

## ***Тема 1. Составление последовательности пусконаладочных работ сооружений очистки природных вод, ввод сооружений в эксплуатацию***

Очистные сооружения — сложный комплекс взаимосвязанного оборудования. Специалисты произвели замеры и расчет. На заводе изготовили и собрали компоненты. Монтажники установили оборудование на объекте. Казалось бы все, но перед запуском необходим еще один важный этап — пусконаладочные работы.

Пусконаладочные работы это целый комплекс мероприятий, предшествующий вводу очистных сооружений в эксплуатацию. Обычно, пусконаладочные работы (ПНР) проводятся совместно с организацией, ответственной за эксплуатацию очистных сооружений. В ходе работ подписываются акты приемки, выявляются и исправляются недочеты в работе системы, производятся испытания оборудования в различных режимах эксплуатации. Последовательность проведения такова:

1. Проверяется соответствие оборудования технической документации.
2. Контролируется правильность сборки, монтажа и подключения.
3. Осуществляется пробный запуск оборудования на чистой воде с настройкой системы управления, автоматики, защиты и сигнализации.
4. Производится обучение и инструктаж обслуживающего персонала.
5. Производится запуск оборудования на сточной воде, осуществляются замеры показателей загрязнения на каждом этапе очистки.
6. Работоспособность оборудования подтверждается результатами анализа сточных вод и актами передачи в эксплуатацию.

Как правило, производители оборудования предлагают свои услуги по проведению пусконаладки. В этом есть преимущества и недостатки. Преимущества заключаются в том, что производитель представляя все этапы

производства может быстро найти и устранить недостатки. Ему известны все «слабые» места системы.

Недостаток состоит в том, что производитель заинтересован в успешном и скорейшем проведении испытаний. Зачастую он не уделяет должного времени на проверку соответствия оборудования документации, особенно, если организация-производитель осуществляла монтаж оборудования. Любые недостатки, обнаруженные в результате пуско-наладочных работ, влекут за собой дополнительные расходы производителя, а иногда и существенные штрафные санкции за срыв сроков запуска очистных сооружений.

Независимые организации обычно заинтересованы в объективной проверке, но время пусконаладочных работ может быть значительно больше, чем в случае с производителем оборудования.

Все выявленные недочеты в процессе проведения пусконаладочных работ фиксируются в актах, которые подписываются представителями эксплуатационников, наладчиков, производителей и монтажников.

**Под вводом объекта в эксплуатацию** предполагается получение разрешения на пакет документов, в которых содержится информация о соответствии сооружения требованиям технического регламента и проектной документации. Данное разрешение выдается органом государственного строительного надзора. Срок проверки соответствия строительного объекта составляет 1 месяц. В сдаче проектной документации участвуют представители как заказчика, так и подрядчика. Выдача разрешения осуществляется бесплатно.

### **Законодательная база**

Ввод строительного объекта в эксплуатацию осуществляется на основании следующих нормативных актов:

- Градостроительного кодекса Российской Федерации;
- Федерального закона от 29 декабря 2004 г. № 191-ФЗ «О введении в действие Градостроительного кодекса Российской Федерации»;
- Федерального закона от 27 июля 2010 г. № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг»;
- Приказа Министра России от 19 февраля 2015 № 117/пр «Об утверждении формы разрешения на строительство и формы разрешения на ввод объекта в эксплуатацию»;
- Постановления Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2013 г. № 1038 «О Министерстве строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации»;
- Постановления Правительства Российской Федерации от 16 августа 2012 г. № 840 «О порядке подачи и рассмотрения жалоб на решения и действия (бездействие) федеральных органов исполнительной власти и их должностных лиц, федеральных государственных служащих, должностных лиц государственных внебюджетных фондов Российской Федерации»;
- Постановления Правительства Российской Федерации от 6 февраля 2012 г. № 92 «О федеральном органе исполнительной власти, уполномоченном на выдачу разрешений на строительство и разрешений на ввод в эксплуатацию объектов капитального строительства»;
- Приказа Министра России от 23 мая 2016 г. № 343/пр «Об утверждении Административного регламента Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации по предоставлению государственной услуги по выдаче разрешений на ввод в эксплуатацию объектов капитального строительства, указанных в пункте 4 части 5 и пункте 1 части 6 статьи 51 Градостроительного кодекса Российской Федерации (за исключением объектов капитального строительства, в отношении которых выдача

*разрешений на строительство возложена на иные федеральные органы исполнительной власти)».*

### **Перечень документов, предоставляемый для получения разрешения**

Для ввода объекта в эксплуатацию необходимо предоставить следующий пакет документов (оригиналов или нотариально заверенных копий):

- заявление,
- паспорт,
- документы на земельный участок, такие как: соглашение об установлении сервитута, решение об установлении публичного сервитута и другие правоустанавливающие документы,
- градостроительный план земельного участка,
- разрешение на строительство,
- акт приемки объекта капитального строительства (в случае осуществления строительства, реконструкции на основании договора строительного подряда),
- акт, подтверждающий соответствие параметров построенного, реконструированного объекта капитального строительства проектной документации, в том числе требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности объекта капитального строительства приборами учета используемых энергетических ресурсов, и подписанный лицом, осуществляющим строительство,
- документы, подтверждающие соответствие построенного, реконструированного объекта капитального строительства техническим условиям и подписанные представителями организаций, осуществляющих эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения,
- схема, отображающая расположение построенного, реконструированного объекта капитального строительства, расположение

сетей инженерно-технического обеспечения в границах земельного участка и планировочную организацию земельного участка и подписанная лицом, осуществляющим строительство,

- заключение органа государственного строительного надзора,
- документ, подтверждающий заключение договора обязательного страхования гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте в соответствии с законодательством Российской Федерации об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте,
- акт приемки выполненных работ по сохранению объекта культурного наследия,
- технический план объекта капитального строительства, подготовленный в соответствии с Федеральным законом от 13 июля 2015 года № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости».

## ***Тема 2. Оценка экономичности работы насосной станции***

Основными экономическими показателями работы насосной станции являются КПД насосной станции и удельный расход электроэнергии (или условного топлива).

***Коэффициентом полезного действия насосной станции*** ( $\eta_{н.с}$ ) называют отношение полезной энергии, передаваемой перекачиваемой жидкости, к энергии, потребляемой электродвигателями всех агрегатов. Определяется этот коэффициент по формуле:

$$\eta_{н.с} = N_{п.н.с} / N_{пт.н.с}$$

где  $N_{п.н.с}$  – полезная мощность насосной станции, кВт·ч;  $N_{пт.н.с}$  – потребляемая мощность насосной станции, кВт · ч.

Если насосная станция работает равномерно в течение суток, подавая расход  $Q$ , (в  $\text{м}^3/\text{с}$ ), при напоре  $H$  (в м), то полезную мощность насосной станции можно определить по формуле:

$$N_{\text{п.н.с}} = \gamma Q H t / 10^2$$

где  $t$  – время работы насосных агрегатов. Потребляемая мощность насосной станции:

$$N_{\text{пт.н.с}} = \gamma Q H t / 10^2 \eta_a$$

где  $\gamma = \rho g$ ;  $\eta_a$  - коэффициент полезного действия насосных агрегатов.

Из последних двух выражений получим:  $\eta_{\text{нс}} = \eta_a$ . Это выражение справедливо, если на насосной станции установлены однотипные насосные агрегаты.

При ступенчатой работе полезная мощность насосной станции равна отношению суммы полезных мощностей всех ступеней работы к сумме израсходованной энергии при всех ступенях работы станции.

Вторым наиболее важным экономическим показателем работы насосной станции является *удельный расход электроэнергии* – отношение фактически израсходованного количества электроэнергии к полезной работе, совершаемой насосами за то же время.

Если расход энергии определить в кВт·ч и отнести его к полезной работе в виде произведения тысячи тонно-метров поданной воды, то удельный расход электроэнергии станет числом, именованным кВт·ч/1000 тм, равным:

$$N_{\text{уд}} = 2,724 / \eta_{\text{нс}}$$

Значением  $N_{\text{уд}}$  называют теоретической удельной нормой расхода электроэнергии.

Теоретической удельной нормой расхода электроэнергии является расход электроэнергии, кВт·ч, на подачу 1000 т перекачиваемой жидкости на высоту 1 м при режиме работы насоса и электродвигателя с максимальным КПД.

Из опыта эксплуатации насосных агрегатов известно, что электродвигатель незначительно изменяет свой КПД с течением времени и его значение можно принимать по паспорту. Зная фактическую удельную норму расхода электроэнергии, можно определить фактический КПД насоса. Сравнение определенного КПД насоса с паспортным покажет, насколько изменилась энергетическая характеристика насоса. КПД насоса необходимо определять после окончания монтажа насоса перед сдачей его в эксплуатацию, так как бывают отклонения фактического КПД насоса от паспортных данных.

Для выявления изменений КПД насоса рекомендуется периодически (на станциях I подъема – два раза в год, на станциях II подъема – один раз в год или в два года) производить испытания работы агрегата с определением энергетических характеристик насоса.

Удельная норма расхода электроэнергии является основным показателем для планирования подачи электроэнергии на питание насосной станции.

### **Тема 3. Оценка экологичности работы сооружений очистки природных вод**

Любой промышленный объект, в том числе и объекты централизованных систем водоснабжения и водоотведения населенных пунктов оказывают определенное негативное влияние на окружающую природную среду.

При эксплуатации станций и сооружений очистки природных вод возможно следующее негативное влияние на окружающую природную среду:

- сбросы очищенных и неочищенных бытовых и производственных сточных вод в водный объект;
- размещение вторичных отходов – осадков и шламов, образующихся в процессах очистки природной воды на станции;

- нормативные или аварийные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.

В наибольшей степени негативное влияние на окружающую среду в результате работы сооружений очистки природных вод может оказываться при отведении в водный объект неочищенных производственных сточных вод и при размещении шламов на иловых картах или в шламонакопителях.

В процессе очистки природных вод образуется значительное количество обводненного осадка из отстойников, промывных вод фильтров, а также сбросы загрязненной воды при опорожнении и промывки технологических сооружений различного назначения (баки реагентного хозяйства, уплотнители и сгустители осадков, РЧВ и др.). В образующихся на станции жидких отходах указанного вида содержатся, как правило, извлекаемые из природной воды загрязняющие вещества взвешенные вещества и органические соединения (обуславливающие природную мутность и цветность), металлы (соединения железа, марганца, и др.) и другие вещества, в т.ч. антропогенного происхождения. Также в отходах станций очистки природных вод содержатся вещества применяемых для очистки воды реагентов (коагулянты, флокулянты, обеззараживающие реагенты и др.).

Расчет объемов образующихся на станции очистки воды осадков может быть произведен исходя из режима сброса (выгрузки) осадка из отстойников. Состав и концентрация загрязнений в осадке определяется из баланса задерживаемых в отстойниках загрязнений, рассчитывают массовый расход (т/сут или кг/сут) по каждому виду загрязнений в отдельности. При этом учитывается расход воды, проходящий через отстойники и концентрации соответствующих загрязнений в очищаемой воде на входе и выходе из отстойника.

Аналогичным образом производится расчет массового расхода загрязнений отводимых с грязными промывными водами от фильтровальных сооружений. Следует понимать, что массовый расход загрязнений не

зависит от объемов воды удаляемой из отстойников с осадком и от объемов промывных вод фильтров.

Пример формы сводной таблицы характеристик потоков вторичных отходов станции очистки природных вод приведен в табл. 3.1.

Таблица 3.1.

Характеристики вторичных отходов водопроводных очистных сооружений

Вид отхода	Объемный расход отхода, м <sup>3</sup> /сут	Массовые расходы загрязняющих веществ	
		Загрязняющее вещество / показатель	Массовый расход, кг/сут
Осадок из отстойников	25,5	Взвешенные вещества	1020
		ХПК	85,4
		Железо, общ.	20,3
Промывная вода фильтров	1200	Взвешенные вещества	500
		ХПК	170,5
		Железо, общ.	25,7

При наличии в составе сооружений блока обработки осадков и промывных вод фильтров, при выполнении расчета массовых расходов загрязнений нужно также учитывать и реагенты используемые при сгущении или обезвоживании промывных вод осадков станции.

Минимизация негативного влияния на окружающую природную среду от работы водопроводных очистных сооружений, возможно при наличии блока обработки осадков и промывных вод станции с получением глубоко обезвоженного осадка, вывозимого с территории станции для последующей утилизации.

## ***Тема 4. Оценка качества эксплуатации наружных сетей***

### ***ВиВ***

Водопроводная сеть. Задачей эксплуатации водопроводной сети является поддержание сети в постоянной исправности и оптимального режима ее работы путем систематического обследования, производства профилактических ремонтов, своевременной замены пришедших в негодность элементов. В обязанность эксплуатационного персонала входит также постоянный контроль за использованием водой потребителями.

Все эксплуатационные работы на сети могут быть разделены на два вида: работы по содержанию сети (обследовательско-профилактические) и работы по ремонту сети.

К плановому (предупредительному) ремонту относятся работы производимые с целью предотвращения повреждений, вызываемых естественным износом. Предупредительный ремонт задвижек, пожарных гидрантов, колодцев и пр. производят один раз в 4-6 лет. Текущий ремонт заключается в исправлении случайных повреждений. Повреждения аварийного характера исправляются в экстренном порядке. К ним относятся по-, вреждения труб, выпирание заделки стыков, поломка задвижек, обратных клапанов, фасонных частей и другие неисправности, требующие прекращения подачи воды потребителям.

Повреждения аварийного характера иногда можно установить по провалам грунта или появлению воды на поверхности. При отсутствии этих внешних признаков о повреждении могут свидетельствовать: падение свободных напоров, затопление колодцев, подвалов зданий, увеличение расхода воды в проходящей рядом канализационной сети. Точно место повреждения устанавливают путем отключения отдельных участков трубопровода, осмотра соседних канализационных колодцев, по «шуму» задвижек, шурфованием и другими возможными по местным условиям способами.

Место утечки может быть определено при помощи специальных чувствительных, слуховых приборов (аквафонов, стетоскопов).

Для производства эксплуатационных работ создаются эксплуатационные и ремонтно-аварийные (дежурные) бригады из трех человек в каждую смену при трехсменном дежурстве. Ремонтно-аварийные бригады должны быть обеспечены дежурным автотранспортом.

Для поддержания пропускной способности сети рекомендуется периодически ее очищать промывкой или прочисткой специальными приборами. Имеются разнообразные конструкции таких приборов. Приборы снабжены скребками для соскабливания наростов на стенках труб и металлическими щетками для окончательной очистки поверхности трубопроводов. Скребки должны быть закреплены вразбежку с целью равномерной очистки всей поверхности трубы.

При наличии твердых бугристых или донных отложений перед скребковым прибором, на расстоянии от него не менее 1 м, пропускают режущий разрыхлитель аналогичной скребковым приборам конструкции, но с ножами вместо скребков.

Щеточные приборы представляют собой цилиндры, состоящие из шести-восьми продольных пластинок со стальными щетинами на наружной поверхности. Прибор протаскивают через участок трубопровода при помощи тросов лебедками, установленными у смотровых колодцев в концах участка. Имеются приборы, которые продвигаются под напором воды, подаваемой в прочищаемый участок.

В обязанность эксплуатационного персонала входит организация учета расходуемой потребителями воды, т.е. организация водомерного хозяйства и контроля за правилами использования водомеров. На более или менее крупных водопроводах должны быть организованы мастерская для ремонта водомеров с испытательной водомерной станцией, а также мастерская для установки и смены водомеров. В зависимости от размеров водомерного хозяйства обе мастерские могут быть объединены в одну.

В мастерской по ремонту водомеров должна быть заведена картотека с карточками на каждый водомер, являющимися паспортами водомеров.

Наблюдение за состоянием водомеров, установленных у абонентов (в цехах), производят контролеры, которые обязаны ежемесячно обходить все водомеры, снимать с них показания и отмечать все неправильности и повреждения. Снятые показания служат основанием для финансовых расчетов с абонентами.

Диспетчеризация. На всех более или менее крупных водопроводах должна быть организована диспетчерская служба — общая для водопровода и канализации или отдельные — в зависимости от мощности и сложности водопроводного и канализационного хозяйств. Диспетчерские пункты могут быть центральные, районные и на отдельных объектах.

Основными задачами диспетчерских пунктов являются обеспечение круглосуточной связи (телефонной, специальной, диспетчерской, по радио и др.) со всеми сооружениями водопровода и канализации, а также с пунктами, где производятся ремонтные работы; ведение оперативных журналов; ведение записей аварий, утечек, работ по ликвидации аварий и пр.; регулирование работы сетей (открытие и закрытие задвижек, выключение участков и т. д.); ведение журнала с записями давлений в контрольных пунктах сети, уровней воды в резервуарах, работы насосных агрегатов и пр.; оперативные распоряжения по обеспечению нормального режима водоснабжения, ликвидации повреждений и нарушений режима работы сети и сооружений, ликвидации аварий; составление ежесуточных рапортов руководителю предприятия по установленной на данном предприятии форме.

На диспетчерском пункте должны находиться схемы и планы водопроводных сетей и сооружений, а также схемы энергопитания. На схемах должны своевременно отмечаться все изменения на сети и сооружениях (закрытие и открытие задвижек, выключение участков и т. д.).

## ***Тема 5. Составление последовательности пусконаладочных работ сооружений очистки сточных вод, ввод сооружений в эксплуатацию***

Перед запуском очистного оборудования проводятся специальные подготовительные работы. Это необходимо для обеспечения оптимальных режимов работы очистных установок и достижения оптимальной работы всего оборудования для очистки стоков в соответствии с установленными нормативами. Проведением пуско-наладочных работ занимаются сертифицированные организации. Работы производятся на основании заключенного Договора на монтаж и техническое обслуживание очистных сооружений, с предоставлением гарантии качества проводимых работ. По завершении пуско-наладочной подготовки составляется акт испытания оборудования, а также заполняется технический паспорт для приёмки очистных сооружений в эксплуатацию и подписания соответствующего приемного акта.

### **Требования к проведению пуско-наладочных работ:**

- Монтаж оборудования должен проводиться по окончании строительных и отделочных работ, а также всех работ по проведению электроэнергии.
- Монтаж оборудования должен соответствовать рабочему проекту.
- Перед совокупной проверкой системы проводятся индивидуальные испытания всего смонтированного оборудования.
- Обязательна проверка всех трубопроводов и кранов на герметичность.
- По итогам проверки должен быть составлен акт освидетельствования.
- Проводят испытание оборудования без технологической нагрузки с соблюдением технических условий завода-изготовителя.
- Выявленные дефекты фиксируются в составляемом акте на индивидуальные испытания и устраняются до начала пусковых испытаний.

## **Проведение пусковых испытаний**

Если в ходе предварительной проверки были выявлены дефекты отдельных единиц оборудования, то пусковые испытания могут быть проведены только после их устранения. В перечень пусковых работ входит:

- Проверка и устранение несоответствий в кранах, трубопроводах, клапанах, заслонках.
- Проверка подачи стоков из накопительных ёмкостей.
- Проверка системы контроля уровней стоков в накопительных ёмкостях.
- Проверка работы систем автоматики.
- Проверка работы систем вентиляции.
- Регулировка параметров процесса очистки стоков, их обезвоживания, перемещения на утилизацию.

Работы производятся до достижения степени очистки установленной проектом.

Фактическая производительность оборудования также должна соответствовать проектной производительности.

## **Комплексное испытание очистных сооружений**

Пусковые работы, как правило, завершаются комплексным испытанием всего очистного оборудования, которое включает:

- Проверку работы оборудования в установленных проектом режимах.
- Проверку соответствия уровня очистки стоков значениям, требуемым в проекте.
- Выявление причин, нарушающих проектный режим функционирования очистных сооружений.
- Составление перечня мер для достижения необходимых режимов работы.
- Испытание управления оборудованием.
- Проверка сигнализации, блокировок, устройств и систем защиты.

Очистные сооружения относятся к опасным объектам, которые при неправильной эксплуатации могут не только создавать аварийные ситуации, но и наносить вред окружающей среде и сотрудникам предприятия, поэтому проведение пуско-наладочных работ надлежащим образом является важным аспектом запуска оборудования и его последующей эксплуатации.

**Ввод в эксплуатацию объекта** – это процедура, завершающая строительство или реконструкцию объекта недвижимости, произведенные на основании разрешения на строительство (реконструкцию). Документом, которым оформляется ввод в эксплуатацию объекта недвижимости является Разрешение на ввод. Оно выдается Госстройнадзором, позволяет поставить объект на кадастровый учет.

Для получения разрешения на ввод в эксплуатацию необходимо подготовить установленный законом перечень документов, пройти предусмотренные нормами права последовательные процедуры.

Два основных вида разрешений на ввод объекта в эксплуатацию – разрешение на ввод объекта в эксплуатацию после строительства и разрешение на ввод объекта в эксплуатацию после реконструкции.

Органом государственной власти, уполномоченным на выдачу Разрешений на ввод объектов в эксплуатацию в Москве является Мосгосстройнадзор (Комитет государственного строительного надзора города Москвы), в Санкт-Петербурге – Госстройнадзор Санкт-Петербурга (Служба государственного строительного надзора и экспертизы Санкт-Петербурга).

Грк РФ установлен ограниченный перечень документов, которые следует подготовить и направить в уполномоченный госорган для получения разрешения на ввод объекта в эксплуатацию.

**Документы для ввода в эксплуатацию:**

Для принятия решения о вводе оборудования в эксплуатацию необходим ряд документов:

- правоустанавливающие свидетельства на земельный участок;

- проект планировки территории при выдаче разрешения на ввод в эксплуатацию линейного объекта;
- лицензия на строительство;
- решение о приемке объекта капитального строительства;
- акт, который подтверждает соответствие параметров объекта проектной документации;
- документы о соответствии реконструированного, построенного объекта техническим условиям, подписанные представителями компаний, производящих эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения;
- схема, которая отображает расположение построенного объекта, расположение в границах земельного участка сетей инженерно-технического обеспечения;
- заключение органа госстройнадзора;
- документ о заключении договора обязательного страхования гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение в результате аварии вреда в соответствии с законодательством России;
- технический план объекта капитального строительства.

### ***Тема 6. Оценка экологичности работы сооружений очистки сточных вод, блока обработки осадков***

Чтобы дать оценку экологической безопасности объектов предприятий существует и используется классификационная номенклатура и характеристика факторов и источников техногенного воздействия на субъекты.

Классификация источников загрязнения природной среды следующая:

- вид происхождения источника – естественный или искусственный;
- место его поступления – атмосферное, морское, континентальное;
- временной признак – постоянный, разовый, случайный;
- пространственно-временной признак – фиксированный или нет.

## ***Тема 7. Характеристика дефектов наружных сетей ВиВ и сооружений на них***

Основными характерными дефектами трубопроводов наружных сетей систем водоснабжения являются:

- высокий физический износ внутренней поверхности труб и лотков колодцев;
- неправильный выбор материала труб и класса их прочности, не отвечающего фактическим внешним и внутренним нагрузкам, воздействующим на трубопровод;
- несоблюдение технологии укладки и монтажа труб;
- отсутствие необходимых мер по защите трубопроводов от агрессивного воздействия внешней и внутренней среды;
- разрушающие давления, воздействие гидравлических ударов, падение долговременной прочности; несоответствие качества труб требованиям ГОСТов и т. п.

При эксплуатации водоотводящих чаще других встречаются пять типов характерных дефектов:

- нарушения в стыках;
- дефекты внутренней поверхности труб;
- засоры различного происхождения;
- нарушение герметичности стенок;
- деформация стенок трубы:

## ***Тема 8. Обоснование выбора оборудования для диагностики технического состояния наружных сетей ВиВ. Составление методики диагностики технического состояния трубопроводных сетей ВиВ***

1. Для измерения формы и размеров трубопровода и сварных соединений, а также дефектов применяются исправные средства измерений,

имеющие поверительное клеймо и свидетельство о поверке в соответствии с требованиями Росстандарта.

2. Перечень инструментов и приборов, рекомендуемых для визуального и измерительного контроля, приведен в Инструкции по визуальному и измерительному контролю, утвержденной постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 июня 2003 года N 92 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 20 июня 2003 года, регистрационный номер 4782; Российская газета, 2003, N 120/1).

Для приборного измерительного контроля могут быть использованы любые, предназначенные для этих измерений сертифицированные и поверенные приборы.

На практике используются следующие методы контроля:

- визуальный;
- измерительный;
- акустико-эмиссионный;
- капиллярный;
- магнитный;
- ультразвуковой.

**Визуальный контроль** проводится на надземных трубопроводах. Этот метод позволяет выявить видимые дефекты: деформации, задиры, вмятины, прогибы, коррозионные язвы, изменение исходной формы, утечки. Может проводиться с применением осветительных и оптических приборов, например, прибора типа РВП для внутреннего осмотра труб, эндоскопа, лупы ЛП1-5Х и других средств. При осмотре необходимо установить исправность трубопровода и возможность его дальнейшей эксплуатации. Особое внимание следует уделять участкам трубопроводов, работающих в опасных условиях, где наиболее вероятен износ трубопроводов (целостности стыков, сдвигов между ними, целостность материала трубопровода, и т.д.).

В условиях больших городов при высокой плотности застройки визуальный осмотр подземных систем ВиВ робототехническими комплексами предпочтительней по сравнению с другими методами контроля, например, использование корреляторов, течеискателей, и т.д. Кроме обнаружения течи, ТВ-установки позволяют обследовать внутренние поверхности трубопроводов, выявлять наличие коррозионных обрастаний, размеры и характер солевых отложений, и т.д.

**Телеинспекция канализационных коллекторов** может также применяться для выявления следующих дефектов коллекторов:

- выявления мест полного разрушения верхнего свода больших коллекторов для последующего своевременного ремонта и предотвращения провалов на дорогах и в жилых районах;
- выявления мест формирующегося засора коллекторов для своевременной прочистки и предотвращение выброса канализационных стоков на улицы;
- выявления расстыковки и разрушений труб канализации для предотвращения попадания ливневых стоков в канализацию и перегрузки очистных сооружений.

**Телеинспекция водопроводных трубопроводов:**

- позволяет выявить наличие посторонних предметов, песка, проверить качество соединений труб;
- выявить закрытые колодцы и определить схемы прокладки трубопроводов (для восстановления схем утраченных инженерных коммуникаций и т.д.).

Телеинспекция позволяет исключить из планового ремонта работоспособные участки трубопровода.

**Измерительный контроль** позволяет определить геометрические размеры дефектов. Средствами контроля при этом методе являются линейки, штангенциркули, ультразвуковые толщиномеры. Особое внимание на толщину стенки следует обращать в околошовных зонах.

Замер толщины стенок трубопроводов должен производиться на участках, работающих в наиболее сложных условиях: отводах (коленах, гйбах), тройниках, врезках, местах сужения трубопроводов, перед арматурой и после нее, в местах скопления конденсата, застойных зонах, дренажах, тупиковых и временно неработающих участках, корпусах арматуры, воротниках фланцев, и т.д.

Если размер дефекта не определяется измерительным контролем, обследуемые участки подвергаются контролю неразрушающими методами.

При **акустико-эмиссионном (АЭ) контроле** диагностирование трубопровода осуществляется созданием в нём избыточного давления в несколько циклов согласно графику нагружения. Источниками АЭ являются процессы развития трещин, переход материала в пластическое состояние и т.п., а также, процессы, связанные с наличием дефектов – разрушение продуктов коррозии в полости трещины, разрушение и отслоение шлаковых включений. Источниками АЭ являются также турбулентные или кавитационные режимы движения рабочего вещества такие, как утечки через сквозные дефекты, разуплотненную запорную арматуру (заглушки). К числу дефектов, выявляемых при АЭ-контроле, относятся трещины и участки, в которых происходит коррозионное растрескивание и течи.

При АЭ-контроле выявляются развивающиеся и склонные к развитию (проявляющихся в процессе изменения нагрузки) дефекты или наличия течи, определение их местоположения и оценка степени их опасности. Количественные характеристики обнаруженных опасных дефектов такие, как размеры, ориентация и т.д. определяются при помощи дополнительных методов неразрушающего контроля в соответствии с действующей НТД. К объектам АЭ-контроля относятся линейные участки, переходы через естественные и искусственные препятствия, линейная запорная арматура, отводы, места врезок трубопроводов. Использование АЭ метода возможно на объектах находящихся в условиях напряженно-деформированного состояния под воздействием различных агрессивных сред. АЭ-контроль линейной части

трубопроводов проводится в период эксплуатации, либо при выводе объекта из эксплуатации, при проведении гидравлического или пневматического испытаний объекта контроля.

**Капиллярному контролю** подлежат трубопроводы и сварные соединения, которые были выявлены при АЭ-контроле. Данным методом выявляются дефекты, выходящие на поверхность труб (трещины, расслоения, закаты). Трубопроводы считаются годными к эксплуатации, если индикаторные следы дефектов отсутствуют.

**Магнитопорошковый контроль** применяют в тех же случаях, что и капиллярный. Этот метод позволяет выявлять поверхностные и подповерхностные трещины. При обнаружении трещин любого размера участок трубопровода должен быть забракован.

Магнитометрический контроль даёт возможность:

- диагностировать трубопроводы любого диаметра и любой конструкции;
- определять участки с дефектами металла любой природы: механические повреждения, коррозионные процессы, нарушение целостности изоляционного покрытия, дефекты сварных соединений;
- существенно сократить время полного цикла проведения работ;
- оценить работоспособность дефектных участков с расчетом периода безопасной работы и допустимого рабочего давления трубопровода, разработать предложения по режимам эксплуатации, техническому обслуживанию и реконструкции объектов.

**Ультразвуковой контроль** как дополнительный применяют по результатам визуального, акустико-эмиссионного, магнитометрического и капиллярного контроля. Ультразвуковой контроль трубопроводов включает в себя неразрушающий контроль трубопроводов, выборочный контроль без вывода систем водоснабжения и водоотведения из эксплуатации. Кроме того, этот метод применяется при проведении сертификации труб.

Ультразвуковой контроль трубопроводов позволяет выявлять дефекты, связанные с нарушением сплошности (раковины, поры, неметаллические включения, трещины, непровары и т.д.) и измерять толщину изделий.

Дефекты, обнаруженные при ультразвуковом обследовании, классифицируют на непротяжённые, протяжённые и цепочки.

К непротяжённым относятся дефекты, длина которых не превышает: 5мм – при толщине стенки труб 7,5 мм и менее, 10 мм – при  $8 \leq \delta \leq 11,5$  мм, 15 мм – при  $\delta \geq 12$ . Непротяжёнными дефектами являются одиночные поры, компактные шлаковые включения, одиночные коррозионные язвы.

К протяжённым относятся дефекты, длина которых превышает вышеуказанные значения. Протяжёнными дефектами являются одиночные удлинённые неметаллические включения и поры, непровары, трещины, коррозионные повреждения.

Цепочкой (скоплением) считают три и более дефекта.

Годными к эксплуатации считаются трубопроводы и сварные соединения, в которых отсутствуют:

- непротяжённые дефекты;
- цепочки, для которых амплитуда эхо-сигнала от любого дефекта превышает амплитуду эхо-сигнала от контрольного отражателя в стандартном образце предприятия;

Участки трубопроводов с недопустимыми дефектами отбраковываются. По результатам комплексной диагностики подземных трубопроводов составляется специальная анкета (паспорт), примерный вид которого представлен в таблице 8.1.

Таблица 8.1.

### Результаты комплексной диагностики

Рубрикатор	Содержание
Общие сведения	Наименование населенного пункта, улицы, дома, номер колодца, дата обследования
Сведения о трубопроводе	Год укладки, диаметр, протяженность, глубина прокладки, тип стыковочного узла и материал кольцевых уплотнительных

	прокладок, состояние поддерживающего основания ...
Состояние участка трубопровода (по результатам анализа)	Внешняя поверхность: цвет, наличие и характер повреждений... Внутренняя поверхность: цвет, наличие и характер повреждений...
Сведения о грунте вдоль трассы	Тип грунта: естественный местный грунт, насыпной привозной ...
Состояние окружающей среды	Цвет окружающего грунта, запах, влажность, и т.д. Место расположения трубы: под проезжей частью, под тротуаром и т.д. Близость расположения других коммуникаций и т.д. Наличие воздействий: химического, электрического, биологического и т.д.
Сведения об авариях (дефектах, повреждениях)	Тип аварий: единичные продольные трещины, круговые трещины, свищи, лучевые трещины боковой поверхности, смещение в стыках и т.д. Места дефектов или повреждений: по длине трубы, по периметру, в стыках и т.д.

## ***Тема 9. Диагностика технического состояния насосного и другого механического оборудования***

### **Средства диагностики технического состояния оборудования**

Средства диагностики технического состояния оборудования служат для фиксирования и измерения величины диагностических признаков (параметров). Для этого применяют приборы, приспособления и стенды сообразно характеру диагностических признаков и методам диагностики.

Значительное место среди них занимают электроизмерительные приборы (вольтметры, амперметры, осциллографы и др.). Они широко применяются как для непосредственного измерения электрических величин (например, при диагностике систем зажигания и электрооборудования автомобиля), так и для измерения неэлектрических процессов (колебаний, нагрева, давления), преобразованных при помощи соответствующих датчиков в электрические величины.

При диагностике механизмов наиболее часто используют: датчики сопротивления, концевые, индукционные, оптические и фотоэлектрические датчики, при помощи которых можно измерять зазоры, люфты, относительные перемещения, скорость и частоту вращения проверяемых деталей; термосопротивления, термопары и биметаллические пластины для измерения теплового состояния деталей; пьезоэлектрические и тензометрические датчики для замера колебательных процессов давления, биений, деформаций и др.

Одно из положительных качеств электроизмерительных приборов - удобство получения информации, а также в перспективе возможность ее анализа при помощи ЭВМ.

В зависимости от полноты и степени механизации технологических процессов диагностику можно проводить выборочно, только для контроля технического состояния отдельных сборочных единиц, или комплексно для проверки сложных агрегатов, таких как двигатель, и, наконец, комплексно для диагностики машины в целом.

В первом случае используются для отдельных измерений такие диагностические приборы как стетоскопы, манометры, тахометры, вольтметры, амперметры, секундомеры, термометры и другие переносные приборы. Во втором случае приборы комбинируют в виде передвижных стендов, в третьем случае - ими комплектуют пульты управления стационарных стендов.

Передвижным комплексным средством диагностики является ходовая диагностическая станция. Она может обеспечивать диагностику технического состояния автомобилей в местах их временного размещения. Компоновка ходовой диагностической станции возможна на базе прицепа достаточно большой грузоподъемности.

Основными требованиями к средствам диагностики являются: обеспечение достаточной точности замеров, удобство и простота использования при минимальной затрате времени.

Помимо различных приборов, индикаторов узкого назначения в систему диагностических средств включают комплексы электронной аппаратуры. Эти комплексы могут состоять из датчиков - органов восприятия диагностических признаков, блоков измерительных приборов, блоков обработки информации в соответствии с заданными алгоритмами и, наконец, блоков хранения и выдачи информации в виде запоминающих устройств для преобразования информации в удобный для использования вид.

### ***Методы и средства диагностического контроля насосных агрегатов***

Диагностический контроль насосных агрегатов осуществляется по параметрическим и виброакустическим критериям, а также по техническому состоянию отдельных сборочных единиц и деталей, оцениваемому при выводе насосов из эксплуатации.

Для проведения диагностических контролей используется виброаппаратура с возможностью измерения спектральных составляющих вибрации, шумомеры с возможностью измерения октавных составляющих, приборы, позволяющие определять техническое состояние подшипников качения или аналогичные им, но с большими функциональными возможностями отечественного или зарубежного производства.

Средства контроля вибрации и методы вибродиагностики должны обеспечивать решение следующих задач:

своевременного обнаружения возникающих дефектов составных частей оборудования и предотвращения его аварийных отказов;

определения объема ремонтных работ и рационального их планирования;

корректировки значений межремонтных интервалов и прогнозирования остаточного ресурса составных частей оборудования по его фактическому техническому состоянию;

проверки работоспособности оборудования после монтажа, модернизации и ремонта, определения оптимальных режимов работы оборудования.

Насосные агрегаты должны быть оснащены контрольно-сигнальной виброаппаратурой (КСА) с возможностью контроля текущих параметров вибрации, автоматической предупредительной сигнализацией и автоматическим отключением при предельно допустимом значении вибрации.

До установки контрольно-сигнальных средств контроль и измерение вибрации осуществляются портативными (переносными) средствами виброметрии. Датчики виброаппаратуры устанавливаются на каждой подшипниковой опоре.

В качестве измеряемого и нормируемого параметра вибрации устанавливается среднее квадратическое значение (СКЗ) виброскорости в рабочей полосе частот 10-1000 Гц.

Измерение значений виброскорости осуществляется в вертикальном направлении на каждой подшипниковой опоре. При этом регистрируется соответствующий режим работы насоса - подача и давление на входе.

В табл. 9.1 приведены допустимые уровни вибрации при эксплуатации центробежных насосов.

Таблица 9.1

Предельно допустимые нормы вибрации при эксплуатации насосов

Высота оси вращения ротора, мм	Среднее квадратическое значение виброскорости, мм/с
До 80	1,8
80-132	2,8
132-225	4,5
Свыше 225	7,1

У насосов, не имеющих выносных подшипниковых опор (насосы со встроенными подшипниками), вибрация измеряется как можно ближе к оси вращения ротора.

При определении шумовых характеристик измеряются в соответствии с ГОСТ 23941 уровень звука  $L_A$  (в дБА) в контрольных точках; уровень

звукового давления  $L_i$ , (в дБА) в октавных полосах частот (от 31,5 до 8000 Гц) в контрольных точках.

Приборы, применяемые для измерения шумовых характеристик, число точек измерения и измерительные расстояния определяются ГОСТ 12.1.028, технической документацией на конкретный шумомер и условиями эксплуатации диагностируемого оборудования. При определении шумовых характеристик (базовых и текущих) должны соблюдаться одинаковые условия измерений (режим работы, количество одновременно работающего оборудования и др.).

По результатам диагностических контролей принимается решение о выводе насосов в ремонт или их дальнейшего использования по назначению.

Периодичность, форма и объем регистрируемых параметров должны быть определены нормативными документами с учетом возможной ручной, автоматизированной или смешанной системы регистрации информации.

Основные причины вибрации насосных агрегатов обуславливаются механическими, электромагнитными и гидродинамическими явлениями, а также жесткостью опорных систем.

При проведении измерений необходимо попытаться разделить перечисленные источники повышенной вибрации насосных агрегатов. При наличии повышенной вибрации подшипниковых опор агрегата необходимо проверить жесткость крепления подшипниковых опор к корпусу или раме, жесткость крепления корпуса насоса и рамы двигателя к фундаменту. Повышенная вибрация в горизонтальной плоскости указывает на уменьшение жесткости в горизонтальных направлениях.

По результатам измерения вибрации для каждой контролируемой точки строится график изменения среднего квадратического значения виброскорости в зависимости от наработки. До виброскорости 6,0 мм/с график можно представить прямой линией, проведенной согласно полученным значениям вибрации. Далее график строится по значениям вибрации, соответствующим наработке насосного агрегата после

виброскорости 6,0 мм/с. График, построенный после достижения уровня вибрации 6,0 мм/с, как правило, будет располагаться под большим углом к оси абсцисс и позволит оценить время наступления предельно допустимого значения вибрации  $\tau_1$  при предельном значении виброскорости 7,1 мм/с или  $\tau_2$  - при 11,2 мм/с.

Для более достоверной оценки технического состояния и остаточного ресурса отдельных деталей или узлов рекомендуется строить также график по основным спектральным составляющим, указывающим возможные дефекты насосных агрегатов.

В процессе эксплуатации насосного агрегата его техническое состояние меняется из-за износа деталей и узлов. Наиболее распространенной и значимой причиной ухудшения характеристик насоса в процессе эксплуатации является износ деталей щелевого уплотнения рабочего колеса.

Насосные агрегаты необходимо выводить в ремонт при снижении величины напора насоса от базовых значений на 5-7 %.

Значение возможного снижения КПД относительно базового значения может уточняться для конкретного типоразмера насоса на основании экономической оценки из условия, что стоимость ремонта, при котором обеспечивается восстановление первоначального КПД, будет выше затрат, вызванных перерасходом электроэнергии из-за снижения КПД насоса.

Диагностирование состояния насосных агрегатов по параметрическим критериям допускается проводить как на основе данных, полученных по каналам телемеханики, так и на основе контрольных измерений с применением образцовых средств измерений давления, подачи, мощности, частоты вращения ротора насоса, плотности и вязкости перекачиваемой жидкости.

Измеряемые параметры и средства измерения:

давление на входе и выходе насосного агрегата измеряется штатными первичными преобразователями давления с точностью 0,6 % при использовании АСУ или образцовыми манометрами класса 0,25 или 0,4;

подача определяется по узлу учета, по объемам резервуаров с помощью переносных ультразвуковых расходомеров или другими способами;

мощность, потребляемая насосом, измеряется при помощи штатных первичных преобразователей мощности с точностью не ниже 0,6 %. При установившихся режимах для грубой оценки допускается определять мощность по счетчику потребляемой электроэнергии или вольтметру и амперметру;

частота вращения ротора замеряется датчиком частоты вращения с точностью 0,5 %;

плотность и вязкость перекачиваемой жидкости определяются по узлам учета или в химлаборатории.

Замер параметров проводится только при установившемся (стационарном) режиме перекачки.

Контроль стационарности режима осуществляется по подаче (при возможности непосредственного измерения) или по давлению на входе или выходе насосного агрегата. Колебания контролируемого параметра не должны превышать  $\pm 3\%$  от среднего значения.

Параметры измеряются при бескавитационном режиме работы насосного агрегата (контролируются при измерении вибрации и по давлению на входе в насос).

### ***Тема 10. Технические и технологические регламенты эксплуатации элементов систем ВиВ***

В процессе эксплуатации каждый сотрудник станции руководствуется своей должностной инструкцией, паспортом на отдельные аппараты и установки, регламентом на эксплуатацию отдельных сооружений и инструкциями, правилами по охране труда и техники безопасности.

Порядок эксплуатации устанавливается руководством ВКХ, оформляется приказом и регламентируется эксплуатационными инструкциями.

В таком же порядке устанавливается порядок выполнения ремонтных работ: собственными ремонтными бригадами, ремонтными службами предприятий Водоканала (водопроводных станций, станций аэрации, насосных станций и т.п.) или субподрядными специализированными организациями.

Пример содержания регламента:

Введение

1. Общая часть

1.1. Терминология

2. Общие требования

2.1. Основные положения

2.2. Ответственность за нарушение правил и регламента технической эксплуатации

2.3. Техническая документация

2.4. Инструкции

2.5. Техническая отчетность

3. Техническое содержание сети и оборудования

3.1. Планово-предупредительный ремонт. Основные положения

3.2. Надзор за состоянием и содержание сети

3.3. Текущий ремонт, профилактическое обслуживание

4. Капитальный ремонт трубопроводов и оборудования сети

5. Аварийно-восстановительный ремонт

5.1. Общие положения

5.2. Организация аварийно-восстановительных работ

5.3. Учет и анализ аварий

5.4. Порядок расследования аварий

6. Обследование режимов функционирования сети

6.1. Диагностика трубопроводов

6.2. Контроль качества питьевой воды в сети

7. Обеспечение электрозащиты

8. Подключение к сетям водоснабжения

8.1 Этапы процедуры подключения

8.2. Порядок оформления заявки на подключение

8.3 Порядок оформления договора на подключение

8.4. Присоединение к сетям

8.5 Транспортировка

8.6. Присоединение для строительных нужд

9. Согласование проектов

10. Надзор за строительством и приемка в эксплуатацию новых сетей и абонентских

вводов

11. Меры охраны трубопроводов и сооружений городской водопроводной сети

12. Анализ и оптимизация работы сети

12.1. Анализ условий работы водопроводной сети

12.2. Оптимизация работы сети
12.3. Показатели надежности трубопроводов и оборудования городской водопроводной сети
12.4. Требования к трубам городской водопроводной сети
12.5. Требования к трубопроводной арматуре
13. Учет подачи и реализации воды
13.1. Общие положения
13.2. Регламент выбора типов приборов учета холодной и горячей воды, устанавливаемой на водопроводных вводах в жилые дома
13.3. Техническая документация
13.4. Учет и контроль подачи и реализации воды
13.5. Монтаж и эксплуатация водомерных узлов
Список литературы
ПРИЛОЖЕНИЯ
Приложение 1 Перечень и периодичность работ по техническому содержанию сети и оборудования водопровода
Приложение 2 Перечень работ по дезинфекции трубопроводов питьевой воды после проведения текущего, капитального и аварийного ремонтов.

«Регламент» составлен на основании действующих нормативных и технических документов по эксплуатации централизованных систем водоснабжения и городских водопроводных сетей.

Целью настоящего «Регламента» является создание единого документа, обеспечивающего необходимыми рекомендациями и отраслевыми нормативными требованиями все основные этапы эксплуатации трубопроводов и оборудования водопроводных сетей.

Неукоснительное выполнение «Регламента» призвано обеспечивать надёжную, экономичную и эффективную работу водопроводной сети с учетом интересов обслуживаемых потребителей, охраны окружающей среды, рационального использования водных, сырьевых, энергетических и других материальных ресурсов.

## ***Тема 11. Составление технической отчетности по эксплуатации сооружений и оборудования систем ВиВ***

При организации эксплуатации любого объекта или сооружения централизованных систем водоснабжения и водоотведения населенных пунктов, эксплуатирующая организация постоянно ведет целый ряд

документов и журналов. Это называется управлением документацией по эксплуатации сооружения (объекта или оборудования).

**Эксплуатационная документация** - это техническая документация, которая в отдельности или в совокупности с другими документами определяет правила эксплуатации сооружения (объекта или оборудования) и (или) отражает сведения, удостоверяющие гарантированные изготовителем значения основных параметров и характеристик изделия, гарантии и сведения по его эксплуатации в течении установленного срока службы.

Также служба эксплуатации ведет ряд журналов, в которых регулярно регистрируются различные параметры функционирования сооружения (объекта или оборудования). Например: наработка оборудования, потребление электроэнергии, объемы перекаченной или очищенной воды, расходы реагентов, возникшие отказы оборудования и др.

Журналы могут вестись на объекте, как в бумажном, так и в электронном виде. Причем заполнение журналов, также, может происходить или в ручном режиме – сменными операторами объекта или дежурным персоналом, так и автоматически.

Пример набора производственно-технической отчетности, формируемой при эксплуатации очистных сооружений, приведен в таблице 11.1.

Таблица 11.1.

### Пример производственно-технической документации объекта

№ п/п	Наименование документации	Формат документации (бумажный /электронный)	Периодичность ведения документации	Ответственный за формирование документации	Ответственный за хранение документации	Место хранения	Срок хранения
1	Ежесменный рапорт сменного инженера	Бумажный носитель	Ежесменно	Сменный инженер	Начальник ОСК	АБК, кабинет сменных инженеров и технологов	3 года
2	Журнал учета электроэнергии	Электронный носитель	Ежесменно				3 года
3	Журнал учета количества работающего, находящегося в ремонте и резерве оборудования	Бумажный носитель	Ежесменно				3 года
5	Лист учета наработки оборудования К ЦОСиКС за сутки	Электронный носитель	Ежесменно				1 год
7	Журнал учета водоотведения средствами измерений	Бумажный носитель	Ежедневно				5 лет
8	Журнал проверки состояния дюкера илопровода	Бумажный носитель	1 раз в 7 дней	Старший мастер группы	Кабинет старшего мастера группы	3 года	
9	Журнал регистрации инструктажа на рабочем месте	Бумажный носитель	Ежеквартально			10 лет	
10	Журнал осмотров и ремонтов сооружений, оборудования и строений	Бумажный носитель	Ежемесячно			3 года	
11	Журнал регистрации инструктажа по пожарной безопасности	Бумажный носитель	Ежеквартально			10 лет	
12	Журнал учета, технического обслуживания первичных средств пожаротушения	Бумажный носитель	Ежеквартально			3 года	
15	Журнал регистрации инструктажа и проведения противопоаварийных занятий по применению средств индивидуальной защиты	Бумажный носитель	По мере необходимости			1 года	
16	Журнал трехступенчатого контроля за состоянием охраны труда	Бумажный носитель	Ежесменно			3 года	
17	Журнал корректировки выполнения объемов работ по годовому графику ППР	Бумажный носитель	По мере необходимости			3 года	
18	Журнал оценки качества труда рабочих. Копия	Бумажный носитель	Ежемесячно			3 года	

№ п/п	Наименование документации	Формат документации (бумажный /электронный)	Периодичность ведения документации	Ответственный за формирование документации	Ответственный за хранение документации	Место хранения	Срок хранения
21	Сменный рапорт машинистов насосной по перекачке ила	Бумажный носитель	Ежесменно	Машинист насосных установок по перекачке ила		Насосная по перекачке сброженного осадка	1 год
106	Журнал технологического контроля очистных сооружений (полный химический анализ среднесуточных проб)	Бумажный носитель	Согласно годового графику лабораторно-производственного контроля работы ЦОСК	лаборант химического анализа 4 р.	начальник лаборатории по контролю состава сточных вод	лаборатория по контролю состава сточных вод	5 лет
108	Журнал контроля остаточного хлора в сточной воде	Бумажный носитель	Ежедневно	инженер-микробиолог		лаборатория по контролю состава сточных вод	5 лет
109	Журнал определения илового индекса и прозрачности надилловой жидкости	Бумажный носитель	1 раз в 10 дней			лаборатория по контролю состава сточных вод	5 лет
110	Журнал регистрации результатов микробиологических анализов	Бумажный носитель	Согласно годового графику лабораторно-производственного контроля работы ЦОСК			лаборатория по контролю состава сточных вод	5 лет
111	Журнал регистрации паразитологического анализа	Бумажный носитель	1 раз в 7 дней			лаборатория по контролю состава сточных вод	5 лет
112	Журнал по гидробиологии активного ила	Бумажный носитель	Ежедневно			лаборатория по контролю состава сточных вод	5 лет
113	Журнал регистрации результатов биотестирования	Бумажный носитель	Согласно годового графику лабораторно-производственного контроля работы ЦОСК	токсиколог		лаборатория по контролю состава сточных вод	5 лет
114	Ежемесячные графики ППР оборудования с отметкой о выполнении	Бумажный носитель	Ежемесячно	Инженер 1 категории ОГМ	Главный механик	Оригинал – ОГМ, Копия – УОСК ЦОСиКС	3 года
115	Журнал осмотра средств пожаротушения	Бумажный носитель	Ежеквартально	Старший мастер ГРЭ	Старший мастер ГРЭ	Кабинет старшего мастера ГРЭ	1 год

№ п/п	Наименование документации	Формат документации (бумажный /электронный)	Периодичность ведения документации	Ответственный за формирование документации	Ответственный за хранение документации	Место хранения	Срок хранения
116	Журнал учета присвоения группы I по электробезопасности не электротехническому персоналу	Бумажный носитель	Ежегодно				10 лет
117	Журнал учета работ по нарядам и распоряжениям	Бумажный носитель	По мере необходимости				1 месяц
118	Журнал учета инструктажей по пожарной безопасности ГРЭ	Бумажный носитель	Ежеквартально				10 лет
119	Журнал профилактического технического обслуживания оборудования	Бумажный носитель	По мере необходимости				5 лет
120	Журнал трехступенчатого контроля за состоянием охраны труда ГРЭ	Бумажный носитель	Ежедневно				3 года
121	Журнал учета и содержания средств защиты ГРЭ	Бумажный носитель	Ежеквартально				3 года
122	Оперативный журнал ГРЭ	Бумажный носитель	Ежесменно	Эл. монтаж по обслуживанию и ремонту оборудования			3 года
123	Журнал приема-сдачи смены ГРЭ	Бумажный носитель	Ежесменно	Эл. монтаж по обслуживанию и ремонту оборудования			45 лет

## ***Тема 12. Порядок организации АВР на наружных сетях водоснабжения и водоотведения. Порядок организации работ в колодцах, камерах и резервуарах***

Участок трубопровода, на котором произошла авария, подлежит немедленному отключению:

- когда изливающаяся вода разрушает дорожное покрытие, трамвайные пути, приводит к остановке движения транспорта, затопляет улицу, коллекторы, сооружения метрополитена, подвалы зданий;
- при необходимости прекращения утечки воды.

В остальных случаях отключение трубопроводов выполняют перед началом работ, если такое отключение необходимо для их производства.

Уведомление абонентов о временном прекращении или ограничении водоснабжения из-за возникновения аварии и (или) устранения последствий аварии осуществляется в соответствии с Федеральным законом от 7 декабря 2011 г. № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении».

После окончания ремонтных работ проводится дезинфекция и промывка трубопровода в соответствии с СП 129.13330.

Аварией на водопроводной сети не считается выключение из работы отдельных участков, трубопроводов, сооружений или оборудования, произведенное для:

- предотвращения аварии, если при этом не была прекращена подача воды абонентам;
- снижения подачи воды абоненту при отборе воды на пожаротушение;
- проведения планово-предупредительного ремонта, дезинфекции или присоединения к действующей сети новых трубопроводов или домовых вводов с предварительным оповещением абонентов о времени и продолжительности отключения.

Каждая авария трубопровода должна быть тщательно расследована с составлением акта, установлением причин и разработкой противоаварийных

мероприятий по ее предупреждению.

Производство работ по аварийно-восстановительному ремонту сети входит в обязанности ремонтных бригад или эксплуатационного персонала (в зависимости от структуры организации).

Участки работ и рабочие места, проезды и подходы к ним в темное время суток должны быть освещены. Производство работ в неосвещенных местах не допускается.

Для работников, работающих на открытом воздухе, должны быть предусмотрены навесы или укрытия для защиты от атмосферных осадков.

Места производства работ в условиях уличного движения должны ограждаться.

Обход и осмотр трасс сетей водоснабжения и водоотведения осуществляются работниками, которые должны быть одеты в сигнальные жилеты со световозвращающими элементами (полосами).

Во время обхода и осмотра трасс сетей водоснабжения и водоотведения одним работником запрещается открывать крышки люков колодцев.

Осмотр трасс сетей водоснабжения и водоотведения с поверхности земли путем открывания люков колодцев выполняется бригадой (звеном), состоящей не менее чем из 2 работников, которые должны быть снабжены специальными ключами для открывания люков и переносными знаками-ограждениями.

Во время осмотра трасс сетей водоснабжения и водоотведения запрещается:

- 1) выполнять какие-либо ремонтные или восстановительные работы;
- 2) спускаться в колодцы;
- 3) пользоваться открытым огнем и курить у открытых колодцев.

При выполнении работ внутри объектов с ограниченным и замкнутым пространством сетей водоснабжения и водоотведения (в том числе колодцы, проходные канализационные коллекторы, емкости, камеры, метатенки) следует руководствоваться требованиями правил по охране труда при

работах в ограниченных и замкнутых пространствах, утверждаемых Минтрудом России в соответствии с подпунктом 5.2.28 Положения о Министерстве труда и социальной защиты Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 19 июня 2012 г. N 610 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2012, N 26, ст. 3528).

Работа на сетях водоснабжения и водоотведения, связанная со спуском в колодцы, камеры, резервуары и другие емкостные сооружения должна выполняться проинструктированной бригадой, состоящей не менее чем из 3 работников, из которых двое должны находиться у люка и следить за состоянием работающего и воздухозаборным патрубком шлангового противогаза.

Бригада, выполняющая работы в колодцах, камерах, должна быть обеспечена средствами коллективной и индивидуальной защиты, необходимым инструментом, инвентарем, приспособлениями и аптечкой первой помощи.

При выполнении работ, связанных со спуском в колодцы, камеры и резервуары, обязанности членов бригады распределяются следующим образом:

- а) один из членов бригады выполняет работы в колодце (камере);
- б) второй наблюдает за работающим и с помощью сигнального каната или других средств поддерживает с ним связь;
- в) третий, работающий на поверхности, подает необходимые инструменты и материалы работающему в колодце, при необходимости оказывает помощь работающему в колодце и наблюдающему, наблюдает за движением транспорта.

Запрещается отвлекать наблюдающего работника для выполнения других работ до тех пор, пока работающий в колодце (камере) не выйдет на поверхность.

В случае спуска в колодец (камеру) нескольких работников каждый из них должен страховаться работником, находящимся на поверхности.

Спуск в колодцы, камеры глубиной до 10 м разрешается вертикальным по ходовым скобам или стремянкам с применением средств защиты от падения с высоты.

При производстве работ в колодцах, камерах бригада обязана:

1) перед выполнением работ на проезжей части улиц оградить место производства работ в соответствии с инструкцией или схемой ограждения места работ, разработанной с учетом местных условий;

2) перед спуском в колодец, камеру необходимо проверить их на загазованность воздушной среды газоанализатором или газосигнализатором. Спуск работника в колодец без проверки на загазованность запрещается. Запрещается спускаться в подземные сооружения и резервуары для отбора проб. Независимо от результатов проверки на загазованность спуск работника в колодец, камеру без соответствующих средств индивидуальной защиты запрещается;

3) проверить наличие и прочность скоб или лестниц для спуска в колодец или камеру;

4) в процессе работы в колодце, камере необходимо постоянно проверять воздушную среду на загазованность газоанализатором или газосигнализатором.

При обнаружении газа в колодце, камере необходимо принять меры по его удалению путем естественного или принудительного проветривания.

Если газ из колодца или камеры не удаляется или идет его поступление, спуск работника в колодец или камеру и работу в них разрешается проводить только в шланговом противогазе, со шлангом, выходящим на поверхность колодца или камеры, и применением специального инструмента. Время пребывания в колодце, камере, а также продолжительность отдыха с выходом из них определяет руководитель работ в зависимости от условий и характера работы, с указанием этого в строке наряда "Особые условия".

Ремонт оборудования, находящегося под водой в колодцах, резервуарах и в других емкостных сооружениях, должен производиться только после освобождения их от воды и исключения возможности внезапного затопления.

Работы в проходном канализационном коллекторе выполняются бригадой, состоящей не менее чем из 7 работников. Бригада делится на две группы.

Первая группа в составе не менее 3 работников выполняет работы в коллекторе, вторая группа находится на поверхности и обеспечивает наблюдение и оказание помощи группе, находящейся в коллекторе. Между группами должна быть обеспечена двухсторонняя связь сигнальным канатом или другим способом.

Работы в проходном канализационном коллекторе допускается выполнять только после предварительной подготовки, обеспечивающей безопасность работ:

- 1) до начала работы коллектор освобождают от сточной воды;
- 2) открывают крышки люков смотровых колодцев для проветривания коллектора;
- 3) устанавливают на колодцах временные решетки;
- 4) организуют дежурный пост.

При устранении засоров в сетях канализации с большим подпором сточной воды для предотвращения заполнения колодца камеры, в которых выполняется работа, необходимо устанавливать пробку в вышерасположенном колодце.

При возникновении на объектах водопроводно-канализационного хозяйства угрозы жизни и здоровью работников (опасность обвала строительных конструкций, стенок траншей, котлованов, затопления, выделения вредных газов) работы на этих объектах должны быть прекращены, а работники выведены в безопасное место. Работы могут быть продолжены только после устранения возникшей угрозы.

### ***Тема 13. Оценка долговечности и ремонтпригодности внутренних систем Виб***

Согласно СП 30.13330, при проектировании внутренних систем водоснабжения и водоотведения следует руководствоваться положениями ГОСТ 27751.

Не допускается прокладка трубопроводов внутренних систем водоснабжения, водоотведения (канализации) и водостоков в местах, где доступ к ним во время эксплуатации и при аварийных ситуациях связан с ослаблением несущих элементов и конструкций зданий и сооружений (оснований, фундаментов, ограждающих конструкций и конструкций перекрытий).

Системы внутреннего холодного и горячего водоснабжения должны быть испытаны гидростатическим или манометрическим методом в соответствии с требованиями СП 73.13330.

Трубопроводы и арматура сетей холодного и горячего водоснабжения должны иметь соответствующие качественные характеристики, и их механическая прочность должна соответствовать расчетному давлению в системе.

Гидравлические испытания систем внутренней канализации и внутренних водостоков следует проводить в соответствии с требованиями СП 73.13330.

Санитарно-технические устройства должны иметь соответствующие качественные характеристики, допускающие их применение в порядке, установленном законодательством РФ в области технического регулирования и санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Следует предусматривать установку уравнивателей потенциалов между металлической ванной, мойкой и т. п. и стальными трубопроводами системы водоснабжения.

**1. Показатели надежности, характеризующие свойства безотказности**

Вероятностью безотказной работы называется вероятность того, что при определенных условиях эксплуатации за время  $t$  не произойдет ни одного отказа. Согласно определению,

$$P(t) = P(T > t)$$

где  $t$  – время, в течение которого определяется вероятность безотказной работы,  $T$  – время работы устройства до первого отказа. При  $P = 1$  вероятность полная, при  $P = 0$  вероятность безотказной работы нулевая.

Вероятность безотказной работы по статистическим данным об отказах оценивается выражением:

$$P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0},$$

где  $N_0$  – число образцов оборудования в начале испытаний,  $n(t)$  – число отказавших за время  $t$ . При большом  $N_0$  статистическая оценка практически совпадает с вероятностью  $P(t)$ .

На практике иногда более удобной характеристикой является вероятность отказа  $Q(t)$ . Вероятностью отказа оборудования называется вероятность того, что при определенных условиях эксплуатации в заданном интервале времени от 0 до  $t$  возникнет хотя бы один отказ. Отказ и безотказная работа являются событиями противоположными, поэтому

$$Q(t) = 1 - P(t)$$

Согласно статистической оценке:

$$Q(t) = \frac{n(t)}{N_0}$$

Частота отказов  $\alpha(t)$  есть плотность вероятности времени работы устройства до первого отказа. Поэтому

$$\alpha(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = - \frac{dP(t)}{dt}$$

В статистическом плане частота отказов есть отношение числа отказавших образцов в единицу времени  $n(t)/\Delta t$  к их первоначальному количеству  $N_0$ , при условии, что устройства не восстанавливаются :

$$\alpha(t) = \frac{n(\Delta t)}{\Delta t N_0}$$

где  $n(\Delta t)$  – число отказавших образцов в интервале времени от  $(t-\Delta t/2)$  до  $(t+\Delta t/2)$ .

Интенсивность отказов оборудования  $\lambda(t)$  есть условная вероятность его отказа в интервале времени  $(t, t + \Delta t)$  при условии, что до момента  $t$  оборудование работало безотказно. Величина  $\lambda(t)$  характеризует степень надежности оборудования в каждый момент его эксплуатации.

По математическому определению

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}$$

Согласно статистической оценке, интенсивность отказов есть отношение числа отказавших образцов в единицу времени  $n(\Delta t) / \Delta t$  к среднему числу устройств, исправно работающих в данный отрезок времени:

$$\lambda(t) = \frac{n(t)}{\Delta t N_{cp}(\Delta t)}$$

где  $N_{cp}(\Delta t) = (N_i + N_{i+1})/2$ ,  $N_i$  - число образцов, исправно работающих в начале интервала  $\Delta t$ ,  $N_{i+1}$  - число образцов, исправно работающих в конце интервала  $\Delta t$ .

Величину  $\lambda(t)$  принято считать основным показателем надежности оборудования. По величине  $\lambda(t)$  обычно определяют остальные показатели надежности оборудования.

Вероятность безотказной работы оборудования при экспоненциальном законе вероятностей, как указывалось выше, равна:

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

В этом случае среднее время  $T_{cp}$  безотказной работы оборудования (наработка на отказ) и интенсивность его отказов связаны между собой соотношением:

$$T_{cp} = \frac{1}{\lambda}$$

Согласно оценке по статистическим данным:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{N_0}$$

где  $t_i$  – время работы до отказа  $i$ -го образца оборудования,  $N_0$  – число испытываемых образцов.

## 2. Показатели надежности, характеризующие свойство ремонтпригодности

При оценке ремонтпригодности оборудования используются следующие основные показатели.

Вероятность восстановления  $P_B(t)$  оборудования – есть вероятность того, что при определенных условиях эксплуатации восстановление будет закончено в течение определенного промежутка времени  $t$ . Другими словами, время  $t_B$  от момента начала работ (поиск и устранение неисправностей) будет меньше или равно времени  $t$ , в течение которого определяется вероятность восстановления:

$$P_B(t) = P(t_B < t)$$

Вероятность невозможности восстановления равна:

$$V_B(t) = 1 - P_B(t)$$

На практике для получения  $P_B(t)$  или  $V_B(t)$  по статистическим данным используют зависимости:

$$P_B(t) = \frac{n_B(t)}{N_{об}}$$

$$V_B(t) = \frac{N_{об} - n_B(t)}{N_{об}}$$

где  $N_{об}$  – количество однотипных образцов оборудования, подлежащих ремонту в течение времени  $t$ ,  $n(t)$  – число отремонтированных образцов оборудования за время  $t$ .

Интенсивность восстановления оборудования  $\mu(t)$  есть предполагаемая вероятность его восстановления в интервале  $(t, t + \Delta t)$  при условии, что до момента  $t$  оборудование ремонтировалось. Величина  $\mu(t)$  характеризует степень ремонтпригодности оборудования в каждый момент времени его восстановления.

При экспоненциальном законе распределения времени восстановления оборудования  $\mu = \text{const}$  для каждого вида оборудования, а вероятности восстановления и невосстановления определяются по следующим формулам:

$$P_B(t) = 1 - e^{-\mu \cdot t}$$

$$V_B(t) = e^{-\mu \cdot t}$$

По статистическим данным величину  $\mu$  определяют на основе формулы:

$$\mu = \frac{n_B(\Delta t)}{N_{\text{об}}(\Delta t) \cdot \Delta t}$$

Среднее время восстановления  $T_B$  оборудования есть математическое ожидание случайной величины  $t_B$  продолжительности ремонта. Легко показать, что величины  $\mu$  и  $T_B$  связаны между собой соотношением:

$$T_B = \frac{1}{\mu}$$

#### ***Тема 14. Составление технологической карты визуального и измерительного контроля при наружном осмотре трубопроводов внутренних систем ВиВ***

1. Визуальный контроль основного металла и сварных соединений трубопроводов выполняется для подтверждения отсутствия поверхностных повреждений при эксплуатации трубопроводов.

Измерительный контроль выполняется для подтверждения отсутствия или наличия повреждений основного металла трубопроводов и сварных соединений, выявленных при визуальном осмотре, а также соответствия геометрических размеров трубопроводов и сварных соединений требованиям рабочих чертежей, технических условий, стандартов и паспортов.

2. При осмотре трубопроводов рекомендуется обратить внимание на следующее:

- соответствие фактического расположения трубопроводов прилагаемым к паспортам исполнительным схемам;

- доступность для обслуживания, а также выполнение предусмотренных Правилами устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды, утвержденными Постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 июня 2003 г. N 90, видов контроля трубопроводов;

- состояние тепловой изоляции для сетей горячего водоснабжения и теплоснабжения;

- отсутствие заземления трубопроводов в местах прохода через перекрытие или стены, заземления несущими конструкциями, технологическими, дренажными и другими трубопроводами;

- состояние жестких и пружинных подвесок, подвижных и неподвижных опор для сетей горячего водоснабжения и теплоснабжения;

- наличие и исправность указателей перемещения паропроводов в местах, предусмотренных проектом, и организацию контроля за перемещением паропроводов;

- соответствие Правилам устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды, утвержденным Постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 июня 2003 г. N 90, и проекту расположения воздушников и дренажей;

- наличие на питательных и других трубопроводах обратных клапанов;

- соответствие требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды, утвержденных Постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 июня 2003 г. N 90, количества и расположения запорных органов, а также соответствие их рабочим параметрам;

- соответствие окраски и надписей на трубопроводах требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды, утвержденных Постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 июня 2003 г. N 90 и ГОСТ 14202-69 "Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска,

предупреждающие знаки и маркировочные щитки" (утвержденному Постановлением Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР от 7 февраля 1969 г. N 168);

- соответствие надписей на арматуре и ее приводах требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды, утвержденных Постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 июня 2003 г. N 90;

- наличие табличек с указанием регистрационного номера, разрешенного давления, температуры среды и срока (месяц, год) следующего наружного осмотра;

- соблюдение требований Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды, утвержденных Постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 июня 2003 г. N 90, при совместной прокладке с другими трубопроводами; отсутствие видимой течи из трубопроводов;

- соответствие требованиям Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок, утвержденных Приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 24 марта 2003 г. N 115 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 2 апреля 2003 г., регистрационный номер 4358; Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, 2003, N 25).

3. Визуальный и измерительный контроль выполняется в порядке и методами, приведенными в Инструкции по визуальному и измерительному контролю, утвержденной Постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 июня 2003 г. N 92.

4. При визуальном и измерительном контроле трубопроводов выявляются изменения формы трубопроводов, а также поверхностные дефекты в основном металле трубопроводов и сварных соединениях, образовавшиеся в процессе эксплуатации (коррозионный износ, деформация трубопроводов, трещины всех видов и направлений).

5. Перед проведением визуального и измерительного контроля поверхность трубопровода или сварного соединения в зоне контроля очищается от влаги, шлака, брызг металла, ржавчины и других загрязнений, препятствующих проведению контроля.

6. При проведении визуального и измерительного контроля заполняются технологические карты, разрабатываемые организациями, проводящими контроль, в соответствии с Инструкцией по визуальному и измерительному контролю, утвержденной Постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 июня 2003 г. N 92.

В технологических картах указываются места проведения контроля на конкретном трубопроводе, средства измерения контролируемого параметра, нормы оценки качества, результаты контроля и измерения.

7. Визуальный и измерительный контроль при осмотре трубопровода выполняется до проведения контроля трубопровода и сварных соединений другими методами неразрушающего контроля. Измерения выполняются после визуального контроля или параллельно с ним.

8. При наличии возможности визуальный и измерительный контроль трубопровода и сварных соединений выполняется как с наружной, так и с внутренней стороны.

9. При визуальном контроле основного металла трубопровода и сварных соединений проверяется отсутствие:

- механических повреждений основного металла и наплавленного металла сварных соединений;
- трещин и других поверхностных дефектов;
- коррозионных повреждений поверхности металла трубопроводов и сварных соединений;
- деформированных участков трубопровода (коробление, провисание и другие отклонения от первоначальной формы).

10. При измерительном контроле основного металла трубопроводов и сварных соединений определяются:

- размеры механических повреждений основного металла и сварных соединений, в том числе длина, ширина и глубина вмятин, выпучин и др.;
- овальность цилиндрических элементов, в том числе изгибов труб, прямолинейность (прогиб) трубопровода;
- фактическая толщина стенки трубопровода, глубина коррозионных повреждений, размеры зон коррозионных повреждений.

11. Измерение фактической толщины стенки трубопровода рекомендуется выполнять ультразвуковым методом по предварительно размеченным точкам.

Для измерений применяются ультразвуковые толщинометры соответствующие ГОСТ 28702-90 "Контроль неразрушающий. Толщинометры ультразвуковые. Общие технические требования" (утвержден Постановлением Госстандарта СССР от 29 октября 1990 г. N 2710).

12. Участки трубопроводов, на которых при осмотре были обнаружены коррозионные повреждения металла, в процессе эксплуатации подвергаются дополнительному визуальному и измерительному контролю, периодичность и объем которого определяется лицом, ответственным за исправное состояние и безопасную эксплуатацию трубопровода.

При этом принимаются меры к выявлению причин, вызывающих коррозию металла, и их устранению.

13. Выявленные недопустимые поверхностные дефекты исправляются до проведения контроля другими неразрушающими методами, если такой контроль необходим.

14. Оценка результатов визуального и измерительного контроля металла труб и сварных соединений производится в соответствии с требованиями Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды, утвержденных Постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 июня 2003 г. N 90.

Нормы оценки качества при визуальном и измерительном контроле приводятся в документации на указанный контроль конкретных трубопроводов.

15. Для трубопроводов тепловых сетей оценка результатов измерительного контроля принимается по величине уменьшения первоначальной толщины стенки.

Участки трубопроводов, на которых при измерительном контроле выявлено уменьшение первоначальной толщины стенки на 25% и более, подлежат изучению на предмет возможной дальнейшей эксплуатации в требуемых режимах и замене в случае невозможности такой эксплуатации.

Для принятия решения о замене лица, ответственное за исправное состояние и безопасную эксплуатацию трубопровода, выполняет в соответствии с требованиями Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды, утвержденных Постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 июня 2003 г. N 90, поверочный расчет на прочность участка трубопровода, где обнаружено утончение стенки или локальные каверны.

В случае анализа всех видов пластиковых трубопроводов - к ним, помимо толщинометрии, рекомендуется применить ряд других тестов.

Пластиковые трубопроводы подлежат замене, если имеется нарушение формы и диаметра трубы (локальные - пузыри или сплошное - вздутие), произошло отслоение верхнего защитного слоя пластиковой трубы; подлежат изучению трубопроводы, локально изменившие цвет, на которых заметны мелкие дефекты (царапины и (или) полосы от 10% толщины трубопровода).

16. Результаты визуального и измерительного контроля внутренней поверхности трубопроводов оцениваются с учетом интенсивности процесса внутренней коррозии, определяемой по индикаторам внутренней коррозии. Оценка интенсивности приведена в таблице 14.1.

## Оценка интенсивности коррозии

Группа интенсивности коррозии	Скорость (проницаемость) коррозии $v$ , мм/год	Интенсивность коррозионного процесса
1	до 0,04 вкл.	Слабая
2	св. 0,04 до 0,05 вкл.	Средняя
3	св. 0,05 до 0,2 вкл.	Сильная
4	св. 0,2	Аварийная

Определение значения скорости коррозии производится путем сопоставления данных по скорости (проницаемости) коррозии, полученных при текущих измерениях, с данными предыдущего измерительного контроля с учетом времени, прошедшего между предыдущими и текущими измерениями. Методика определения значения скорости (проницаемости) коррозии приведена в Типовой инструкции по технической эксплуатации систем транспорта и распределения тепловой энергии (тепловых сетей) РД 153-34.0-20.507-98, утвержденной первым заместителем начальника Департамента стратегии развития и научно-технической политики РАО "ЕЭС России" А.П. Берсеновым 6 июля 1998 года (Москва, СПО ОРГРЭС, 1999).

Интенсивность коррозии, соответствующая 1-й группе, считается безопасной.

При интенсивности коррозии, соответствующей 2-й группе, выявляются причины коррозии и разрабатываются мероприятия по их устранению.

При интенсивности коррозии, соответствующей 3-й и 4-й группам, рекомендуется запрещать эксплуатацию трубопровода до устранения причин, вызывающих интенсивную внутреннюю коррозию. Решение о запрещении эксплуатации трубопровода принимается лицом, производившим освидетельствование трубопровода.

17. Оценка качества сварных соединений трубопроводов осуществляется в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации

трубопроводов пара и горячей воды, утвержденными Постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 июня 2003 г. N 90, и руководящим документом РД 153-34.1-003-01 "Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования", утвержденным Приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 2 июля 2001 г. N 197 (Москва, Минэнерго России, 2001).

### ***Тема 15. Составление актов гидравлических испытаний внутренних систем ВиВ***

По завершении монтажных работ монтажными организациями должны быть выполнены:

- испытания систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения, гидростатическим или манометрическим методом с составлением акта согласно приложению В СП 73.13330.2016, а также промывка систем в соответствии с требованиями 6.1.13 СП 73.13330.2016.

- испытания систем канализации и водостоков с составлением акта согласно приложению Г СП 73.13330.2016;

- индивидуальные испытания смонтированного оборудования с составлением акта согласно приложению Д СП 73.13330.2016.

Испытания следует выполнять до начала отделочных работ.

При индивидуальных испытаниях оборудования должны быть выполнены следующие работы:

- проверка соответствия установленного оборудования и выполненных работ рабочей документации и требованиям настоящего свода правил;

- испытание оборудования на холостом ходу в течение 1 ч непрерывной работы. При этом проверяют балансировку колес и роторов в сборе, насосов, качество сальниковой набивки, исправность пусковых устройств, исправность электродвигателей путем замера рабочих токов и сравнения

полученных данных с номинальными значениями, выполнение требований к сборке и монтажу оборудования, указанных в технической документации предприятий-изготовителей.

Испытания гидростатическим методом систем холодного и горячего водоснабжения, канализации и водостоков, водоподогревателей следует выполнять при температуре воздуха в помещениях не ниже 278 К (5°C).

Системы холодного и горячего водоснабжения должны быть испытаны гидростатическим или манометрическим методом с соблюдением требований ГОСТ 24054, ГОСТ 25136 и свода правил СП 73.13330.2016.

**При гидростатическом методе испытания**, пробное давление следует принимать равным 1,5 избыточного рабочего давления.

Гидростатические и манометрические испытания систем холодного и горячего водоснабжения следует выполнять до установки водоразборной арматуры.

Система считается выдержавшей гидростатические испытания, если в течение 10 мин нахождения под пробным давлением в ней не обнаружено падения давления более 0,05 МПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>) и появления утечек или капель воды в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях и запорной арматуре.

По окончании испытаний необходимо удалить воду из систем холодного и горячего водоснабжения.

**Манометрические испытания** систем холодного и горячего водоснабжения выполняют в следующей последовательности:

- систему следует заполнить воздухом пробным избыточным давлением 0,15 МПа (1,5 кгс/см<sup>2</sup>);

- при обнаружении (на слух) звука, истекающего воздуха из мест дефектов монтажа следует снизить давление до атмосферного и устранить дефекты, затем систему заполнить воздухом давлением 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>), выдержать ее под пробным давлением в течение 5 мин.

Система признается выдержавшей испытание, если при нахождении ее под пробным давлением падение давления не превысит 0,01 МПа (0,1 кгс/см<sup>2</sup>).

Пример Акта

**АКТ  
О ПРОВЕДЕНИИ ПРИЕМОЧНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ  
НАПОРНОГО ТРУБОПРОВОДА НА ПРОЧНОСТЬ И ГЕРМЕТИЧНОСТЬ**

г. Самара « 06 » октября 2023 г.

Комиссия в составе представителей:  
строительно-монтажной организации

\_\_\_\_\_  
(наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

технического надзора заказчика

\_\_\_\_\_  
(наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

эксплуатирующей организации

\_\_\_\_\_  
(наименование организации, должность, фамилия, и.о.)

составили настоящий акт о проведении приемочного гидравлического испытания на прочность и герметичность участка напорного трубопровода

***Водопровод наружный***

\_\_\_\_\_  
(наименование объекта и номер пикетов на его границах,

***Труба ПЭ 20 – 30,1 м.***

\_\_\_\_\_  
длина трубопровода, диаметр, материал труб и стыковых соединений)

Указанные в рабочей документации величины расчетного внутреннего давления испытываемого трубопровода  $P_p = \underline{0.35}$  МПа ( 10 кгс/см<sup>2</sup>) и испытательного давления  $P_u = \underline{1,3}$  МПа ( 13 кгс/см<sup>2</sup>).

Измерение давления при испытании производилось техническим манометром класса точности 0,4

с верхним пределом 16 кгс/см<sup>2</sup>. Цена деления шкалы манометра 0,2 кгс/см<sup>2</sup>.

Манометр был расположен выше оси трубопровода на  $Z = \underline{1}$  м.

При указанных выше величинах внутреннего расчетного и испытательного давлений испытываемого трубопровода показания манометра  $P_{p.m}$  и  $P_{u.m}$  должны быть соответственно:

$$P_{p.m} = P_p - (Z/10) \quad \text{кгс/см}^2, \quad P_{u.m} = P_u - (Z/10) = \underline{12,9} \text{ кгс/см}^2.$$
$$= \underline{9,9}$$

Допустимый расход подкаченной воды, определенный на 1 км трубопровода, равен

0,9 л/мин или, в пересчете на длину испытываемого трубопровода, 0,027 л/мин.

## ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЯ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ

Для испытания на прочность давление в трубопроводе было повышено до  $P_{и.м} =$  12,9 кгс/см<sup>2</sup> и поддерживалось в 10 мин, при этом не допускалось его снижение более чем на 10,0 кгс/см<sup>2</sup>. После этого давление было снижено до величины внутреннего расчетного манометрического давления  $P_{р.м} =$  9,9 кгс/см<sup>2</sup> и произведен осмотр узлов трубопровода; при этом утечек и разрывов не обнаружено и трубопровод был допущен для проведения дальнейшего испытания на герметичность. Для испытания на герметичность давление в трубопроводе было повышено до величины испытательного давления на герметичность  $P_{г} = P_{р.м} + \Delta P =$  10,4 кгс/см<sup>2</sup>, отмечено время начала испытания  $T_{н} =$  17 ч 00 мин и начальный уровень воды в мерном бачке  $h_{н} =$  250 мм.

Испытание трубопровода производилось в следующем порядке:

**В течении 10 минут визуального наблюдения давление упало на 2 деления шкалы**

(указать последовательность проведения испытания и наблюдения за

**манометра, выпуск воды из трубопровода не проводился. На этом этапе наблюдение за**

падением давления; производился ли выпуск воды из трубопровода

**давлением закончили.**

и другие особенности методики испытания)

За время испытания трубопровода на герметичность давление в нем по показанию манометра

было снижено 10,3 кгс/см<sup>2</sup>, отмечено время окончания испытания  $T_{к} =$  17 ч 10 мин и до 10,3 = \_\_\_\_\_ мин и конечный уровень воды в мерном бачке  $h_{к}$

= 250 мм. Объем воды, потребовавшийся для восстановления давления до испытательного, определенный по уровням воды в мерном бачке,

$Q =$  0,5 л.

Продолжительность испытания трубопровода на герметичность  $T =$

$T_{к} - T_{н} =$  10 мин. Величина расхода воды, подкаченной в трубопровод во время испытания, равна:  $q_{п}$

$= Q/T =$  0,05 л/мин, что менее допустимого расхода.

## РЕШЕНИЕ КОМИССИИ

Трубопровод признается выдержавшим приемочное испытание на прочность и герметичность.

Представитель строительно-монтажной организации

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Представитель технического надзора заказчика

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Представитель эксплуатирующей организации

\_\_\_\_\_  
(подпись)

**Системы канализации, водостоки и дренаж.** Индивидуальные испытания систем канализации и дренажных систем следует выполнять методом пролива воды путем одновременного открытия 75% санитарных приборов, подключенных к проверяемому участку в течение времени, необходимого для его осмотра.

Испытания горизонтальных участков систем канализации следует выполнять путем заполнения водой до первого верхнего раструба (прочистки, ревизии) в течение 3 ч.

Для систем отвода конденсата в системах кондиционирования воздуха пролив воды осуществляют в местах сбора конденсата в течение 2-3 мин.

Выдержавшей испытание считается система, если при ее осмотре не обнаружено течи через стенки трубопроводов и места соединений.

Испытания отводных трубопроводов канализации, проложенных в земле или подпольных каналах, до их закрытия следует выполнять путем заполнения водой до уровня пола первого этажа.

Испытания участков систем канализации, скрываемых при последующих работах, до их закрытия следует выполнять путем пролива воды. На проведенные работы следует составить акт освидетельствования скрытых работ согласно приложению Б СП 73.13330.2016.

Испытание водостоков следует выполнять наполнением их водой до уровня наивысшей водосточной воронки или до перемычки с резервным стояком (при его наличии). Продолжительность испытания должна составлять не менее 10 мин.

Водостоки считаются выдержавшими испытание, если при их осмотре не обнаружено течи и уровень воды в стояках не изменился.

## ***Тема 16. Составление технического паспорта насосной станции***

На каждой насосной станции должны иметься в подлинниках или копиях следующие документы:

- генеральный план участка с нанесением всех сооружений подземного хозяйства;
- исполнительные чертежи зданий и размещения оборудования и трубопроводов внутри них;
- паспорта насосного, электротехнического и вспомогательного оборудования;
- чертежи каждого насоса и его электродвигателя, а также номенклатура запасных частей к ним;
- заводские характеристики насосов, электродвигателей и акты их испытания;
- технические инструкции по обслуживанию и ремонту оборудования станции;
- должностные инструкции для обслуживающего и руководящего персонала станции;
- инструкция по технике безопасности и охране труда.

Паспорта на все техническое оборудование станции должны быть составлены по инструкциям и формам, утвержденным соответствующим министерством. В них вносятся записи, характеризующие состояние и эксплуатационные данные оборудования, а также работы, выполненные по его испытанию и ремонту. К паспортам должны быть приложены протоколы всех испытаний оборудования и чертежи внесенных в него конструктивных изменений.

Для обеспечения технически правильной эксплуатации оборудования персонал насосной станции должен руководствоваться технической инструкцией, которая включает:

- правила эксплуатации оборудования станции при нормальной повседневной ее работе и в условиях аварийного режима;

- основные положения проведения текущего и капитального ремонтов оборудования станции;

- правила эксплуатации контрольно-измерительных приборов, подъемно-транспортного оборудования, а также санитарнотехнических устройств здания насосной станции.

Для канализационных насосных станций, кроме того, инструкция включает правила эксплуатации оборудования отделения решеток станции.

Руководящему персоналу цехов и участков выдается полный комплект действующих инструкций. На каждом рабочем участке также должен быть полный набор действующих инструкций по эксплуатации оборудования данного участка. Все существующие текущие изменения в оборудовании и в управлении его работой надо немедленно отражать в инструкциях и сообщать о них под расписку работникам станции, занятым эксплуатацией данного оборудования. Инструкции должны ежегодно пересматриваться для внесения в них коррекций, вызванных изменениями в схемах и в оборудовании станции.

Примерное содержание Паспорта насосной станции:

Содержание

1. Общие положения
  2. Назначение
  3. Размещение
  4. Канализационная насосная станция (описательная часть)
  5. Режимы работы КНС
  6. Инструкция по эксплуатации
  7. Инструкция по монтажу
- Приложение: Гарантийное свидетельство

Ниже показан пример оформления паспорта насосной станции:



	диаметр, мм	мм	ла	па	фидката	гидравлических испытаний
Коллектор						
Обвязка сетевых насосов						
Перемычки для регулирования						

5. Изоляция

Наименование участка места	Антикоррозионное покрытие	Теплоизоляционный материал и толщина слоя, мм	Наружное покрытие
Коллектор			
Обвязка сетевых насосов			
Перемычки для регулирования			

III. Строительная часть

Этажность здания \_\_\_\_\_

Кубатура здания \_\_\_\_\_ куб. м

Полная площадь \_\_\_\_\_ кв. м

В том числе:

    машинного зала \_\_\_\_\_ кв. м

    щита управления \_\_\_\_\_ кв. м

    щита 380/220 В \_\_\_\_\_ кв. м

    трансформаторной \_\_\_\_\_ кв. м

    вспомогательных помещений \_\_\_\_\_ кв. м

Фундаменты:

    под стены \_\_\_\_\_

    под оборудование \_\_\_\_\_

Стены \_\_\_\_\_

Полы машинного зала \_\_\_\_\_

Полы щита управления \_\_\_\_\_

Полы щита 380/220 В \_\_\_\_\_

Полы распределительного устройства \_\_\_\_\_

Междуэтажное перекрытие \_\_\_\_\_

Кровельное покрытие \_\_\_\_\_

Отопление \_\_\_\_\_ ГДж/ч (Гкал/ч)

Вентиляция \_\_\_\_\_ ГДж/ч (Гкал/ч)

IV. Электрическая часть

1. Распределительное устройство (РП)

Наименование панелей	Тип	Количество	Завод - изготовитель

2. Щит 380/220 В

Наименование панелей	Тип	Количество	Завод - изготовитель

3. Электродвигатели

Тип и количество	Мощность,	Напряжение,	Частота вращения, об/мин.

	кВт	В	
--	-----	---	--

4. Трансформаторы

Наименование	Характеристика	Количество	Завод - изготовитель	Дата ревизии

5. Щит управления

Наименование панелей	Тип	Количество	Завод - изготовитель

6. Электроизмерительные приборы

Наименование	Тип	Предел измерения	Количество	Примечание

7. Приборы и аппаратура технологического контроля, автоматике, телемеханики и связи

Наименование панелей	Тип	Количество	Завод - изготовитель

V. Проведение испытаний

Объект испытаний	Цель испытаний	Испытания провел	Результаты испытаний	Дата

VI. Сведения о замене и ремонте

Объект ремонта или замены	Причина ремонта или замены	Организация, произво- дившая работу. Подпись ответственного лица. Дата

Паспорт составлен "\_\_\_" \_\_\_\_\_ г.

Исполнитель \_\_\_\_\_  
(должность, Ф.И.О., подпись)

Руководитель ОЭС \_\_\_\_\_  
(должность, Ф.И.О., подпись)

## **Разбор типовых задач для закрепления материала по темам 8, 9 и 10 практических занятий**

### **Общие положения**

Задача технического обслуживания заключается в поддержании путем проведения ремонтов постоянной работоспособности объектов водоснабжения и водоотведения и своевременной реновации тех из них, которые выработали назначенный ресурс и достигли предельного состояния.

В целях выявления неисправностей, степени износа и других дефектов проводится постоянное наблюдение за техническим состоянием объектов. Контроль имеет несколько уровней: внешний осмотр доступных для этого элементов, периодический осмотр (обычно, совмещенный с текущим ремонтом), испытание оборудования под нагрузкой, проведение специальных исследований.

Некоторые обследования ведутся ежедневно и предусмотрены регламентами технической эксплуатации, другие проводятся в плановом порядке, комиссионно, третий – эпизодически, по выявившейся необходимости.

Постоянные осмотры направлены на оперативное выявление неисправностей и позволяют принять неотложные меры, предупреждающие большинство повреждений.

Периодические осмотры проводятся техническим руководителем совместно с обслуживающим, а иногда и ремонтным персоналом. Осмотр включает проверку состояния элементов объекта и совмещается с некоторыми профилактическими работами, например, с промывкой трубопроводов и оборудования, с набивкой сальников и т. д. Отдельные дефекты, выявленные при осмотре, сразу же устраняются.

### **Система планово-предупредительного ремонта (ППР)**

Планово-предупредительный ремонт (ППР) – совокупность организационных и технических мероприятий по надзору и всем видам плановых ремонтов.

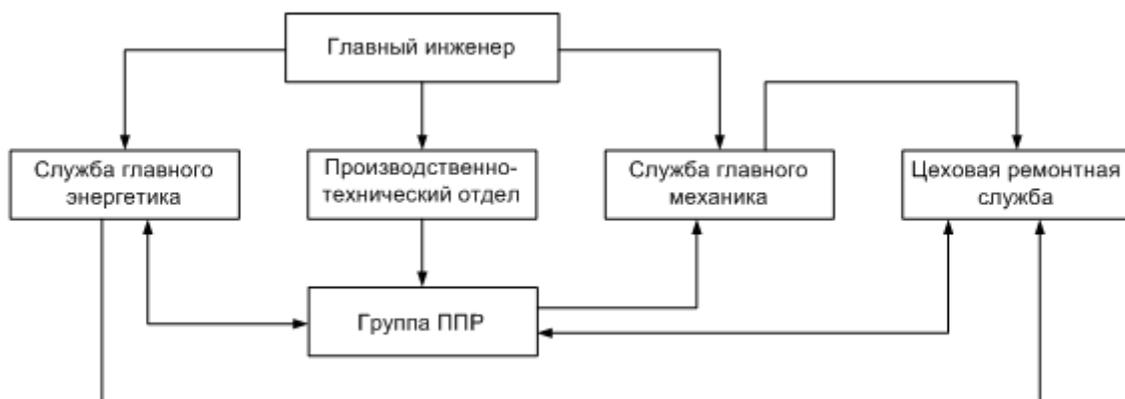
Его задача заключается в предупреждении преждевременного износа объектов и создания условий для высокого качества эксплуатации.

На водопроводно-канализационном предприятии создаются центральная ремонтная база, ремонтные цехи, специализированные мастерские и ремонтные бригады, а в отдельных случаях собственные предприятия по изготовлению оснастки, труб и т. д. Необходимая для проведения ремонтных и других работ, (например, по реконструкции) проектная документация может разрабатываться проектной группой, включаемой в структуру производственно-технического отдела, либо специализированными проектными организациями.

При планировании ремонтных работ проводятся следующие подготовительные операции: на основании анализа качества эксплуатации уточняется перечень подлежащих ремонту сооружений и оборудования; выясняется вид и характер ремонтных работ; определяются продолжительности межремонтных периодов, структура и продолжительность ремонтных циклов для различных видов сооружений.

В соответствии с планом проведения ремонтов, работы обеспечиваются проектной и сметной документацией, необходимыми материалами и запасными частями, выделяется требуемая строительная техника, вносятся на период ремонта коррективы в эксплуатационный режим.

При организации и проведении ремонтов следует применять современные и наиболее уместные в конкретных условиях методы. Одной из наиболее важных задач является организация контроля за качеством ремонтов, а так же разработка или уточнение правил содержания объектов, направленных на снижение интенсивности их износа (рис.1).



*Рис. 1. Примерная структура схемы ППР*

Ремонтные службы производственных подразделений (цехов) организуют межремонтное обслуживание объектов, руководят ремонтами и контролируют их качество, изучают и учитывают динамику износа оборудования, сооружений и сетей, планируют ремонты, составляют и представляют заявки на запасные части и материалы, готовят оборудование для передачи в ремонт электроцеху и ремонтно-механическим цехам, а также принимают в эксплуатацию оборудование после ремонта.

Служба главного механика, которой подчинены ремонтно-механические мастерские, строительная группа и ремонтные бригады разного профиля, выполняет капитальный и текущий ремонты крупного оборудования и сетей, а так же строительной части сооружений (зданий, резервуаров, камер и колодцев). Служба контролирует выполнение заявок на изготовление запасных частей, деталей и узлов, исполнение плана строительно-монтажных работ, включая и выполняемых подрядными организациями, ведет соответствующие учет и отчетность.

Служба главного энергетика, которой подчинен цех по ремонту электрооборудования, выполняет капитальный и текущий ремонты электрооборудования, контролирует качество ремонта и участвует в приемке оборудования в эксплуатацию.

В обязанности службы входит планирование ремонтных работ по электрооборудованию и координация этих планов с ППР для всего водопроводно-канализационного предприятия. Служба главного энергетика

решает вопросы материально-технического обеспечения ремонтов, ведет необходимые учет и отчетность.

Группа ППР координирует все работы по планово-предупредительным ремонтам предприятия: проводит учет оборудования, сооружений и сетей, степени их износа, изучает и анализирует причины ускоренного износа, ведет учет и отчетность по ремонту, осуществляет контроль за паспортизацией оборудования и сооружений. Группа разрабатывает планы ППР предприятия, составляет планы материально-технического снабжения, участвует в приеме объектов, вышедших из ремонта и следит за его качеством.

### **Классификация ремонтных работ**

Цель планово-предупредительных ремонтов заключается в поддержании или восстановлении эксплуатационных свойств объектов или их отдельных элементов. Под эксплуатационными свойствами следует понимать те, которые влияют на качество эксплуатации: надежность, экологичность, экономичность и безопасность жизнедеятельности персонала.

Различают текущие и капитальные ремонты.

### **Планирование и организация ремонтных работ**

Процедура планирования и организации планово-предупредительных ремонтов включает пять последовательных этапов.

На первом этапе производится сбор, анализ и систематизация информации о техническом состоянии объектов систем водоснабжения и водоотведения и дается оценка качества эксплуатации. Информация, как уже отмечалось, получается непосредственно на производственных объектах при проведении регламентных осмотров, планируемых обследований и специальных работ по диагностике. Указанные работы выполняются производственным персоналом, который должен быть обучен правилам сбора и документирования информации. Одной из обязанностей инженерно-

технического персонала является контроль за грамотным ведением документации о техническом состоянии объектов.

В результате обработки исходных материалов устанавливаются конкретные элементы объекта, нуждающиеся в ремонте или замене.

На втором этапе составляются планы ремонтных работ. Планирование может быть перспективным и оперативным. Перспективные планы разрабатываются с целью обеспечить непрерывность ремонтных работ и служат основой для оперативного планирования.

По результатам первого этапа процедуры планирования, отдельные объекты относятся к группе, для которой необходим неотложный или первоочередной капитальный ремонт, а для остальных, внесенных в планы перспективного ремонта, составляются графики осмотров и текущих ремонтов.

Годовой план-график капитальных ремонтов является основой для разработки для каждого объекта собственного оперативного план-графика, в котором по согласованию с диспетчерской службой Водоканала уточняются сроки вывода сооружений или оборудования в ремонт. Планы проходят соответствующие утверждения.

На третьем этапе ведется подготовка к материально-техническому обеспечению ремонтных работ, согласно утвержденному план-графику.

Для капитальных ремонтов готовится проектно-сметная документация, в которой определены технология, объем работ, стоимость и сроки ремонта.

При проектировании капитальных ремонтов объект не обязательно восстанавливается в том виде, в котором он был первоначально запроектирован. Целесообразно производить замену устаревшего оборудования и узлов, использовать современные и более эффективные строительные материалы и изделия.

На четвертом этапе проводятся ремонтные работы, осуществляемые собственными силами и с привлечением подрядных организаций. Организуется и осуществляется поэтапный контроль качества ремонтных

работ, включая в некоторых случаях промежуточные испытания и составление актов на скрытые работы. В заранее предусмотренных случаях организуется временное водоснабжение и водоотведение, в том числе прокладка временных коммуникаций и размещение насосных установок или доставка питьевой воды населению транспортом.

После завершения работ все временные установки демонтируются, а ущерб, нанесенный городскому хозяйству полностью восполняется (восстановление дорожных покрытий, зеленых насаждений и других элементов благоустройства).

Пятый этап заключается в приемке отремонтированных сооружений, сетей и оборудования. Испытания объектов проводят согласно действующим правилам. По результатам испытаний и опробования трубопроводы, сооружения и оборудования принимаются в эксплуатацию, что должно быть заактировано. Исполнительная документация подлежит хранению, изменения вносятся в технический паспорт объекта.

Заключительной операцией является проведение пуско-наладочных работ, с целью доводки объекта до необходимого для нормальной эксплуатации состояния и в установлении требуемого эксплуатационного режима.

Пуско-наладочные работы выполняются собственными силами водопроводно-канализационного предприятия, а в наиболее сложных случаях, (например, очистные сооружения канализации или водопроводные станции) с привлечением специализированных пуско-наладочных организаций. Если в процессе капитального ремонта объект был фактически реконструирован и технология его обслуживания изменилась, составляются новые регламенты эксплуатации, вносятся изменения в рабочие карты и т. д.

*Таблица 1*

#### Периодичность осмотров и ремонтов сооружений и оборудования

Наименование объекта	Продолжительность периода между, мес.		
	осмотр	текущий ремонт	капитальный ремонт

1. Водопроводные и канализационные трубопроводы	2	12	По мере необходимости
2. Дюкеры	6	12	24
3. Колодцы и камеры на сетях	2 (обход) 6 (внутр. осмотр)	12	60
4. Сетевые задвижки	6	12	24
5. Водопроводные вводы в здания	6	12	По мере необходимости
6. Резервуары	3	24	60
7. Водонапорные башни	3	12	60
8. Береговые колодцы речных водозаборов	ежедн.	6	60
9. Оголовки речных водозаборов	6	6	24
10. Водяные скважины	ежедн.	6	36
11. Горизонтальные водозаборы	2	6	По местным условиям
12. Насосы горизонтальные водопроводные и воздуходувки	1	3	36
13. Тоже погружные, вакуум-насосы, канализационные насосы	1	3	24
14. Контрольно-измерительное оборудование	1	12	36
15. Оборудование для приготовления и дозирования реагентов, смесители, камеры хлопьеобразования	12	12	24
16. Водопроводные отстойники	12	12	36
17. Фильтры осветлительные	3	12	36
18. Хлораторные установки и бактерицидные установки	ежедн.	6	12
19. Озонаторные установки	ежедн.	3	24
20. Песколовки	6	12	36
21. Первичные и вторичные отстойники	6	12	60
22. Скребковые механизмы, илоскребы	1	12	36
23. Илососы	1	12	18
24. Биофильтры	2	6	60
25. Аэротенки	6	12	60
26. Иловые площадки	6	12	36

**Расчет графиков ремонтного цикла с использованием теории надежности**

В табл. 1 приведены ориентировочные значения интервалов между текущими ремонтами (длительность межремонтных периодов) и капитальными ремонтами (общая длительность цикла).

Эти данные могут быть использованы лишь для предварительных расчетов, но в конкретных условиях назначаются с учетом действительного технического состояния объекта. Соответствующие расчеты могут быть выполнены достаточно точно на научной основе с использованием теории надежности.

Если принять продолжительность межремонтных периодов для всего ремонтного цикла одинаковым, что удобно по техническим причинам, вероятность безотказной работы объекта достигает минимума только в конце последнего периода, т. е. накануне очередного капитального ремонта; на протяжении всех других периодов безотказность будет превышать минимальную.

Расчет значения минимальной вероятности безотказной работы объекта определяется по формуле:

$$P_{min} = 1 - (1 - e^{-\lambda t_{м.п.}})[1 - K \left( \frac{T_{ц}}{t_{м.п.}} - 1 \right)]$$

где  $t_{м.п.}$  – продолжительность межремонтного периода, ч (принимается одинаковой для всего цикла);  $T_{ц}$  – продолжительность времени между началом первого и концом последнего межремонтного периода в цикле, ч;  $K$  – коэффициент, учитывающий неполное восстановление работоспособности объекта после очередного текущего ремонта (принимается равным 0,05–0,10).

Если объект эксплуатируется периодически, как это предусматривается для ненагруженного резервирования, технологические простои не учитываются при определении значения  $T_{ц}$ .

## Задача №1

Произвести проверку безотказности работы скребкового механизма радиального канализационного вторичного отстойника, если продолжительность периода  $T_u = 25920$  часов, а межремонтных периодов  $t_{м.п} = 8640$  часов (принято по табл. 4.1); интенсивность отказов скребкового механизма по результатам эксплуатации  $\lambda = 10^{-4}$  1/час;  $K = 0,1$ . Скребковый механизм работает непрерывно.

Решение:

$$P_{min} = 1 - (1 - e^{-10^{-4} * 8640}) [1 - 0,1 (25920 / 8640 - 1)]$$

Вывод: для вторичных отстойников предусматривается нагруженное резервирование при количестве сооружений не менее трех, и ремонтпригодность скребковых механизмов в этих условиях достаточно высокая. Полученное расчетом значение может считаться удовлетворительным.

**Продолжительность текущего ремонта.** Плановые работы по текущему ремонту носят профилактический характер, их объемы и содержание заранее известны, а продолжительность обосновано назначена. Внеплановые текущие ремонты, срочная необходимость которых возникла вследствие отказов или выявленных при осмотрах неисправностей, не могут заранее планироваться, но продолжительность удовлетворительно прогнозируется по имеющемуся опыту эксплуатации.

**Продолжительность капитальных ремонтных работ** определяется в зависимости от их трудоемкости и фактической ремонтпригодности. Поскольку при капитальном ремонте ремонтируемый элемент потерял работоспособность, реализуются резервные мощности, а безотказность объекта понижается.

## Задача №2

Канализационный дюкер состоит из трех ниток. Интенсивность отказов составляет:  $3,2 \cdot 10^{-4}$ ;  $2,5 \cdot 10^{-4}$  и  $3,0 \cdot 10^{-4}$  [1/ч] для ниток № 1,2 и 3 соответственно.

Дюкер находится в состоянии отказа, если во время ремонта одной из ниток возник отказ еще одной нитки. Определить вероятность отказа дюкера в течение ремонта одной из его ниток, если назначенная продолжительность ремонта любой из них равна  $t_p = 100$  часов.

Решение:

В соответствии с условиями задачи  $n = 3$ ,  $m = 2$ ,  $\kappa = 2$ ,  $S_1 = 3$  (в не исправном состоянии оказываются нитки № 3 и 2; № 3 и 1; № 2 и 1).

По формуле

$$\lambda = m t_p^{n-\kappa} \sum_{s_1=1}^{S_1} \prod_{i=1}^{\kappa} \lambda_{\varepsilon_i} \quad (1)$$

где  $\kappa = n - m + 1$  – минимальное количество элементов, которое должно оставаться работоспособным для безотказного функционирования объекта;  $\Pi$  – символ, означающий произведение  $\lambda_{\varepsilon_i}$ ;  $\lambda_{\varepsilon_i}$  – интенсивность отказов элементов;  $S_1$  – количество состояний объекта, при которых число неисправных элементов равно  $\kappa$ .

$$\lambda = 2 \cdot 100^{3-2} (3,0 \cdot 2,5 + 3,0 \cdot 3,2 + 2,5 \cdot 3,2) 10^{-8} = 0,502 \cdot 10^{-4}$$

По формуле

$$P_{(t_p)}^* = e^{-\lambda t_p} \quad (2)$$

где  $\lambda$  – интенсивность отказа объекта;  $t_p$  – назначенная продолжительность ремонта.

$$P_{(t_p)}^* = e^{-0,502 \cdot 10^{-4} \cdot 100} = 0,95$$

Вывод: вероятность безотказной работы джукера в период ремонта одной из его ниток в течение 100 часов близок к единице. Продолжительность ремонта по показателю безотказности приемлема. Если идентичные элементы объекта имеют одинаковые значения интенсивностей отказов, то интенсивность отказа всего объекта может рассчитываться по формулам, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Формулы для определения интенсивности отказа объекта

<i>m</i>	<i>n</i>			
	1	2	3	4
1	$\lambda_{э}$	$2\lambda_{э}^2 t_p$	$3\lambda_{э}^3 t_p^2$	$6,5\lambda_{э}^4 t_p^3$
2	—	$2\lambda_{э}$	$3\lambda_{э}^2 t_p$	$9\lambda_{э}^3 t_p^2$
3	—	—	$3\lambda_{э}$	$12\lambda_{э}^2 t_p$
4	—	—	—	$4\lambda_{э}$

**Прогноз пропускной способности водопровода.** Природная вода классифицируется на пять категорий по степени ее влияния на пропускную способность водопроводов с учетом продолжительности их эксплуатации.

1. Слабо минерализованная вода с незначительным содержанием органических веществ и растворенного железа.

2. Коррозионная слабо минерализованная вода с индексом стабильности до -1, вода содержащая органические вещества или растворенного железа ( $Fe^{2+} + F^{3+} \leq 3 \text{ мг/дм}^3$ ).

4. Коррозионная вода с отрицательным индексом стабильности, с большим количеством сульфатов и хлоридов  $Cl+SO^2 \geq 500 \text{ мг/дм}^3$ , вода с большим количеством органических веществ.

5. Вода со значительной карбонатной жесткостью (20-25°) с индексом стабильности больше +0,8, сильно минерализованная вода, сильно коррозионная вода.

### Задача №3

Дано: свойства воды, транспортируемой по трубам (водоводам) диаметром

250 мм соответствуют IV категории воды, водородный показатель  $pH_0=6,6$ , а показатель концентрации соответствующей предельному насыщению этой водой карбонатом кальция  $pH_s=7,6$ . Требуется определить как изменится через 15 лет пропускная способность водовода.

### Решение:

Определить индекс стабильности по формуле:

$$I = pH_0 - pH_s \quad (3)$$

где  $I$  – индекс насыщения,  $pH_0$  – показатель концентрации водородных ионов,  $pH_s$  – показатель концентраций соответствующих предельному насыщению.

При  $I = 0$  – вода стабильная;

$I > 0$  – вода перенасыщена карбонатом кальция и имеет свойства выделять и отлагать на стенках труб карбонат кальция;

$I < 0$  – карбонатная защитная пленка не образуется и воду называют карбонатной.

$$I = 6,6 - 7,6 = -1$$

Отрицательное значение индекса стабильности показывает, что данная вода коррозионная. Согласно данным таблицы 3. находим по диаметру значение коэффициента  $\alpha$  и  $m$  – показатель степени, зависящий от свойств воды.

Таблица 3.

Значение  $\alpha$  и  $m$ 

Категория воды	Диаметр труб, мм	Величина параметра	
		$\alpha$	$m$
I	150-300	4,4	0,5
	400-600	2,3	0,5
II	150-300	6,4	0,5
	400-600	2,3	0,5
III	150-300	11,6	0,4
	400-600	6,4	0,5
IV	150-300	18,0	0,35
	400-600	11,6	0,4
V	150-300	32,0	0,25
	400-600	18,0	0,35

$\alpha = 18,0$  и  $m = 0,35$ , тогда относительная пропускная способность водовода через 15 лет определяется по формуле:

$$Q_t = Q_0 (1 - 0,01 \cdot \alpha \cdot t^m)$$

где  $Q_t$  - пропускная способность водовода через  $t$  лет эксплуатации;  $Q_0$  - начальная расчетная пропускная способность водовода, соответственно

$$\frac{Q_t}{Q_0} = 1 - 0,01 \cdot 18 \cdot 15^{0,35} = 0,54$$

Вывод: пропускная способность водовода (при том же напоре насосов) уменьшится на  $(1 - 0,54) \cdot 100 = 46\%$ . Что бы не допустить такого уменьшения пропускной способности водовода, нужно надежно защитить внутреннюю поверхность труб от коррозии или применять стабилизационную обработку воды при ППР, или подобрать насосы с напором достаточным для преодоления возросших сопротивлений. Образовавшиеся отложения надо удалять.

**Расчет долговечности.** Долговечностью называются свойство объекта сохранять работоспособность до достижения предельного состояния в

течение назначенного ресурса при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.

Продолжительности наработки, равной назначенному ресурсу, отвечает класс ответственности объекта.

Назначенный ресурс объектов первого класса составляет не менее 100 лет, второго – 50, а третьего – 20–25 лет.

Большая часть объектов водопроводно-канализационных систем относится ко второму классу, а сети – ко второму или третьему в зависимости от материала труб.

При наработке, равной назначенному ресурсу, износ достигает предельного состояния, при котором дальнейшее использование объекта нецелесообразно и он подлежит замене (реновации). Предельный полезный срок службы (ПСС) равен, а иногда оказывается меньше назначенного ресурса.

Таблица 4

Долговечность труб из различных материалов

Материал труб	Долговечность, годы	
	водопровод	канализация
Сталь	20	20
Чугун	60	50
Железобетон	30	20
Асбестоцемент	20	30
Керамика	–	40
Пластмасса	50	50

Вероятность наработки объекта до ПСС за период  $t_{(2)}$ , определяется по формуле:

$$F_{H(t)} = \frac{1}{n} \sum_1^t n_i \quad (4)$$

где  $n$  – общее количество одинаковых объектов (элементов),  $\sum_1^t n_i$  – тоже, достигших по опыту эксплуатации за период работы  $t$  предельного состояния.

Если считать, что достижение ПСС отдельными объектами носит случайный характер и зависит от длительности использования, можно записать:

$$\frac{F_{n(t_1)}}{F_{n(t_2)}} = \frac{t_2}{t_1} \quad (5)$$

Отсюда следует, что:

$$\sum_1^{t_2} n_i = \frac{t_2}{t_1} \sum_1^{t_1} n_i \quad (6)$$

Определяемое по форм. (6) количество объектов, достигших к некоторому назначенному сроку предельного состояния, может рассматриваться как один из характерных показателей долговечности.

Наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния при вероятности  $\gamma$  % называется  $\gamma$ -процентным ресурсом (соответствующая вероятность в долях единицы  $P_{(\gamma)} = 0,01\gamma$ ).

Тогда:

$$P_{(\gamma)} = 1 - F_{n(t)} \quad (7)$$

В формуле  $\gamma$  – ресурс отвечает наработке  $t_{(2)}$ . Значение гамма-процентного ресурса может задаваться как контрольное.

#### **Пример 4**

На водопроводной сети установлено  $n = 120$  задвижек. По опыту эксплуатации за период  $t_1 = 10$  лет достигли предельного состояния и заменены  $\sum_1^{10} n_i = 41$  задвижка. Определить количество задвижек, которые могут достичь предельного состояния на пятнадцатый год эксплуатации и гамма-ресурс к моменту достижения назначенного ресурса, т.е. по истечении  $t_3 = 25$  лет эксплуатации.

Решение:

1. Определить вероятность наработки для  $t_1 = 10$  лет по формуле 4.

$$F_{n(10)} = \frac{1}{120} \cdot 41 = 0,34$$

2. Прогноз количества объектов, достигших предельного состояния для  $t_2 = 15$  лет по формуле 6

$$\sum_1^{15} n_i = \frac{15}{10} \cdot 41 = 62 \text{ шт.}$$

3. Определить вероятность наработки для  $t_2 = 25$  лет по формуле 5

$$F_{n(25)} = \frac{t_2}{t_1} F_{n(10)} = \frac{25}{10} \cdot 0,34 = 0,85$$

4. Определить по формуле 7  $\gamma$  - процентный ресурс:

$$P_{(\gamma)} = 1 - 0,85 = 0,15 \text{ или } 15 \%$$

Вывод: прогнозируется, что к моменту достижения нормативного назначенного ресурса 15% задвижек сохранит работоспособность, т.е. будет иметь полезный срок службы более 25 лет.