 % общего его количества, содержащегося в поступающей на станцию воде [20].

Содержание песка в осадке первичных отстойников необходимо проверять не реже одного раза в месяц.

При эксплуатации песколовок необходимо:

- осуществлять контроль за расходом поступающих сточных вод и регулировать подачу сточных вод на отдельные секции;

- обеспечивать удаление песка из песколовок по мере его накопления, но не реже чем каждые двое суток.

- при механическом удалении песка (эрлифтами, гидроэлеваторами, насосами) для предотвращения забивания пульпопроводов песком необходимо предусматривать их промывку после откачки пульпы осветленной сточной водой после первичных или вторичных отстойников;

- осуществлять контроль подачи воздуха в аэрируемые песколовки для обеспечения интенсивности аэрации в пределах от 3,0 до 5,0 м³/м²·ч [20];

- при наличии устройств для промывки песка осуществлять контроль глубины отмывки песка, задержанного песколовками от органических примесей;

- осуществлять контроль процесса обезвоживания песка;

– обеспечивать своевременное удаление песка с очистных сооружений и вести учет выгрузки песка и его удаления;

– опорожнять песколовку не реже одного раза в полтора года для осмотра, очистки и ремонта оборудования песколовки.

Нормальная работа песколовки достигается при скорости движения воды в горизонтальных песколовках 0,15–0,3 м/с, в аэрируемых – 0,08 – 0,12 м/с, вертикальных и тангенциальных – при нагрузке 100–110 м³/м²·ч [20].

Удаление песка с очистных сооружений, его хранение и утилизацию необходимо производить в соответствии с требованиями законодательства по обращению с отходами.

При хранении песка из песколовки на территории очистных сооружений его необходимо размещать на площадках, обеспечивая доступность его погрузки на транспорт. Для предотвращения выделения запахов, песок на площадках следует обрабатывать хлорсодержащими реагентами.

Причины нарушений в работе песколовки и мероприятия по их устранению приведены в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Характер и причины нарушений в работе песколовки, и мероприятия по их устранению [3]

| Характер нарушений | Причины, вызывающие нарушения | Мероприятия по устранению нарушений |
|---|--|--|
| Вынос большого количества песка в последующие сооружения. Содержание песка в сыром осадке отстойников более 8 %. Активный ил, содержащий частицы песка, при отстаивании быстро осаждаются на дно цилиндра. Зольность возвратного активного ила более 30 % | Не соблюдается оптимальная периодичность отгрузки осадка. Ливневые дожди. Гидравлическая перегрузка. Неравномерное распределение потоков сточных вод между работающими песколовками за счет разрушения распределительных устройств. Отсутствие плавного расширяющегося перехода от камеры гашения скорости потока поступающих сточных вод до песколовки, обеспечивающего | Экспериментально установить необходимую периодичность отгрузки осадка. Чаще отгружать осадок из песколовки после сильных дождей. Подключить резервную песколовку, а при постоянных гидравлических перегрузках предусмотреть проектирование и установку дополнительной или интенсифицировать работу действующих. Ремонт распределительных устройств |

| | | |
|--|--|--|
| | <p>снижение скорости до оптимальной.</p> <p>Поступление большого количества песка более мелких фракций по сравнению с принятыми в проектных расчетах.</p> <p>Конструктивные недостатки</p> | |
|--|--|--|

Окончание таблицы 7.3

| Характер нарушений | Причины, вызывающие нарушения | Мероприятия по устранению нарушений |
|---|--|---|
| <p>Большое количество органических примесей в осадке из песколовки, что характеризуется повышенной влажностью и пониженной зольностью и плотностью осадка</p> | <p>Недостаточная скорость потока сточных вод в песколовке</p> | <p>Отключить одну или несколько песколовок или отделений песколовок.</p> <p>Реконструкция или замена на аэрируемые песколовки</p> |
| <p>Загнивание уплотненного осадка, неэффективное сползание осадка к приемку, накопление осадка, сложности при его отгрузке</p> | <p>Конструктивные недостатки (недостаточный уклон стенок приемки и днища песколовки к приемку), нарушение работы скребковых механизмов и гидроэлеваторов за счет засорения и плохой конструкции или замерзание задвижек гидроэлеватора в зимний период</p> | <p>Уменьшить расстояния между скребками, усовершенствовать поверхность скребков и т. д.</p> <p>Устроить гидросмыв, реконструировать и наладить работу гидроэлеваторов.</p> <p>Установить теплоизоляционные щиты в зимний период для предупреждения промерзания задвижек гидроэлеваторов</p> |
| <p>Неравномерная аэрация в разных участках аэрируемых песколовок, что приводит к снижению эффективности работы</p> | <p>Не отрегулирован расход воздуха по стоякам.</p> <p>Засорены дырчатые трубы</p> | <p>Регулировать расход воздуха по стоякам с установкой внутри фланцевых соединений резиновых диафрагм (регулярно их заменять по мере износа).</p> <p>Прочитать дырчатые трубы после опорожнения песколовки</p> |

7.3.3 Первичные отстойники

Первичные отстойники предназначены для предварительного осветления сточных вод, поступающих на биологическую или физико-химическую очистку.

Эффективность работы первичных отстойников оценивается:

– по отношению концентраций взвешенных веществ в поступающей на отстойники и осветленной сточной воде;

– по концентрации взвешенных веществ в осветленной воде;

– по количеству и влажности задерживаемого осадка.

При эксплуатации в нормальном режиме в вертикальных отстойниках при времени пребывания сточной воды 1,5 ч достигается снижение содержания взвешенных веществ до 40 %, в радиальных и горизонтальных – до 50 %. При увеличении времени пребывания сточной воды в отстойнике до 2,0 ч содержание взвешенных веществ дополнительно снижается на 5 %, при времени пребывания сточной воды в отстойнике 2,5 ч содержание взвешенных веществ дополнительно снижается на 10 % [20].

Эффект осветления определяется схемами очистки сточных вод. При поступлении сточных вод на сооружения биологической очистки концентрация взвешенных веществ не должна превышать 150 мг/дм³ [20]. Для снижения выноса взвешенных веществ, в сборных лотках осветленной воды необходимо обеспечивать гидравлическую нагрузку 10–12 л/с на 1 м водослива.

При эксплуатации первичных отстойников необходимо:

– контролировать время пребывания сточной воды;

– обеспечивать равномерное распределение сточной воды между отстойниками;

– очищать подводящие лотки и каналы от отложений осадка и отбросов, не реже одного раза в неделю удалять плавающие примеси из распределительных камер отстойников и направлять их на обработку вместе с отбросами с решеток;

– удалять с кромок водосливов задерживающиеся на них загрязнения;

– прочищать каналы и лотки с перепадами от жировых отложений не реже одного раза в неделю;

– своевременно удалять с поверхности отстойников плавающие примеси;

– контролировать эффект осветления сточной воды, предупреждать вынос осадка;

– содержать в исправности и чистоте задвижки, илоскребы, илососы шиберы и прочее оборудование и территорию;

– обеспечивать удаление осадка не реже двух раз в сутки из вертикальных и горизонтальных отстойников, не оборудованных скребковыми механизмами, не реже одного раза в смену – из радиальных и горизонтальных отстойников, оборудованных скребковыми механизмами;

– вести контроль влажности выгружаемого осадка, не допуская чрезмерного его превышения.

При выпуске осадка задвижку на илопроводе необходимо открывать постепенно. По окончании выпуска колодец и илопровод должны промываться.

Для проведения работ по техническому обслуживанию первичные отстойники необходимо опорожнять не реже одного раза в два года при наличии механических скребков и не реже одного раза в три года при их отсутствии.

Технологический контроль работы первичных отстойников имеет целью оценку изменений в составе воды, происходящих в результате осаждения, а также определение количества и качества образующегося осадка.

Удаляемый из отстойников осадок имеет обычно темно-серый цвет, влажность осадка колеблется в пределах 91,5–96 %, зольность – 25–35 %, содержание песка в осадке обычно составляет не более 5–8 % [20]. Осадок обильно заражен яйцами глистов и патогенной микрофлорой.

Наиболее распространенные нарушения работы первичных отстойников, причины их возникновения и способы устранения приведены в таблице 7.4.

Таблица 7.4 – Характер и причины нарушений в работе первичных отстойников, и мероприятия по их устранению [3]

| Характер нарушений | Причины, вызывающие нарушения | Мероприятия по устранению нарушений |
|---|--|---|
| Обильное выделение газов со дна отстойника и всплывание осадка на поверхность | Несвоевременная отгрузка осадка. Повышенная температура очищаемых сточных вод. Образование залежей. Разрушение скребковых механизмов. Ферментативная активность избыточного ила, подаваемого в «голову» сооружений | Более частое или более интенсивное удаление осадка. Прочистить линию удаления осадков обратным потоком. Отремонтировать или заменить скребковые механизмы |
| Крупные отбросы на поверхности отстойника | Неудовлетворительная работа решеток | Отремонтировать решетки или заменить на мелкопрозорчатые |
| Повышенный вынос взвешенных веществ за счет гидравлических перегрузок | Увеличенный (в сравнении с проектным) объем сточных вод, поступающих на очистку. Неравномерное | Интенсифицировать работу отстойников, при необходимости достроить отделения. Обеспечить равномерность |

| | | |
|--------------------------------------|--|---|
| | распределение потоков сточных вод между работающими отстойниками. Отклонение уровня переливных гребней от горизонтальной плоскости или разрушение водопереливов. Конструктивные недостатки первичных отстойников | распределения сточных вод. Заменить водосливы |
| Затруднения с выпуском сырого осадка | Засорение илопровода из-за неудовлетворительной работы решеток или песколовок | Прочистить илопровод через контрольный стояк. Обеспечить размыв осадка струей воды под напором, создаваемым насосом |

7.3.4 Двухъярусные отстойники

Двухъярусные отстойники предназначены для предварительного осветления сточных вод, поступающих на биологическую или физико-химическую очистку.

При эксплуатации двухъярусных отстойников необходимо:

- обеспечивать равномерное распределение подаваемой сточной воды по секциям отстойников;
- контролировать высоту слоя осадка в иловой камере и не допускать ее переполнения и поступления из нее осадка в отстойные желоба;
- производить выпуск осадка по мере накопления, но не реже чем один раз в три месяца с последующей промывкой илопроводов.
- предотвращать образование на поверхности сточной воды в отстойнике плотной корки из взвешенных веществ и вспенивания сбрасываемого осадка;
- очищать распределительные лотки и переливные кромки от задержавшихся на них осадка, отбросов и других примесей, удалять плавающие примеси, а также прочищать щели отстойных желобов.

Расстояние между уровнем осадка в иловой камере и щелью осадочного желоба должно быть не менее 0,5 м. При нормальном режиме эксплуатации выгружаемый осадок имеет темно-серую окраску, влажность от 87 % до 90 %, характеризуется щелочной реакцией с рН от 7,2 до 7,6, зернистой структурой, отсутствием запаха сероводорода.

При наличии более одного отстойника на площадке для равномерного распределения осадка в иловых камерах периодически через каждые 10–

15 суток следует переключать установленные в лотках шиберы для выпуска воды одной линии сооружений на другую.

При выгрузке осадка в иловой камере необходимо оставлять от 15 % до 20 % объема сброженного осадка для обеспечения достаточной биомассы анаэробных микроорганизмов для сбраживания поступающего сырого осадка.

Перед наступлением холодного периода из отстойника следует выгрузить осадок и утеплить отстойник путем перекрытия щитами. При этом открытыми следует оставлять лотки для возможности их очистки.

Для проведения работ по техническому обслуживанию двухъярусный отстойник необходимо опорожнять не реже одного раза в четыре года.

7.3.5 Преаэраторы и биокоагуляторы

Преаэраторы и биокоагуляторы обеспечивают снижение концентрации загрязнений отстоянных сточных вод и увеличение эффекта извлечения ионов тяжелых металлов и других загрязнений, в присутствии которых может затрудняться процесс биологической очистки.

При эксплуатации преаэраторов и биокоагуляторов необходимо:

- постоянно обеспечивать равномерное распределение подаваемых сточных вод;

- поддерживать требуемые параметры работы (продолжительность и интенсивность аэрации, количество подаваемого ила и биопленки);

- своевременно выпускать осадок и контролировать уровень взвешенного слоя (для биокоагуляторов и осветлителей).

Нормальная работа сооружений обеспечивается при продолжительности аэрации в преаэраторах 10–12 мин и 20 мин в биокоагуляторах, при количестве подаваемого избыточного ила до 50 % и расходе воздуха 0,5 м³ на 1 м³ сточных вод [20].

Для осмотра, ремонта и чистки необходимо опорожнять сооружения не реже одного раза в два-три года.

7.4 Эксплуатация сооружений биологической очистки

Биологическая очистка сточных вод – метод очистки сточных вод, основанный на способности микроорганизмов подвергать распаду органические вещества, являющиеся загрязнителями в промышленных и бытовых сточных водах. Процесс очистки осуществляет сложное сообщество микроорганизмов – бактерий, простейших, ряда высших организмов – в условиях аэробноза, т. е. наличия в очищаемой воде растворенного кислорода.

Технологический контроль за процессами биологической очистки заключается в оценке изменений в составе воды после очистки, а также количественных и качественных изменений активного ила или биопленки.

Сопоставление результатов указанных определений и замеров позволяют осуществлять управление процессом очистки путем регулирования количества подаваемого воздуха, соотношения количества воды и ила, степени разбавления исходной сточной воды очищенной водой или илом.

7.4.1 Биологические фильтры

Биологический фильтр – сооружение для биологической очистки сточных вод, представляющее собой круглый или прямоугольный в плане резервуар с двойным дном, наполненный фильтрующим материалом.

Технологическая эффективность работы биологических фильтров оценивается по концентрации БПК₅ в очищенной воде. Необходимость оценки технологической эффективности работы биологических фильтров по удалению и трансформации соединений азота, удалению соединений фосфора и специфических загрязняющих веществ устанавливается проектной документацией.

При эксплуатации орошаемых биологических фильтров необходимо:

– поддерживать равномерную гидравлическую нагрузку и нагрузку по загрязняющим веществам путем изменения степени рециркуляции очищенной воды, если она предусмотрена проектной документацией, или организации подачи сточной воды насосами с максимальной степенью равномерности при обеспечении непрерывности подачи сточных вод на фильтр;

- очищать от механических примесей распределительную систему, спринклерные устройства, распределительные лотки, реактивные оросители;
- не допускать чрезмерного заиливания биофильтра;
- вести наблюдение за температурой сточных вод.

Для предотвращения образования запаха, размножения насекомых и обеспечения надежной вентиляции необходимо периодически очищать и промывать пространство между дренажем и днищем биофильтра, вентиляционные отверстия и отводящие лотки от биопленки, предотвращать попадание на загрузку биофильтра посторонних примесей.

В осеннее время для предотвращения попадания листвы на загрузку ее следует ограждать сеткой.

При заиливании биофильтров отдельные заиленные участки следует разрыхлять и очищать с промывкой струей воды либо промывать увеличенным расходом сточной воды из реактивного оросителя, со снижением частоты его вращения.

В случае сплошного заиливания верхнего слоя биофильтра следует удалить загрузочный материал на глубину от 20 до 30 см с последующей его промывкой и обратной укладкой или заменой новым загрузочным материалом.

Для предотвращения заиливания допускается обрабатывать поверхность загрузки биофильтра нитратом натрия из расчета 0,4 кг на один метр загрузки.

Для предотвращения размножения в загрузке насекомых допускается периодическое затопление загрузки фильтра через интервал времени от 10 до 15 суток, если это позволяет конструкция фильтра и (или) хлорирование поступающих сточных вод при содержании остаточного активного хлора от 3 до 5 мг/дм³.

В холодный период для предотвращения обмерзания биофильтров их необходимо утеплять, образовавшийся на конструктивных элементах лед – удалять. Очень важно, чтобы не было перерывов в орошении (особенно в зимний период). Температура должна быть не ниже +6 °С, если она ниже, необходимо предусматривать рециркуляцию или подачу воды.

При эксплуатации ротационных биологических фильтров необходимо:

- поддерживать равномерной гидравлическую нагрузку и нагрузку по загрязняющим веществам путем обеспечения равномерности и непрерывности подачи сточных вод и предотвращения остановок привода дисков или барабана фильтра;

- очищать подводящие, отводящие каналы, лотки, емкость размещения дисков или барабана от плавающих примесей и осадка, отложений по мере необходимости, но не реже одного раза в две недели;

- не допускать чрезмерного обрастания биофильтра.

7.4.2 Сооружения биологической очистки активным илом

Сооружения биологической очистки активным илом предназначены:

- для очистки сточных вод с использованием биоценоза свободноплавающих форм микроорганизмов;

- удаления веществ, подверженных биохимическому разложению, нитрификации, денитрификации, а также удаления соединений фосфора и специфических загрязняющих веществ.

Технологическая эффективность работы сооружений биологической очистки активным илом оценивается по концентрации БПК₅ в очищенной воде. Необходимость оценки технологической эффективности работы сооружений биологической очистки активным илом по удалению и трансформации веществ устанавливается проектной документацией.

При эксплуатации сооружений биологической очистки активным илом необходимо:

- обеспечивать параметры очистки: дозу и возраст ила, степень его рециркуляции, концентрацию растворенного кислорода в иловой смеси в зависимости от нагрузки по органическим веществам в исходной сточной воде и температуры иловой смеси;

- поддерживать требуемую интенсивность аэрации в технологических емкостях с аэробными условиями для перемешивания иловой смеси с целью предотвращения отложений и обеспечения требуемой концентрации

растворенного кислорода в ней, а также не допускать перерывов в подаче воздуха;

- поддерживать требуемую интенсивность перемешивания иловой смеси механическими мешалками в технологических емкостях с анаэробными или аноксидными условиями, не допускать их отключения;

- контролировать состояние ила по его биоценозу и иловому индексу и предотвращать вспухание активного ила;

- производить эксплуатацию насосного, аэрационного, перемешивающего оборудования, измерительных приборов в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей.

При нормальном режиме эксплуатации значение илового индекса должно находиться в пределах от 50 до 150 см³/г [20]. При увеличении илового индекса более 200 см³/г необходимо установить причины вспухания ила с учетом исследования видового состава активного ила, и принять меры для восстановления режима нормальной эксплуатации.

Эксплуатация аэрационного оборудования должна производиться с учетом обеспечения требуемой интенсивности аэрации и предотвращения ее чрезмерности. Производительность воздуходувок необходимо регулировать с учетом изменения нагрузок и температуры иловой смеси, в том числе путем изменения частоты вращения электроприводов. При снижении проницаемости аэраторов для воздуха необходимо производить их регенерацию или очистку в соответствии с рекомендациями изготовителей.

При эксплуатации сооружений для удаления соединений азота биологическим способом концентрацию растворенного кислорода в иловой смеси в технологических емкостях нитрификаторах необходимо поддерживать не менее 2,0 мг/дм³ [20]. Режим окисления аммонийного азота до нитратов в нитрификаторах следует осуществлять в соответствии с технологической схемой, предусмотренной проектной документацией с учетом данных, полученных при отработке процесса очистки при проведении пуско-наладочных работ. Возраст активного ила допускается принимать с учетом изменения температуры иловой смеси в соответствии с ТКП [20].

При эксплуатации денитрификаторов необходимо обеспечивать в них аноксидные условия с минимальным содержанием растворенного кислорода в иловой смеси. Следует ограничивать поступление растворенного кислорода в денитрификатор с циркуляционным активным илом и рециркуляционным потоком иловой смеси из нитрификатора и предотвращать аэрацию иловой смеси в денитрификаторе.

Для обеспечения надежности процесса денитрификации следует поддерживать соотношения между БПК₅ и концентрацией нитрата в иловой смеси в соответствии с проектной документацией и с учетом требований

ТКП [20] путем регулирования степени осветления сточных вод при первичном отстаивании и (или) подачей внешнего субстрата.

При эксплуатации сооружений для удаления соединений фосфора биологическим способом сточную воду с рециркуляционным илом следует выдерживать в анаэробных условиях в течение периода, установленного в проектной документации, но не менее 30 мин. Необходимо предотвращать поступление кислорода и нитрата в иловую смесь анаэробной технологической емкости. Для предотвращения поступления растворенного кислорода и нитратов с рециркуляционным илом его рекомендуется денитрифицировать.

Основные недостатки в работе системы аэрации аэротенков, причины их возникновения и способы устранения приведены в таблице 7.5. Причины появления пены в аэротенке и способы устранения приведены в таблице 7.6.

Таблица 7.5 – Недостатки в системе аэрации аэротенков

| Возможная причина | Подлежит проверке | Способ устранения |
|--|--|--|
| <i>Кипение, сильная турбулентность по всей поверхности аэротенка, отчетливые большие пузырьки воздуха, более 1 см в диаметре</i> | | |
| Избыточная аэрация, приводящая к высокому содержанию растворенного кислорода и/или разрыву хлопьев ила | Концентрация растворенного кислорода (должна быть 2,0 мг/дм ³ по всему аэротенку) | Снизить подачу воздуха, для поддержания растворенного кислорода на требуемом уровне |
| <i>Продолжение таблицы 7.5</i> | | |
| Возможная причина | Подлежит проверке | Способ устранения |
| <i>Неравномерный рисунок на поверхности аэрации. Мертвые точки или недостаточное перемешивание в некоторых местах аэротенка</i> | | |
| Засорившиеся аэраторы | Дата последней чистки аэраторов (по записям регламентных работ). Чистота аэраторов | Если аэраторы не чистили за последние 12 мес, то прочистить. Если засорились несколько аэраторов, то прочистить необходимо все |
| Недостаточная аэрация, приводящая к низкому содержанию растворенного кислорода и/или гнилому запаху | Концентрация растворенного кислорода (должна быть 2,0 мг/дм ³ по всему аэротенку) | Увеличить количество подаваемого воздуха, чтобы уровень кислорода находился на должном уровне. Определить расход воздуха, приходящийся на погонный метр трубы аэратора (минимум 0,28 м ³ /м·мин) |
| | Перемешивание по всему | Отрегулировать подачу |

| | | |
|---|--|---|
| | объему аэротенка | воздуха, чтобы уровень кислорода и перемешивание были оптимальными |
| | Количество возврата ила и глубина слоя ила во вторичном отстойнике | Отрегулировать количество возврата ила, чтобы глубина илового слоя составляла 1/4 гидравлической глубины |
| <i>Несмотря на избыточную подачу воздуха, нет заметных изменений. Трудно поддерживать уровень растворенного кислорода</i> | | |
| Утечки в системе подачи воздуха | Воздуховоды и соединения (прослушать трубы на шипение воздуха, проверить фланцы с помощью мыла) | Затянуть болты фланцев и/или заменить прокладки |
| Засорившиеся аэраторы | Дата последней чистки аэраторов (по записям регламентных работ). Чистота аэраторов | Если аэраторы не чистили за последние 12 мес, то прочистить. Если засорились несколько аэраторов, то прочистить необходимо все |
| Недостаточный или неадекватный перенос кислорода | Работа системы аэрации (пневматическая система аэрации должна обеспечивать от 50 до 90 м ³ воздуха на кг снятого БПК ₅ , механическая система – от 0,45 до 0,55) | Заменить на более эффективные аэраторы. Увеличить количество аэраторов |

Окончание таблицы 7.5

| Возможная причина | Подлежит проверке | Способ устранения |
|--|---|---|
| Большая органическая нагрузка (БПК, ХПК, взвешенные вещества) от рециркулирующих потоков | Насколько существенно органическая нагрузка от рециркуляции влияет на общий процесс очистки | Если нагрузка превышает 25 %, то необходимо отрегулировать рабочие параметры или усовершенствовать работу |

Таблица 7.6 – Поиск и устранение неисправностей при появлении пены в аэротенке

| Возможная причина | Подлежит проверке | Способ устранения |
|--|---|---|
| <i>Белая, плотная, летучая или мыльная пена на поверхности аэротенка</i> | | |
| Перегруженный аэротенк (низкое содержание ила) | Нагрузка по БПК ₅ и количество беззольного вещества ила. | Если соотношение пища/масса большое, а количество ила |

| | | |
|---|---|--|
| | Рассчитать необходимое значение пища/масса для данной нагрузки | недостаточное необходимо сократить по возможности до минимума процент удаления активного ила |
| | Наличие выноса взвешенных веществ из вторичного отстойника (сточные воды будут мутными) | Поддерживать достаточный объем возвратного активного ила, чтобы свести до минимума вынос, особенно в период максимального расхода стоков |
| | Концентрация растворенного кислорода в аэротенке | Поддерживать уровень концентрации растворенного кислорода в пределах 2,0 мг/дм ³ . Следить за обеспечением равномерного перемешивания в аэротенке для поддержания требуемой концентрации растворенного кислорода |
| Избыточное удаление ила из процесса, что ведет к перегрузке аэротенка (низкая концентрация ила в аэротенке) | Наблюдение за тенденцией в изменении следующих параметров: – уменьшение беззольного вещества ила; – уменьшение времени аэрации; – увеличение соотношения пища/масса; | Уменьшить количество избыточного ила не более чем на 10 % в сутки, пока процесс не войдет в нормальные параметры. Увеличить количество возвратного ила, чтобы свести к минимуму вынос взвешенных веществ из вторичного отстойника. |

Продолжение таблицы 7.6

| Возможная причина | Подлежит проверке | Способ устранения |
|--|---|---|
| | – поддержание уровня кислорода при уменьшении подачи воздуха | Поддерживать глубину илового слоя в пределах 10–25 % от глубины отстойника |
| Сокращение количества ила в иловой смеси, вызванное высокотоксичными сточными водами (металлы, бактерициды), | Проба иловой смеси на металлы и бактерициды. Температура. Мониторинг поступающих стоков на существенные колебания температуры | Возобновить новую культуру активного ила, по возможности удалять ил из системы на сооружения по обработке осадков, а посеять ил из другого очистного сооружения. Активно следить за |

| | | |
|---|--|---|
| низкой температурой стоков или резкими перепадами температур | | выполнением нормативов по промышленным стокам |
| Гидравлический вынос ила из вторичного отстойника | Время аэрации в аэротенке и нагрузка на водослив во вторичном отстойнике | |
| Неправильное распределение поступающих стоков и/или потока возвратного ила в одном или более аэротенков | Концентрация ила в иловой смеси в различных аэротенках | Концентрация ила в иловой смеси и растворенного кислорода для различных аэротенков должна быть одинаковой |
| | Количество сточных вод, поступающих из первичных стоков и/или количество возвратного ила в каждый аэротенк | Усовершенствовать распределительные устройства, если необходимо поддерживать равномерные объемы поступающих сточных вод и возвратного активного ила |

Блестящая, темно-бежевая пена на поверхности аэротенка

| | | |
|---|---|---|
| Аэротенк близок к состоянию недогрузки (высокая концентрация ила в иловой смеси) из-за недостаточного удаления ила из системы | Наблюдение за тенденцией в изменении следующих параметров: – увеличение беззольного вещества ила; – увеличение времени аэрации; – уменьшение соотношения пища/масса; – поддержание уровня кислорода при увеличении подачи воздуха; – уменьшение количества избыточного активного ила | Увеличить количество избыточного ила не более, чем на 10 % в сутки, пока процесс не войдет в нормальные контрольные параметры и пока на поверхности аэротенка не будет наблюдаться умеренное количество светло-бежевой пены |
|---|---|---|

Окончание таблицы 7.6

| Возможная причина | Подлежит проверке | Способ устранения |
|---|--|--|
| <i>Густая, темно-бежевая пена в виде пленки на поверхности аэротенков</i> | | |
| Аэротенк критически недогружен (слишком высокое | Наблюдение за тенденцией в изменении следующих параметров: – увеличение беззольного | Увеличить количество избыточного ила не более, чем на 10 % в сутки, пока процесс не войдет в |

| | | |
|---|---|---|
| <p>содержание ила в иловой смеси) из-за неправильного контроля за избыточным илом</p> | <p>вещества ила; – увеличение времени аэрации; – уменьшение соотношения пища/масса; – поддержание уровня кислорода при увеличении подачи воздуха; – уменьшение количества избыточного активного ила; – концентрация нитратов во вторичных стоках выше 1,0; – уменьшение рН в сточных водах из аэротенка</p> | <p>нормальные контрольные параметры и пока на поверхности аэротенка не будет наблюдаться умеренное количество светло-бежевой пены</p> |
|---|---|---|

7.5.3 Вторичные отстойники

Вторичные отстойники предназначены для разделения иловой смеси и очищенной сточной воды или отделения биопленки.

Эффективность работы вторичных отстойников оценивается по выносу взвешенных веществ (концентрации взвешенных веществ в сточной воде, отводимой после вторичных отстойников).

Концентрация взвешенных веществ в сточной воде, отводимой после вторичных отстойников в водный объект не должна превышать значения, установленные в разрешениях на специальное водопользование, комплексных природоохранных разрешениях.

При отведении сточной воды с вторичных отстойников на сооружения последующей очистки концентрация взвешенных веществ в отводимой сточной воде должна обеспечивать нормальный режим эксплуатации сооружений последующей очистки и не приводить к их чрезмерной перегрузке.

При эксплуатации вторичных отстойников необходимо:

- обеспечивать режим удаления активного ила для предотвращения нежелательной денитрификации и выноса осадка в осветленную воду образующимися газами, а также обратного перехода соединений фосфора в очищенную сточную воду;

- обеспечивать режим подачи рециркуляционного ила из вторичного отстойника в аэротенки со степенью рециркуляции активного ила, но менее установленных в ТКП [20], в сооружения с нитрификацией и денитрификацией со степенью рециркуляции активного ила не менее 0,5.

Рекомендуемая продолжительность нахождения осадка во вторичном отстойнике зависит от вида биологической очистки и составляет для сооружений без нитрификации от 1,5 до 2,0 ч, для сооружений с нитрификацией – от 1,0 до 1,5 ч, сооружений с денитрификацией от 2,0 до 2,5 ч [20].

Продолжительность пребывания осадка в зоне уплотнения не должна превышать 40 минут, для предотвращения его загнивания и снижения активности.

При оценке работы вторичных отстойников указывается количество и качество возвратного и избыточного активного ила. Избыточный активный ил может направляться в первичные отстойники, преаэраторы и систему обработки осадка в соответствии с установленной схемой.

Основные неисправности во вторичных отстойниках и способы их устранения приведены в таблицах 7.7, 7.8.

Таблица 7.7 – Поиск и устранение неисправностей во вторичных отстойниках

| Возможная причина | Подлежит проверке | Способ устранения |
|---|--|---|
| <i>Хлопья в переливе вторичного отстойника. Иловой индекс хороший, но выходящие сточные воды мутные</i> | | |
| Избыточная турбулентность | Интенсивность аэрации | Уменьшить интенсивность аэрации |
| Большой возраст ила | Доза ила по сухому веществу | Увеличить расход избыточного ила, чтобы уменьшить возраст ила |
| Анаэробные условия в аэротенке | Концентрация растворенного кислорода | Увеличить содержание растворенного кислорода в аэротенке |
| Токсичный аварийный сброс | Исследование ила под микроскопом для выявления неактивных простейших | Если возможно, то посеять ил из другого очистного сооружения. Усилить контроль за выполнением нормативов промышленных стоков |
| Перелив потока, в результате чего происходит вынос ила | | Выровнять горизонтально водосливы, чтобы предотвратить перелив |
| Рециркуляция анаэробных потоков | | Определить и исправить источники анаэробных условий |

Продолжение таблицы 7.6

| Возможная | Подлежит | Способ |
|-----------|----------|--------|
|-----------|----------|--------|

| причина | проверке | устранения |
|---|--|---|
| <i>Ил всплывает на поверхность вторичных отстойников</i> | | |
| «Вспухающий ил» (в иловой смеси преобладают нитчатые организмы) | Иловый индекс (если меньше 100, то вряд ли нитчатые организмы являются причиной). Провести исследование под микроскопом для определения наличия нитчатых организмов | Если содержание растворенного кислорода в аэротенке менее 1 мг/дм ³ , то необходимо его увеличить. Увеличить рН до 7. Возместить недостаток питательных веществ, чтобы соблюдалось соотношение БПК:N:P =100:5:1. Добавить 5–60 мг/дм ³ хлора в возвратный ил, пока иловой индекс не станет < 150; Добавить 50–200 мг/дм ³ перекиси водорода в аэротенк, пока иловой индекс не станет < 150. Увеличить время аэрации. Увеличить количество возврата ила |
| «Поднимающийся ил» (во вторичных отстойниках происходит денитрификация, пузырьки газообразного азота захватывают частицы ила, ил поднимается комками) | Концентрация нитратов на входе в отстойник (если нитриты не обнаруживаются, то причина установлена не верно) | Увеличить количество возврата ила. Увеличить содержание растворенного кислорода в аэротенках. Сократить время аэрации |
| Поломанные или деформированные скребки | Визуальное обследование | Ремонт или обследование скребков |
| <i>Вынос ила из отстойника</i> | | |
| Избыточная гидравлическая нагрузка | Избыточная гидравлическая нагрузка | Избыточная гидравлическая нагрузка |
| Водосливы не горизонтальны | Водосливы не горизонтальны | Водосливы не горизонтальны |
| Плохая работа оборудования | Плохая работа оборудования | Плохая работа оборудования |

| | | |
|--|--|--|
| Сокращенное время отстаивания из-за скопления крупных частиц и грязи | Сокращенное время отстаивания из-за скопления крупных частиц и грязи | Сокращенное время отстаивания из-за скопления крупных частиц и грязи |
|--|--|--|

Продолжение таблицы 7.6

| Возможная причина | Подлежит проверке | Способ устранения |
|---|--|--|
| <i>Засор водосливов</i> | | |
| Скопление ила и/или водорослей на водосливах | Визуальный осмотр | Проводить очистку поверхностей чаще и более тщательно. Предварительное хлорирование в дополнение к более частой и тщательной очистке скребками |
| <i>Закупорка отверстий для вывода ила со дна отстойника</i> | | |
| Большое содержание тяжелого уплотненного материала | Визуальный осмотр | Разбить уплотненный материал вручную или водой, или воздухом под давлением |
| Низкая скорость в отводящих трубопроводах | Количество отвода ила и соответствующее количество входящего потока | Очистить трубопроводы обратной промывкой. Чаще откачивать ил. Проверить иловые трубопроводы |
| <i>Равномерный вынос ила через водослив по всему отстойнику</i> | | |
| Недостаточное количество возврата ила | Работа насоса возвратного ила на выходе или глубина взвешенного слоя ила | Если насос возвратного ила работает плохо, включить другой насос и провести ремонт. Если насос в хорошем состоянии, увеличить количество возврата ила и проверять глубину илового слоя, поддерживать глубину слоя на уровне 1/4 гидравлической глубины (если глубина слоя увеличивается, увеличить количество возврата ила). Прочистить трубопровод возвратного ила, если он засорен |
| Неравномерное | Одинаковый поток в | Отрегулировать задвижки |

| | | |
|---|------------------|--|
| распределение потока между отстойниками, что приводит к гидравлической перегрузке | каждый отстойник | на ввод и/или отвод для равномерности потока |
|---|------------------|--|

Окончание таблицы 7.6

| Возможная причина | Подлежит проверке | Способ устранения |
|---|---|---|
| Залповые сбросы перегружают отстойники | Гидравлические залповые сбросы, если гидравлическая нагрузка > 60 м/м ² , то это может быть причиной | Установить оборудование для выравнивания потока или расширить очистное сооружение |
| <i>Вздымающийся волнами ил</i> | | |
| Гидравлический нагон | Визуальный осмотр состояния ила | Устранение гидравлического нагона |
| Глубинные потоки | Глубина нахождения ила | Удерживать глубину ила на более низком уровне |
| Перемешивание иловыми скребками | Скорость вращения скребков | Уменьшить скорость вращения скребков |
| <i>Распад хлопьев в отстойнике</i> | | |
| Токсические или кислотные сточные воды | Токсические или кислотные сточные воды | Токсические или кислотные сточные воды |
| Анаэробные условия в аэротенке | Анаэробные условия в аэротенке | Анаэробные условия в аэротенке |
| Аэротенк перегружен | Аэротенк перегружен | Аэротенк перегружен |
| Недостаточное поступление азота или фосфора | Недостаточное поступление азота или фосфора | Недостаточное поступление азота или фосфора |

Таблица 7.8 – Поиск и устранение недостатков при выносе взвешенных веществ из вторичного отстойника

| Возможная причина | Подлежит проверке | Способ устранения |
|---|--|---|
| <i>Локализованные клубы ила поднимаются в некоторых местах. При анализе иловой смеси на осаждаемость осажждение проходит довольно хорошо, с прозрачной иловой жидкостью</i> | | |
| Температурные течения | Провести температурное и кислородное профилирование в отстойнике. Проверить отражатели | Если разница температур между верхней и нижней частью отстойника превышает 1–2 °С необходимо, по возможности, |

| | | |
|--|--|---|
| | на входе и выходе, чтобы они равномерно распределяли иловую смесь в отстойнике | использовать дополнительный аэротенк. Усовершенствовать или установить дополнительные отражатели в отстойниках |
|--|--|---|

Окончание таблицы 7.6

| Возможная причина | Подлежит проверке | Способ устранения |
|--|--|---|
| Плохая работа оборудования | Калибровка расходомеров. Засорение или частичное засорение насосов возвратного или избыточного ила или трубопроводов перекачки. Механизмы илоскребов | Отремонтировать или заменить неисправное оборудование |
| | Количество удаляемого ила и глубина илового слоя в отстойнике | Отрегулировать количество возвратного ила и скорость работы механизма илоскребов, чтобы поддерживать глубину илового слоя на уровне 10–20 % от глубины отстойника |
| Взвешенные вещества выносятся из-за гидравлической перегрузки | Время аэрации в аэротенке. Время нахождения в отстойнике. Гидравлическая нагрузка на водослив | Если гидравлическая нагрузка превышает проектную мощность, то необходимо, по возможности, использовать дополнительные аэротенки и отстойники. По возможности изменить процесс очистки на повторную аэрацию ила или режим контактной стабилизации |
| <i>Локализованные клубы легкого ила поднимаются в некоторых местах отстойника. При анализе иловой смеси на осаждаемость осажждение проходит медленно, в надильовой жидкости остаются отставшие частицы</i> | | |
| Перегруженный | Наблюдение за | Уменьшить количество |

| | | |
|--|--|--|
| <p>аэротенк (низкое содержание ила в иловой смеси), что приводит к появлению молодого ила низкой плотности</p> | <p>тенденцией в изменении следующих параметров:</p> <ul style="list-style-type: none"> – уменьшение беззольного вещества ила; – сохранение времени аэрации; – увеличение соотношения пища/масса; – уровень растворенного кислорода поддерживается, но при уменьшенной подаче воздуха | <p>избыточного ила не более чем на 10 % в сутки, пока процесс не войдет в нормальные контрольные параметры</p> |
|--|--|--|

7.4.4 Сооружения очистки сточных вод в естественных условиях

Сооружения для очистки сточных вод небольшой производительности (поля фильтрации, поля подземной фильтрации, фильтрующие траншеи, песчано-гравийные фильтры, вентилируемые площадки подземной фильтрации, грунтово-растительные площадки, фильтрующие колодцы) предназначены для биологической очистки сточных вод в грунте, после предварительного осветления.

Технологическая эффективность работы указанных сооружений при наличии дренажных систем, обеспечивающих проведение контроля очищенной воды, оценивается:

- по отношению концентраций БПК₅ и взвешенных веществ в поступающей на очистку и очищенной сточной воде;
- концентрации БПК₅ и взвешенных веществ в очищенной воде.

При отсутствии дренажных систем, обеспечивающих проведение контроля очищенной воды, технологическая эффективность работы сооружений не определяется, и контроль производится по допустимым нагрузкам на сооружения, которые не должны превышать установленные в проектной документации.

При отсутствии или недоступности проектных данных по допустимым нагрузкам на сооружения их следует принимать для полей фильтрации, вентилируемых площадок подземной фильтрации, полей подземной фильтрации, фильтрующих траншей, песчано-гравийные фильтров, фильтрующие колодцев по ТКП [20].

Предварительное осветление сточных вод, подаваемых на указанные сооружения, должно производиться в септиках, отстойниках, биологических прудах. Не допускается подача неосветленных сточных вод,

либо их эксплуатация в случае выхода из строя сооружений для предварительного осветления сточных вод.

При эксплуатации закрытых сооружений (поля подземной фильтрации, фильтрующие траншеи, песчано-гравийные фильтры, вентилируемые площадки подземной фильтрации) **необходимо:**

- обеспечивать предварительное осветление сточных вод;
- не допускать чрезмерной нагрузки на сооружения;
- производить регулярный осмотр распределительных колодцев на оросительной сети;
- производить при необходимости очистку колодца, прочистку оросителей и их промывку раствором хлорсодержащих дезинфектантов концентрацией активного хлора от 50 до 100 мг/дм³ с расходом от 3 до 6 дм на 1 м длины оросителя;
- поддерживать в исправном состоянии колодцы, трубопроводы и лотки для подачи сточных вод в сооружения и отведения из них очищенных сточных вод;
- поддерживать в исправном состоянии и производить техническое обслуживание насосных установок для подачи сточных вод на сооружения.

При чрезмерном заилинии и кольматации загрузки ее необходимо промыть водой с содержанием взвешенных веществ, не превышающих 20 мг/дм³, или заменить закольматированный объем фильтрующей загрузки.

При эксплуатации грунтово-растительных площадок необходимо:

- выполнять положения, относящиеся к эксплуатации закрытых сооружений почвенной очистки;
- производить очистку площадки с удалением высохших и погибших растений.

Для грунтово-растительных площадок с горизонтальным потоком, нагрузка сточных вод по ХПК не должна превышать 16 г/(м²·сут), гидравлическая нагрузка – 0,04 м³/(м²·сут) [20].

Для грунтово-растительных площадок с вертикальным потоком нагрузка по ХПК не должна превышать 20 г/(м²·сут), гидравлическая нагрузка – 0,08 м³/(м²·сут) [20].

На грунтово-растительных площадках с горизонтальным потоком необходимо производить контроль в сборном колодце дренажной сети уровня воды и поддерживать его на отметках, обеспечивающих нормальный режим фильтрования горизонтального потока на площадке.

При эксплуатации фильтрующих колодцев необходимо:

- обеспечивать предварительное осветление сточных вод;
- не допускать чрезмерной гидравлической нагрузки на сооружение, при которой появляется слой сточной воды над загрузкой;
- производить периодический осмотр и удаление крупноразмерных примесей с поверхности загрузки.

При появления слоя сточной воды над загрузкой необходимо:

- откачать воду переносным насосом;
- промыть поверхность загрузки чистой водой с рыхлением верхнего слоя;
- обработать раствором хлорсодержащих дезинфектантов с концентрацией активного хлора от 75 до 100 мг/дм³ с расходом от 15 до 20 л на 1 м² поверхности загрузки.

При необходимости допускается удаление верхнего слоя загрузки с последующей отмывкой или заменой.

При эксплуатации полей фильтрации необходимо:

- обеспечить заданный режим поступления сточных вод и их распределение по картам полей фильтрации, не допуская их чрезмерной перегрузки;

- поддерживать надлежащее состояние поверхности карт, для предотвращения их заиливания, производить их рыхление по мере их необходимости, но не реже одного раза в год и только в теплый период;

- предотвращать сброс неочищенных сточных вод в осушительную сеть и водные объекты;

- проводить осмотры не реже одного раза в неделю, а также после сильных дождей, обеспечивать своевременную очистку от наносов и отходов, а также производить необходимый ремонт разделительных валиков, оросительной системы и сооружений на ней, подземного дренажа и осушительной сети;

- производить скашивание сорной растительности на валиках и откосах осушительных канав от двух до трех раз в сезон;

- своевременно проводить текущие ремонты всех элементов полей фильтрации.

При эксплуатации грунтовых фильтрационных площадок для доочистки сточных вод необходимо:

- выполнять положения, относящиеся к эксплуатации полей фильтрации;

- обеспечить режим подачи сточных вод на карты в холодный период таким образом, чтобы на рабочих картах находился слой воды, при обязательном наличии одной или нескольких свободных от воды карт;

- обеспечить режим подачи сточных вод на карты площадок в теплый период, при котором чередуется подача и фильтрование сточных вод (рабочий режим), сработка и просушивание грунта (режим просушки) таким образом, чтобы одна или несколько карт оставались свободными.

При отсутствии или недоступности проектных данных по допустимым нагрузкам на грунтовые фильтрационные площадки для доочистки сточных вод их необходимо принимать по ТКП [20].

При достижении максимально допустимого уровня сточных вод на картах площадки и (или) снижении скорости фильтрации воды в грунт вследствие кольматации фильтрующего основания, подачу сточных вод на карты следует остановить и произвести сработку уровня до полного опорожнения карт.

После удаления воды, карты необходимо просушивать в течение не менее двух недель и после произвести декольматацию верхнего слоя, фильтрующего основания рыхлением. При длительных периодах эксплуатации площадок следует произвести снятие и замену верхнего закольматированного слоя. Подача сточных вод в период проведения работ по декольматации осуществляется на резервные свободные карты.

Перед холодным периодом и после его окончания необходимо проводить работы по восстановлению дренажной сети, включающие промывку и дезинфекцию раствором хлорсодержащих дезинфектантов с концентрацией активного хлора от 75 до 100 мг/дм³.

7.4.5 Биологические пруды

Биологические пруды предназначены для очистки городских, производственных и поверхностных сточных вод, а также для глубокой очистки сточных вод после биологической очистки.

Технологическая эффективность работы биологических прудов при очистке городских сточных вод оценивается по отношению концентраций БПК₅ и взвешенных веществ в поступающей на очистку и очищенной сточной воде, концентрации БПК₅ и взвешенных веществ в очищенной воде.

Технологическая эффективность работы биологических прудов при очистке поверхностных сточных вод оценивается по отношению концентраций взвешенных веществ и нефтепродуктов в поступающей на очистку и очищенной сточной воде, концентрации взвешенных веществ и нефтепродуктов в очищенной воде.

При эксплуатации биологических прудов необходимо:

- контролировать режим наполнения прудов, не допуская их переполнения и просачивания воды через ограждающий валик;
- вести систематический надзор за состоянием ограждающих валиков, обеспечивая своевременное исправление нарушений;
- контролировать содержание растворенного кислорода и состав очищенных сточных вод;
- контролировать глубину отложений в биологических прудах и своевременно удалять накопленный осадок, плавающие примеси, остатки растений;
- поддерживать в исправном состоянии колодцы, трубопроводы и лотки для подачи и отведения сточных вод.

Осадок из биологических прудов необходимо удалять при заполнении более 25 % от рабочего объема. Осадок удаляется механическим или гидромеханическим способом. При удалении осадка предварительно следует произвести откачку сточной воды, находящейся в секции биологического пруда. Сточную воду следует перекачивать в другую секцию биологического пруда. Для предотвращения чрезмерной нагрузки на секции биологических прудов, в которые направляются удаляемые сточные воды, их следует перекачивать в течение не менее одних суток.

При удалении осадка из биологических прудов необходимо на дне прудов слой осадка толщиной от 0,05 до 0,1 м для обеспечения стабильности процесса биологической очистки сточных вод после включения биологических прудов в эксплуатацию.

Осадок из биологических прудов при необходимости следует подвергать обезвоживанию на иловых площадках и специальных площадках для хранения осадка.

7.4.6 Окислительные каналы

Окислительные каналы предназначены для доочистки и очистки сточных вод.

При эксплуатации окислительных каналов необходимо:

- обеспечить своевременный возврат и удаление избыточного активного ила;
- вести наблюдение за дозой ила по объему после получасового отстаивания;
- своевременно удалять плавающие вещества;
- очищать решетку, водослив выпускающего устройства, лотки и сборные желоба от загрязнений;
- не допускать перерывов в работе механического аэратора;
- поддерживать в исправном состоянии механизмы и оборудование, принимая меры к устранению всех замеченных неисправностей;
- не допускать обмерзания механических аэраторов, а также их формаций в холодный период эксплуатации, связанных с ледовыми явлениями на биологических прудах.

Выключение аэраторов для осмотра и ремонта допускается не более чем на три часа.

Нормальные показатели работы обеспечиваются при содержании кислорода не менее 2 мг/дм³, скорости более 40 см/с, заглублении гребней аэраторов более 8 см и не более 1/3 диаметра аэратора. Остановка аэратора допускается не более чем на 2–3 ч. Зимой аэратор необходимо утеплять для предотвращения его обмерзания, допускается электрообогрев воздуха мощностью до 500 кВт.

Пуску окислительных каналов предшествует заполнение их сточной водой и аэрация в течение одних суток.

7.4.7 Сооружения биологической очистки заводского изготовления

Сооружения биологической очистки заводского изготовления предназначены для очистки сточных вод с использованием биоценоза свободноплавающих и (или) прикрепленных форм микроорганизмов в искусственно созданных условиях.

Производительность (допустимый расход сточных вод), допустимое содержание загрязняющих веществ в сточных водах, поступающих на сооружения, и эффективность очистки декларируются изготовителями.

7.5 Эксплуатация сооружений по обработке осадков

7.5.1 Иловые площадки

Иловые площадки предназначены для естественного обезвоживания осадков, образующихся на станциях биологической очистки сточной воды.

В зависимости от степени использования природных процессов иловые площадки разделяются на площадки естественного и интенсивного обезвоживания и сушки.

При эксплуатации иловых площадок необходимо:

- выдерживать заданную периодичность напуска (20–30 суток) и высоту слоя напускаемого осадка (20–30 см для летнего периода, зимой – ниже ограждающих валиков на 0,1 м), не допуская чрезмерной нагрузки;

- обеспечивать своевременную выгрузку обезвоженного осадка с иловых площадок с последующим ремонтом дренажных систем и подсыпкой песка при необходимости;

- обеспечить отведение иловой воды от дренажа иловых площадок на очистные сооружения, не допуская ее сброса в водный объект или на рельеф местности;

- поддерживать в исправном состоянии лотки, шиберы, трубопроводы, дренажи и своевременно производить их промывку и очистку;

- контролировать состояние ограждающих валиков, своевременно производить скашивание растительности на откосах и валиках;

- контролировать влажность осадка и качество отводимой иловой воды от дренажа иловых площадок;

- вести надзор за состоянием санитарно-защитной зоны иловых площадок, территории очистных сооружений.

Осадки, высушенные в естественных условиях, могут иметь влажность 70–80 %. Продолжительность сушки зависит от вида обрабатываемого осадка, гидрогеологических и климатических условий, выполнения эксплуатационных требований и т. п. и колеблется от одного года до пяти лет.

Контроль за процессом сушки проводится путем определения влажности проб осадков, отобранных в нескольких местах площадки и с разных глубин. Кроме того, ведется санитарно-бактериологический контроль с определением бактерий кишечной палочки и яиц гельминтов.

При использовании иловых площадок с поверхностным отводом воды кроме определений, указанных выше для твердой фазы, периодически необходимо контролировать качество иловой воды.

7.5.2 Илоуплотнители

Илоуплотнители предназначены для уплотнения осадка: избыточного активного ила и осадка первичных отстойников, или их смеси, сброженного осадка, со снижением влажности до значений, которые обеспечивают режим нормальной эксплуатации сооружений последующей обработки осадка.

Для уплотнения осадка на очистных сооружениях используются илоуплотнители: *гравитационного типа* (вертикальные и радиальные), *флотационные*, работающие по принципу компрессионной флотации, и механические.

Гравитационные илоуплотнители предназначены для уплотнения осадка при его отстаивании.

При эксплуатации гравитационных илоуплотнителей необходимо:

- поддерживать режим пропорционального распределения поступающего осадка между отдельными сооружениями и обеспечивать равномерную его подачу на илоуплотнители и выгрузку из них уплотненного осадка;

- контролировать расход и влажность поступающего и уплотненного ила, содержание взвешенных веществ в иловой воде, продолжительность пребывания уплотненного осадка в илоуплотнителе;

- очищать водосливы сборных лотков иловой воды от задерживающихся на них загрязнений;

- при периодическом выпуске уплотненного ила из вертикальных илоуплотнителей задвижки (затворы) следует открывать постепенно, не допускать проскока иловой воды в уплотненный ил;

- производить очистку и техническое обслуживание илоуплотнителя с его опорожнением не реже одного раза в три месяца.

При отведении иловой воды с илоуплотнителей на сооружения биологической очистки необходимо предусматривать увеличение нагрузки по аммонийным соединениям на них. Рекомендуется обеспечивать равномерную подачу иловой воды на сооружения биологической очистки путем использования промежуточных накопителей и усреднения.

Для предотвращения выделения запахов при эксплуатации илоуплотнителей допускается обработка осадка известью. При уплотнении осадка первичных отстойников использование флокулянтов не рекомендуется.

При нормальном режиме эксплуатации уплотнителей сброженного осадка содержание взвешенных веществ в иловой воде не должно превышать $1,5 \text{ г/дм}^3$, а влажность сброженной смеси осадка и избыточного активного ила 95,5 %. При превышении содержания взвешенных веществ в иловой воде более 3 г/дм^3 рекомендуется производить отключение уплотнителя с последующим его опорожнением, очисткой от осадка и повторным включением в эксплуатацию с уменьшенной в два раза нагрузкой с дальнейшим выходом на нормальный режим эксплуатации.

7.5.3 Сооружения динамического сгущения

Сооружения динамического сгущения осадка предназначены для его уплотнения при использовании механического оборудования: шнековых, барабанных, дисковых, ленточных илоуплотнителей, центрифуг, а также при выдерживании осадка в емкостных сооружениях с механическим перемешиванием и флотационных илоуплотнителях.

При эксплуатации флотационных илоуплотнителей необходимо:

- обеспечивать, по возможности, равномерную подачу осадка на них и пропорциональное распределение его между отдельными сооружениями;
- контролировать размеры пенного слоя для предотвращения избыточного выноса взвешенных веществ с иловой водой;
- вести контроль количества и влажности поступающего и уплотненного осадка, содержания взвешенных веществ в иловой воде, расхода подаваемого на флотацию воздуха;
- контролировать поверхность пенного слоя флотационных илоуплотнителей и предотвращать образование крупных пузырей воздуха из-за неисправности дросселей или чрезмерной подачи воздуха.

При эксплуатации сооружений механического сгущения осадка необходимо:

- обеспечивать дозирование реагентов в обрабатываемый осадок;
- производить эксплуатацию и техническое обслуживание механического оборудования в соответствии с требованиями инструкций;
- производить периодическую очистку емкостных сооружений не реже одного раза в месяц.

7.5.4 Метантенки

Метантенки предназначены для анаэробной стабилизации осадка сточных вод путем его сбраживания и получения биогаза. Чаще всего в метантенках сбраживается осадок первичных отстойников или активный ил, или их смесь.

Эффективность работы метантенков оценивается по удельному выходу биогаза на единицу объема сброженного осадка и содержанию метана в биогазе.

Эксплуатация метантенков может производиться в мезофильном (от 32 до 35 °С) или термофильном (от 52 до 55 °С) режиме сбраживания. Термофильное сбраживание отличается от мезофильного большей интенсивностью и заканчивается примерно в два раза быстрее. Выбор режима сбраживания производится на основании данных о составе осадка, технико-экономических расчетов с учетом технических решений, принятых в проектной документации.

Перевод метантенков с мезофильного процесса на термофильный следует производить путем увеличения температуры до нужной величины в течение периода от восьми до десяти суток.

При эксплуатации метантенков необходимо:

- обеспечивать установленные дозу и режим загрузки осадка, продолжительность сбраживания, режим перемешивания сбраживаемого осадка с целью недопущения образования корки на поверхности метантенков;

- обеспечивать стабильность температурного режима сбраживания, не допуская колебания температуры более чем на 1 °С;

- вести учет количества подаваемых и выгружаемых осадков, выделяющегося газа, определять его качественный состав;

- периодически промывать трубопроводы отведения иловой воды для предотвращения образования отложений в них;

- контролировать температуру, влажность, зольность, химический состав органических веществ осадков (углеводы, жиры, белки); проводить анализ иловой воды из метантенка (содержание летучих жирных кислот, щелочность, содержание аммонийного азота, рН);

- вести постоянный учет количества выделяющегося газа, определять его качественный состав (не реже одного раза в неделю), следить за давлением в газопроводе и газовом пространстве;

- вести систематический учет количества, подаваемого на обогрев метантенков пара с регистрацией давления и температуры, измерять температуру бродящей массы осадка;

- поддерживать в исправном состоянии и проводить техническое обслуживание устройств по обработке биогаза, газгольдеров, факелов, оборудования по использованию биогаза;

- поддерживать в исправном состоянии устройства для перекачки осадка, иловой воды, устройства для перемешивания осадка, теплообменников, шиберов, задвижек, средств контроля и автоматизации,

проводить их техническое обслуживание в соответствии с инструкциями изготовителей;

– соблюдать требования взрывобезопасности и пожарной безопасности при работе с оборудованием, предусматривающим получение и использование горючих газов.

Нормальный процесс брожения в метантенках обеспечивается:

1) соблюдением установленной нормы суточной загрузки свежим осадком и поддержанием постоянной установленной температуры в метантенке;

2) регулярным перемешиванием осадка для быстрого заражения свежей порции сброженным осадком; перемешивающие устройства должны пропустить весь объем бродящей массы в метантенке в течение 5–10 ч;

3) регулярной выгрузкой хорошо сброженного осадка с замером его количества.

Замер суточной загрузки осадка в метантенках производится в дозирующих камерах специальными измерительными устройствами или с помощью индукционных расходомеров (ИР), устанавливаемых на илопроводах. Суточная доза может быть также проверена путем замера высоты уровня осадка в метантенках после выгрузки и загрузки свежего осадка. Такой прием замера особенно удобен для метантенков с подвижным (плавающим) перекрытием.

Влажность осадка, поступающего в метантенки, определяется по пробе, отбираемой во время загрузки, а сброженного осадка – в период выгрузки.

Перед загрузкой производится выгрузка сброженного осадка в количестве, равном объему загружаемого. Крупные метантенки выгружаются и загружаются непрерывно.

Содержимое метантенков перемешивается механическими мешалками, иловыми циркуляционными насосами, гидроэлеваторами или паровыми эжекторами, которые одновременно подают пар для подогрева осадка.

Выделяющийся в процессе брожения газ должен иметь беспрепятственный выход в горловину и газопровод. Нельзя допускать заполнения газового пространства у газопровода плотной коркой осадка, а также скопления конденсата в газопроводе, что может быть причиной образования водяного затвора, затрудняющего выход газа.

Для контроля следует регулярно измерять давление газа в газопроводе и в газовом пространстве метантенка с помощью постоянно установленных манометров.

Необходимо постоянно учитывать выход газа. Количество и состав газа – важнейшие показатели, по которым судят о ходе процесса брожения и об эксплуатационном режиме метантенка. Данные учета должны быть пересчитаны на температуру 20 °С при барометрическом давлении 101,3 кПа.

Качественный состав газа должен определяться не реже одного раза в неделю, при этом пробы газа берутся из общего газопровода и из отдельных метантенков. Следует ежедневно замерять температуру сбраживаемого осадка, желательно автоматически – путем установки в метантенках, например, термометров сопротивления. Количество поданного в метантенк пара и его давление или количество горячей воды и ее температуру надо систематически ежесуточно регистрировать.

Норма расхода пара или воды исчисляется на 1 м³ загруженного осадка фактической влажности.

Технологический контроль процесса брожения в метантенке заключается в следующем в учете:

1) загружаемого и выгружаемого осадка по сухому и беззольному веществу, а также химического состава осадка (жиров, белков и углеводов);

2) количества газа и характеристики его состава: (СН₄, СО₂, Н₂, Н₂С). При кислотном брожении количества СО₂ может повыситься до 50 % при наличии значительного количества Н₂С. Состав газа зависит также от состава сбраживаемого осадка. Анализы газа следует производить регулярно не менее трех-четырех раз в месяц в пусковой период, а также в тех случаях, когда газ используется для нагревания метантенков или в газовых двигателях;

3) характеристики иловой воды – количества летучих жирных кислот, азота аммонийных солей, щелочности. Если иловая вода передается из метантенков в другие сооружения, то определяют также содержание взвешенных веществ и БПК₅. Измерения качества иловой воды производятся один-два раза в неделю.

4) сравнения химического состава свежего и сброженного осадков.

При эксплуатации метантенков возможны нарушения нормальной их работы:

- резкое падение выхода газа с единицы загружаемого осадка;
- повышение количества летучих жирных кислот и резкое увеличение содержания СО₂ в выделяющемся газе, образование пены;
- образование плотной корки внутри метантенков, создающей осложнения для выхода газа.

Причины, нарушающие нормальный процесс брожения осадка:

- превышение процента загрузки свежего осадка против проектного или установленного опытом оптимального режима эксплуатации метантенков;
- резкие колебания температуры брожения;
- поступление значительных количеств токсических веществ, угнетающих микробную флору метанового брожения;
- большое скопление органических веществ, не подвергающихся метановому брожению, и песка.

Удаление иловой воды способствует снижению влажности сбрасываемой смеси, увеличению времени пребывания твердой фазы осадка в метантенке способствует большему проценту его распада. Иловая вода удаляется системой труб, располагаемых в различных по высоте метантенка уровнях, и направляется на иловые площадки или снова на очистку, главным образом, в часы наименьшего притока сточных вод на очистную станцию.

Работа операторов, обслуживающих метантенки, должна быть организована так, чтобы все работы эксплуатационного характера, а также ремонтные работы выполнялись в дневное время. При большом количестве метантенков в вечерние и ночные часы можно производить лишь выгрузку и загрузку осадка для получения равномерного поступления газа.

Все трубопроводы должны быть окрашены в различные цвета в соответствии с их назначением. Условные обозначения следует вывешивать на видных местах.

7.5.5 Аэробные стабилизаторы

Аэробные стабилизаторы предназначены для стабилизации избыточного активного ила или смеси избыточного активного ила и сырого осадка в аэробных условиях.

При эксплуатации аэробных стабилизаторов необходимо:

- обеспечивать установленные режим загрузки осадка, продолжительность стабилизации, режим подачи воздуха на аэрацию;
- обеспечить измерение температуры осадка, концентрации растворенного кислорода в аэробном стабилизаторе;
- поддерживать концентрацию растворенного кислорода в стабилизируемом осадке не менее $1,0 \text{ мг/дм}^3$, интенсивность аэрации – не менее $6 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;
- поддерживать в исправном состоянии и обеспечивать эксплуатацию аэрационного оборудования.

Продолжительность аэробной стабилизации следует принимать с учетом температуры обрабатываемого избыточного активного ила или смеси избыточного активного ила и сырого осадка. Продолжительность аэробной стабилизации следует уточнять в процессе пуска наладочных работ и указывать в инструкции по эксплуатации сооружений с учетом влияния температуры.

При температуре обрабатываемого избыточного активного ила или смеси избыточного активного ила и сырого осадка ниже $5 \text{ }^\circ\text{C}$ проводить аэробную стабилизацию не рекомендуется. В зимний период необходимо утеплять стабилизаторы и подогревать осадок.

7.5.6 Сооружения механического обезвоживания

Механическое обезвоживание осадков предназначено для снижения влажности. Обеспечение заданного снижения влажности осуществляется на центрифугах, ленточных, камерных и шнековых фильтр-прессах, гидравлических прессах.

При эксплуатации установок по механическому обезвоживанию необходимо выполнять требования, установленные в инструкциях производителей.

Осадки, подаваемые на механическое обезвоживание, должны быть предварительно обработаны (уплотнены, кондиционированы коагулянтами и(или) флокулянтами). Выбор реагентов и определение их доз проводится на основании проектной документации и уточняется при проведении пусконаладочных работ и производственных испытаний.

При эксплуатации центрифуг необходимо:

- поддерживать заданный режим подачи осадков и дозирования растворов флокулянтов;
- контролировать расход и влажность поступающих на центрифуги осадков, и расход и концентрацию раствора флокулянта;
- контролировать расход и влажность получаемого кека, расход и качество фугата, по данным наблюдений, измерений и определений корректировать режим работы центрифуги.

При периодической работе центрифуг их необходимо промывать после окончания рабочей смены в течение 10–15 мин. При непрерывной эксплуатации промывку допускается не производить.

Для уменьшения нагрузки на центрифугу осадок следует предварительно уплотнять. При высоких содержаниях в кеке песка необходимо уменьшить частоту вращения сливного цилиндра.

Технологическая оценка работы центрифуг заключается в оценке производительности объема переработанного осадка, отнесенного к единице времени, эффективности задержания сухого вещества и объема кека.

Для повышения эффективности работы могут быть использованы неорганические реагенты и коагулянты.

При эксплуатации фильтр-прессов необходимо:

- поддерживать заданный режим подачи осадков, растворов реагентов и технической промывной воды;
- контролировать расход и влажность поступающего на фильтр-прессы осадка;
- контролировать расход и влажность получаемого кека, расход и качество фильтрата, расход подаваемой на промывку и отводимой промывной воды;

– контролировать параметры фильтропрессования (продолжительность фильтроцикла, продолжительность выгрузки);

– по данным наблюдений, измерений и определений корректировать режим работы фильтр-прессов.

При эксплуатации фильтр-прессов, промываемых фильтратом, контроль подачи и отведения промывной воды не производится.

При эксплуатации вакуум-фильтров необходимо:

– поддерживать режим работы воздуходувок и вакуум-насосов, с обеспечением режима вакууммирования в зоне фильтрации и режима избыточного давления в зоне сушки вакуум-фильтров, промывки и отдувки фильтровальной ткани;

– контролировать расход и давление промывной воды и воздуха, расхода ингибированной соляной кислоты, величины вакуума в вакуум-фильтрах, расход промывной воды к вакуум-насосам;

– контролировать расход поступающего на вакуум-фильтры осадка и отводимого кека;

– контролировать расход и качество фильтрата, отводимого от вакуум-фильтров, и общий расход фильтрата и промывной воды;

– по данным наблюдений и измерений корректировать режим эксплуатации вакуум-фильтров.

Устойчивая работа вакуум-фильтров достигается при удельном сопротивлении $R = 20 \dots 100 \cdot 10^{-10}$ см/г, которое достигается путем обработки реагентами, дозами, устанавливаемыми экспериментальным путем. Нормальная работа зависит от величины вакуума (для осадка первичных отстойников – 50–65 кПа, для уплотнителей – 40–50 кПа для смеси осадков – 40–65 кПа).

Перед пуском вакуум-фильтры должны быть смочены чистой водой. После каждой остановки фильтров ткань должна быть промыта водным раствором моющих средств и очищена от остатков осадка.

При недостаточной эффективности регенерации ткани при промывке водным раствором моющих средств рекомендуется ее промывка раствором ингибированной соляной кислоты. При обнаружении порывов фильтровальную ткань необходимо зашить, не снимая с вакуум-фильтра.

Работа вакуум-фильтров оценивается величиной производительности аппарата – количеством осадка по сухому веществу, снятым с 1 м² поверхности фильтра за один час, для чего периодически определяется влажность кека. Качество и количество фильтрата необходимо учитывать с целью более полного анализа работы отстойника-уплотнителя, куда его передают для интенсификации процессов уплотнения сброженного осадка. Периодически и при необходимости выполняется санитарно-бактериологический анализ сброженных осадков.

В технологическом отчете о работе вакуум-фильтров указываются основные технические данные по каждому фильтру: скорость вращения барабана, величина вакуума, вид и чистота обработки фильтровальной ткани.

7.5.7 Площадки компостирования

Площадки компостирования предназначены для получения компоста из осадков сточных вод.

Для компостирования рекомендуется использовать наполнители из торфа, опилок, созревшего компоста, щепы, измельченной соломы, листвы, коры, их отходов, подверженных биологической деструкции. Количество наполнителей принимается в соответствии с требованиями ТКП [20].

Укладку осадка и наполнителя на обвалованную площадку с твердым покрытием следует производить слоями от 0,25 до 0,5 м на подготовку из слоя наполнителя.

Для аэрации штабеля или валки компостируемой смеси необходимо осуществлять ворошение с периодичностью не реже чем один раз в месяц с использованием средств механизации. При проведении компостирования на специальных площадках, оснащенных системами принудительной аэрации, ворошение допускается не производить.

При эксплуатации площадок компостирования необходимо:

- перемешивать смесь в установленные интервалы времени;
- контролировать температуру и влажность смеси, длительность процесса тестирования и качество созревшего компоста;
- в холодный период утеплять штабеля смеси слоем наполнителя;
- при принудительной аэрации штабелей контролировать работу воздуходувок и систем распределения воздуха.

7.5.8 Термическая сушка

Установки для термической сушки осадков предназначены для снижения их влажности (в среднем до 20–30 %).

Установки для термической сушки и сжигания осадков должны обеспечивать получение из механически обезвоженных осадков сыпучего материала заданной влажности. Термическую сушку осадков осуществляют в сушилках различного типа: с непрямой и прямой передачей теплоты от теплоносителя осадку.

Эксплуатацию установок термической сушки следует производить в соответствии с требованиями, установленными в инструкциях производителей и проектной документации.

При эксплуатации установок термической сушки осадка следует соблюдать меры взрывобезопасности и пожарной безопасности.

При эксплуатации оборудования для сушки осадка необходимо:

- наблюдать за работой сушилок, производить необходимую корректировку параметров системы;
- вести контроль и учет обезвоженного и высушенного осадка, фиксировать количество топлива и количество сжатого воздуха, температуру топочных газов на входе и выходе;
- содержать все узлы и механизмы, а также приборы КИП в целости и исправности;
- обеспечивать подачу заданного количества осадка и своевременный отвод высушенного осадка;
- не допускать повышения температуры газов сверх допустимых значений.

При оценке работы сушилок определяются затраты тепла на испарение влаги, фиксируется температура газов на входе и выходе.

7.6 Эксплуатация лотков и трубопроводов очистных сооружений

Вследствие колебаний расходов сточных вод и их качества в течение суток и неравномерного выпуска ила меняющегося качества, происходит заиливание самотечных лотков, напорных и безнапорных илопроводов.

Иногда длина напорных илопроводов достигает нескольких десятков километров. Во избежание загнивания осадков лотки необходимо систематически очищать от отложений и промывать технической водой, а задвижки, шиберы, регулирующие и измерительные водосливы осматривать и поддерживать в рабочем состоянии операторами соответствующих сооружений (отстойников, аэротенков и других).

Напорные илопроводы при проектировании разбиваются на ремонтные участки длиной не более 1–2 км с устройством выпусков. Для промывки применяется техническая вода.

Наиболее вероятно засорение илопроводов для транспортировки сырых, содержащих жиры и песок, осадков из первичных отстойников.

Промывка илопроводов ведется при скоростях воды не менее 1–1,5 м/с, причем объем промывной воды должен составлять, как минимум, 5–10 вместимостей илопровода. Например, на промывку 1 км трубопроводов диаметром 300 мм (площадь живого сечения 0,07 м²) требуется 35–70 м³ воды.

Во избежание образования засоров перерывы в подаче ила по напорным илопроводам, особенно большой протяженности, крайне нежелательны. Выходы из напорных илопроводов следует держать открытыми, направляя ил в одну из свободных карт иловых площадок.

В случае засорения напорного илопровода место засора определяется по показаниям манометров, устанавливаемых в контрольных колодцах. На участке, где возникло засорение, обнаруживается аномально большой

перепад давлений. Ликвидация засора производится по методике аналогично сетям водоотведения.

При эксплуатации предусматривается замер давлений в контрольных точках илопроводов.

ППО и ППР илопроводов включают регулярный обход трасс, технический осмотр и ремонт арматуры в колодцах (задвижки на переключениях, вантузы, выпуски, патрубки для установки манометров).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Ануфриев, В. Н.** Эксплуатация водозаборных скважин : метод. пособие / В. Н. Ануфриев. – Минск : БНТУ, 2002. – 24 с.
- 2 **Жмаков, Г. Н.** Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения : учеб. / Г. Н. Жмаков. – М. : Инфра-М, 2009. – 235 с.
- 3 **Жмур, Н. С.** Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – М. : АКВАРОС, 2003. – 512 с.
- 4 **Курганов, А. М.** Гидравлические расчеты систем водоснабжения и водоотведения : справочник / А. М. Курганов, Н. Ф. Федоров ; под общ. ред. А. М. Курганова. – 3-е изд. – Л. : Стройиздат, Ленингр. отд-е, 1986. – 440 с.
- 5 **Курганов, А. М.** Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения : учеб. пособие / А. М. Курганов. – М., СПб. : АСВ, С-БГАСУ 1998. – 246 с.
- 6 **Новикова, О. К.** Обработка осадков сточных вод : учеб.-метод. пособие / О. К. Новикова. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 96 с.
- 7 Нормы времени на техническое обслуживание и ремонт водопроводных и канализационных сооружений, утв. приказом М-ва жил.-коммун. х-ва Респ. Беларусь № 82 от 26 апреля 2006 г.
- 8 Обработка осадка сточных вод: полезный опыт и практические советы // Издатель и авторское право 2012: Проект по городскому сокращению эвтрофикации (Project on Urban Reduction of Eutrophication, PURE) через Комиссию по окружающей среде Союза балтийских городов, Vanha Suurtori 7, 20500 Turku, Finland (Финляндия). – 125 с.
- 9 Особенности эксплуатации установок внутрислоевого обезжелезивания воды / С. И. Круглик [и др.] // Водоснабжение и сантехника. – № 7. – 2003. – С. 13–16.
- 10 **Пойта, Л. Л.** Эксплуатация систем водоснабжения и водоотведения : конспект лекций / Л. Л. Пойта. – Брест : БГТУ, 2003. – 108 с.
- 11 Положение о порядке приемки в эксплуатацию объектов строительства, утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 06.06.2011 № 716 : в ред. постановления Совмина от 22.05.2017 № 377. – 9 с.
- 12 **Порядин, А. Ф.** Водозаборы в системах централизованного водоснабжения / А. Ф. Порядин. – М. : НУМЦ Гос. экологии России, 1999. – 338 с.
- 13 Правила по охране труда при эксплуатации и ремонте водопроводных и канализационных сетей : постановление М-ва жил.-коммун. х-ва Респ. Беларусь, М-ва труда и соц. защиты Респ. Беларусь от 26 апреля 2002 г. № 11/55 // Национальный реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2002. – № 60, 8/8110. – М., 2002. – 36 с.
- 14 Правила пользования системами коммунального водоснабжения и водоотведения в городах и поселках Республики Беларусь: приказ М-ва жил.-

коммун. х-ва Респ. Беларусь от 26 декабря 1995 г. № 128 // Национальный реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2001. – № 8/5273.

15 **СанПиН 10-124 РБ 99.** Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 19.10.99 № 46. – Минск, 2011. – 50 с.

16 **СанПиН.** ЗСО источников и централизованных систем питьевого водоснабжения: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 30.12.2013 № 142. – Минск, 2016. – 13 с.

17 **Софинская, О. С.** Эксплуатация систем водоснабжения и водоотведения : учеб.-метод. комплекс : в 2 ч. / О. С. Софинская. – Новополоцк : ПГУ, 2010.

18 **СТБ 2072–2010.** Монтаж наружных сетей и сооружений водоснабжения и канализации. Контроль качества работ. – Введ. 2010–09–01. – Минск : Госстандарт, 2010. – 42 с.

19 **ТКП 45-4.01-320–2018.** Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования. – Введ. 2018–10–01. – Минск : М-во archit. и стр-ва Респ. Беларусь, 2018. – 68 с.

20 **ТКП 45-4.01-321–2018.** Канализация. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования. – Введ. 2018–10–01. – Минск : М-во archit. и стр-ва Респ. Беларусь, 2018. – 80 с.

21 **ТКП 45-4.01-306–2017.** Канализационные насосные станции. Правила проектирования. – Введ. 2017–01–09. – Минск : М-во archit. и стр-ва Респ. Беларусь, 2017. – 77 с.

22 Техническая эксплуатация коммунальных систем водоснабжения и водоотведения : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1 / Г. И. Воловник [и др.]. – Хабаровск : ДВГУПС, 2008. – 194 с.

23 Техническая эксплуатация коммунальных систем водоснабжения и водоотведения : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2 / Г. И. Воловник [и др.]. – Хабаровск : ДВГУПС, 2008. – 220 с.

24 **Фрог, Б. Н.** Водоподготовка : учеб. пособие / Б. Н. Фрог, А. П. Левченко. – М. : Ассоциация строительных вузов, 2006. – 656 с.

25 **Шевелев, Ф. А.** Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб / Ф. А. Шевелев. – 5-е изд., доп. – М. : Стройиздат, 2013. – 116 с.

26 Эксплуатация систем водоснабжения и канализации : учеб. пособие / М. И. Алексеев [и др.]. – М. : Высш. шк., 1993. – 272 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

**Справочные значения параметров систем
водоснабжения и водоотведения**

Таблица А.1 – Реагенты для декольматации водозаборных скважин

| Характеристики обрабатываемых скважин | Реагенты и их композиции | Концентрации применяемых реагентов, % |
|---|--|---------------------------------------|
| Фильтр скважины и прифильтровая обсыпка кислотоустойчивы. Кольматирующие соединения представлены Fe(OH) ₃ ; FeS; FeCO ₃ ; CaCO ₃ | HCl + Na ₅ P ₃ O ₁₀ | 20–25 + 0,5–0,8 |
| | N ₂ H ₄ + 2HCl + Na ₅ P ₃ O ₁₀ | 8–10 + 0,1 |
| | NH ₃ O ₃ H + Na ₅ P ₃ O ₁₀ | 5–7 + 0,1 |
| | Na ₂ S ₂ O ₄ + Na ₅ P ₃ O ₁₀ | 6–8 + 1,0 |
| | NH ₂ SO ₃ H | 7–10 |
| Фильтр скважины и прифильтровая обсыпка устойчивы к разбавленной кислоте. Кольматирующие соединения представлены Fe(OH) ₃ ; FeS; FeCO ₃ ; CaCO ₃ | HCl + Na ₅ P ₃ O ₁₀ | 5–10 + 2,5 |
| Фильтр и прифильтровая обсыпка неустойчивы к кислоте. (Обсыпка содержит известковые включения). Кольматирующие соединения представлены Fe(OH) ₃ ; FeS; FeCO ₃ ; CaCO ₃ | Na ₅ P ₃ O ₁₀ | 5–8 |
| | (NaPO ₄) ₆ | 5–8 |
| Фильтр и прифильтровая обсыпка неустойчивы к кислоте. Кольматирующие соединения с преобладанием Fe(OH) ₃ | Na ₂ S ₂ O ₄ | 5–10 |
| | Na ₅ P ₃ O ₁₀ | 1 |

Таблица А.2 – Значение коэффициента К для соляной кислоты и дитионита натрия

| Реагент | Концентрация, % | К _с |
|-----------------|-----------------|----------------|
| Соляная кислота | 5,0 | 20,5 |
| | 10,0 | 10,2 |
| | 20,0 | 5,1 |
| | 27,0 | 3,1 |
| Дитионит натрия | 5,0 | 16,3 |
| | 8,0 | 11,6 |

Таблица А.3 – Расход кислоты HCl концентрацией 25 % для декольматации 1 п. м. фильтра

| Внутренний диаметр обрабатываемого фильтра, мм | Расход кислоты HCl, л | |
|--|---|--|
| | для обработки скважин периодически подвергавшихся реагентным обработкам | для обработки скважин находившихся длительное время в эксплуатации без декольматации |
| 100 | 30 | 100 |
| 150 | 45 | 125 |
| 200 | 60 | 150 |
| 250 | 80 | 180 |
| 300 | 100 | 200 |
| 350 | 150 | 250 |

Таблица А.4 – Допустимые давления на поверхность фильтра при импульсивной регенерации водозаборных скважин

| Тип каркаса | Тип водоприемной поверхности | Допустимые значения давления на фронте ударной волны, МПа |
|----------------------------|---|---|
| Трубчатый | Без дополнительной водоприемной поверхности | 60 |
| | Проволочная | 50 |
| | Штампованный лист толщиной 0,8–1,0 мм | 20 |
| | Сетчатая | 10 |
| Каркасно-стержневой | Без дополнительной водоприемной поверхности | 40 |
| | Проволочная | 30 |
| | Штампованный лист толщиной 0,8–1,0 мм | 20 |
| | Сетчатая | 10 |
| Штампованный стальной лист | Без дополнительной водоприемной поверхности | 30 |
| | Проволочная | 30 |

| | | |
|--|----------|----|
| | Сетчатая | 10 |
|--|----------|----|

Таблица А.5 – Значения коэффициентов *m* и *n*

| Группы воды (по качеству) | Индекс насыщения <i>J</i> | Коэффициент | |
|--|---------------------------|-------------|-----------|
| | | <i>n</i> | <i>m</i> |
| Слабominерализованные воды с незначительным содержанием растворенного железа и органики | -0,2 ... +0,2 | 4,4–2,3 | 0,5 |
| То же с содержанием железа и органики менее 3 мг/л | -0,2 ... -1,0 | 6,4–2,3 | 0,5 |
| Коррозионные воды с содержанием железа более 3 мг/л, хлоридов и сульфатов не более 100–150 мг/л | -1,0 ... -2,5 | 11,6–6,4 | 0,4–0,5 |
| То же с содержанием хлоридов и сульфатов более 500–700 мг/л | Менее 0 | 18,0–11,6 | 0,35–0,4 |
| Вода с большой временной и малой постоянной жесткостью, коррозионные воды с плотным остатком более 2000 мг/л | Более +0,8 | 32,0–18,0 | 0,25–0,35 |

Таблица А.6 – Методы обезжелезивания

| Методы | Варианты | Важное воздействие или подварианты |
|------------------------------------|--|--|
| Обогащение кислородом | Открытая аэрация (упрощенная или интенсивная) | Обогащение кислородом; удаление растворенных газов: диоксида углерода (повышение pH), сероводорода, метана |
| | Напорная аэрация (одно- или двухступенчатая) | Обогащение кислородом |
| | Аэрация техническим кислородом | Обогащение кислородом |
| Реагентная обработка | Щелочные реагенты | Известь (известковое молоко, известковая вода), едкий натр, сода |
| | Сильные окислители | Перманганат калия, озон |
| | Коагулянты | Синтетические полимеры, неорганические коагулянты |
| Осаждение, коагуляция, отстаивание | Отстойники, осветлители со слоем взвешенного осадка, сооружения с рециркуляцией осадка | Раздельные или комбинированные сооружения для смешения воды с реагентами, хлопьеобразования, а также отстаивания в различном строительном исполнении |
| Фильтрование | Типы фильтров | Однослойные фильтры Многослойные фильтры |

| | | |
|--|------------------------------|--|
| | | Сухие фильтры |
| | Конструктивные типы фильтров | Открытые фильтры. Закрытые (напорные) фильтры |

Окончание таблицы А.6

| Методы | Варианты | Важное воздействие или подварианты |
|------------|-----------------------------|--|
| Фильтрация | Организация работы фильтров | Параллельная работа. Последовательная работа (две отдельные ступени фильтрации или двухступенчатый фильтр) |
| | Фильтрующий материал | Инертный материал (например, кварцевый песок). Щелочной материал (например, полубоженный доломит, карбонат кальция и др.) |

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

Инструкция по охране труда при эксплуатации и ремонте водопроводных и канализационных сетей

СОГЛАСОВАНО:

Протокол заседания профкома

№ _____

« ___ » _____ 20__ г.

УТВЕРЖДЕНО:

« ___ » _____ 20__ г.

И Н С Т Р У К Ц И Я

по охране труда при эксплуатации и ремонте
водопроводных и канализационных сетей

№ _____

Глава 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

1. К самостоятельной работе по эксплуатации и ремонту водопроводной и канализационной сетей допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста, и прошедшие:

- соответствующую профессиональную подготовку, в том числе по вопросам охраны труда, имеющие удостоверение по охране труда;
- обязательный медицинский осмотр и признанные годными по состоянию здоровья;
- вводный и первичный инструктаж на рабочем месте;
- стажировку и проверку знаний по вопросам охраны труда.

Работник по эксплуатации и ремонту водопроводно-канализационной сетей (далее – работник) проходит повторный инструктаж по охране труда не реже одного раза в шесть месяцев и ежегодную проверку знаний по вопросам охраны труда и противопожарной безопасности. Работник должен иметь первую группу по электробезопасности.

2. К выполнению работ с использованием электроинструмента, ручных электрических машин допускаются работники, имеющие соответствующую квалификационную группу по электробезопасности, прошедшие обучение и проверку знаний по вопросам охраны труда при работе с электроинструментом.

3. Работник обязан:

- соблюдать Правила внутреннего трудового распорядка;
- выполнять только ту работу, которая поручена непосредственным руководителем работ;
- знать и совершенствовать методы безопасной работы;

- соблюдать технологию производства работ, применять способы, обеспечивающие безопасность труда, установленные в инструкциях по охране труда;

- использовать инструмент, приспособления, инвентарь по назначению, об их неисправности сообщать руководителю работ;

- знать местонахождение и уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения;

- немедленно сообщить руководителю работ о любой ситуации, угрожающей жизни или здоровью работающих и окружающих, несчастном случае, произошедшем на производстве;

- пройти соответствующую теоретическую и практическую подготовку и уметь оказывать доврачебную медицинскую помощь пострадавшим при несчастных случаях и дорожно-транспортных происшествиях;

- при необходимости обеспечивать доставку (сопровождение) потерпевшего в учреждение здравоохранения;

- соблюдать правила личной гигиены;

- в соответствии с характером выполняемой работы правильно использовать предоставленные ему средства индивидуальной защиты, а в случае их отсутствия или неисправности уведомить об этом непосредственного руководителя.

4. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты (далее – СИЗ) производится в соответствии с установленными нормами согласно профессий, по которым они приняты на работу. Работники при выполнении работ должны использовать СИЗ, соответствующие характеру выполняемой работы.

5. При выполнении работ в подземных сооружениях работники должны быть обеспечены следующими защитными средствами:

- газоанализаторы или газосигнализаторы;

- специальная одежда и обувь;

- предохранительные пояса с наплечными лямками для страховки и экстренной эвакуации работающего в колодцах, емкостях, резервуарах и других закрытых пространствах в случае отравления газом;

- защитные каски и жилеты оранжевого цвета;

- аккумуляторные фонари напряжением до 12 В;

- шланговые противогазы ПШ-1 с длиной шланга на 2 м больше глубины подземного сооружения, но общая длина шланга не должна превышать 12 м;

- вентиляторы с механическим или ручным приводом;

- крючки для открытия люков подземных сооружений;

- переносные знаки безопасности и защитные ограждения;

- штанги-вилки для открытия задвижек в подземных сооружениях;

- переносные лестницы.

6. Работникам запрещено появление на рабочем месте в состоянии алкогольного, наркотического и токсического опьянения, а также распитие спиртных напитков, употребление наркотических, токсических и психотропных веществ в рабочее время и по месту работы.

7. В процессе работы на работников могут воздействовать следующие опасные и вредные производственные факторы:

- возможность падения в подземные сооружения при спуске в них, а также получение ушибов при открытии и закрытии люков;
- возможность поражения электрическим током;
- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны ядовитыми и взрывоопасными газами, которые могут привести к взрыву, отравлению или ожогам работников;
- падающие предметы, материалы, заготовки;
- опасность воздействия неконтролируемых потоков воды на работающих в подземных сооружениях;
- опасность обрушения грунта при выполнении земляных работ;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенная влажность воздуха рабочей зоны;
- опасность наезда транспортных средств при работе на проезжей части улиц;
- недостаточная освещенность рабочего места;
- биологическая опасность при соприкосновении со сточными водами.

8. Курить разрешается только в специально оборудованных местах. Не допускается курение в неустановленных местах и пользование открытым огнем в местах, где производится заправка машин топливом и маслом.

9. Работник обязан оказывать содействие и сотрудничать с нанимателем в деле обеспечения здоровых и безопасных условий труда, немедленно извещать своего непосредственного руководителя или иное должностное лицо нанимателя о неисправности оборудования, инструмента, приспособлений, транспортных средств, средств защиты, ухудшении состояния своего здоровья.

10. За невыполнение данной инструкции работник несет ответственность в соответствии с законодательством Республики Беларусь.

Глава 2. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТ

11. Проверить исправность средств индивидуальной защиты, необходимых для выполнения работы, надеть специальную одежду, специальную обувь и другие средства индивидуальной защиты. Подготовить необходимые для выполнения работы СИЗ, при необходимости потребовать от руководителя работ дополнительные СИЗ и

предохранительные приспособления для выполнения работы, убедиться в их соответствии требованиям по охране труда.

12. Осмотреть и подготовить рабочее место, привести его в порядок, убрать лишние и мешающие выполнять работу предметы, расположить приспособления и инструменты в удобном для работы порядке.

13. Работать с неисправным и неправильно подобранным инструментом запрещается. К работе с электрифицированным и пневматическим инструментом допускаются работники, прошедшие специальное обучение и инструктаж по охране труда.

14. Работники, занятые на работах в подземных сооружениях, траншеях и котлованах, перед началом работ должны:

- получить у руководителя работ сменное задание (наряд-допуск);
- подготовить и проверить наличие необходимых материалов и запасных частей, а также СИЗ, приспособлений и инвентаря для обеспечения безопасного ведения работ (аккумуляторные фонари, вентилирующие устройства, газоанализаторы или индикаторы газа, ограждающие переносные устройства и т. п.);
- проверить наличие и комплектность средств, необходимых для оказания первой помощи;
- установить ограждающие конструкции, проверить их исправность и правильность установки при имевших место перерывах в работе.

15. При проведении земляных работ работник должен проверить состояние откосов, отвалов, бровок и лестниц для спуска к рабочему месту, при необходимости привести их в состояние, отвечающее нормативным требованиям. Особое внимание следует обращать на состояние элементов траншей и котлованов после выпадения атмосферных осадков.

16. Крышки колодцев и камер работники должны открывать специальным крючком, после чего крышку необходимо укладывать на безопасном расстоянии от проема, при производстве работ на проезжей части по направлению движения транспорта.

17. Перед спуском в подземные сооружения работники должны убедиться в отсутствии загазованности, для чего использовать газоанализатор или индикатор газа, а также в прочности скоб или стационарных лестниц с помощью шеста. Во избежание взрыва лампу работники должны зажечь на поверхности, вдали от открытого подземного сооружения.

Глава 3. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТЫ

18. Во время выполнения работ работник должен использовать только исправный инструмент. При выполнении газоопасных работ необходимо пользоваться только омедненным или обильно смоченным солидолом

инструментом, предотвращающим искрообразование, руководствоваться при выполнении работ инструкцией по охране труда при организации и безопасному выполнению газоопасных работ.

19. Места производства работ в условиях уличного движения должны быть ограждены. Для ограждения мест производства работ должны применять:

- штакетный барьер высотой 120 см, окрашенный в белый и красный цвета параллельно горизонтальными полосами шириной по 13 см;
- сплошные щиты высотой 120–130 см, с красной каймой шириной 25 см по контуру щита, со знаком, обозначающим производство ремонтных работ, наименование организации, ведущей работы;
- дорожные специальные переносные знаки, устанавливаемые в соответствии с Правилами дорожного движения.

20. При производстве земляных работ по периметру траншей или котлована должны быть установлены ограждения на расстоянии 200 см от краев, а со стороны возможного наезда транспорта устраивать дополнительно земляные подушки высотой не менее 50 см. При кратковременных до 1 суток работах допускается ограничиваться ограждением мест работы переносными сигнальными знаками.

21. В темное время суток по краям ограждений в верхней части должны быть вывешены габаритные фонари мощностью не менее 3 Вт.

22. При обнаружении газа в подземных сооружениях работники должны принять меры по его удалению с помощью естественного или искусственного проветривания с использованием ручных вентиляторов или вентиляционных устройств, установленных на специальных машинах.

23. Запрещается удалять газ выжиганием. После удаления газа работникам разрешается работать в подземном сооружении с постоянным нагнетанием воздуха к рабочему месту при помощи вентилятора.

24. В случаях невозможности удалить полностью газ из подземного сооружения работы должны производиться только в изолирующем противогазе ПШ-1 или ПШ-2 со шлангом, выходящим на поверхность на 200 см в сторону лаза. Работать со шлангом работнику разрешается не более 10 минут без подъема на поверхность. Работы должны вестись под постоянным контролем ответственного лица за безопасное их производство.

25. При выполнении работ по техническому осмотру и работах, связанных со спуском работников в подземные сооружения, состав бригады должен быть не менее чем из трех человек при этом:

- один из членов бригады выполняет работы в подземном сооружении;
- другой с помощью веревки или фала страхует работающего и наблюдает за ним;

- третий, работающий на поверхности, подает необходимые материалы и инструмент работающему в подземном сооружении и страхующему и наблюдает за движением транспорта.

26. Запрещается отвлекаться на другие работы до тех пор, пока работающий в подземном сооружении не выйдет на поверхность.

27. В случае спуска в подземное сооружение нескольких человек каждый из работников должен страховаться отдельным рабочим, находящимся на поверхности. При этом из состава работающих назначается ответственное лицо за безопасность ведения работ.

28. Приступать к выполнению работ по ремонту действующего водопровода работники должны после отключения ремонтируемого участка путем закрытия задвижками и вентилями с обеих сторон.

29. Работники должны повесить на вентилях, отключающих подлежащий ремонту участок предупредительный плакат «Не включать – работают люди».

30. Перед началом ремонтных работ работники должны убедиться в отсутствии давления в трубопроводе. При сборке соединения водопроводов с фланцевой арматурой и между собой работник не должен проверять совпадение болтовых отверстий во фланцах пальцами, при этом надо использовать специальные оправки.

31. Трубы, детали и трубные заготовки не допускается прислонять к стене, они должны быть уложены горизонтально. При укреплении раковин, умывальников и моек необходимо их надежно удерживать до закрепления. Устанавливая ванны, работники должны следить за тем, чтобы не были прижаты пальцы рук к стене.

32. Перед выполнением работ по испытанию и опробованию водопроводов работник должен:

- знать способы удаления воздуха из системы, порядок постепенного повышения и снижения давления;
- убедиться в исправности манометров, правильной и надежной установке задвижек;
- проверить крепление фундаментных блоков, состояние изоляции и заземление электрической части оборудования, наличие и исправность ограждений, контрольно-измерительных приборов;
- закрыть доступ посторонним лицам в зону проведения испытаний.

33. Не допускается при испытаниях систем водоснабжения выполнение ремонтных работ арматуры и других либо работ кроме обтяжки фланцев, не допускается наносить удары по водопроводу и арматуре и находиться против заглушек испытываемой трубы. Давление в системе следует увеличивать постепенно и равномерно с постоянным контролем за показаниями приборов и работой испытываемой системы водоснабжения.

34. Наружный осмотр трассы сетей водоснабжения и канализации без открывания колодцев производит один работник, который должен находиться в сигнальном жилете, иметь крючок и знак ограждения. Осмотр трассы сетей с открыванием крышек колодцев выполняет бригада в составе двух человек, оснащенная приспособлениями для очистки верха колодцев и открывания крышек, аккумуляторными фонарями, знаками ограждения, сигнальными жилетами.

35. При осмотрах запрещается работникам спускаться в подземные сооружения и пользоваться для освещения открытым огнем, для чего необходимо пользоваться аккумуляторным фонарем или переносным освещением напряжением не выше 12 В во взрывобезопасном исполнении.

Глава 4. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ПО ОКОНЧАНИИ РАБОТЫ

36. Работник по окончании работы должен:

- обесточить механизмы и электрифицированный инструмент, использовавшийся в работе;
- привести в порядок рабочее место, закрыть люки и проемы;
- обеспечить надежность установки грузоподъемных машин и механизмов, исключить возможность их самопроизвольного перемещения;
- осмотреть места складирования строительных материалов, конструкций и оборудования, приняв необходимые меры, предупреждающие обрушение штабелей и отдельных конструкций;
- снять вывешенные предупредительные знаки и плакаты, проверить их состояние, при необходимости привести в исправное состояние;
- проверить наличие, исправность приспособлений и инвентаря, привести их в рабочее состояние и поместить в специально отведенное место.

37. Снять спецодежду и спецобувь в специально отведенном месте. При необходимости сдать в стирку или дезинфекцию весь комплект СИЗ.

38. Вымыть руки и лицо теплой водой с мылом, по возможности принять душ.

39. Обо всех недостатках, выявленных во время работы, сообщить своему руководителю работ.

Глава 5. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.

40. При возникновении аварий или ситуаций, которые могут привести к аварии и несчастным случаям, работнику необходимо:

- принять зависящие от него меры для предотвращения возникшей опасности для здоровья и жизни людей, для сохранения сооружений и оборудования:

- немедленно сообщить об этом руководителю работ.

41. При возникновении пожара вблизи места производства работ работник должен:

- прекратить работу и отключить используемое оборудование;
- немедленно сообщить о пожаре руководителю работ и в пожарную охрану, указав точное место его возникновения;
- оповестить окружающих и при необходимости вывести людей из опасной зоны;
- приступить к ликвидации пожара, используя первичные средства пожаротушения.

42. При возгорании электрооборудования следует применять для его тушения только углекислотные или порошковые огнетушители. Не направлять в сторону людей струю углекислоты или порошка. При использовании углекислотного огнетушителя во избежание обморожения не брать рукой за раструб огнетушителя.

43. При несчастном случае на производстве необходимо:

- быстро принять меры по предотвращению воздействия травмирующих факторов на потерпевшего, оказанию потерпевшему первой помощи, вызову на место происшествия медицинских работников здравоохранения;
- сообщить о происшествии ответственному лицу за безопасное производство работ или другому должностному лицу нанимателя, обеспечить до начала расследования сохранность обстановки, если это не представляет опасности для жизни и здоровья людей.

44. В случае внезапного ухудшения здоровья (усиленное сердцебиение, появление головной боли, рвоты и т. п.) необходимо прекратить работу, сообщить об этом непосредственному руководителю и обратиться в организацию здравоохранения.

45. Выполнение работ можно возобновить только после устранения причин, приведших к аварийной ситуации, и с разрешения непосредственного руководителя работ.

46. Телефоны аварийных служб:

101 – служба МЧС;

103 – скорая медицинская помощь;

104 – аварийная газовая служба.

ИНСТРУКЦИЮ РАЗРАБОТАЛ:

СОГЛАСОВАНО:

Учебное издание

НОВИКОВА Ольга Константиновна

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Учебное пособие

Редактор *А. А. Емельяненко*

Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Корректор *Т. А. Пугач*

Подписано в печать 28.12.2018 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л 12,09. Уч.-изд. л. 12,63 . Тираж 150 экз.
Зак. № . Изд. № 6.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта,
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014.
№ 2/104 от 01.04.2014.
№ 3/1583 от 14.11.2017.
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель