

Министерство образования и науки Российской Федерации
Вологодский государственный университет

С.М. Чудновский, О.И. Лихачева

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И МОНИТОРИНГ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ

*Утверждено редакционно-издательским советом
в качестве учебного пособия*

Вологда
2016

УДК 627.8:628.004(075)

ББК 38.761.1

Ч 84

Рецензенты:

директор ООО «Регистрационно-аттестационный центр
информационного обеспечения» *А.И. Дурягин*;

старший инспектор по охране окружающей среды отдела экологии
Департамента градостроительства и инфраструктуры
Администрации г. Вологды *Л.В. Гарет*

Чудновский, С.М.

Ч 84 Эксплуатация и мониторинг систем и сооружений: учебное пособие /
С.М. Чудновский, О.И. Лихачева ; М-во обр. и науки РФ ; Вологод. гос.
ун-т. – Вологда : ВоГУ, 2016. – 147 с. : ил. ; табл.
ISBN 978–5–87851–650–1

В пособии представлен теоретический материал по дисциплине
«Эксплуатация и мониторинг систем и сооружений», приведена методи-
ка выполнения десяти расчетных работ для практических занятий.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направле-
нию 20.03.02 «Природообустройство и водопользование».

УДК 627.8:628.004(075)

ББК 38.761.1

ISBN 978–5–87851–650–1

© ФГБОУ ВО «Вологодский
государственный университет», 2016
© С.М. Чудновский, О.И. Лихачева, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	6
2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ.....	9
2.1. Эксплуатационные требования к системам.....	9
2.2. Роль эксплуатации в рациональном функционировании комплексных гидроузлов	10
2.3. Основы эксплуатации отдельных гидротехнических сооружений	13
2.4. Надзор за состоянием гидротехнических сооружений	16
2.5. Эксплуатационное оборудование гидротехнических сооружений.....	19
2.6. Эксплуатация гидросооружений в морозный период	20
2.7. Управление водным режимом гидроэлектростанций.....	21
2.8. Эксплуатация гидротурбинных установок	23
3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ.....	25
3.1. Порядок эксплуатации водохозяйственных систем	25
3.2. Пользование реками.....	25
3.3. Комплекс мероприятий по сохранению водности рек и охране их от загрязнения.....	26
3.4. Вредные воздействия вод и мероприятия по предотвращению их и устранению их последствий.....	27
3.5. Неотложные мероприятия по предотвращению стихийного бедствия, вызванного вредным действием вод	27
3.6. Эксплуатация водохранилищ.....	28
3.7. Гидрологическое и метеорологическое обеспечение	30
3.8. Ответственность за нарушение водного законодательства	31
4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ И ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	32
4.1. Правила эксплуатации мелиоративных систем.....	32
4.2. Эксплуатация оросительных систем	33
4.3. Эксплуатация осушительных систем	35
4.4. Правила эксплуатации отдельно расположенных гидротехнических сооружений	38
4.5. Эксплуатация насосных станций.....	38
4.6. Эксплуатация ирригационных водохранилищ.....	39
5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ТЕРРИТОРИЙ И ОБЪЕКТОВ.....	39
6. ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ	40
6.1. Государственное управление в области использования и охраны водных объектов	40
6.2. Государственный надзор и общественный контроль за использованием и охраной водных объектов	42
6.3. Организационно-экономические мероприятия по обеспечению рационального использования и охраны водных объектов	43
6.4. Техническое обслуживание и ремонт систем водопользования	43
6.5. Водопользователи. Виды водопользования.....	45
6.6. Основные права водопользователей при использовании водных объектов ...	47

6.7. Обязанности водопользователей.....	47
6.8. Ограничение прав водопользователей.....	48
7. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ГИДРОМЕТРИЯ.....	49
8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН.....	51
8.1. Приемка скважин в эксплуатацию	51
8.2. Техническое обслуживание водозаборных скважин	53
8.3. Наблюдения за состоянием подземных вод	55
8.4. Техническое обслуживание погружных электронасосов	58
8.5. Ремонт скважин.....	61
8.6. Восстановление дебита скважин.....	65
8.7. Автоматическое управление работой скважины.....	67
8.8. Зоны санитарной охраны водозаборов подземных вод.....	71
8.9. Наблюдения за работой водозаборов подземных вод.....	75
8.10. Охрана подземных вод от загрязнения.....	78
9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЗАБОРОВ	79
9.1. Охрана поверхностных вод от загрязнения	79
9.2. Совмещение процессов добывания и очистки природных вод	82
9.3. Зоны санитарной охраны поверхностных водозаборов.....	82
9.4. Улучшение руслового режима водного объекта в районе водозабора	85
9.5. Сброс сточных вод.....	87
9.6. Рыбоохранные мероприятия.....	94
9.7. Прогнозирование состояния природных вод в районе расположения водозабора	96
10. МОНИТОРИНГ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ	98
10.1. Общие понятия о мониторинге систем	98
10.2. Принципы и правила мониторинга. Задачи мониторинга.....	100
10.3. Организация мониторинга	103
10.4. Технические средства для ведения мониторинга.....	104
11. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	109
11.1. Расчет надежности водохозяйственной системы	109
11.2. Исследование условий работы водовода во время аварии.....	112
11.3. Эксплуатация напорных водоводов.....	115
11.4. Определение наивыгоднейшего диаметра нагнетательно- напорного водовода.....	119
11.5. Определение срока работы водовода без реконструкции при пропуске заданного расхода	122
11.6. Проектирование мероприятий по борьбе с коррозией труб.....	124
11.7. Определение потребности в аварийном запасе труб, фасонных частей и арматуры для водопроводной сети	127
11.8. Проектирование временной системы водоснабжения.....	130
11.9. Эксплуатация сооружений водоподготовки	134
11.10. Эксплуатация поверхностных водозаборов.....	139
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	141

ВВЕДЕНИЕ

На территории России имеется более 120 тысяч рек общей длиной более 2,3 миллиона километров, более 2 миллионов озер, сотни тысяч болот. Общий объем речного стока составляет примерно 4043 км³ (10% мирового стока). Вместимость озер и водохранилищ составляет 800 км³.

Для хозяйственного использования в России ежегодно расходуется около 69 км³ воды, в том числе из поверхностных источников 56,2 км³, подземных – 8,9 км³ [1].

На реках расположено около 30 тыс. гидросооружений различной функциональной направленности, в том числе 723 судоходных, которые находятся на балансе организаций Росморречфлота.

По данным Министерства природных ресурсов РФ, аварийность гидротехнических сооружений в нашей стране превышает среднемировую в 2,5 раза. По состоянию на 1.11. 2015 г. в российский регистр гидротехнических сооружений внесено только около 12,5 тыс. комплексов ГТС. В 249 комплексах ГТС из них присутствуют сооружения, имеющие опасный уровень безопасности и в 409 ГТС (3,2%) – сооружения, имеющие очень опасный уровень безопасности [2].

Значительный возраст ряда сооружений и недостаточный объем финансирования на содержание гидротехнических сооружений в 90-х гг. прошлого столетия являются основной причиной их низкого технического состояния (75% действующих СГТС находятся в эксплуатации от 50 до 176 лет). С целью обеспечения надежности эксплуатации судоходных гидротехнических сооружений Росморречфлотом проводится планомерная работа по их ремонту и восстановлению. С 2003 г. в 10 раз увеличилось текущее финансирование на ремонтные работы СГТС и путевого хозяйства, что позволило значительно улучшить техническое состояние 18 объектов гидросооружений, в том числе особо крупных. Восстановление устойчивости напорного фронта и эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений осуществляется на объектах Беломорско-Балтийского и Волго-Донского каналов, канала им. Москвы, Волго-Балтийского водного пути, гидротехнических сооружениях Волжского, Камского и Азово-Донского бассейнов. В целом, принимаемые комплексные меры по капитальному ремонту и восстановлению судоходных гидротехнических сооружений позволят перевести аварийные сооружения в нормальный режим эксплуатации и нормальный уровень безопасности.

Проблемой, требующей особого внимания, является сохраняющийся высокий уровень негативного антропогенного воздействия на водные объекты. В водные объекты Российской Федерации сбрасывается 52,1 куб. км в год сточных вод, из которых около 20 куб. км подлежат очистке.

Более 70 процентов сточных вод, подлежащих очистке (13,7 куб. км), сбрасываются недостаточно очищенными, почти 20 процентов (3,7 куб. км) - загрязненными без очистки и только 10 процентов (1,9 куб. км) - очищенными до установленных нормативов.

Вместе со сточными водами в поверхностные водные объекты Российской Федерации ежегодно поступает около 10-11 млн. тонн загрязняющих веществ.

Свыше 60 процентов общего объема сброса загрязненных сточных вод в Российской Федерации составляют сточные воды, сбрасываемые предприятиями жилищно-коммунального хозяйства. Причинами этого являются значительный износ очистных сооружений, применение устаревших технологий очистки сточных вод и прием объектами жилищно-коммунального хозяйства загрязненных стоков городских промышленных предприятий.

Более 25 процентов общего объема сброса загрязненных сточных вод приходится на долю промышленных предприятий. Основными источниками загрязнения водных объектов являются предприятия, осуществляющие целлюлозно-бумажное, химическое, металлургическое производство, полиграфическую деятельность, производство кокса, нефтепродуктов, добычу металлических руд, а также предприятия угольной промышленности [3].

Быстроменяющаяся экономическая структура некоторых районов, изменение численности населения требуют дифференцированного подхода к проведению технической политики в области охраны вод. Повсеместно проводимые в этом отношении обширные работы, рассчитанные на обеспечение доброкачественной водой отдельных городов, промышленных и сельскохозяйственных районов, могут полностью разрешить поставленные задачи, если их осуществление будет идти с учетом новейших достижений науки и техники.

В этой связи необходимо усиливать охрану водных источников от истощения, увеличивать мощности систем оборотного и повторного использования вод, разрабатывать и внедрять на предприятиях замкнутые системы водопользования, а также продолжать работу по охране и рациональному использованию уникальных природных комплексов.

1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Все термины и определения, относящиеся к курсу «Эксплуатация и мониторинг систем и сооружений» стандартизованы. Для каждого понятия установлен один термин (таблица 1) [4-8].

Таблица 1

Термины и определения

Термин	Определение
Селитебная территория	Предназначена для размещения жилищного фонда, общественных зданий и сооружений, в том числе научно-исследовательских институтов и их комплексов, а также отдельных коммунальных и промышленных объектов, не требующих устройства санитарно-защитных зон; для устройства путей внутригородского сообщения, улиц, площадей, парков, садов, бульваров и других мест общего пользования.
Производственная территория	Предназначена для размещения промышленных предприятий и связанных с ними объектов, комплексов научных учреждений с их опытными производствами, коммунально-складских объектов, сооружений внешнего транспорта, путей внегородского и пригородного сообщений.

Продолжение табл. 1

Ландшафтно-рекреационная территория	Включает городские леса, лесопарки, лесозащитные зоны, водоемы, земли сельскохозяйственного использования и другие угодья, которые совместно с парками, садами, скверами и бульварами, размещаемыми на селитебной территории, формируют систему открытых пространств.
Водопотребление	Потребление воды из водного объекта или систем водоснабжения
Норма водопотребления	Установленное количество воды на одного жителя или условную единицу, характерную для данного производства
Водохозяйственный баланс	Результаты сопоставления имеющихся в бассейне или на данной территории водных ресурсов с их использованием на разных уровнях развития народного хозяйства
Водохозяйственная система	Комплекс взаимосвязанных водных объектов и гидротехнических сооружений, предназначенных для обеспечения рационального использования и охраны вод
Водоохраный комплекс	Система сооружений и устройств для поддержания требуемого количества и качества воды в заданных створах или пунктах водных объектов
Качество воды	Характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность ее для конкретных видов водопользования
Водопользование	Использование водных объектов для удовлетворения любых нужд населения и народного хозяйства
Общее водопользование	Водопользование без применения сооружений или технических устройств, влияющих на состояние вод
Специальное водопользование	Водопользование с применением сооружений или технических устройств. К специальному водопользованию в отдельных случаях может быть отнесено водопользование без применения сооружений или технических устройств, но оказывающие влияние на состояние вод
Государственный водный кадастр	Систематизированный свод данных учета вод по количественным и качественным показателям, регистрации водопользователей, а также данных учета использования вод
Регулирование качества воды	Воздействие на факторы, влияющие на состояние водного объекта, с целью соблюдения норм качества воды
Прибрежная водоохранная зона	Территория, прилегающая к акваториям водных объектов, на которых устанавливается специальный режим для предотвращения загрязнения
Сточные воды	Дождевые, талые, инфильтрационные, поливомоечные, дренажные воды, сточные воды централизованной системы водоотведения и другие воды, отведение (сброс) которых в водные объекты осуществляется после их использования или сток которых осуществляется с водосборной площади.
Зона санитарной охраны	Территория и акватория, на которых устанавливается особый санитарно-эпидемиологический режим для предотвращения ухудшения качества воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и охраны водопроводных сооружений
Нормативно-очищенные сточные воды	Сточные воды, отведение которых после очистки в водные объекты не приводит к нарушению норм качества воды в контролируемом створе или пункте водопользования
Норматив допустимого сброса (НДС) загрязняющих веществ	Масса загрязняющего вещества, которая может быть сброшена источником загрязнения в водный объект и не создаст с учетом процессов перемешивания и превращения веществ максимальной концентрации в контрольном створе, превышающей экологический норматив

Продолжение табл. 1

Засорение вод	Накопление в водных объектах посторонних предметов
Ассимилирующая способность водного объекта	Способность водного объекта принимать определенную массу веществ в единицу времени без нарушения норм качества воды в контролируемом створе или пункте водопользования
Эвтрофирование вод	Повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов
Цветение вод	Массовое развитие фитопланктона, вызывающее изменение окраски воды
Вода питьевая	Вода, в которой бактериологические, органолептические показатели и показатели токсических химических веществ находятся в пределах норм питьевого водоснабжения
Стратификация водного объекта	Наличие внутри водной массы слоев, характеризующихся разной плотностью, температурой, солесодержанием, а также разным содержанием кислорода или биогенных элементов
Проба воды	Определенный объем воды, отобранный для исследования ее состава и свойств
Створ полного смешения	Ближайший к источнику, влияющему на качество воды, поперечный профиль русла водотока, в котором устанавливается практически равномерное распределение температур и концентраций веществ в воде
Точка отбора пробы воды	Зафиксированное местоположение отбора пробы воды
Консервация пробы воды	Добавление химического вещества и (или) изменение физических условий для уменьшения возможных искажений определяемых показателей в период между моментом отбора пробы воды и ее исследованием
Взвешенные вещества в воде	Вещества, выделенные из воды путем фильтрования и (или) центрифугирования
Общее содержание примесей в воде	Общее количество растворенных и взвешенных веществ в воде
Состояние водного объекта	Характеристика водного объекта по совокупности его количественных (расход воды, скорость течения, глубина водного объекта, температура воды, pH, БПК и др.) и качественных показателей применительно к видам водопользования
Экологическое благополучие водного объекта	Нормальное воспроизведение основных звеньев экологической системы водного объекта
Донные отложения	Донные наносы и твердые частицы, образовавшиеся и осевшие на дно водного объекта в результате внутриводоемных физико-химических и биохимических процессов, происходящих с веществами как естественного, так и техногенного происхождения
Планктон	Сообщество организмов, состоящее из растений и животных, взвешенных в толще воды и дрейфующих с ее потоками
Макрофиты	Высшие водные растения
Водоросли	Группа одно- или многоклеточных низших водных растений, включая цианобактерии
Повторное использование воды	Использование отводимых объектом сточных вод для водоснабжения
Норма отведения сточных вод	Установленное количество сточных вод на одного жителя или на условную единицу, характерную для данного производства

Лимит отведения сточных вод в водный объект	Расход отводимых в водный объект сточных вод, установленный для данного водопользования, исходя из норм отведения сточных вод и состояния водного объекта
Истощение вод	Уменьшение минимально допустимого стока поверхностных вод или сокращение запасов подземных вод Минимально допустимым стоком является сток, при котором обеспечивается экологическое благополучие водного объекта и условия водопользования

2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ

2.1. Эксплуатационные требования к системам

Режим эксплуатации водохозяйственного сооружения осуществляется в соответствии с их проектными характеристиками, фактическим состоянием, условиями эксплуатации, сроками их службы и назначением каждого водохозяйственного сооружения.

Изменение режима эксплуатации водохозяйственного сооружения оформляется распорядительным документом собственника с уведомлением в течение трех рабочих дней бассейнового управления уполномоченного органа.

При выводе из эксплуатации водохозяйственного сооружения собственник в течение трех рабочих дней информирует об этом бассейновое управление уполномоченного органа. Вывод из эксплуатации водохозяйственного сооружения производится по заключению рабочей комиссии, создаваемой собственником, и оформляется актом о необходимости вывода водохозяйственного сооружения из эксплуатации.

В состав рабочей комиссии входят представители местных исполнительных органов, уполномоченного органа, уполномоченного государственного органа в области охраны окружающей среды, уполномоченного органа в области чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, проектных организаций, общественных объединений.

В процессе эксплуатации водохозяйственного сооружения ведется техническая документация.

После завершения строительства, реконструкции или капитального ремонта приемка (ввод) в эксплуатацию водохозяйственного сооружения проводится в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации.

Вся документация по строительству, реконструкции, капитальному ремонту и вводу в эксплуатацию водохозяйственного сооружения хранится у собственника водохозяйственного сооружения. Собственник, эксплуатирующий водохозяйственное сооружение, обеспечивает соблюдение режима его эксплуатации.

Внесение изменений в установленный режим эксплуатации водохозяйственного сооружения производится на основании результатов систематических

наблюдений за водохозяйственным сооружением и данных об изменении условий его эксплуатации.

Эксплуатация водохозяйственных сооружений обеспечивает безопасность, сохранность и повышение долговечности водохозяйственных сооружений при работе оборудования и при воздействии гидрометеорологических факторов.

Одним из условий обеспечения безопасности водохозяйственного сооружения является создание не снижаемого резерва (оборудования, изделий, узлов, деталей и строительных материалов) для проведения предупредительных мероприятий и принятия неотложных мер по предотвращению аварии или чрезвычайной ситуации природного или техногенного характера.

Эксплуатация водохозяйственного сооружения, имеющего физический износ, который препятствует его нормальной эксплуатации или который приводит к разрушению отдельных элементов водохозяйственного сооружения, не допускается.

Все водохозяйственные сооружения эксплуатируются при строгом соблюдении установленных для них норм эксплуатационных нагрузок.

Увеличение нагрузок на водохозяйственное сооружение сверх установленных норм проектной документацией не допускается. Нормы эксплуатационных нагрузок для водохозяйственного сооружения периодически пересматриваются с учетом фактического состояния конструктивных элементов водохозяйственного сооружения и соответствия условий его службы первоначально принятым при проектировании, строительстве и устанавливаются для каждого водохозяйственного сооружения. Пересмотр норм эксплуатационных нагрузок производится собственником на основе рекомендаций проектной организации после обследования водохозяйственного сооружения.

При эксплуатации водохозяйственных сооружений в зимний период собственником составляется план организационно-технических мероприятий по эксплуатации водохозяйственных сооружений в зимних условиях, с учетом климатических и гидрометеорологических характеристик района и конструктивных особенностей водохозяйственных сооружений.

2.2. Роль эксплуатации в рациональном функционировании комплексных гидроузлов

Комплексный гидроузел - это группа гидротехнических сооружений, объединённых по расположению, целям и условиям их работы.

Примеры комплексных гидроузлов приведены на рис. 1,2,3.

При эксплуатации гидротехнических сооружений, которые входят в состав комплексных гидроузлов, должны быть обеспечены надежность и безопасность их работы, а также бесперебойная и экономичная работа технологического оборудования электростанций при соблюдении требований охраны окружающей среды. Особое внимание должно быть уделено обеспечению надежности работы противотрационных и дренажных устройств.

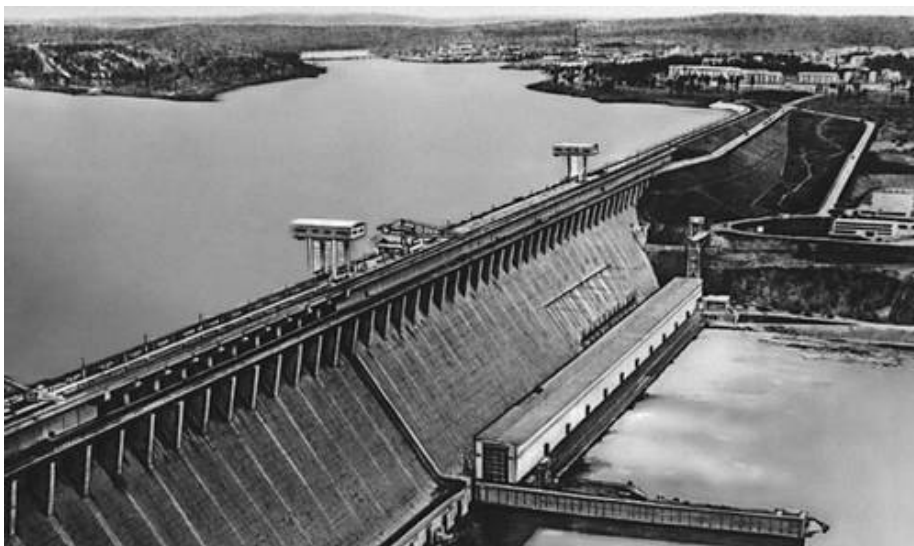


Рис. 1. Братская ГЭС



Рис. 2. Оросительная система на реке Чу



Рис. 3. Куйбышевское водохранилище на участке судоходного шлюза

Гидротехнические сооружения должны удовлетворять нормативным (проектным) требованиям по устойчивости, прочности, долговечности. Сооружения и конструкции, находящиеся под напором воды, а также их основания и примыкания должны удовлетворять нормативным (проектным) показателям водонепроницаемости и фильтрационной прочности. Гидротехнические сооружения должны предохраняться от повреждений, вызываемых неблагоприятными физическими, химическими и биологическими процессами, воздействием нагрузок и воды. Повреждения должны быть своевременно устранены. Все напорные гидротехнические сооружения, находящиеся в эксплуатации более 25 лет, независимо от их состояния должны периодически подвергаться многофакторному исследованию (мониторингу) с оценкой их прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности с привлечением специализированных организаций. По результатам исследований должны быть приняты меры, обеспечивающие работоспособность сооружений.

При снижении прочности конструкций сооружений по сравнению с установленной проектом они должны быть усилены.

Грунтовые плотины и дамбы должны быть предохранены от размывов и переливов воды через гребень. Крепления откосов, дренажная и ливнеотводящая сети должны поддерживаться в исправном состоянии. Грунтовые сооружения, особенно каналы в насыпях и водопроницаемых грунтах, плотины и дамбы, должны предохраняться от повреждений.

Бермы и кюветы каналов должны регулярно очищаться от грунта осыпей и выносов, не должно допускаться зарастание откосов и гребня земляных сооружений деревьями и кустарниками, если оно не предусмотрено проектом. На подводящих и отводящих каналах в необходимых местах должны быть сооружены лестницы, мостики и ограждения. Должна быть обеспечена надежная работа уплотнений деформационных швов.

Размещение грузов и устройство каких-либо сооружений, в том числе причалов, автомобильных и железных дорог, на бермах и откосах каналов, плотин, дамб и у подпорных стенок в пределах расчетной призмы обрушения запрещается. Опасная зона обрушения должна быть отмечена на местности отличительными знаками. На участках откосов грунтовых плотин и дамб при высоком уровне фильтрационных вод в низовом клине во избежание промерзания и разрушения должен быть устроен дренаж или утепление.

Дренажные системы для отвода профильтровавшейся воды должны быть в исправном состоянии, снабжены водомерными устройствами. Вода из дренажных систем должна отводиться от сооружений непрерывно. При обнаружении выноса грунта фильтрующейся водой должны быть приняты меры к его прекращению.

При эксплуатации грунтовых плотин на многолетнемерзлых льдиных основаниях должны быть организованы наблюдения за температурным режимом, а также за деформациями, связанными с переходом грунтов в талое состояние. На каменнонабросных плотинах Северной климатической зоны должен осуществляться контроль за льдообразованием в пустотах каменной на-

броски низовой призмы. Через каждые 10-15 лет должны проводиться испытания наброски на сдвиговую прочность с учетом степени заполнения ее пустот льдом.

2.3. Основы эксплуатации отдельных гидротехнических сооружений

Примеры отдельных гидротехнических сооружений приведены на рис. 4, 5, 6, 7, 8.



Рис. 4. Водосброс



Рис. 5. Судходное гидротехническое сооружение



Рис. 6. Плотина. Московская область

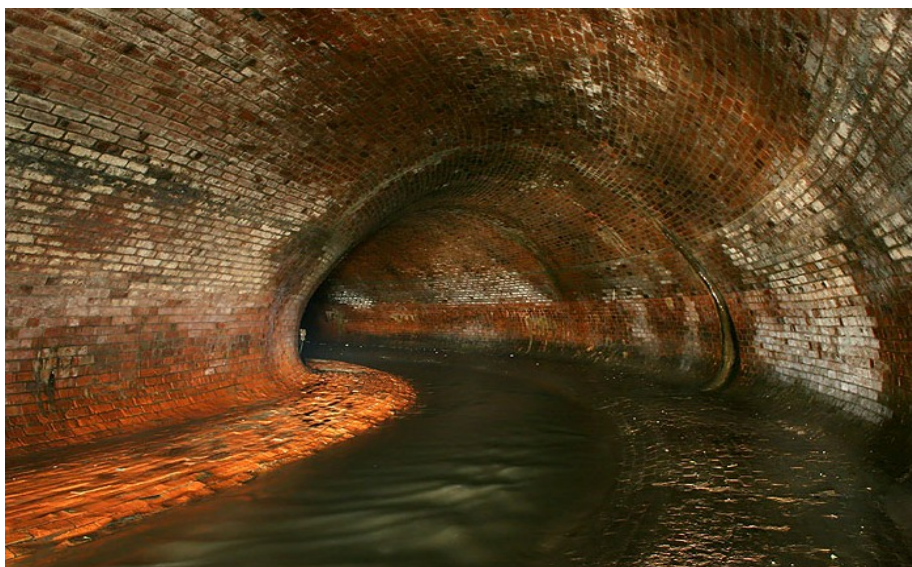


Рис. 7. Подземный коллектор, р. Неглинная



Рис. 8. Шлюз в г. Страсбург

Скорость воды в каналах должна поддерживаться в пределах, не допускающих размыва откосов и дна канала, а также отложения наносов; при наличии ледовых образований должна быть обеспечена бесперебойная подача воды. Максимальные и минимальные скорости воды должны быть установлены с учетом местных условий и указаны в местной инструкции.

При эксплуатации напорных водоводов должна быть обеспечена нормальная работа опор, уплотнений деформационных швов и компенсационных устройств; исключена повышенная вибрация оболочки; обеспечена защита от коррозии и абразивного износа; исключено раскрытие поверхностных трещин в бетоне. Аэрационные устройства напорных водоводов должны быть надежно утеплены и при необходимости оборудованы системой обогрева. Систематически в сроки, указанные местной инструкцией, должна проводиться проверка состояния аэрационных устройств.

При эксплуатации подъемных зданий гидроэлектростанций необходимо обеспечивать: постоянную рабочую готовность насосов откачки воды, поступающей в результате фильтрации или из-за непредвиденных прорывов из водопроводящих трактов; исправность вентиляционных установок, аварийного освещения, запасных выходов.

Наполнение и опорожнение водохранилищ, бассейнов, каналов и напорных водоводов, а также изменение уровней воды должны производиться постепенно, со скоростями, исключающими появление недопустимо больших давлений за облицовкой сооружения, оползание откосов, возникновение вакуума и ударных явлений в водоводах. Допустимые скорости опорожнения и наполнения должны быть указаны в местной инструкции. При пропуске высоких половодий (паводков) превышение нормального подпорного уровня (НПУ) верхних бьефов гидроузлов допускается только при полностью открытых затворах всех водосбросных и водопропускных отверстий и при обязательном использовании всех гидротурбин. При уменьшении притока воды отметка уровня водохранилища должна снижаться до НПУ в кратчайшие технические возможные сроки.

При останове гидроагрегатов в морозный период должны быть приняты меры к предотвращению опасного для эксплуатации образования льда на внутренних стенках водоводов.

В местную инструкцию по эксплуатации гидроузла должны быть внесены требования по надзору за территорией и состоянием сооружений в определенных проектом охранных зонах гидроузла в верхнем и нижнем бьефах. Аэрационные устройства напорных водоводов должны быть надежно утеплены и при необходимости оборудованы системой обогрева. Систематически в сроки, указанные местной инструкцией, должна проводиться проверка состояния аэрационных устройств.

На каждой электростанции в местной инструкции должен быть изложен план мероприятий при возникновении на гидротехнических сооружениях аварийных ситуаций. В этом плане должны быть определены: обязанности персонала, способы устранения аварийных ситуаций, запасы материалов, средств

ва связи и оповещения, транспортные средства, пути передвижения и т.п. На случаи отказов или аварий гидротехнических сооружений должны быть заранее разработаны: необходимая проектная документация по их раннему предотвращению (с учетом расчетных материалов по воздействию волн прорыва из водохранилищ) и соответствующие инструкции по их ликвидации.

Противоаварийные устройства, водоотливные и спасательные средства должны быть исправными и постоянно находиться в состоянии готовности к действию. Для предотвращения аварийных ситуаций от селевых выносов на притоках рек и в оврагах при необходимости должны проводиться горномелиоративные работы. Подходные участки к селепроводам, пересекающим каналы, и сами селепроводы должны по мере необходимости очищаться.

2.4. Надзор за состоянием гидротехнических сооружений

1. Надзор за безопасностью гидротехнических сооружений должен осуществляться в соответствии с "Положением о системе отраслевого надзора за безопасностью гидротехнических сооружений электростанций". Ответственность за организацию надзора за гидротехническими сооружениями, за своевременное выявление аварийных ситуаций, разработку и выполнение мероприятий по их устранению несут: в период строительства до приемки в эксплуатацию полностью законченного гидроузла - строительная организация (генеральный подрядчик), в период эксплуатации - собственник гидроузла (эксплуатирующее предприятие).

2. При сдаче гидротехнических сооружений в эксплуатацию собственнику (заказчику) должны быть переданы:

- контрольно-измерительная аппаратура (КИА) и все данные наблюдений по ней в строительный период — строительной организацией;
- данные анализа результатов натурных наблюдений, инструкции по организации наблюдений, методы обработки и анализа натурных данных с указанием предельно допустимых по условиям устойчивости и прочности сооружений показаний КИА.

3. Объем наблюдений и состав КИА, устанавливаемой на гидротехнических сооружениях, должны определяться проектом. В период эксплуатации состав КИА и объем наблюдений могут быть изменены в зависимости от состояния гидросооружений и изменения технических требований к контролю (например, изменения класса капитальности, уточнения сейсмичности и т.п.). Эти изменения должны согласовываться с проектными или специализированными организациями. Для повышения оперативности и достоверности контроля напорные гидротехнические сооружения следует оснащать автоматизированными системами диагностического контроля (АСДК). Для таких сооружений проекты оснащения их КИА должны быть разработаны с учетом ее использования в АСДК с привлечением специализированных организаций.

4. В сроки, установленные местной инструкцией, и в предусмотренном ею объеме на всех гидротехнических сооружениях должны вестись наблюдения за:

- осадками и смещениями сооружений и их оснований;

- деформациями сооружений и облицовок, трещинами в них, состоянием деформационных и строительных швов, креплений откосов грунтовых плотин, дамб, каналов и выемок, состоянием напорных водоводов;
- режимом уровней бьефов гидроузла, фильтрационным режимом в основании и теле грунтовых, бетонных сооружений и береговых примыканий, работой дренажных и противофильтрационных устройств, режимом грунтовых вод в зоне сооружений;
- воздействием потока на сооружение, в частности за размывом водобоя и рисбермы, дна и берегов;
- истиранием и коррозией облицовок, просадками, оползневыми явлениями, заилинием и зарастанием каналов и бассейнов;
- переработкой берегов водоемов;
- воздействием льда на сооружения и их обледенением.

При необходимости, должны быть организованы наблюдения за вибрацией сооружений, сейсмическими нагрузками на них, прочностью и водонепроницаемостью бетона, напряженным состоянием и температурным режимом конструкций, коррозией металла и бетона, состоянием сварных швов металлоконструкций, выделением газа на отдельных участках гидротехнических сооружений и др. При существенных изменениях условий эксплуатации гидротехнических сооружений должны проводиться дополнительные наблюдения по специальным программам. В местных инструкциях для каждого напорного гидротехнического сооружения должны быть указаны предельно допустимые показатели его состояния, с которыми должны сравниваться результаты наблюдений по КИА. Первоначальные (проектные) предельно допустимые показатели состояния гидротехнических сооружений должны систематически уточняться по мере накопления данных натурных наблюдений.

5. На бетонных гидротехнических сооружениях первого класса в зависимости от их конструкции и условий эксплуатации следует проводить специальные натурные наблюдения за:

- напряженным и термонапряженным состоянием плотины и ее основания;
- разуплотнением скального основания в зоне контакта с подошвой плотины;
- напряжениями в арматуре;
- изменением состояния плотины при сейсмических и других динамических воздействиях.

Для бетонных плотин, расположенных на многолетнемерзлых грунтах, дополнительно должны вестись натурные наблюдения за:

- температурой основания и береговых примыканий плотины;
- развитием областей промороженного бетона, особенно в зонах сопряжения бетонных и грунтовых сооружений и береговых примыканий плотины;

– процессом деформирования основания и береговых примыканий при оттаивании и изменением основных физико-технических свойств грунтов в результате оттаивания.

6. При эксплуатации подземных зданий гидроэлектростанций должен проводиться контроль за:

- напряженным состоянием креплений вмещающего массива; деформациями смещения стен и свода камеры;
- фильтрационным и температурным режимами массива;
- протечками воды в помещения.

7. На гидротехнических сооружениях первого класса, расположенных в районах с сейсмичностью 7 баллов и выше, и на сооружениях второго класса — в районах с сейсмичностью 8 баллов и выше должны проводиться следующие виды специальных наблюдений и испытаний:

- инженерно-сейсмометрические наблюдения за работой сооружений и береговых примыканий (сейсмометрический мониторинг);
- инженерно-сейсмологические наблюдения в зоне ложа водохранилища вблизи створа сооружений и на прилегающих территориях (сейсмологический мониторинг);
- тестовые испытания по определению динамических характеристик этих сооружений (динамическое тестирование) с составлением динамических паспортов: при сдаче в эксплуатацию, а затем через каждые 5 лет.

Для проведения инженерно-сейсмометрических наблюдений гидротехнические сооружения должны быть оборудованы автоматизированными приборами и комплексами, позволяющими регистрировать кинематические характеристики в ряде точек сооружений и береговых примыканий во время землетрясений при сильных движениях земной поверхности, а также оперативно обрабатывать полученную информацию.

Для проведения инженерно-сейсмологических наблюдений вблизи гидротехнических сооружений и на берегах водохранилищ по проекту, разработанному специализированной организацией, должны быть размещены автономные регистрирующие сейсмические станции. Комплексы инженерно-сейсмометрических и инженерно-сейсмологических наблюдений каждого объекта должны быть связаны с единой службой сейсмологических наблюдений. Монтаж, эксплуатация систем и проведение инженерно-сейсмометрических, инженерно-сейсмологических наблюдений и динамического тестирования должны осуществляться дирекцией энергоузла с привлечением специализированных организаций. После каждого сейсмического толчка интенсивностью 5 баллов и выше должны оперативно регистрироваться показания всех видов КИА, установленных в сооружении, с осмотром сооружения и анализом его прочности и устойчивости.

8. На головном и станционном узлах гидротехнических сооружений должны быть установлены базисные и рабочие реперы. Оси основных гидротехнических сооружений должны быть надежно обозначены на местности

знаками с надписями и связаны с базисными реперами. Анкерные опоры напорных водоводов должны иметь марки, определяющие положение опор в плане и по высоте. Водонапорные ограждающие плотины и дамбы, каналы, туннели, дамбы золошлакоотвалов должны иметь знаки, отмечающие попутно длину сооружения, начало, конец и радиусы закруглений, а также места расположения скрытых под землей или под водой устройств.

9. Контрольно-измерительная аппаратура должна быть защищена от повреждений и промерзаний и иметь четкую маркировку. Откачка воды из пьезометров без достаточного обоснования запрещается. Пульты или места измерений по КИА должны быть оборудованы с учетом требований техники безопасности, иметь свободные подходы, освещение, а в отдельных случаях и телефонную внутреннюю связь.

10. Ежегодно до наступления весеннего половодья, а в отдельных случаях также и летне-осеннего паводка на электростанциях должны назначаться паводковые комиссии. Комиссия должна произвести осмотр и проверку подготовки к половодью (паводку) всех гидротехнических сооружений, их механического оборудования, подъемных устройств, руководить пропуском половодья (паводка) и после его прохождения снова осмотреть сооружения.

11. Осмотр подводных частей сооружений и туннелей должен производиться впервые после 2 лет эксплуатации, затем через 5 лет и в дальнейшем по мере необходимости. После пропуска паводков, близких к расчетным, следует производить обследование водобоя, рисбермы и примыкающего участка русла с использованием доступных электростанций средств.

2.5. Эксплуатационное оборудование гидротехнических сооружений

1. Механическое оборудование гидротехнических сооружений (затворы и защитные ограждения с их механизмами), средства его дистанционного или автоматического управления и сигнализации, а также подъемные и транспортные устройства общего назначения должны быть в исправности и находиться в состоянии готовности к работе. Непосредственно перед весенним половодьем затворы водосбросных сооружений, используемые при пропуске половодья, должны быть освобождены от наледей и ледяного припая, чтобы обеспечить возможность маневрирования ими.

2. Механическое оборудование гидротехнических сооружений должно периодически осматриваться и проверяться в соответствии с утвержденным графиком.

3. Основные затворы должны быть оборудованы указателями высоты открытия. Индивидуальные подъемные механизмы и закладные части затворов должны иметь привязку к базисным реперам.

4. При маневрировании затворами их движение должно происходить беспрепятственно, без рывков и вибрации, при правильном положении ходовых и отсутствии деформации опорных частей. Должны быть обеспечены водонепроницаемость затворов, правильная посадка их на порог и плотное прилегание к опорному контуру. Затворы не должны иметь перекосов и недопус-

тимых деформаций при работе под напором. Длительное нахождение затворов в положениях, при которых появляется повышенная вибрация затворов или конструкций гидротехнических сооружений, запрещается.

5. Полное закрытие затворов, установленных на напорных водоводах, может проводиться лишь при исправном состоянии аэрационных устройств.

6. В необходимых случаях должны быть обеспечены утепление или обогрев пазов, опорных устройств и пролетных строений затворов, сороудерживающих решеток, предназначенных для работы в зимних условиях.

7. Сороудерживающие конструкции (решетки, сетки, запани) должны регулярно очищаться от сора. Для каждой электростанции должны быть установлены предельные по условиям прочности и экономичности значения перепада уровней на сороудерживающих решетках.

8. Механическое оборудование и металлические части гидротехнических сооружений должны защищаться от коррозии и обрастания дрейсеной.

2.6. Эксплуатация гидросооружений в морозный период

1. До наступления минусовой температуры наружного воздуха и появления льда должны быть проверены и отремонтированы шугосбросы и шугоотстойники, очищены от сора и топляков водоприемные устройства и водоподводящие каналы, решетки и пазы затворов, а также подготовлены к работе устройства для обогрева решеток и пазов затворов, проверены шугосигнализаторы и микротермометры.

2. Вдоль сооружений, не рассчитанных на давление сплошного ледяного поля, должна быть устроена полынья, поддерживаемая в свободном от льда состоянии в течение зимы, или применены другие надежные способы для уменьшения нагрузки от льда.

3. Для борьбы с шугой в подпорных бьефах и водохранилищах на реках с устойчивым ледяным покровом должны проводиться мероприятия, способствующие быстрому образованию льда: поддержание постоянного уровня воды на возможно более высоких отметках и постоянного забора воды электростанцией при возможно меньшем расходе через гидроагрегаты и насосы. В случае необходимости допускается полный останов гидроэлектростанции.

4. На тех реках, где не образуется ледяной покров, шуга должна пропускаться через турбины гидроэлектростанций (за исключением ковшовых), а при невозможности этого – помимо турбин через шугосбросы с минимальной затратой воды. Порядок сброса шуги должен быть определен местной инструкцией. При больших водохранилищах шуга должна накапливаться в верхнем бьефе.

5. Режим работы каналов гидроэлектростанций в период шугохода должен обеспечивать непрерывное течение воды без образования зажоров, перекрывающих полностью живое сечение каналов. В зависимости от местных условий режим канала должен либо обеспечивать транзит шуги вдоль всей трассы, либо одновременно допускать ее частичное аккумулятивное накопление. Допускается накопление шуги в отстойниках (с последующим промывом) и в бассей-

нах суточного регулирования. При подготовке каналов к эксплуатации в шуготранзитном режиме должны быть удалены устройства, стесняющие течение (решетки, запани и т.п.).

6. Перед ледоставом и в период ледостава должны быть организованы систематические (не реже 1 раза в сутки) измерения температуры воды на участках водозаборов для обнаружения признаков ее переохлаждения. Порядок включения системы обогрева и устройств для очистки решеток от льда должен быть определен местной инструкцией.

7. Если принятые меры (обогрев, очистка) не предотвращают забивания решеток шугой и появления опасных перепадов напора на них, должен производиться поочередный останов турбин (или насосов) для очистки решеток. Допускается пропуск шуги через гидротурбины с частичным или полным удалением решеток при техническом обосновании в каждом случае. При этом должны быть приняты меры, обеспечивающие бесперебойную работу системы технического водоснабжения.

8. Пропуск льда через створ гидротехнических сооружений должен производиться при максимальном использовании ледопропускного фронта с обеспечением достаточного слоя воды над порогом ледосбросных отверстий. В период ледохода при угрозе образования заторов льда и опасных для сооружений ударов больших ледяных масс должны быть организованы временные посты наблюдений и приняты меры к ликвидации заторов и размельчению ледяных полей путем проведения взрывных и ледокольных работ.

2.7. Управление водным режимом гидроэлектростанций

1. При эксплуатации гидроэлектростанций должно быть обеспечено наиболее полное использование водных ресурсов и установленной мощности гидроагрегатов при оптимальном для энергосистемы участии гидроэлектростанции в покрытии графика нагрузки. Одновременно должны быть учтены потребности неэнергетических отраслей народного хозяйства (водного транспорта, орошения, рыбного хозяйства, водоснабжения) и условия охраны природы. Для электростанций, имеющих водохранилища, регулирующие сток воды, должны быть составлены и утверждены в установленном порядке основные правила использования водных ресурсов водохранилища и правила эксплуатации водохранилища.

2. Для гидроэлектростанций с водохранилищем комплексного пользования должен быть составлен годовой водохозяйственный план, устанавливающий помесечные объемы использования воды различными водопользователями. Водохозяйственный план должен уточняться на каждый квартал и месяц с учетом прогноза стока воды региональными службами Росгидромета. При наличии в энергосистеме нескольких гидроэлектростанций или каскадов регулирования стока должно проводиться так, чтобы получить максимальный суммарный энергетический эффект с учетом удовлетворения потребностей других водопользователей.

3. Режим сработки водохранилища перед половодьем и его последующего наполнения должен обеспечивать:

- наполнение водохранилища в период половодья до нормального подпорного уровня; отклонение от этого правила допустимо только в случае особых требований водохозяйственного комплекса и для водохранилищ многолетнего регулирования;
- благоприятные условия для сброса через сооружения избытка воды, пропуска наносов, а также льда, если это предусмотрено проектом;
- необходимые согласованные условия для нормального судоходства, рыбного хозяйства, орошения и водоснабжения;
- наибольший энергетический эффект в энергосистеме при соблюдении ограничений, согласованных с неэнергетическими водопользователями;
- регулирование сбросных расходов с учетом требований безопасности и надежности работы гидротехнических сооружений и борьбы с наводнениями.

Взаимно согласованные требования неэнергетических водопользователей, ограничивающие режимы сработки и наполнения водохранилища, должны быть включены в основные правила использования водных ресурсов водохранилища и правила эксплуатации водохранилища.

4. При сдаче электростанции в эксплуатацию проектной организацией должны быть переданы собственнику (заказчику): согласованные с заинтересованными организациями основные правила использования водных ресурсов водохранилища и правила эксплуатации водохранилища; гидравлические характеристики каждого из водопропускных (водосбросных) сооружений. По мере накопления эксплуатационных данных эти правила и характеристики должны уточняться и дополняться.

5. Пропуск воды через водосбросные сооружения должен осуществляться в соответствии с местной инструкцией и не должен приводить к повреждению сооружений, а также к размыву дна за ними, который мог бы повлиять на устойчивость сооружений.

6. Изменение расхода воды через водосбросные сооружения должно производиться постепенно во избежание образования в бьефах больших волн. Скорость изменения расхода воды должна определяться исходя из местных условий с учетом требований безопасности населения и хозяйства в нижнем бьефе гидроузла. О намечаемых резких изменениях расхода воды должны быть заранее предупреждены местные органы Росгидромета и местные органы исполнительной власти. Скорость изменения расхода воды через гидротурбины, как правило, не регламентируется и предупреждение об изменении расхода не дается, если иное не предусмотрено условиями эксплуатации гидроэлектростанции.

7. На гидроэлектростанциях, где для пропуска расчетных максимальных расходов воды проектом предусмотрено использование водопропускного сооружения, принадлежащего другому ведомству (например, судоходного шлюза), должна быть составлена согласованная с этим ведомством инструкция, определяющая условия и порядок включения в работу этого сооружения.

2.8. Эксплуатация гидротурбинных установок

На рис. 9 показано рабочее колесо турбины, на рис. 10 - ковшовая гидротурбина с горизонтальным расположением вала.

При эксплуатации гидротурбинных установок должна быть обеспечена их бесперебойная работа с максимально возможным для заданной нагрузки и действующего напора коэффициентом полезного действия. Оборудование гидроэлектростанции должно быть в постоянной готовности к максимальной располагаемой нагрузке и работе в насосном режиме для оборудования гидроаккумулирующих станций.

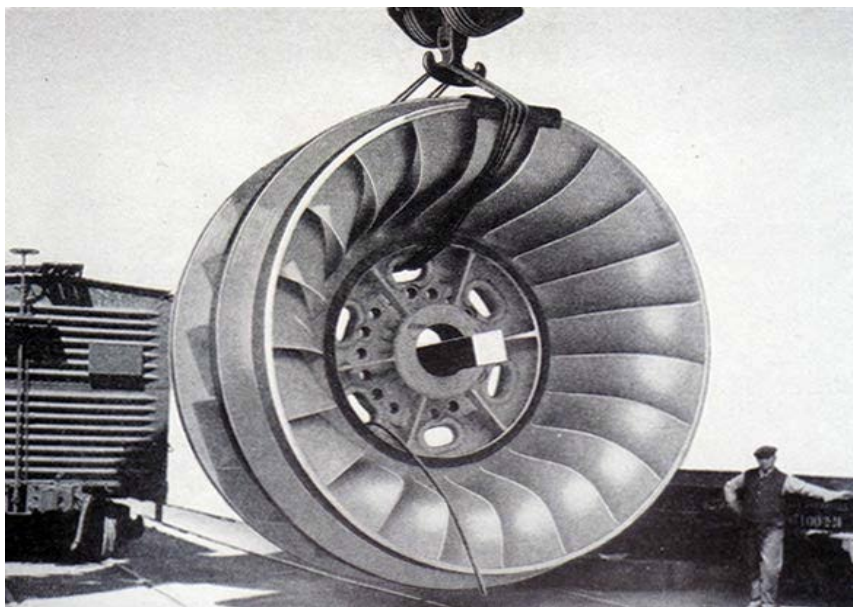
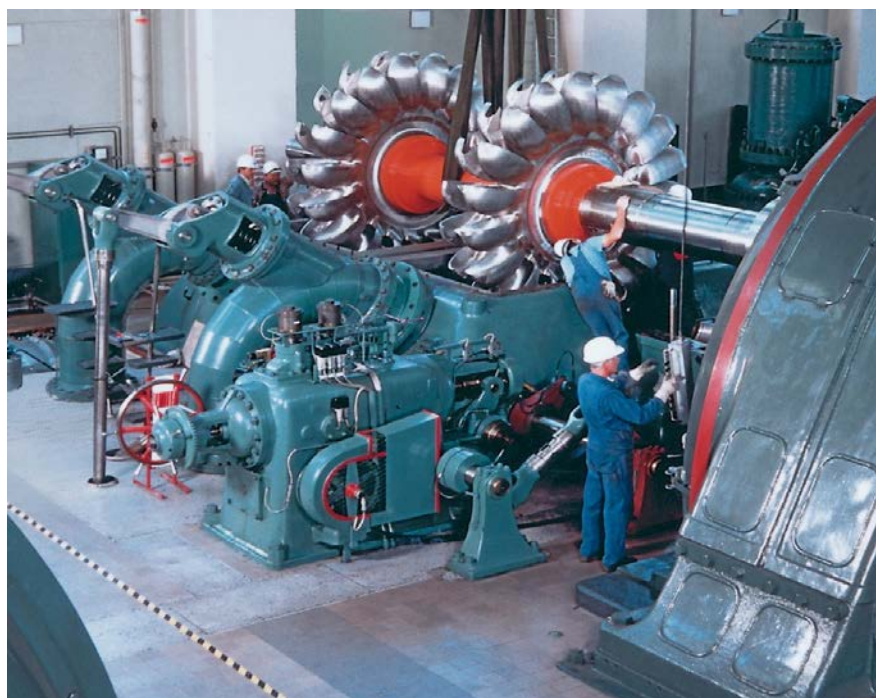


Рис. 9. Рабочее колесо турбины



*Рис. 10. Ковшовая гидротурбина
с горизонтальным расположением вала*

Находящиеся в эксплуатации гидроагрегаты и вспомогательное оборудование должны быть полностью автоматизированы. Пуск гидроагрегата в генераторный режим и режим синхронного компенсатора, останов из генераторного режима и режима синхронного компенсатора, перевод из генераторного режима в режим синхронного компенсатора и обратно должны осуществляться от одного командного импульса, а для обратимого гидроагрегата этот принцип должен осуществляться также для насосных режимов и для перевода из насосного в генераторный режим.

Гидроагрегаты должны работать при полностью открытых затворах, установленных на турбинных водоводах; предельное открытие направляющего аппарата гидротурбины должно быть не выше значения, соответствующего максимально допустимой нагрузке гидроагрегата (генератора-двигателя) при данном напоре и высоте отсасывания.

Гидроагрегаты, находящиеся в резерве, должны быть в состоянии готовности к немедленному автоматическому пуску. Гидротурбины с закрытым направляющим аппаратом должны находиться под напором при полностью открытых затворах на водоприемнике и в отсасывающей трубе. На высоконапорных гидроэлектростанциях с напором 300 м и более, а также с напором от 200 до 300 м при числе часов использования менее 3000 предтурбинные и встроенные кольцевые затворы на резервных гидроагрегатах должны быть закрыты. На гидроэлектростанциях с напором ниже 200 м предтурбинный затвор на резервном агрегате не должен закрываться, если он не выполняет оперативные функции.

При эксплуатации автоматического регулирования гидроагрегата должны быть обеспечены:

- автоматический и ручной пуск и остановка гидроагрегата;
- устойчивая работа гидроагрегата на всех режимах;
- выполнение гарантий регулирования;
- автоматическое изменение ограничения максимального открытия направляющего аппарата по мощности при изменении напора;
- автоматическое и ручное изменение комбинаторной зависимости по напору (для поворотно-лопастных гидротурбин).

Гидроэлектростанции мощностью свыше 30 МВт и с количеством агрегатов более трех должны быть оснащены системами группового регулирования активной мощности (ГРАМ) с возможностью использования их для вторичного автоматического регулирования режима энергосистем по частоте и перетокам мощности (АРЧМ). Отключение системы ГРАМ допускается с разрешения диспетчерских служб соответствующих энергосистем или ОДУ в тех случаях, когда групповое регулирование агрегатов невозможно по техническому состоянию или режимным условиям работы оборудования гидроэлектростанции.

Для каждого гидроагрегата должно быть определено и периодически в установленные местными инструкциями сроки проконтролировано минимальное время следующих процессов:

- закрытия направляющего аппарата гидротурбины до зоны демпфирования при сбросе нагрузки;
- открытия направляющего аппарата гидротурбины при наборе нагрузки с максимальной скоростью;
- разворота и свертывания лопастей рабочего колеса поворотно-лопастных и диагональных гидротурбин. Кроме того, периодически в соответствии с местной инструкцией должны проверяться гарантии регулирования.

Во время эксплуатации гидроагрегата путем осмотра и систематических измерений с помощью стационарных и переносных приборов должен быть организован контроль за работой оборудования в объеме и с периодичностью, указанными в местных инструкциях.

Система технического водоснабжения гидроагрегата должна обеспечить охлаждение опорных узлов, статора и ротора генератора, смазку обрешиненного турбинного подшипника и других потребителей при всех режимах работы гидроагрегата.

Капитальный ремонт гидротурбин должен производиться 1 раз в 5-7 лет.
Литература: [10, 11, 12, 13, 14].

3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ

3.1. Порядок эксплуатации водохозяйственных систем

Работа водохозяйственных систем (водохранилищ, каналов и других связанных между собой водных объектов) регулируется путем установления соответствующих режимов для каждого водного объекта системы с учетом прогноза водности.

Режимы работы этих систем устанавливаются водохозяйственными органами на основании правил эксплуатации водных объектов с учетом экологических требований и интересов всех водопользователей.

Порядок эксплуатации водохранилищ определяется правилами, которые утверждаются органами водного хозяйства для каждого водохранилища отдельно, а для каскада или системы водохранилищ - по согласованию с государственными органами охраны окружающей естественной среды и санитарного надзора.

Предприятия, учреждения и организации, которые эксплуатируют водоподпорные, водопропускные, водозащитные или водозаборные сооружения водохозяйственных систем, обязаны соблюдать установленные режимы их работы и правил эксплуатации.

3.2. Пользование реками

В зависимости от водосборной площади бассейна реки делятся на большие, средние и малые.

К большим принадлежат реки, которые расположены в нескольких географических зонах и имеют площадь водосбора свыше 50 тыс. квадратных километров.

К средним принадлежат реки, которые имеют площадь водосбора от 2 до 50 тыс. квадратных километров.

К малым принадлежат реки с площадью водосбора до 2 тыс. квадратных километров.

С целью охраны водности малых рек запрещается:

- 1) изменять рельеф бассейна реки;
- 2) разрушать русла пересыхающих рек, ручьев и водотоков;
- 3) выпрямлять русла рек и углублять их дно ниже естественного уровня или перекрывать их без устранения водостоков, перепусков или акведуков;
- 4) уменьшать естественный растительный покров и лесистость бассейна реки;
- 5) распахивать пойменные земли и применять на них средства химизации;
- 6) проводить осушительные мелиоративные работы на заболоченных участках и урочищах в верховьях рек;
- 7) предоставлять земельные участки в поймах рек под любое строительство (кроме гидротехнических, гидрометрических и линейных сооружений), а также для садоводства и огородничества;
- 8) осуществлять другие работы, которые могут отрицательно влиять или влияют на водность реки и качество воды в ней.

Водопользователи и землепользователи, земли которых находятся в бассейне рек, обеспечивают осуществление комплексных мероприятий по сохранению водности рек и охраны их от загрязнения и засорения.

3.3. Комплекс мероприятий по сохранению водности рек и охране их от загрязнения

1. Создание прибрежных защитных полос.
2. Создание специализированных служб по уходу за реками, прибрежными защитными полосами, гидротехническими сооружениями и поддержанию их в надлежащем состоянии.
3. Внедрение почвозащитных систем земледелия с контурно-мелиоративной организацией территории водосбора.
4. Осуществление агротехнических, агролесомелиоративных и гидротехнических противоэрозионных мероприятий, а также создание для организованного отвода поверхностного стока соответствующих сооружений (водостоки, перепуски, акведуки и т.п.) во время строительства и эксплуатации путей, железных дорог и других инженерных коммуникаций.
5. Внедрение водосберегающих технологий, а также осуществление водоохраных мероприятий на предприятиях, в учреждениях и организациях, расположенных в бассейне реки.
6. Создание гидрологических памятников природы.

С целью оценки экологического состояния бассейна реки и разработки мероприятий по рациональному использованию и охране вод, воспроизведению водных ресурсов составляется ее паспорт.

3.4. Вредные воздействия вод и мероприятия по их предотвращению и устранению их последствий

Вредными воздействиями вод являются:

- 1) последствия наводнения, которые привели к затоплению и подтоплению земель и населенных пунктов;
- 2) разрушение берегов, защитных дамб и других сооружений;
- 3) заболачивание, подтопление и засоление земель, вызванные повышением уровня грунтовых вод вследствие ненормированной подачи воды во время орошения; утечка воды из водопроводно-канализационных систем и перекрытие потоков подземных вод при размещении больших промышленных и других сооружений;
- 4) осушение земель, обусловленное забором подземных вод в количестве, которое превышает установленные объемы отбора воды;
- 5) загрязнение (засоление) земель в районах добычи полезных ископаемых, а также после прекращения эксплуатации месторождений и их консервации;
- 6) эрозия почв, образование оврагов, сдвигов и селей.

Во время проектирования водохозяйственных и других объектов должно учитываться возможное вредное действие вод, а во время эксплуатации этих объектов – предприниматься меры по его предотвращению, а именно:

- 1) создание лесонасаждений на прибрежных защитных полосах, склонах, балках и оврагах;
- 2) строительство противозэрозионных гидротехнических сооружений, земляных валов, водосбросов, защитных дамб, водохранилищ-регуляторов;
- 3) сооружение дренажа;
- 4) укрепление берегов и т.п.

3.5. Неотложные мероприятия по предотвращению стихийного бедствия, вызванного вредным действием вод

В случае угрозы стихийного бедствия, связанного с вредным действием вод, местные органы самоуправления с привлечением предприятий, учреждений, организаций обязаны принять неотложные меры для предотвращения этого бедствия, а в случае его наступления – для немедленной ликвидации его последствий.

В аварийных ситуациях на водных объектах, связанных с их загрязнением, которое может вредно повлиять на здоровье людей и состояние водных экосистем, предприятие, учреждение или организация, по вине которых произошла авария или которые обнаружили ее, должны немедленно организовать ликвидацию ее последствий и сообщить об аварии в государственные органы охраны окружающей природной среды, санитарного надзора, водного хозяйства, геологии и в органы местного самоуправления.

Государственные органы водного хозяйства должны обеспечивать безаварийное функционирование водных объектов во время наводнений и паводков, прогнозировать распространение вызванных ими последствий и совмест-

но с соответствующими органами местного самоуправления осуществлять мероприятия по обеспечению бесперебойного водоснабжения населения и предприятий.

Специально уполномоченный центральный орган исполнительной власти по вопросам гидрометеорологии должен вести наблюдения за развитием стихийных явлений и обеспечивать органы местного самоуправления и органы государственной исполнительной власти необходимой гидрологической и гидрохимической информацией.

Органы местного самоуправления обязаны информировать население об аварии, стихийном бедствии, их масштабах, возможном нарушении экологической безопасности и о принятых мерах по ликвидации их последствий.

3.6. Эксплуатация водохранилищ

На рис. 11 в качестве примера приведена схема Ангара-Енисейского каскада водохранилищ.

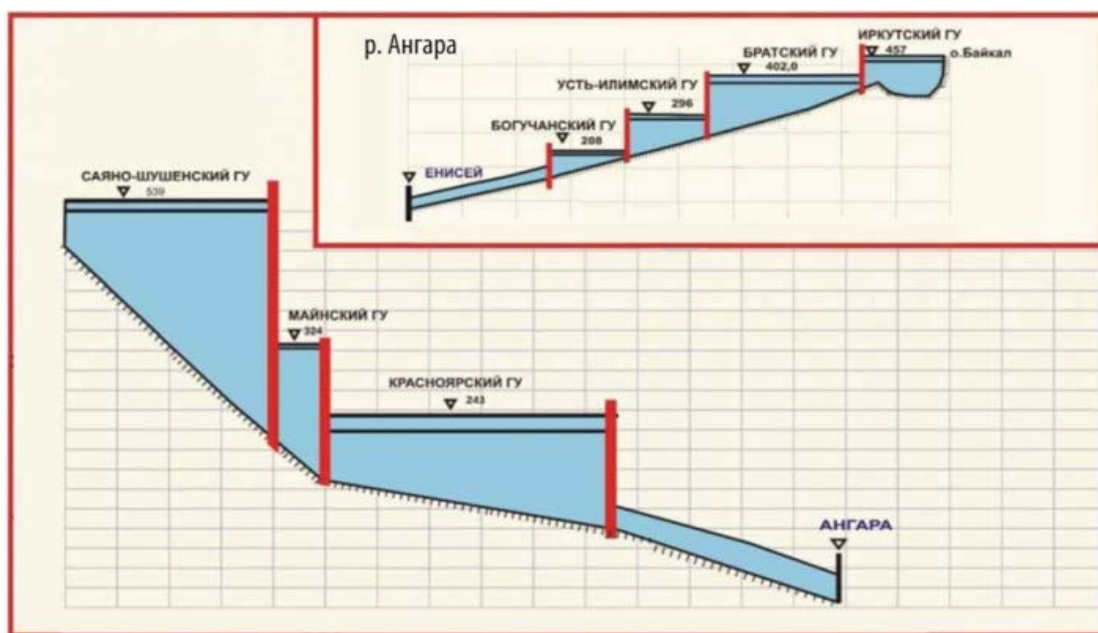


Рис. 11. Схема Ангара-Енисейского каскада водохранилищ

1. Для интенсивно заиляемого водохранилища, бассейна или канала должна быть составлена местная инструкция по борьбе с наносами. При необходимости к составлению инструкции должны быть привлечены специализированные организации.

2. На интенсивно заиляемых водохранилищах при пропуске паводков должны поддерживаться наинизшие возможные уровни в пределах проектной призмы регулирования, если это не наносит ущерба другим водопотребителям. Наполнение таких водохранилищ должно осуществляться в возможно более поздний срок на спаде паводка.

3. Для уменьшения заиления водохранилищ, бьефов, бассейнов, каналов необходимо:

- поддерживать такие режимы их работы, которые создают возможность максимального транзита поступающего твердого стока;
- каналы в период поступления в них воды повышенной мутности должны работать в близком к постоянному режиме с возможно большим расходом воды;
- промывать бьефы, водохранилища, пороги водоприемников, осветлять воду в отстойниках, применять берегоукрепительные и наносоудерживающие устройства или удалять наносы механическими средствами;
- ежедневно срабатывать бьефы до минимально возможной отметки (для водохранилищ суточного регулирования).

4. В периоды, когда естественный расход воды в реке не используется полностью для выработки электроэнергии, избыток воды должен быть использован для смыва наносов в нижний бьеф плотины и промывки порогов водоприемных устройств.

5. В случае возможности попадания в водоприемные сооружения наносов, скопившихся перед порогом водоприемника, необходимо удалить отложения наносов путем их промывки. При невозможности или неэффективности промывки удаление наносов может быть произведено с помощью механизмов. Промывку водозаборных сооружений электростанций при бесплотинном водозаборе можно осуществлять устройством местных стеснений потока с тем, чтобы отложения наносов размывались под действием повышенных скоростей воды.

6. Наблюдение за состоянием интенсивно заиляемого водохранилища и удаление наносов должны быть организованы в соответствии с "Правилами эксплуатации заиляемых водохранилищ малой и средней емкости" и с учетом природоохранных требований.

7. Отстойники электростанций должны постоянно использоваться для осветления воды. Отключение отстойников или их отдельных камер для ремонта допускается только в период, когда вода несет незначительное количество наносов и свободна от фракций, опасных в отношении истирания турбин и другого оборудования.

8. На каждой электростанции, в водохранилище которой имеются залежи торфа, должен быть организован перехват всплывающих масс торфа выше створа водозаборных и водосбросных сооружений, преимущественно в местах всплывания. Перехваченный торф должен быть отбуксирован в бухты и на отмели и надежно закреплен.

9. Водохранилища обособленного пользования, находящиеся на балансе электростанций, должны поддерживаться в надлежащем техническом и санитарном состоянии силами эксплуатационного персонала электростанций. При необходимости для организации и проведения наблюдений, анализа результатов и разработки природоохранных мероприятий следует привлекать специализированные организации.

3.7. Гидрологическое и метеорологическое обеспечение

1. В задачи гидрологического и метеорологического обеспечения электростанций должно входить: получение гидрологических и метеорологических данных для оптимального ведения режимов работы электростанции, планирования использования водных ресурсов и организации надежной эксплуатации гидротехнических сооружений и водохранилищ; контроль за использованием водных ресурсов на электростанциях; получение данных для регулирования водного стока, пропуска половодий и паводков, организации ирригационных, навигационных и санитарных попусков, обеспечения водоснабжения и т.п.; получение информации, необходимой для своевременного принятия мер к предотвращению или уменьшению ущерба от стихийных явлений.

2. Электростанции должны регулярно получать от органов Росгидромета следующие данные: сведения по используемому водотоку (расход, уровни и температура воды, ледовые явления, наносы); месячные и годовые водные балансы водохранилищ; метеорологические данные (температура и влажность воздуха, осадки и испарение, сила и направление ветра, образование гололеда, штормовые и грозовые предупреждения); гидрологические и метеорологические прогнозы, необходимые для эксплуатации электростанций. При необходимости электростанции должны получать от органов Росгидромета сведения о физических, химических и гидробиологических показателях вод, об уровне их загрязнения, а также экстренную информацию о резких изменениях уровня загрязнения вод.

3. Объем, сроки и порядок передачи гидрологических и метеорологических прогнозов и предупреждений об опасных явлениях должны быть установлены исходя из местных условий совместно с соответствующими органами Росгидромета. На электростанции должны регистрироваться прогнозы и фактические гидрологические и метеорологические явления.

4. На каждой электростанции в сроки, определяемые местной инструкцией, должны быть организованы наблюдения за уровнями воды в бьефах водоподпорных сооружений, у водозаборных сооружений, в каналах; расходами воды, пропускаемыми через гидротехнические сооружения и используемыми технологическим оборудованием; ледовым режимом водотока (реки, канала, водохранилища и др.) вблизи сооружений в верхнем и нижнем бьефах; содержанием наносов в воде и их отложениями в водохранилищах, бьефах, бассейнах, каналах; температурой воды и воздуха; показателями качества используемой или сбрасываемой воды (по местным условиям).

5. Среднесуточный расход воды, использованной электростанциями, должен определяться по показаниям водомеров (расходомеров); при отсутствии водомерных устройств временно, до установки указанных приборов, сток воды может учитываться по характеристикам протарированного технологического оборудования и другими возможными методами.

6. На всех водохранилищах, осуществляющих регулирование стока воды, должен быть организован ежесуточный учет притока воды к створу гидроузлов по данным территориальных органов Росгидромета.

7. Уровни верхнего и нижнего бьефов гидроэлектростанций и напор гидротурбин, а также перепады напора на решетках должны измеряться приборами с дистанционной передачей показаний на центральный пульт управления. Устройства для измерения уровня воды в бьефах и перепадов напора на решетках должны проверяться 2 раза в год и после прохождения паводка.

8. Отметки нулей водомерных устройств должны быть установлены в единой системе отметок и должны проверяться нивелировкой не реже 1 раза в 5 лет. Вокруг рек и свай должен скапываться лед; автоматические посты в морозный период должны утепляться.

3.8. Ответственность за нарушение водного законодательства

Нарушение водного законодательства влечет за собой дисциплинарную, административную, гражданско-правовую или уголовную ответственность согласно законодательству РФ.

Водопользователи освобождаются от ответственности за нарушение водного законодательства, если они возникли вследствие действия непреодолимых сил природы или военных действий.

Ответственность за нарушение водного законодательства несут лица, виновные в:

- 1) самовольном захвате водных объектов;
- 2) загрязнении и засорении вод;
- 3) нарушении режима хозяйственной деятельности в водоохраных зонах и на землях водного фонда;
- 4) разрушении русел рек, ручьев и водотоков или нарушении естественных условий поверхностного стока во время строительства и эксплуатации автодорог, железных дорог и других инженерных коммуникаций;
- 5) введении в эксплуатацию предприятий, коммунальных и других объектов без очистных сооружений;
- 6) несоблюдении условий разрешения или нарушении правил специального водопользования;
- 7) самовольном проведении гидротехнических работ (строительство прудов, дамб, каналов, скважин);
- 8) нарушении правил ведения государственного учета вод или извращении или внесении недостоверных ведомостей в документы государственной статистической отчетности;
- 9) повреждении водохозяйственных и гидрометрических сооружений и нарушении правил эксплуатации и установленных режимов их работы;
- 10) незаконном создании систем сбрасывания обратных вод в водные объекты, городскую канализационную сеть или сливную канализацию и не-санкционированном сбрасывании обратных вод;

- 11) использовании земель водного фонда не по назначению;
 - 12) неуведомлении (утаивании) ведомостей об аварийных ситуациях на водных объектах;
 - 13) отказе от предоставления (утаивании) проектной документации и выводов относительно качества проектов предприятий, сооружений и других объектов, которые могут влиять на состояние вод, а также актов и выводов комиссий, которые принимали объект в эксплуатацию;
 - 14) нарушении правил охраны внутренних морских вод и территориального моря от загрязнения и засорения.
- Литература: [4, 15, 16, 17, 18, 19].

4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ И ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

4.1. Правила эксплуатации мелиоративных систем

В соответствии со статьей 2 Федерального закона "О мелиорации земель" мелиоративные системы представляют собой комплексы взаимосвязанных гидротехнических и других сооружений и устройств (каналы, коллекторы, трубопроводы, водохранилища, плотины, дамбы, насосные станции, водозаборы, другие сооружения и устройства на мелиорируемых землях), обеспечивающих создание оптимальных водного, воздушного, теплового и питательного режимов на мелиорируемых землях. Отдельно расположенные гидротехнические сооружения – инженерные сооружения и устройства, не входящие в мелиоративные системы, обеспечивают регулирование, подъем, подачу, распределение воды потребителям, отвод вод с помощью мелиоративных систем, защиту почв от водной эрозии, противоселевую и противооползневую защиту. В составе гидромелиорации земель (Федеральный закон "О мелиорации земель", ст. 6) мелиоративные системы подразделяются на оросительные и осушительные. Оросительные системы обеспечивают коренное улучшение засушливых земель, а осушительные системы – заболоченных и излишне увлажненных, состояние которых зависит от воздействия воды.

Эксплуатация мелиоративных систем представляет собой комплекс технических, организационных и хозяйственных мероприятий, обеспечивающих содержание в исправном состоянии мелиоративной сети, сооружений и оборудования, периодический их осмотр, проведение планово - предупредительных ремонтов, выявление и ликвидацию аварий, водораспределение, регулирование водного режима почв, руководство и контроль за подготовкой водопользователями мелиоративной сети и сооружений к работе в вегетационный период и другое.

Граждане (физические лица) и юридические лица, которые эксплуатируют мелиоративные системы, отдельно расположенные гидротехнические сооружения, обязаны содержать указанные объекты в исправном (надлежащем) состоянии и принимать меры по предупреждению их повреждения.

Содержание в исправном (надлежащем) состоянии мелиоративных систем организуют в отношении:

- государственных мелиоративных систем специально уполномоченные государственные органы в области мелиорации земель;
- мелиоративных систем органы местного самоуправления;
- мелиоративных систем общего и индивидуального пользования находящихся в собственности граждан (физических лиц) и юридических лиц, их собственники, владельцы и пользователи.

4.2. Эксплуатация оросительных систем

Основными задачами эксплуатации оросительных систем являются:

- содержание в исправном (надлежащем) состоянии, принятие мер по предупреждению повреждений оросительных систем и отдельных их элементов;
- распределение воды, изъятая из водных объектов, между водопотребителями в соответствии с установленными лимитами и графиками водоподачи;
- ведение учета орошаемых земель, контроля за их мелиоративным состоянием и техническим состоянием оросительных систем;
- повышение технического уровня и работоспособности, совершенствование оросительных систем.

В соответствии с основными задачами на работников службы эксплуатации оросительных систем возлагаются следующие обязанности:

- организация, своевременное и качественное проведение постоянного надзора, осмотра и наблюдений за состоянием и работой оросительных систем, их периодических обследований и ремонтов;
- разработка и осуществление графиков забора воды из водных объектов и подачи ее в пункты выдела водопотребителям;
- обеспечение рационального использования оросительной воды, борьба с ее потерями и непроизводительными сбросами;
- организация достоверного измерения и учета воды, изымаемой из водных объектов и подаваемой водопотребителям;
- предупреждение засоления и заболачивания орошаемых земель, осуществление мероприятий по улучшению их мелиоративного состояния;
- защита оросительных систем и орошаемых земель от размыва и затопления паводковыми водами;
- участие в работе, проводимой органами управления земельными ресурсами и землеустройством по учету земель, в части сбора данных о качественном состоянии орошаемых земель для занесения их в государственный земельный кадастр;
- проведение паспортизации оросительных систем и сооружений на них в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим управление сельским хозяйством;

- техническое совершенствование оросительных систем, внедрение механизации эксплуатационных работ, прогрессивных способов и техники полива, автоматизации и телемеханизации управления водораспределением;
- внедрение прогрессивных технологий, достижений науки и техники, отечественного и зарубежного опыта, обеспечивающих экономное расходование воды, энергии, материалов, трудовых и финансовых ресурсов при проведении полива сельскохозяйственных культур, ухода, содержания и ремонта оросительной сети с сооружениями на ней;
- разработка и проведение комплекса мероприятий по охране окружающей природной среды.

Организации, осуществляющие эксплуатацию оросительных систем, являются водопользователями, которым предоставлены права пользования водными объектами. Они используют водные объекты для обеспечения нужд водопотребителей и осуществляют свою деятельность в соответствии с решением (договором) на водопользование.

Лимиты водопотребления на определенный период времени и календарный график подачи воды устанавливаются исходя из намеченной площади полива сельскохозяйственных культур, оптимального поливного режима применительно к природным условиям данной зоны, технического состояния оросительной сети и мелиоративного состояния орошаемых угодий и утверждаются соответствующими органами исполнительной власти, осуществляющими управление сельским хозяйством.

Организации, осуществляющие эксплуатацию оросительных систем, водопользователи и водопотребители обязаны:

- рационально использовать водные объекты, соблюдать условия, установленные лицензией на водопользование и договором пользования водным объектом;
- не допускать нарушения прав других водопользователей и водопотребителей, а также нанесения ущерба хозяйственным и иным объектам;
- содержать в исправном состоянии оросительную, коллекторно-дренажную и сбросную сеть, гидротехнические и другие водохозяйственные сооружения и технические устройства;
- своевременно осуществлять мероприятия по предупреждению и устранению аварийных и других чрезвычайных ситуаций;
- вести в установленном порядке первичный учет забираемых, используемых и сбрасываемых вод и представлять отчетность в установленные сроки специально уполномоченному государственному органу управления использованием и охраной водного фонда, а по подземным водам - также и государственному органу управления использованием и охраной недр;
- соблюдать установленный режим использования водоохраных зон.

На оросительных системах проведение работ по учету и измерению воды возлагается на специальную службу эксплуатационной гидрометрии (метро-

логическую службу) в составе организации, осуществляющей эксплуатацию системы.

На оросительной системе устраиваются следующие группы гидрометрических постов по функциональному назначению:

- опорные посты – для определения основных параметров гидрологического режима водного объекта в месте изъятия воды в оросительную систему (устанавливаются в случае отсутствия аналогичных постов органов управления использованием и охраной водного фонда или органов управления в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды);
- головные посты - для учета объема водозабора из водного объекта в оросительную систему, самотечный или машинный магистральный канал;
- распределительные посты – для учета объема подачи воды в головах ветвей магистрального канала и распределителей различных порядков на границах административных районов, субъектов Российской Федерации в пунктах выдела водопотребителям;
- сбросные (концевые) посты - для учета неиспользованных остатков оросительной воды и объемов коллекторно-дренажного стока.

Организация учета воды и оснащение оросительных систем техническими устройствами эксплуатационной гидрометрии производится силами и средствами собственника системы или за его счет специализированными организациями.

Организации, осуществляющие эксплуатацию оросительных систем:

- осуществляют учет качественного состояния орошаемых земель и земель, примыкающих к мелиоративным системам и орошаемым массивам и испытывающим их непосредственное воздействие, являющийся составной частью учета всех земель, проводимого органами управления земельными ресурсами и землеустройством.

4.3. Эксплуатация осушительных систем

Основными задачами эксплуатации осушительных систем сельскохозяйственного назначения являются:

- ликвидация избыточной увлажненности, создание и постоянное поддержание в корнеобитаемом слое почвы оптимального водно - воздушного режима, необходимого для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур;
- создание и поддержание на осушенных землях нормальных условий для производительного использования сельскохозяйственной техники и транспортных средств;
- охрана и содержание в исправном (надлежащем) и работоспособном состоянии всех элементов осушительных систем;
- проведение учета осушенных земель, контроля за мелиоративным состоянием осушенных земель и техническим состоянием осушительных систем и водоприемников;

- улучшение технического состояния и совершенствование осушительных систем в целях повышения эффективности использования осушенных угодий.

В соответствии с основными задачами служба эксплуатации осушительных систем обязана:

- осуществлять регулирование водного режима, обеспечивать своевременный отвод избыточных грунтовых и поверхностных вод с мелиорированных земель на системах одностороннего действия и поддерживать необходимую норму осушения и влажность корнеобитаемой зоны в засушливые периоды вегетации на системах двустороннего действия;

- обеспечивать безаварийный сброс воды по каналам и сооружениям, откачку из польдеров весенних и летне-осенних паводков;

- осуществлять планирование мероприятий по эксплуатации сбросной, проводящей и регулирующей осушительной сети и сооружений;

- проводить систематические наблюдения за режимом поверхностных и грунтовых вод на осушенных территориях, влажностью почвы в корнеобитаемом слое;

- вести регулярный качественный учет состояния осушенных земель и паспортизацию осушительных систем в порядке, утвержденном;

- строго выполнять требования по охране окружающей природной среды;

- своевременно и качественно проводить надзор, осмотр, наблюдения за состоянием и работой, обследования, планово-предупредительные и восстановительные ремонты осушительных систем;

- осуществлять меры по предупреждению заболачивания земель, безаварийному пропуску паводков по водоприемнику;

- проводить учет объемов воды, сбрасываемых проводящей осушительной сетью в водоприемники, и контроль за их качеством.

Эксплуатационная служба осушительных систем должна располагать следующей технической документацией, характеризующей эксплуатируемые объекты:

- план системы с указанием границ землевладений, каналов и сооружений, дорог, линий электропередачи и связи;

- продольные и поперечные профили отрегулированных водоприемников, проводящих каналов, защитных валов и дамб;

- ведомости и схемы сооружений, каналов регулирующей сети, реперов и береговых знаков, наблюдательных скважин и водомерных постов;

- технические паспорта системы и сооружений по установленной форме.

Осушительные каналы, сооружения, оградительные валы и дамбы, водоприемники, эксплуатационные дороги и линии связи эксплуатируются и ремонтируются их владельцами (собственниками).

На осушительных системах не должны осуществляться:

- проезды через каналы, защитные валы и дамбы в местах, не предназначенных для этих целей;

- пастьба скота на откосах и бермах каналов, отрегулированных водоприемников, защитных валов, дамб и других земляных сооружений;
- засорение и повреждение каналов, водоприемников, защитных валов и других элементов системы;
- самовольное устройство на водоприемниках и каналах перегораживающих сооружений, сброс в них неочищенных сточных вод;
- добыча торфа в непредусмотренных местах.

Основными эксплуатационными мероприятиями, обеспечивающими нормальное состояние осушительной системы, являются:

- наблюдения за работой системы и выявление причин отказов в работе, нарушений состояния отдельных элементов, повреждений и разрушений;
- выявление мест возможного возникновения аварий;
- постоянный контроль за уровнем грунтовых вод;
- надзор за мелиоративным состоянием осушенных угодий;
- удаление из проводящих каналов и водоприемников случайно попавших предметов, затрудняющих свободное течение воды и создающих подпор;
- скашивание травянистой растительности, вырубка кустарников на откосах и бермах каналов, защитных валов и дамб;
- очистка от мусора, ила, снега, льда и посторонних предметов отверстий мостов, труб - переездов, смотровых колодцев, дренажных устьев, регуляторов и других гидротехнических сооружений;
- промывка и прочистка закрытых коллекторов и дрен;
- контроль за работой дренажных устьев, гидротехнических сооружений на закрытой регулирующей сети;
- ликвидация деформаций и повреждений креплений каналов, конструкций гидротехнических сооружений.

В состав работ по учету качественного состояния осушенных земель включаются:

- контроль за режимом уровней грунтовых вод, количеством поступающих и сбрасываемых поверхностных вод;
- исследования динамики влагозапасов в корнеобитаемом слое почвы в течение вегетационного периода;
- контроль за дренажным стоком;
- наблюдения за качеством поверхностных, грунтовых и дренажных вод;
- оценка мелиоративной обстановки в динамике ее развития, прогноз возможных изменений в последующие годы;
- разработка мероприятий по улучшению мелиоративного состояния осушенных земель, обеспечению на них оптимального водно-воздушного режима;
- регулярная информация владельцев (собственников) осушенных земель об их мелиоративном состоянии и необходимости проведения мероприятий по его улучшению.

4.4. Правила эксплуатации отдельно расположенных гидротехнических сооружений

К отдельно расположенным гидротехническим сооружениям относятся инженерные сооружения и устройства, не входящие в мелиоративные системы, обеспечивающие регулирование, подъем, подачу, распределение воды потребителям, отвод воды с помощью мелиоративных систем, защиту почв от водной эрозии, противоселевую и противооползневую защиту. В зависимости от территориального расположения и количества обслуживаемых водопотребителей отдельно расположенные гидротехнические сооружения могут находиться в федеральной собственности, собственности субъектов Российской Федерации, муниципальной собственности, собственности граждан (физических лиц) и юридических лиц.

Главной задачей технической эксплуатации гидротехнических сооружений любого типа и назначения является контроль за их работой, безопасным состоянием и обеспечение их работы в необходимом режиме, своевременное принятие мер по предупреждению и устранению дефектов, выявление причин нарушения нормального функционирования сооружения и его элементов, каковыми могут быть:

- 1) постепенный износ (физическое старение, амортизация) и моральный износ сооружений и оборудования;
- 2) воздействие стихийных и чрезвычайных факторов, которые не могли быть предусмотрены проектом (исключительный паводок, сверхнеобычный ледоход и др.);
- 3) неправильные действия эксплуатационного персонала (несвоевременное открытие затворов, подъем воды сверх предельных уровней, перелив воды через стенки и т.п.)

4.5. Эксплуатация насосных станций

Для обеспечения надежной эксплуатации насосных станций необходимо:

- 1) осуществлять постоянный надзор, техническое обслуживание и ремонт сооружений и оборудования;
- 2) соблюдать рациональный режим работы оборудования;
- 3) внедрять новые технологии эксплуатации и ремонта;
- 4) постоянно иметь оптимальный резерв материалов, запасных узлов и деталей, отдельных агрегатов.

Эксплуатационный персонал станции обязан проводить регулярное обслуживание сооружений с очисткой отдельных конструкций от мусора, растительности, льда и снега, планировкой, засыпкой и досыпкой пустот, заделкой мелких трещин и обнажений арматуры, окраской малых поверхностей и т.п. Обслуживание и уход за гидромеханическим, насосно-силовым, энергетическим, водоизмерительным оборудованием и приборами осуществляется в соответствии с заводскими паспортами и инструкциями по эксплуатации.

Режим работы насосной станции должен быть максимально приближен к графику водоподачи и включать в себя график включения и отключения ос-

новых насосных агрегатов, а также оперативные меры по компенсации возможного дефицита водоподачи, в числе которых могут применяться:

- 1) ступенчатое регулирование водоподачи путем поочередного включения и отключения агрегатов или разворота рабочих лопастей (на осевых насосах);
- 2) использование накопленных резервов воды в машинном канале, внутрисистемных бассейнах суточного регулирования стока и других искусственных накопителей;
- 3) попеременные включения и отключения агрегата при частоте таких операций, обоснованной расчетом и допускаемой заводом-изготовителем;
- 4) для защиты от гидравлического удара необходимо постоянно поддерживать в рабочем состоянии обратные клапаны, клапаны срыва вакуума, вантузы, гасители удара и прочие приспособления, контролировать величину и продолжительность реверса рабочего колеса насоса при сбросе воды через насос, а также продолжительность закрытия задвижек на трубопроводе, которая обычно не должна быть менее 2 - 4 минут.

4.6. Эксплуатация ирригационных водохранилищ

В задачи службы эксплуатации ирригационных водохранилищ входят:

- 1) постоянное оперативное управление техническими устройствами и сооружениями, обеспечивающими наполнение и сработку запасов воды;
- 2) выполнение эксплуатационных планов-графиков подачи воды водопотребителям;
- 3) надзор и контроль за состоянием сооружений и поддержание их в постоянном работоспособном состоянии;
- 4) наблюдения за работой сооружений и состоянием чаши и акватории водохранилища;
- 5) разработка и проведение мероприятий по поддержанию сооружений в надлежащем техническом состоянии и повышению надежности их эксплуатации;
- 6) при эксплуатации ирригационных водохранилищ, помимо настоящих "Правил..."[20], необходимо руководствоваться региональными схемами комплексного использования и охраны водных ресурсов.

Литература: [19, 20, 21, 22].

5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ТЕРРИТОРИЙ И ОБЪЕКТОВ

К этим сооружениям относятся: ливнеотводы, пруды и водоемы для задержания стока, валы, поперечные запруды, ступенчатые перепады, быстротоки и лотки в балках, оврагах и т.п. Инженерная защита заключается в предохранении сельскохозяйственных объектов и посевов от селей; территорий и мелиоративных объектов от оползней и т.п.

Эксплуатация сооружений противозэрозийной, противоселевой и противооползневой инженерной защиты обеспечивает:

- 1) надзор за их нормальной работой и охрану от повреждений и разрушений;
- 2) поддержание сооружений в постоянном работоспособном состоянии;
- 3) контроль за прохождением и развитием опасных эрозийных, селевых и оползневых явлений.

Служба эксплуатации гидротехнических сооружений инженерной защиты должна осуществлять свою деятельность в постоянном контакте с государственными органами управления в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, а также органами по чрезвычайным ситуациям.

Одной из основных задач службы инженерной эксплуатации гидротехнических сооружений является достоверная оценка их надежности в данное время и прогнозирование ее на будущий период.

Служба эксплуатации сооружений должна оценивать, прогнозировать и принимать меры по повышению основных показателей комплекса надежности - работоспособности сооружений и их отдельных элементов, вероятности их безотказной работы.

Литература [23]

6. ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

6.1. Государственное управление в области использования и охраны водных объектов

Государственное управление в области использования и охраны водных объектов осуществляется по бассейновому принципу на основе государственных, целевых, межгосударственных и региональных программ использования и охраны вод и восстановления водных ресурсов.

Принципами государственного управления водным фондом являются устойчивое развитие, сочетание бассейнового и административно-территориального способов управления, разграничение функций охраны и функций хозяйственного использования вод.

Единую систему органов, обеспечивающих реализацию государственной политики в области использования и охраны водных объектов, осуществляющих управление водами, образуют Федеральные органы исполнительной власти и органы исполнительной власти субъектов Федерации. В этой области управления важно выделение *специально уполномоченного государственного органа* - Министерство природных ресурсов и экологии РФ – осуществляет свои полномочия непосредственно либо через свои территориальные органы.

К полномочиям органов государственной власти Российской Федерации в области водных отношений относятся:

- 1) владение, пользование, распоряжение водными объектами, находящимися в федеральной собственности;

- 2) разработка, утверждение и реализация схем комплексного использования и охраны водных объектов и внесение изменений в эти схемы;
- 3) осуществление федерального государственного надзора в области использования и охраны водных объектов;
- 4) организация и осуществление государственного мониторинга водных объектов;
- 5) установление порядка ведения государственного водного реестра и его ведение;
- 6) утверждение порядка подготовки и принятия решения о предоставлении водного объекта в пользование, порядка подготовки и заключения договора водопользования;
- 7) определение порядка создания и осуществления деятельности бассейновых советов;
- 8) гидрографическое и водохозяйственное районирование территории Российской Федерации;
- 9) установление ставок платы за пользование водными объектами, находящимися в федеральной собственности, порядка расчета и взимания такой платы;
- 10) установление порядка утверждения нормативов допустимого воздействия на водные объекты и целевых показателей качества воды в водных объектах; установление правил охраны поверхностных водных объектов и правил охраны подземных водных объектов;
- 11) территориальное перераспределение стока поверхностных вод, пополнение водных ресурсов подземных водных объектов;
- 12) утверждение правил использования водохранилищ;
- 13) установление режимов пропуска паводков, специальных попусков, наполнения и сработки (выпуска воды) водохранилищ;
- 14) определение порядка осуществления федерального государственного надзора в области использования и охраны водных объектов, а также за соблюдением особых условий водопользования и использования участков береговой полосы (в том числе участков примыкания к гидроэнергетическим объектам) в границах охранных зон гидроэнергетических объектов;
- 15) определение порядка резервирования источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения;
- 16) установление порядка использования водных объектов для взлета, посадки воздушных судов;
- 17) осуществление мер по предотвращению негативного воздействия вод и ликвидации его последствий в отношении водных объектов, находящихся в федеральной собственности и расположенных на территориях двух и более субъектов Российской Федерации, а также в отношении водных объектов, по которым проходит Государственная граница Российской Федерации;
- 18) утверждение методики исчисления вреда, причиненного водным объектам;

19) определение критериев отнесения объектов к объектам, подлежащим федеральному государственному надзору в области использования и охраны водных объектов, региональному государственному надзору в области использования и охраны водных объектов;

20) утверждение перечней объектов, подлежащих федеральному государственному надзору в области использования и охраны водных объектов;

К полномочиям органов государственной власти субъектов Российской Федерации в области водных отношений относятся:

1) владение, пользование, распоряжение водными объектами, находящимися в собственности субъектов Российской Федерации;

2) установление ставок платы за пользование водными объектами, находящимися в собственности субъектов Российской Федерации, порядка расчета и взимания такой платы;

3) участие в деятельности бассейновых советов;

4) разработка, утверждение и реализация программ субъектов Российской Федерации по использованию и охране водных объектов или их частей, расположенных на территориях субъектов Российской Федерации;

5) резервирование источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения;

6) осуществление регионального государственного надзора в области использования и охраны водных объектов, за исключением водных объектов, подлежащих федеральному государственному надзору, а также за соблюдением особых условий водопользования и использования участков береговой полосы (в том числе участков примыкания к гидроэнергетическим объектам) в границах охранных зон гидроэнергетических объектов, расположенных на водных объектах, подлежащих региональному государственному надзору за их использованием и охраной;

7) утверждение правил пользования водными объектами для плавания на маломерных судах;

8) утверждение правил охраны жизни людей на водных объектах;

9) участие в организации и осуществлении государственного мониторинга водных объектов;

10) осуществление мер по предотвращению негативного воздействия вод и ликвидации его последствий в отношении водных объектов, находящихся в собственности субъектов Российской Федерации;

11) осуществление мер по охране водных объектов, находящихся в собственности субъектов Российской Федерации;

12) утверждение перечней объектов, подлежащих региональному государственному надзору в области использования и охраны водных объектов.

6.2. Государственный надзор и общественный контроль за использованием и охраной водных объектов

Под государственным надзором в области использования и охраны водных объектов понимается деятельность, направленная на предупреждение,

выявление и пресечение нарушений органами государственной власти, органами местного самоуправления, а также юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и гражданами требований, установленных в соответствии с международными договорами Российской Федерации, Водным кодексом, другими федеральными законами в области использования и охраны водных объектов.

Государственный надзор осуществляется уполномоченными федеральным органом исполнительной власти (Правительство РФ, а также специально уполномоченный государственный орган управления использованием и охраной водного фонда) и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Общественный контроль вправе осуществлять общественные объединения и общественные инспекторы по охране природы.

6.3. Организационно-экономические мероприятия по обеспечению рационального использования и охраны водных объектов

Организационно-экономические мероприятия по обеспечению рационального использования и охраны вод и воспроизведение водных ресурсов предусматривают:

- 1) выдачу разрешений на специальное водопользование;
- 2) установление нормативов сбора и размеров платы за специальное водопользование и сбрасывание загрязняющих веществ;
- 3) предоставление водопользователям налоговых, кредитных и других льгот в случае внедрения ими малоотходных, безотходных, энерго- и ресурсосберегающих технологий, осуществление соответственно законодательству других мероприятий, которые уменьшают отрицательное влияние на воды;
- 4) возмещение в установленном порядке ущерба, причиненного водным объектам в случае нарушения требований законодательства.

6.4. Техническое обслуживание и ремонт систем водопользования

Техническое обслуживание водохозяйственных сооружений включает:

- 1) наблюдения, обеспечивающие контроль за установленным режимом эксплуатации и за состоянием водохозяйственных сооружений;
- 2) работы по поддержанию в исправном состоянии устройств и оборудования;
- 3) очистку откосов берегоукрепительных сооружений от загрязнений, устранение мелких повреждений и дефектов надводной части водохозяйственных сооружений;
- 4) работы по соблюдению норм санитарных правил на водохозяйственных сооружениях;
- 5) работы по очистке дна и другие подводные, а также взрывные работы, связанные с обслуживанием водохозяйственных сооружений, проводятся специализированными организациями;

6) собственник обеспечивает проведение обследования подводной части водохозяйственного сооружения с привлечением специализированных организаций;

7) собственник, осуществляющий эксплуатацию водохозяйственного сооружения, обеспечивает соблюдение норм санитарных правил в надводной части этих сооружений;

8) собственник при возникновении деформаций откосов водохозяйственного сооружения принимает неотложные меры по восстановлению профиля откосов и их закреплению;

9) собственник водохозяйственных сооружений предусматривает проведение регулярных технических осмотров, периодических технических осмотров, очередных и внеочередных технических обследований водохозяйственных сооружений и соблюдения за установленным режимом их эксплуатации;

10) состояние и режим эксплуатации определяются путем осуществления в течение всего периода эксплуатации водохозяйственных сооружений с техническими осмотрами и обследованиями водохозяйственных сооружений. Технические осмотры и обследования включают в себя:

- регулярные технические осмотры;
- периодические технические осмотры;
- очередные и вне очередные обследования.

11) для проведения периодических технических осмотров, а также очередных и внеочередных обследований водохозяйственных сооружений собственником создается комиссия, в состав которой входят представители собственника, проектных организаций, местных исполнительных органов, уполномоченного органа, уполномоченного государственного органа в области охраны окружающей среды, уполномоченного органа в области чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, общественных объединений;

12) регулярные технические осмотры проводятся собственником, эксплуатирующим водохозяйственное сооружение;

13) результаты регулярных технических осмотров заносятся в журнал технического осмотра за состоянием и режимом эксплуатации водохозяйственных сооружений, расположенных непосредственно на водных объектах по форме согласно приложению 2 к настоящим Правилам. Лицо, назначаемое собственником водохозяйственного сооружения, ежеквартально просматривает журналы технического осмотра и дает общую оценку качества технического обслуживания и текущего ремонта водохозяйственного сооружения.

14) периодичность регулярных технических осмотров водохозяйственного сооружения устанавливается в зависимости от состояния и условий эксплуатации водохозяйственного сооружения, но не реже одного раза в квартал;

15) периодические технические осмотры дают полное представление о состоянии водохозяйственного сооружения и содержат данные, необходимые для планирования ремонта и других мероприятий по эксплуатации.

16) периодические технические осмотры водохозяйственного сооружения проводятся не реже одного раза в год. Результаты периодических техни-

ческих осмотров оформляются в виде актов технических осмотров. Материалы по проведению периодических технических осмотров водохозяйственного сооружения сводятся в отчет работниками эксплуатационной службы собственника.

17) очередные обследования водохозяйственных сооружений проводятся в зависимости от состояния сооружений и условий их эксплуатации;

18) основные результаты очередных обследований, содержащих общую оценку состояния водохозяйственного сооружения и рекомендации по их ремонту или переустройству, оформляются в виде актов обследований;

19) внеочередные обследования водохозяйственных сооружений проводятся в случаях нарушения нормальных условий их эксплуатации или их аварийного состояния, а также обнаружения их смещений, деформаций или повреждений;

20) по результатам внеочередных обследований, на основании актов обследований, комиссией составляется перечень ремонтных работ по устранению выявленных нарушений, которые включаются в план ремонтных работ;

21) ремонт (текущий, капитальный) водохозяйственного сооружения и оборудования планируется по результатам регулярных, периодических технических осмотров, очередных и внеочередных обследований;

22) капитальный ремонт и реконструкция водохозяйственных сооружений выполняются специализированной организацией, имеющей соответствующее разрешение на выполнение этих видов работ по проекту строительства, разработанному с учетом результатов технических осмотров и обследований сооружений.

6.5. Водопользователи. Виды водопользования

Водопользователь - физическое лицо или юридическое лицо, которым предоставлено право пользования водным объектом.

Водные объекты используются для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, сброса сточных, в том числе дренажных, вод, производства электрической энергии, водного и воздушного транспорта, сплава древесины и иных целей.

Исходя из условий предоставления водных объектов в пользование водопользование подразделяется на совместное и обособленное.

По способу использования водных объектов водопользование подразделяется на:

1) водопользование с забором (изъятием) водных ресурсов из водных объектов при условии возврата воды в водные объекты;

2) водопользование с забором (изъятием) водных ресурсов из водных объектов без возврата воды в водные объекты;

3) водопользование без забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов.

Водопользование может быть - *общее и специальное*.

Общее водопользование осуществляется гражданами для удовлетворения их нужд (купание, плавание на лодках, любительское и спортивное рыболовство, водопой животных, забор воды из водных объектов без применения сооружений или технических устройств и из колодцев) бесплатно, без закрепления водных объектов за отдельными лицами и без предоставления соответствующих разрешений.

С целью охраны жизни и здоровья граждан, охраны окружающей естественной среды и по другим, предусмотренным законодательством основаниям, органы местного самоуправления по представлению государственных органов охраны окружающей естественной среды, водного хозяйства, санитарного надзора и других специально уполномоченных государственных органов устанавливают места, где запрещается купание, плавание на лодках, забор воды для питьевых или бытовых нужд, водопой животных, а также определяют другие условия, которые ограничивают общее водопользование на водных объектах, расположенных на их территории.

Органы местного самоуправления обязаны сообщать населению об установленных ими правилах, которые ограничивают общее водопользование.

Специальное водопользование – это забор воды из водных объектов с применением сооружений или технических устройств, использование воды и сбрасывание загрязняющих веществ в водные объекты, включая забор воды и сбрасывание загрязняющих веществ с обратными водами с применением каналов.

Специальное водопользование осуществляется юридическими и физическими лицами прежде всего для удовлетворения питьевых нужд населения, а также для хозяйственно-бытовых, лечебных, оздоровительных, сельскохозяйственных, промышленных, транспортных, энергетических, рыбохозяйственных и других государственных и общественных нужд.

Не относятся к специальному водопользованию:

- 1) пропуск воды через гидроузлы (кроме гидроэнергетических);
- 2) подача (перекачивание) воды водопользователям в маловодные регионы;
- 3) устранение вредного действия вод (подтопление, засоление, заболачивание);
- 4) использование подземных вод для изъятия полезных компонентов;
- 5) изъятие воды из недр вместе с добычей полезных ископаемых;
- 6) выполнение строительных, дноуглубительных и взрывных работ;
- 7) добыча полезных ископаемых и водных растений;
- 8) прокладывание трубопроводов и кабелей;
- 9) проведение буровых, геологоразведочных работ;
- 10) другие работы, которые выполняются без забора воды и сбрасывания обратных вод.

Пользование водными объектами, которые имеют особое государственное значение, научную или культурную ценность, а также теми, что входят в состав систем оборотного водоснабжения тепловых и атомных электростан-

ций, может быть частично или полностью запрещено в порядке, установленном законодательством.

Лесосплав на водных объектах запрещается.

6.6. Основные права водопользователей при использовании водных объектов

Водопользователи имеют право:

- 1) осуществлять общее и специальное водопользование;
- 2) использовать водные объекты на условиях аренды;
- 3) требовать от владельца водного объекта или водопроводной системы поддержания надлежащего качества воды по условиям водопользования;
- 4) сооружать гидротехнические и другие водохозяйственные объекты, осуществлять их реконструкцию и ремонт;
- 5) передавать для использования воду другим водопользователям на определенных условиях;
- 6) осуществлять и другие функции относительно водопользования в порядке, установленном законодательством.

Права водопользователей охраняются законом.

6.7. Обязанности водопользователей

Водопользователи обязаны:

- 1) экономно использовать водные ресурсы, заботиться об их воспроизведении и улучшении качества вод;
- 2) использовать воду (водные объекты) в соответствии с целями и условиями их предоставления;
- 3) соблюдать установленные нормативы предельно допустимого сбрасывания загрязняющих веществ и установленных лимитов забора воды, лимитов использования воды и лимитов сбрасывания загрязняющих веществ, а также санитарных и других требований относительно приведения в порядок своей территории;
- 4) использовать эффективные современные технические средства и технологии для содержания своей территории в надлежащем состоянии, а также осуществлять мероприятия по предотвращению загрязнения водных объектов сточными (дождевыми, снеговыми) водами, которые отводятся из нее;
- 5) не допускать нарушения прав, предоставленных другим водопользователям, а также причинение вреда хозяйственным объектам и объектам окружающей естественной среды;
- 6) содержать в надлежащем состоянии зоны санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, прибрежные защитные полосы, полосы отвода, береговые полосы водных путей, очистительные и другие водохозяйственные сооружения и технические устройства;
- 7) осуществлять учет забора и использования вод, вести контроль за качеством и количеством сброшенных в водные объекты очищенных сточных

вод и загрязняющих веществ, за качеством воды водных объектов в контрольных створах;

8) осуществлять согласованные в установленном порядке технологические, лесомелиоративные, агротехнические, гидротехнические, санитарные и другие мероприятия по охране вод от истощения, улучшения их состояния, а также прекращения сброса загрязненных сточных вод;

9) осуществлять специальное водопользование лишь при наличии разрешения;

10) беспрепятственно допускать на свои объекты государственных инспекторов специально уполномоченных государственных органов в области использования, охраны и воспроизведения водных ресурсов, а также общественных инспекторов по охране окружающей естественной среды, которые осуществляют проверку соблюдения требований водного законодательства, и предоставлять им бесплатно необходимую информацию;

11) своевременно платить сборы за специальное водопользование и другие сборы соответственно законодательству;

12) своевременно информировать местные органы самоуправления, государственные органы охраны окружающей естественной среды и санитарного надзора о возникновении аварийных сбросов загрязненных вод;

13) осуществлять неотложные работы, связанные с ликвидацией последствий аварий, которые могут вызвать ухудшение качества воды, и предоставлять необходимые технические средства для ликвидации аварий на объектах других водопользователей в порядке, установленном законодательством.

6.8. Ограничение прав водопользователей

В случае маловодья, угрозы возникновения эпидемий, а также в других предусмотренных законодательством случаях права водопользователей могут быть ограничены, или изменены условия водопользования с целью обеспечения здравоохранения людей и в других государственных интересах. При этом приоритетность предоставляется использованию вод для питьевых и бытовых нужд населения.

Права водопользователей ограничиваются также во время аварий или при условиях, которые могут привести или привели к загрязнению вод, и при осуществлении неотложных мероприятий по предотвращению стихийного бедствия, вызванного вредным действием вод.

Права водопользователей, которые осуществляют специальное водопользование, могут быть ограничены органом, который выдал разрешение на специальное водопользование или предоставил водный объект в пользование или в аренду.

Права вторичных водопользователей могут быть ограничены первичными водопользователями по согласованию с органом, который выдал разрешение на специальное водопользование или предоставил водный объект в пользование.

Литература [4, 22, 24].

7. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ГИДРОМЕТРИЯ

1. Одним из основных условий правильной эксплуатации оросительных систем и рационального использования воды является надлежащая организация системы первичного учета и измерения воды.

2. На оросительных системах проведение работ по учету и измерению воды возлагается на специальную службу эксплуатационной гидрометрии (метрологическую службу) в составе организации, осуществляющей эксплуатацию системы.

3. Основными задачами метрологической службы на оросительных системах являются:

а) систематические наблюдения за расходами, уровнями и другими характеристиками водного потока в пунктах водозабора, распределения и сброса воды;

б) составление гидрометрических таблиц, графиков и т.п. для контроля за режимом работы каналов, гидротехнических сооружений, насосных станций, оросительной, коллекторно-дренажной и сбросной сети;

в) ведение водного баланса по оросительной системе с установлением величины потерь воды, коэффициента использования воды, коэффициента полезного действия системы и участков;

г) осуществление эксплуатации, ремонта, тарировки и поверки гидрометрических постов, сооружений, оборудования и приборов.

4. Оросительная система должна иметь гидрометрическую сеть специальных постов, тарированных сооружений, водомерных устройств и приборов, расположенных в соответствии с проектом или схемой.

5. На оросительной системе устраиваются следующие группы гидрометрических постов по функциональному назначению:

а) опорные посты – для определения основных параметров гидрологического режима водного объекта в месте изъятия воды в оросительную систему (устанавливаются в случае отсутствия аналогичных постов органов управления использованием и охраной водного фонда или органов управления в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды);

б) головные посты – для учета объема водозабора из водного объекта в оросительную систему, самотечный или машинный магистральный канал;

в) распределительные посты – для учета объема подачи воды в головах ветвей магистрального канала и распределителей различных порядков на границах административных районов, субъектов Российской Федерации в пунктах выдела водопотребителям;

г) сбросные (концевые) посты – для учета неиспользованных остатков оросительной воды и объемов коллекторно-дренажного стока.

6. Гидрометрическая сеть на оросительной системе должна удовлетворять следующим требованиям:

а) обеспечивать условия для оперативного управления водораспределением и составлением водного баланса как по системе в целом, так и по отдельным ее звеньям;

б) выдавать информацию по основным элементам водного баланса и характерным гидрологическим параметрам водного потока за любой период времени;

с) обеспечивать совмещение на одном гидропосту различных функций;

д) обеспечивать заданную точность измерения гидравлических параметров потока; уровней расходов воды, суммарного стока и др.;

е) создавать условия для безопасного проведения на воде гидрометрических работ.

7. Организация учета воды и оснащение оросительных систем техническими устройствами эксплуатационной гидрометрии производится силами и средствами собственника (владельца) системы (ее части) или за его счет специализированными организациями.

8. В зависимости от условий хозяйственной деятельности эксплуатационной организации и водопотребителей, гидравлических условий водного потока, требуемой оперативности и точности учета его параметров и других факторов в практике эксплуатационной гидрометрии используются русловой, гидравлический, электрический и акустический методы измерения параметров водного потока.

9. Русловой метод измерения параметров водного потока применяется:

а) на опорных гидропостах в сочетании с лодочной или паромной переправой, гидрометрической люлькой, подвесными мостиками;

б) на головных, распределительных гидропостах в крупных открытых каналах в сочетании с фиксированным (закрепленным) руслом, лодкой или мостиком, гидрометрической дистанционной установкой;

с) на реке: на сбросных и концевых гидропостах, на открытой сбросной и коллекторно-дренажной сети. В основу руслового метода положено использование устойчивой функциональной зависимости величины расхода от уровня воды в данном сечении русла.

10. Гидравлический метод измерения параметров потока может быть применен на всех типах гидропостов, за исключением опорных на крупных водных объектах. Он основан на использовании гидравлических законов истечения жидкости через тарированные гидротехнические сооружения или специальные стандартные гидрометрические сооружения и устройства, как-то: измерительные водосливы, водомерные пороги, лотки и насадки, регуляторы - водомеры, сужающие устройства внутри напорных трубопроводов и т.п.

11. Электрический (электродинамический) и акустический методы измерения параметров водного потока применяются, в основном, на закрытой напорной оросительной сети, они основаны на преобразовании с помощью специальных приборов скорости и расхода потока в электрические и ультразвуковые выходные сигналы.

Литература: [20].

8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН

8.1. Приемка скважин в эксплуатацию

При сдаче скважин в эксплуатацию строительно-монтажная организация представляет приемочной комиссии проектную и исполнительную техническую документацию, а также:

- паспорт скважины, содержащий данные о работе и координатах расположения скважин, абсолютной отметке устья, расходе воды, назначении и особых требованиях к скважине;
- геологическое описание, освещающее общегеологическую, стратиграфическую характеристики всех пройденных при бурении горизонтов;
- описание конструкции скважин, способа бурения и типа станка, каротажной диаграммы, подробное описание фильтра, произведенной цементации и данные откачки из эксплуатационного горизонта.

К паспорту скважины прилагают: акт заложения скважины, акт установки фильтровой колонны, акт на цементацию обсадных колонн, геологический разрез скважины, каротажную диаграмму, журнал опытной откачки, данные о результатах химических и бактериологических анализов воды с заключением органов санитарно-эпидемиологической службы, гарантийный паспорт с адресом подрядчика.

Не допускается прием скважин, не оборудованных зоной санитарной охраны, павильоном насосной станции, герметизирующим оголовком, водонапорной башней или резервуаром, а также системой автоматического управления погружным электронасосом.

В процессе приемки скважин в обязательном порядке должны производить пробную откачку и опробование насосной установки.

Для подготовки скважин к постоянной эксплуатации, установления фактической производительности, определения качества воды, очистки воды от посторонних примесей, песка и мути производят опробование скважин путем пробных откачек. Пробные откачки осуществляются непрерывно в течение каждой ступени понижения с замерами производительности, статического и динамического уровней воды.

При откачках надлежит соблюдать следующие правила:

- в рыхлых породах откачка начинается с малых понижений уровня воды с постепенным переходом на большие понижения;
- в скальных породах откачка производится в обратном порядке.

Количество откачиваемой воды при пробной откачке из эксплуатационного водоносного слоя должно составлять не менее 75%, в отдельных случаях - не менее 50% проектной производительности.

Опытная откачка производится не менее чем с двумя понижениями уровня воды.

Продолжительность опытной откачки определяется временем, необходимым:

- для достижения практически постоянного динамического уровня воды при данном дебите скважины;

- для получения осветленной воды, освобожденной от механических примесей;
- для достижения стабильности химико-бактериологических показателей анализов воды.

После достижения постоянного динамического уровня (при постоянном дебите) и надлежащего осветления воды непрерывная откачка должна производиться для каждого понижения не менее 24 часов. При неустановившемся режиме откачку на каждое понижение рекомендуется производить не менее трех суток.

Если имеется опасение возможного ухудшения качества получаемой из скважины воды, необходимая продолжительность откачки устанавливается особо.

Пробы воды для химического анализа отбираются в процессе откачки не менее двух раз при каждом понижении. Откачка прекращается не ранее практической стабилизации химического состава воды.

Проба на бактериологический анализ берется в середине и конце откачки представителем органов государственного санитарного надзора.

Работы по опытным откачкам должны фиксироваться в журналах откачки, а результаты откачек – оформляться актами.

При самоизливе воды из скважины в количестве, близком к расчетной производительности скважины, откачка заменяется замерами количества самоизливающейся воды.

При устройстве бесфильтровых водоприемных частей скважин опытные откачки производятся аналогично откачкам из скважин с фильтровыми водоприемными частями. Непременное условие эксплуатации таких скважин - непрерывный и равномерный режим откачки, исключающий нарушение угла естественного откоса водоносной породы.

В процессе эксплуатации в паспорт водозаборных сооружений вносят результаты реальных проверок, освидетельствования технического состояния, анализов воды, данные о замене оборудования, переустройствах в схеме коммуникаций, ремонтах и др.

Кроме того, при приемке скважин проверяют: расположение обсадных труб (отметки низа-верха), вертикальность ствола, крепление насосного агрегата к нижнему фланцу опорной плиты, комплектность водоподъемного оборудования с автоматикой пуска, качество выполнения бетонного фундамента для опорной плиты, положение электропривода и его крепление к водоподъемной трубе, правильность монтажа напорного трубопровода (на участке от водозаборного сооружения до сборного резервуара) и наличие на нем запорной задвижки, обратного клапана, манометра, водомера и крана для взятия проб воды. По окончании проверки и выполнения отладочных и регулировочных работ в присутствии комиссии производится повторный пуск скважины в нужном эксплуатационном режиме.

8.2. Техническое обслуживание водозаборных скважин

Эксплуатация скважины проводится работниками хозяйства, которому принадлежит скважина. Работник должен пройти специальную подготовку на ведение работ по эксплуатации скважин на воду и иметь удостоверение на право ведения эксплуатации скважины.

В обязанность работника хозяйства входит выполнение следующих операций и правил:

- 1) пуск в эксплуатацию насоса и его остановка;
- 2) наблюдение за электроизмерительными приборами;
- 3) недопущение к эксплуатации скважины посторонних лиц и охрана от повреждения.

Измерение дебита, статического и динамического уровней, устьевое давление, напряжения в сети, частоты и силы тока; определение появления песка в воде, высоты столба воды над верхней частью электропогружного насоса и суточного расхода воды. Все данные по скважине заносятся в журнал по эксплуатации скважин. Эти операции должны быть приурочены к периодическим контрольным проверкам скважин один раз в квартал.

При снижении качества воды в скважине (особенно, если отмечено появление бактерий), подача воды потребителям должна быть немедленно прекращена. Восстановление качества воды (см. раздел «Дезинфекция скважин») должно выполняться под наблюдением представителей санэпидстанции.

Необходимо немедленно прекращать эксплуатацию скважины и сообщать об ее аварийном состоянии водохозяйственной организации в тех случаях, когда в воде появляется песок или происходит падение динамического уровня до верхней части погружного насоса.

Техническое обслуживание скважины производится с целью увеличения общего и межремонтного срока эксплуатации, значительного сокращения сложных и дорогостоящих ремонтных работ и увеличения времени работы насосов.

Длительная работа скважины зависит от своевременного технического ухода. В состав работ по техническому уходу должны входить мероприятия по организации регулярного профилактического ухода и контроля за эксплуатацией скважины.

Профилактический уход состоит из технического обслуживания, контроля и своевременного проведения профилактических ремонтов.

Скважина осматривается с целью:

- ознакомления с техническим состоянием и проверки исправности наземного оборудования, электроизмерительных приборов, наличия уровнемера, манометра и водомера;
- организации работ по устранению мелких неисправностей;
- проведения контрольных замеров дебита, устьевое давления, статического и динамического уровней;

- определения наличия песка в воде, степени падения удельного дебита, высоты водяного столба над работающим насосом; объема откаченной воды за время эксплуатации скважины, железобактерий в воде;
- проверки работы электроизмерительных приборов, автоматов, режима электрической сети; заполнения журнала по эксплуатации скважины и степени подготовленности работников, непосредственно эксплуатирующих скважины;
- пломбирования скважины.

На основании полученных данных водохозяйственная организация проводит анализ существующего технического состояния скважины и планирует проведение ремонтных работ.

Один раз в год в период, определяемый местными условиями, производят генеральную проверку состояния скважины, оборудования и всех трубопроводов.

Результаты проверки и испытаний заносят в паспорт скважины.

При генеральной проверке состояния скважины и оборудования устанавливают степень их износа, причины изменения производительности водоприемников, качества воды и гидрогеологических условий эксплуатации водоносного горизонта, состояние обсадных труб и водоприемной части и пр. На основании результатов проверки назначают вид ремонта и принимают меры для обеспечения условий нормальной эксплуатации.

Во время генеральной проверки определяют производительность каждой скважины одиночными или групповыми откачками воды.

Неисправности скважины могут повлечь за собой изменение статического и динамического уровней, удельного дебита, качества воды и привести к резкому уменьшению ее производительности.

Типичные причины уменьшения производительности водозаборных скважин приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Типичные признаки неисправности водозаборных скважин
и причины уменьшения их производительности**

Признаки неисправности			Возможные причины уменьшения произво- дительности скважин
по уровню воды		по удельному дебиту	
статическому	динамическому		
1	2	3	4
Без изменения	Выше, чем раньше	Меньше, или не- сколько больше пер- воначального	Неисправность насоса
Постоянное по- нижение	Постоянное пони- жение	Без изменения	Увеличение районной депрессии
Периодическое понижение	Периодическое по- нижение	Без изменения раньше	Влияние работы сосед- них скважин

1	2	3	4
Без изменения раньше	Ниже, чем раньше	Уменьшенный	Неисправность водоприемной части скважины
Ниже, чем раньше	Без изменения или ниже чем раньше	Почти без изменения или меньше первоначального	Утечка воды через поврежденные места в обсадных трубах на участке выше динамического уровня

Снижение дебита скважины чаще всего происходит из-за неисправностей водоприемной части, которые возникают в результате перекрытия фильтров песчаной пробкой или закупорки водоприемной области химическими, механическими и бактериологическими осадками.

О техническом состоянии фильтра судят по наличию осадка и крупности частиц песка в пробе воды. Если в осадке имеются крупные зерна и фракционный состав его совпадает с данными механического анализа песка водоносного пласта, то это свидетельствует о повреждении сетки фильтра или сальника.

8.3. Наблюдения за состоянием подземных вод

Наблюдения за работой водозаборов и режимом подземных вод при эксплуатации

На водозаборных скважинах в течение всего периода их эксплуатации должны проводиться наблюдения за режимом уровней, температуры, химического состава подземных вод и за дебитом.

Целью режимных наблюдений являются:

1. Выявление характера изменения естественного режима подземных вод под влиянием водоотбора.
2. Определение оптимального режима эксплуатации водозабора;
3. Своевременное предупреждение возможного ухудшения качества подземных вод на участке водозабора.
4. Оценка влияния эксплуатации водозабора на существующие водозаборы подземных вод, а также на поверхностные водные источники и экономические условия данного района.
5. Накопление опыта эксплуатации сооружений по забору подземных вод в различных гидрогеологических условиях и решение вопросов, связанных с расширением водоснабжения в данном районе и сооружением новых водозаборов в аналогичных гидрогеологических условиях.

Водозаборные скважины должны быть оборудованы устройствами для систематических наблюдений за уровнем и дебитом воды в каждой скважине, должна быть также создана сеть наблюдательных скважин на прилегающей территории, водомерные посты на выходах подземных вод на поверхность, на водотоках и водоемах, связанных с эксплуатируемым водоносным горизонтом.

Строительство режимной сети и наблюдения по ней ведутся за счет средств владельца водозабора.

Наблюдения должны быть начаты до ввода водозабора в эксплуатацию, с тем чтобы иметь данные о режиме уровней воды, не нарушенной работой водозабора.

Схема расположения наблюдательных пунктов, их количество, конструкция и частота наблюдений определяются типом подземных вод, условиями питания водоносного горизонта, санитарным состоянием участка, схемой и конструкцией водозабора и режимом эксплуатации.

На водозаборах, состоящих из ряда скважин, наблюдательные скважины в пределах водозабора и в зоне его влияния целесообразно располагать по поперечникам перпендикулярно линии водозабора из расчета 1-2 поперечника на 1 км фронта водозабора. При значительной длине водозабора (более 5 км) расстояние между поперечниками может быть увеличено до 2-3 км. Одна из наблюдательных скважин на каждом поперечнике должна приходиться на линию водозабора и располагаться между эксплуатационными скважинами. Шаг между наблюдательными скважинами на поперечнике назначается в зависимости от морфологии участка водозабора, мощности эксплуатируемого водоносного горизонта, производительности водозабора, ширины зоны его влияния.

На водозаборах, состоящих из группы любым образом расположенных взаимодействующих скважин, наблюдательные скважины следует размещать между эксплуатационными скважинами и в зоне влияния водозабора.

При наличии в районе водозабора очагов возможного загрязнения подземных вод наблюдательные скважины располагаются по линиям от очага к водозабору.

Для выявления взаимосвязи эксплуатируемого водоносного горизонта с верхним и нижним водоносными горизонтами последние также включаются в режимные наблюдения специальным скважинам как на участке водозабора, так и в зоне его влияния.

Конструкции скважин для наблюдений за режимом того или иного водоносного горизонта должны надежно исключать влияние на результаты наблюдений других горизонтов, а также дождевых и талых вод.

Глубину наблюдательных скважин режимной сети следует принимать:

1) в водоносном горизонте со свободной поверхностью (безнапорном) при глубине эксплуатационных скважин до 15 м – той же глубины, что и глубина эксплуатационных скважин;

2) в водоносном горизонте со свободной поверхностью при глубине эксплуатационных скважин более 15 м глубина наблюдательной скважины ограничивается положением верха рабочей части ее фильтра на $2/3$ м ниже возможного наинизшего динамического уровня воды в водоносном горизонте с учетом длины рабочей части фильтра и отстойника;

3) в напорных водоносных горизонтах при динамическом уровне выше их кровли рабочая часть фильтра наблюдательных скважин должна распола-

гаться в верхней части водоносного горизонта; при частичном осушении пласта верх фильтра наблюдательной скважины должен быть на 2-3 м ниже динамического уровня воды в водоносном горизонте;

4) в водоносных безнапорных пластах, эксплуатация которых рассчитана на сработку статических запасов, верх рабочей части фильтра должен быть на 2-3 м ниже положения динамического уровня воды в водоносном пласте к концу расчетного срока эксплуатации водозабора; при значительной величине сработки уровня, медленном и длительном его снижении, измеряемом десятками лет, глубину скважин сети режимных наблюдений можно назначить соответственно глубине сработки уровня за определенный период времени, с последующим углублением скважин или бурением новых.

Приборы для определения уровней и температуры воды в наблюдательных скважинах применяют как стационарные с регистрацией показаний на месте и на расстоянии, так и переносные с разовым измерением.

Для измерения уровня воды в наблюдательных скважинах чаще применяют простые и дешевые переносные уровнемеры. Диапазон их измерений по глубине составляет 50-200 м и даже 500 м. Чаще применяют уровнемеры с хлопушкой диаметром 16-40 мм и с рулеткой (РС-20 и РС-40) для глубин измерения соответственно 20 и 40 м и с катушкой (ГГП-126) при диаметре хлопушки 40 мм и глубине измерения до 100 м. Диапазон измерений стационарным электроуровнемером составляет 50-500 м для различных типов и диаметров датчика (чаще 12 мм, для типа ЭВ-1М-20 мм).

Стационарные уровнемеры характеризуются широким диапазоном характеристик. Различают следующие группы уровнемеров:

- 1) основная – по диапазону измерения колебаний уровня;
- 2) по расположению по отношению к уровню воды: ниже или на уровне;
- 3) по функциональному признаку: показывающие, регистрирующие и сигнализирующие;
- 4) измерения на объекте и дистанционные;
- 5) по способу измерения: поплавковые, гидростатические и электрические.

Уровнемеры с сигнализацией на расстоянии применяют в эксплуатационных скважинах. Температуру воды в наблюдательных скважинах определяют глубинными приборами, но для получения действительной температуры подземных вод необходимо выполнить предварительную прокачку с расходом не менее трех объемов воды в скважине. Такие определения температуры производят периодически, в частности, при помощи так называемых ленивых ртутных термометров.

Если полученные глубинным термометром значения температуры после откачки и без прокачки одинаковы, то в дальнейшем от прокачки при замерах температуры в наблюдательных скважинах отказаться. Однако достаточность прокачки скважины при трех объемах воды, указанных выше, должна проверяться путем увеличения продолжительности этой прокачки с соответствующими

щими замерами температуры глубинным термометром и в откачиваемой воде на поверхности (у излива).

Пробы воды для анализа отбирают из наблюдательных скважин после достаточной прокачки ее на поверхности или при помощи спускаемого в скважину пробоотборника.

8.4. Техническое обслуживание погружных электронасосов

Насосы типа ЭЦВ предназначены для работы в неагрессивной среде. Содержание механических примесей в воде допускается не более 0,01% по весу.

Погружные насосы работают в комплектах с электродвигателями.

Эксплуатация погружных насосов должна осуществляться в соответствии с заводскими инструкциями по уходу за этими насосами.

Основные неисправности в работе погружных насосов и способы их устранения приведены в таблице 3.

Таблица 3

Основные неисправности в работе погружных насосов и способы их устранения

№ п/п	Характер неисправности	Причины	Способы устранения
1	2	3	4
1.	Насос не запускается	Отсутствует напряжение - сгорел предохранитель. Низкое напряжение в сети или падение напряжения в момент запуска Установлены предохранители малого сечения Короткое замыкание в кабеле или электродвигателе Заклинило электродвигатель или насос	Ликвидировать обрыв в электрической цепи по фазам. Проверить напряжение при запуске Заменить предохранитель Насос демонтировать, определить и отремонтировать место короткого замыкания Насос демонтировать, разобрать, выявить причину и устранить
2.	Насос не подает воду	Большое сопротивление во всасывающей части насоса (забита сетка) Износились, уплотнительные кольца, рабочие колеса и направляющие аппаратов, их загрязнение Насос находится выше динамического уровня	Насос демонтировать, очистить сетку Демонтировать насос, отремонтировать насосный узел Удлинить колонну насосных труб

1	2	3	4
3.	После ремонта насос потребляет повышенную мощность	Неправильная сборка насоса, которая вызывает заедание боковых поверхностей колеса или направляющих аппаратов Заели запорные втулки или места уплотнения, из-за чего ротор насоса туго вращается от руки Износились подпятники электродвигателя Неправильная сборка насоса с электродвигателем	Разобрать насос и устранить заедание То же Заменить подпятник Проверить и исправить соединение насоса с электродвигателем
4.	Насос подает воду с пульсацией	Динамический уровень снизился до всасывающей сетки	Проверить динамический уровень, перекрыть задвижку или опустить насос глубже
5.	При пуске насоса магнитный пускатель срабатывает при токе, не превышающем номинальный	Магнитный пускатель неправильно отрегулирован	Отрегулировать магнитный пускатель на ток, превышающий номинальный на 25%
6.	При включении насос не работает, электродвигатель гудит	Отсутствует напряжение в одной фазе	Проверить все контакты в цепи
7.	Соппротивление изоляции упало ниже 0,2 Ом	Нарушилась изоляция места пайки кабеля или в стартерной обмотке	Насос демонтировать, кабель отсоединить, повреждение устранить

При замене насоса приступать к монтажу насосной установки можно только после промывки скважины. Промывку следует проводить до тех пор, пока содержание механических примесей в откачиваемой воде будет не более 0,01% по весу.

Проверка скважины на проходимость производится специально изготовленным шаблоном из обрезка трубы, наружный диаметр и длина которой соответствуют размерам погружного насоса. При спуске и подъеме шаблон должен свободно проходить в скважине.

Насос, электродвигатель и напорный трубопровод должны размещаться в скважине свободно с зазором не менее 5 мм на сторону.

Рабочий узел насоса должен находиться на 3-5 м ниже динамического уровня воды в скважине. Самый низкий динамический уровень воды в скважине во всех случаях должен быть выше фланца верхнего корпуса рабочего узла насоса не менее чем на 1 м.

Перед монтажом насосного агрегата необходимо провести подготовку оборудования для монтажа установки, куда относятся грузоподъемные средства, трубы, соединительные муфты, скобы крепления кабеля, наземная арма-

тура, крышка скважины или опорное колено, задвижка, манометр, два монтажных хомута, приборы и инструменты для выполнения работ.

Грузоподъемное оборудование выбирается с учетом веса насосного агрегата, кабеля, колонны заполненных водой водоподъемных труб и опорного колена.

Перед опусканием насосного агрегата в скважину необходимо:

1) проверить отсутствие заеданий при вращении вручную роторов насосного агрегата; если насосный агрегат не проворачивается от руки, необходимо смочить подшипники или поместить его на 15 минут в емкость с водой; если после этого агрегат не проворачивается от руки необходимо выяснить причину, отсоединив насос от электродвигателя и проворачивая их в отдельности; после устранения причин заедания насос соединяют с электродвигателем, следя за тем, чтобы не нарушить ранее установленный осевой ход ротора насоса, т.е. не менять количества регулировочных шайб, установленных на заводе-изготовителе;

2) залить электродвигатель чистой профильтрованной водой (в зимнее время недопустимо заливать в электродвигатель горячую воду); заполнив двигатель водой, через 10-15 минут проверяют герметичность соединений, отсутствие воздушных пробок, а также утечек вода из двигателя.

Одновременно с трубами в скважину опускается токоподводящий кабель.

При креплении силового кабеля к напорному трубопроводу необходимо выполнять следующие требования:

1) кабель укладывается вдоль труб и прикрепляется к ним через каждые 2-2,5 м хомутами;

2) в местах крепления к трубам кабель необходимо обвертывать листовой резиной толщиной 1-3 мм;

3) после крепления кабель не должен провисать между хомутами крепления.

Сдача-приемка смонтированного водоподъемного оборудования производится по акту.

Пуск насоса производится при закрытой задвижке, а затем, регулируя подачу насоса задвижкой, устанавливают необходимый режим работы. Если при пробном пуске в воде обнаруживается большое количество взвешенных частиц, необходимо задвижкой уменьшить подачу воды, уменьшая тем самым скорость движения воды в скважине и, следовательно, уменьшая забор песка из скважины.

Останавливать насос при этом нельзя, так как частицы породы будут осаждаться на омываемых поверхностях корпусов и рабочих колес, что приведет к заеданию и износу частей насоса.

Насос можно остановить тогда, когда он будет качать чистую воду. Перед остановкой насоса необходимо закрыть задвижку.

После пробного пуска рекомендуется проводить непрерывную работу насосного агрегата в течение 2-3 суток. За этот период происходит достаточная приработка рабочих органов агрегата.

Контроль за работой агрегата осуществляется путем проверки и записи показаний приборов, замера сопротивления изоляции электродвигателя с токоподводящим кабелем, замера производительности и напора агрегата, а также статического и динамического уровня воды в скважине.

В первую неделю работы насосной установки замеры производят ежедневно, в дальнейшем – при исправной работе – раз в неделю.

8.5. Ремонт скважин

Для поддержания требуемого дебита скважины, обеспечения бесперебойной подачи воды и ликвидации возникающих неисправностей проводят ремонт скважин.

Профилактические ремонты проводятся по графику через каждые 8-12 месяцев, а также при снижении удельного дебита на 10-15%.

Необходимость в проведении регулярных профилактических ремонтов скважин связана с образованием необратимых процессов в водоприемной части скважины. Эти процессы приводят к преждевременному выходу скважин из строя и крайнему осложнению восстановления производительности. В то же время при своевременном ремонте имеется возможность полностью удалить из водоприемной части скважины осадки, а также очищать забой от механических частиц.

При профилактическом ремонте возникает необходимость в выполнении следующих операций:

- проверка насосного оборудования;
- демонтаж-монтаж наземного и подземного насосного оборудования;
- замер глубины скважины и определение высоты песчаной пробки;
- очистка забоя от песка;
- очистка внутренней поверхности ствола скважины и фильтра от химических осадков;
- монтаж-демонтаж заливной колонны;
- заливка в скважину расчетного количества соляной кислоты;
- производство соляно-кислотной ванны;
- эрлифтная откачка скважины;
- очистка забоя от осадков.

Очистка глубокой скважины заключается в удалении осевших на дно частиц грунта и в промывке фильтра без подъема его на поверхность земли.

Перед очисткой скважины на поверхность земли поднимают водоподъемное оборудование. Эти работы выполняют при помощи лебедок или над колодцем устанавливают треногу-вышку с лебедкой и балансиром. Затем очищают скважину желонкой, спускаемой и поднимаемой на штангах или канате, пока желонка не коснется слоя гравия в отстойнике. После очистки колодца в него устанавливают водоподъемное оборудование и производят первую очистку до полного осветления воды.

При механическом закупоривании отверстий фильтра пропускную способность его можно повысить промывкой фильтра водой. Для этого после очистки колодца желонкой в него опускают на штангах поршень. Сильными резкими движениями поршня вверх и вниз можно значительно увеличить скорость воды в отверстиях фильтра и таким образом освободить его от частиц грунта. При небольшом загрязнении фильтра его можно промыть быстрым заполнением колодца чистой водой.

Если механическая промывка фильтра не дает благоприятных результатов, то есть основание предполагать о наличии закупоривания фильтра отложениями химических соединений.

Удаление химических отложений на фильтре производится с помощью соляной кислотной ванны. С этой целью в скважину до забоя опускается заливная колонна, которая может быть представлена воздушными трубами эрлифта. Сверху колонны устанавливается воронка и в скважину заливается расчетное количество 10-15% соляной кислоты.

Промышленностью выпускается кислота концентрацией 20, 27,5 и 31%. В табл. 4 приведены данные о приготовлении из этих кислот растворов 10-15% концентрации.

Потребный объем раствора соляной кислоты на 1 пог.м фильтра определяется по табл. 5.

Таблица 4

**Необходимое количество исходной соляной кислоты и воды
для приготовления рабочего раствора**

Концентрация раствора кисло- ты, %	Концентрация исходной кислоты					
	20		27,5		31	
	кислота, л	вода, л	кислота, л	вода, л	кислота, л	вода, л
10	490	510	345	655	300	700
11	535	465	375	625	325	685
12	585	415	410	590	355	645
13	635	365	445	555	385	615
14	690	310	480	520	415	585
15	740	260	510	490	445	555

Таблица 5

**Необходимое количество раствора соляной кислоты для обработки
1 пог.м длины фильтра в зависимости от его диаметра**

Внутренний диаметр фильтра, мм	При регулярной профилактиче- ской обработке скважин, л	При длительной эксплуатации скважины, л
100	30	100
150	45	125
200	60	150
250	80	175
300	100	200
350	150	250

После заливки кислоты скважина оставляется в покое 24 часа. Затем в скважину опускается эрлифтная колонна и производится откачка. Откачка продолжается до полного осветления воды и удаления следов соляной кислоты.

После откачки снова замеряется глубина скважины и производится очистка забоя от осадков эрлифтом или желонкой.

Текущие ремонты проводятся при необходимости замены насоса. Проведение капитальных ремонтов скважин планируется в случае необходимости проведения сложных работ: замены фильтра, ремонта обсадной колонны, цементирования и т.д.

При замене фильтра необходимо:

1. Очистить забой скважины от песка гидроразрывом.
2. Изготовить печать и подсоединить ее к колонне бурильных труб.
3. Опустить инструмент в скважину и установить печать с целью определения положения верхней части надфильтровой трубы.
4. Поднять инструмент из скважины и осмотреть печать.

При извлечении фильтра лебедкой опустить в скважину колонну бурильных труб ловильным инструментом. Захватить фильтровую колонну и извлечь ее. При извлечении фильтра домкратами подготовить устье скважины для установки домкратов с укладкой брусьев и досок.

5. Опустить в скважину колонну бурильных труб с ловильным инструментом.

6. Захватить фильтровую колонну.
7. Установить домкраты и смонтировать гидравлическую систему.
8. Извлечь фильтровую поверхность с перекреплением домкратов

После извлечения фильтра проработать скважину под фильтровую колонну, для чего:

- присоединить долото к бурильной трубе;
- опустить бурильные трубы в скважину;
- проработать ствол скважины с промывкой и наращиванием бурильных труб.
- промыть скважину перед подъемом инструмента и поднять бурильные трубы из скважины.

9. На надфильтровой трубе, предназначенной для установки нового в скважине фильтра, установить разжимной сальник.

10. Проверить целостность и соосность фильтровой колонны.

11. Забить деревянную пробку в трубу отстойника фильтра.

12. Соединить первую трубу бурильной колонны с фильтровой колонной муфтой с левой резьбой или с помощью спускового ключа.

13. Наращивая бурильную колонну, опустить фильтр в скважину и установить на забой.

14. Разжать разжимной сальник, для чего придать колонне бурильных труб правое вращение, при этом муфта с левой резьбой навинчивается на надфильтровую трубу и сжимает сальник.

15. Отсоединить бурильные трубы от фильтровой колонны и поднять их из скважины.

16. Смонтировать эрлифт и откачать из скважины до полного прекращения выноса механических частиц.

Для углубления скважины при переходе на эксплуатацию нижележащего водоносного горизонта необходимо:

1. Извлечь из скважины старый фильтр.
2. Углубить скважину до кровли нижележащего водоносного пласта.
3. Спустить дополнительную обсадную колонну и зацементировать затрубное пространство. Ожидать затвердевания цемента.
4. Разбурить водоносный пласт на расчетную глубину.
5. Установить новый фильтр.
6. Смонтировать эрлифт.
7. Прокачать скважину до полного прекращения выноса механических примесей.

8. Провести опытную откачку из скважины не менее чем при двух понижениях.

Если необходимо перевести скважину на эксплуатацию вышележащего горизонта требуется:

1. Извлечь из скважины старый фильтр.
2. Зацементировать ствол скважины от забоя до подошвы выбранного водоносного пласта.
3. Опустить на кабеле перфоратор на глубину залегания перфорируемого участка скважины. В процессе спуска тщательно промерить длину кабеля с тем, чтобы исключить возможность прострела на заданной глубине.
4. Перфорировать обсадную колонну, перекрывающую водоносный горизонт.
5. Для создания противодействия на пласт заполнять скважину до устья водой.
6. Установить новый фильтр.
7. Смонтировать эрлифт и произвести строительную и опытную откачки из скважины.

При переоборудовании фильтровой скважины в бесфильтровую, если геологические и гидрогеологические условия позволяют, необходимо:

1. Извлечь фильтр из скважины.
2. Опустить в скважину породоразрушающий инструмент и разбуриванием очистить прифильтровую зону от продуктов химического коагулята.
3. Смонтировать эрлифт и начать откачку для формирования водоприемной воронки. В первоначальный период, когда поверхность воронки и водоприитоки в нее малы, в скважины необходимо подливать воду

Если нужно извлечь из скважины попавшие туда посторонние предметы требуется:

1. Изготовить печать при первом рейсе.
2. Подготовить инструмент и оборудование.

3. Подсоединить печать к колонне бурильных труб.
4. Опустить инструмент в скважину и установить печать.
5. Поднять инструмент и осмотреть печать при каждом последующем рейсе:
 - присоединить ловильный инструмент к колонне бурильных труб;
 - опустить инструмент в скважину;
 - захватить извлекаемый предмет;
 - поднять инструмент из скважины.

При невозможности извлечь посторонние предметы из скважины с помощью ловильного инструмента, разбурить их трехшарошечным долотом или фрезером.

8.6. Восстановление дебита скважин

Причины снижения дебитов скважин. При длительной работе скважин происходит постепенное снижение дебитов, которое обусловлено в основном влиянием гидрохимического состава воды, а также конструкциями фильтров, величиной водоотбора, временем эксплуатации и другими факторами.

Снижение производительности происходит в результате зарастания порового пространства фильтров химическими осадками, выпадающими из притекающей воды.

Наиболее распространенными колюматирующими отложениями являются железистые (охристые) осадки, которые из аморфной формы постепенно переходят в более прочные структуры, цементирующие окружающие фильтр породы, достигая 20 - 50 см по радиусу.

Таким образом, отложение осадков в прифильтровых зонах, фильтрах и трубах приводит к резкому повышению гидравлических сопротивлений, вследствие чего снижается производительность скважин.

Снижение производительности устанавливают, постоянно наблюдая за работой скважин и контролируя работу насоса, измеряя дебит и понижение, промеряя глубину, определяя статический уровень. Для этого используют измерительную и диагностическую аппаратуру.

Для восстановления дебита скважины в период ее эксплуатации применяют различные методы, наиболее эффективными из которых являются реагентные и импульсные методы.

В качестве реагентов для растворения колюматирующих отложений используют соляную кислоту HCl , триполифосфат натрия $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, гексаметафосфат натрия $(\text{NaPO}_3)_6$, дитиомит натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, сульфаминовую кислоту $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$, бисульфат натрия NaHSO_4 , гидразин солянокислый $\text{N}_2\text{H}_4\text{HCl}$.

Условия применения различных видов реагентов и их оптимальная концентрация приведены в таблице 6.

Для обработки скважин на фильтр длиной 10 м ориентировочные объемы раствора составляют $0,3 \dots 1 \text{ м}^3$ соответственно для гравийных фильтров диаметром от 168 до 299 мм. При обработке скважин с сетчатыми фильтрами указанный объем снижают на 25%.

При этом концентрация раствора соляной кислоты должна составлять не менее 25%, а при изготовлении раствора из порошкообразных реагентов их расход составляет 24...80 кг.

Технология обработки скважин реагентом заключается в введении раствора в зону фильтра и последующем продавливании его в закольматированную профильтровую зону. Достигают этого созданием давления в скважине сжатым воздухом, подаваемым компрессором, или вакуумированием с последующим снятием давления или срыва вакуума (рис. 12). Для лучшего реагирования раствора с кольматантом проводят несколько циклов промывок. Если статический уровень воды в скважине близок к поверхности, то при циклической обработке достаточно герметизировать оголовок скважины. При низком уровне, когда для создания давления требуется закачка большого количества воздуха, над фильтром устанавливают пакер, под который закачивают воздух.

При использовании порошков их растворяют на поверхности или доставляют в специальном контейнере в зону фильтра и растворяют потоком воды.

Реагентные методы способны восстанавливать дебиты до близких к первоначальным. При их использовании необходимо строго соблюдать специальные меры техники безопасности.

Таблица 6

Реагенты для обработки скважин

Реагенты		Состав кольматанта	Устойчивость фильтра и обсыпки к кислотам
композиция	концентрация, %		
HCl N ₂ H ₄ · 2 HCl NaHSO ₄ · H ₂ O	20...25 8...10 5...7	Fe ₂ O ₃ , Fe(OH) ₃ , FeCO ₃ FeS, CaCO ₃ Fe ₂ O ₃ , Fe(OH) ₃ , FeCO ₃ , FeS	Фильтр, обсыпка кислотоустойчивы
Na ₂ S ₂ O ₄	6...8	Преобладают Fe ₂ O ₃ , Fe(OH) ₃	Фильтр неустойчив к кислоте, обсыпка содержит известковистые соединения
HCl Na ₅ P ₃ O ₁₀ N ₂ H ₄ · 2 HCl Na ₅ P ₃ O ₁₀ NaHSO ₄ · H ₂ O Na ₅ P ₃ O ₁₀	20...25 0,8...0,5 8...10 0,1 5...7 0,1	Fe ₂ O ₃ , Fe(OH) ₃ FeCO ₃ , FeS, CaCO ₃ Fe ₂ O ₃ , Fe(OH) ₃ FeCO ₃ , FeS	Фильтр, обсыпка кислотоустойчивы
HCl Na ₅ P ₃ O ₁₀	5...10 3...2,5	Fe ₂ O ₃ , Fe(OH) ₃ FeCO ₃ , FeS, CaCO ₃	Фильтр, обсыпка устойчивы в разбавленной кислоте
Na ₂ S ₂ O ₄ Na ₅ P ₃ O ₁₀	6...8 1	Преобладают Fe ₂ O ₃ , Fe(OH) ₃	Фильтр, обсыпка неустойчивы в кислоте

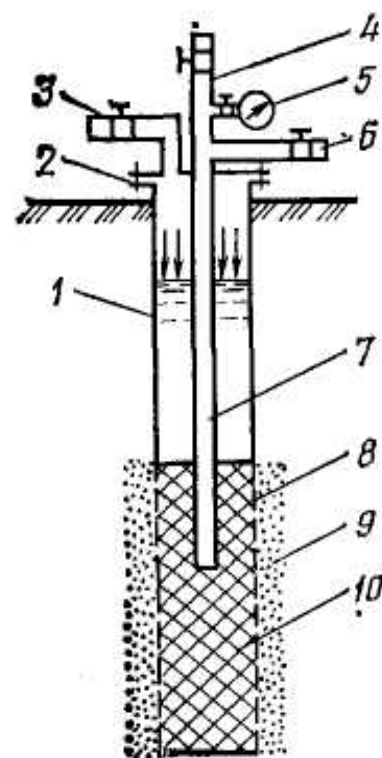


Рис. 12. Схема оборудования скважины для реагентной обработки:

- 1 - скважина;
- 2 - оголовок;
- 3 - труба для нагнетания воздуха от компрессора;
- 4 - труба для отвода газов и сжатого воздуха при циклической обработке скважин;
- 5 - манометр;
- 6 - труба для заливки раствора реагента;
- 7 - заливочные трубы;
- 8 - фильтр;
- 9 - закольматированная зона;
- 10 - кислота

Импульсные методы восстановления дебитов скважин создают ударные волны и воздействуют на кольматирующие отложения. Для этого применяют пневмовзрыв (ВПВ), электрогидравлический удар (ЭГУ), взрывы торпед из детонирующего шнура (ТДШ) и вибрационные методы.

Для создания пневмовзрыва широкое применение нашли установки АСП-ТМ - автостанция, размещенная на одноосном прицепе, в состав которой входят компрессор, баллоны со сжатым воздухом и пневмоснаряд. Максимальное давление в баллонах 15 МПа.

Для обработки скважин методом ЭГУ создан ряд специальных передвижных установок. Недостаток этого способа – необходимость работы с током высокого напряжения.

Метод ТДШ основан на взрыве шнуровых торпед в зоне фильтра. Его применяют при надежно изготовленном фильтре, так как сила взрыва регулируется числом взрывааемых нитей.

Вибрационные методы основаны на колебаниях пластин, расположенных на трубах, движение которым передается вибратором.

Все указанные способы восстановления скважин применяют в комплексе с реагентными методами. В этом случае сокращаются время обработки, энергозатраты, повышается эффективность обработок.

8.7. Автоматическое управление работой скважины

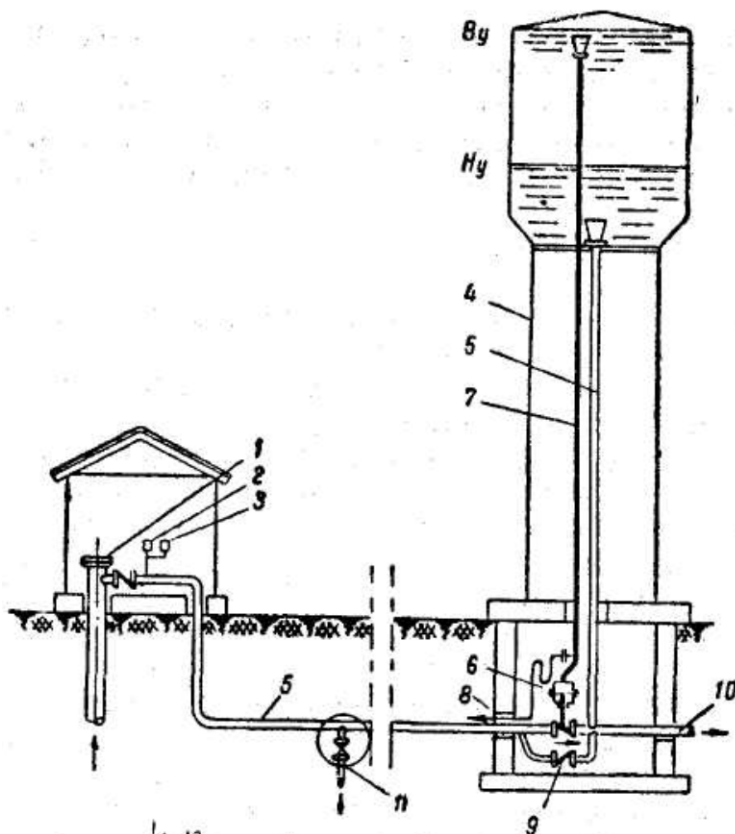
В большинстве случаев вода из водозаборных скважин по напорному водоводу подается в емкостные сооружения, чаще всего в водонапорные башни. Для обеспечения надежной работы скважины предусматривают установку средств автоматического управления. Одна из схем автоматического управле-

ния насосной станцией при работе на водонапорную башню и наличии промежуточного отбора приведена на рис. 13.

Система управления включает в себя насосную установку 1, реле минимального 2 и максимального 3 давления, напорный резервуар 4, напорный трубопровод 5, мембранный клапан 6, сигнальную трубу 7, дренажную трубу 8, обратный клапан 9. При достижении водой верхнего уровня в резервуаре давлением в трубе 7 закроется клапан 6. Давление в напорном трубопроводе повышается, и реле максимального давления 2 выключит насосную установку 1. При промежуточном водоотборе 11 вода из напорной емкости 4 после отключения насоса будет подаваться через обратный клапан 9. При понижении уровня воды реле минимального давления включает насосную установку.

Рис. 13. Бескабельная система управления насосной станцией:

- 1 - насосная установка
- 2 - реле минимального давления;
- 3 - реле максимального давления;
- 4 - напорный резервуар;
- 5 - напорный трубопровод;
- 6 - мембранный клапан;
- 7 - сигнальная труба;
- 8 - дренажная труба;
- 9 - обратный клапан



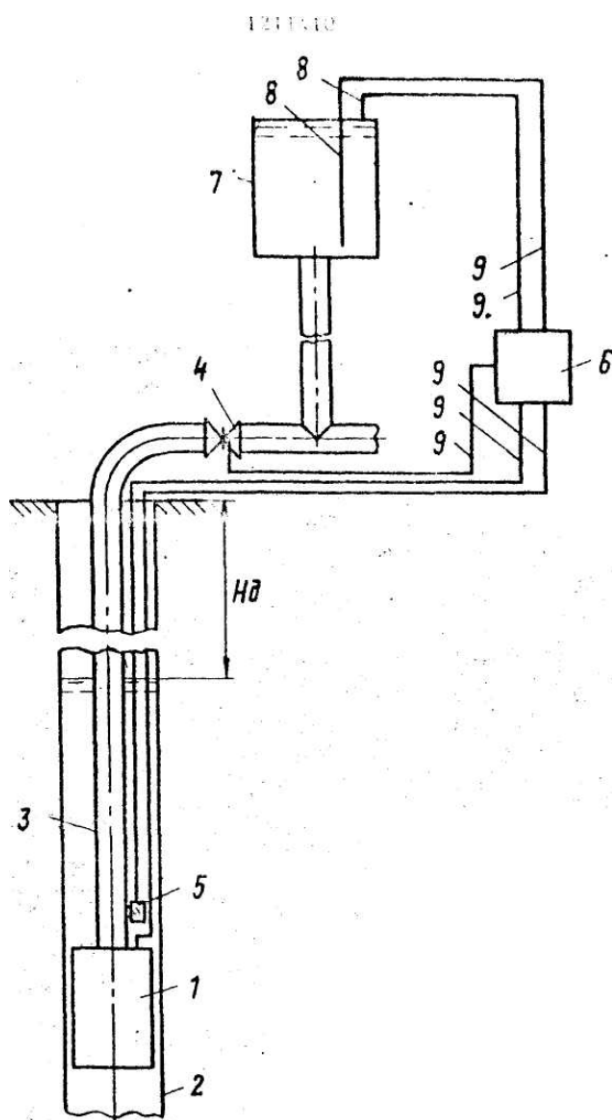
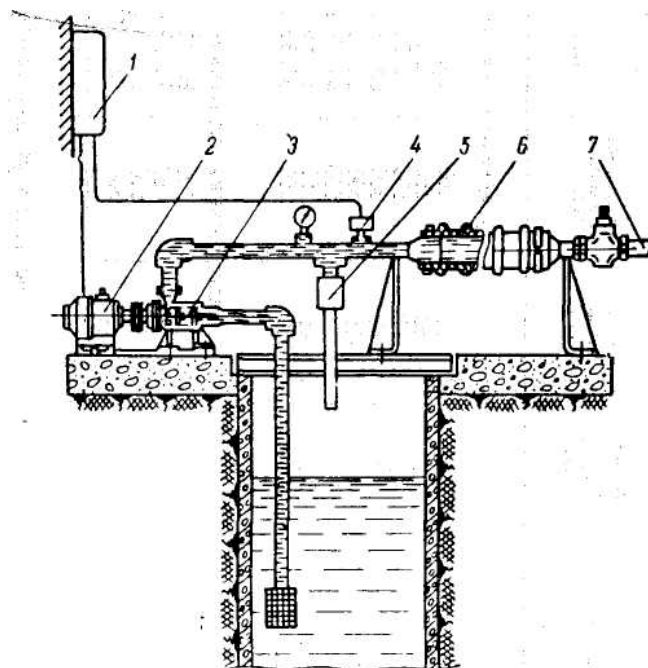
Помимо водонапорных башен и баков для создания напора в водопроводной сети применяются водовоздушные котлы, давление в которых создается сжатым воздухом. В зависимости от способа поддержания давления выделяются котлы постоянного давления (компрессионные) и переменного давления (бескомпрессионные). В установках с постоянным давлением воздух из специального резервуара, в котором давление поддерживается автоматизированным компрессором, поступает в водовоздушный котел. В установках с переменным давлением пополнение воздуха в котле обеспечивается либо при опорожнении и соединении котла с атмосферным давлением, либо специальными регулирующими устройствами.

Схема другой автоматической установки, в которой в качестве напорно-регулирующего резервуара использована упругая емкость из эластичного материала, приведена на рис. 14. При расходе воды, меньшем подачи насоса, емкость 6 будет увеличиваться в объеме, и реле давления 4 отключит электродвигатель насоса. Вода к потребителю будет поступать под давлением эла-

стичной емкости, и при понижении давления реле вновь включит электродвигатель.

Рис. 14. Автоматизированная насосная установка с напорной эластичной емкостью

- 1 - станция управления;
- 2 - электродвигатель;
- 3 - насос;
- 4 - реле давления;
- 5 - сливное устройство,
- 6 - упругая емкость;
- 7 - напорный трубопровод



В ВоГУ разработано новое устройство для эксплуатации скважин. Это устройство (рис. 15) состоит из погружного электронасоса 1, опущенного в скважину 2 под динамический уровень воды, водоподъемной трубы 3 с электрифицированной задвижкой 4 и со встроенным в стенку трубы 3 датчиком давления 5. Блок 6 управления предназначен для управления работой насоса 1 и задвижки 4. Устройство транспортирует воду в регулирующую емкость 7, оборудованную датчиками 8 уровней воды и связанную системой электрических кабелей 9 с блоком управления 6.

Рис. 15. Устройство для эксплуатации скважин:

- 1 – погружной насос;
- 2 – скважина;
- 3 - водоподъемная труба;
- 4 – электрифицированная задвижка;
- 5 – датчик давления;
- 6 - блок управления;
- 7 – регулирующая емкость;
- 8 – датчик уровня воды;
- 9 – электрические кабели

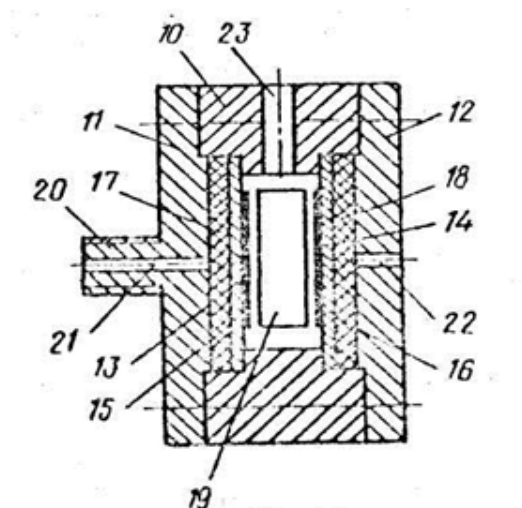


Рис. 16. Датчик давления

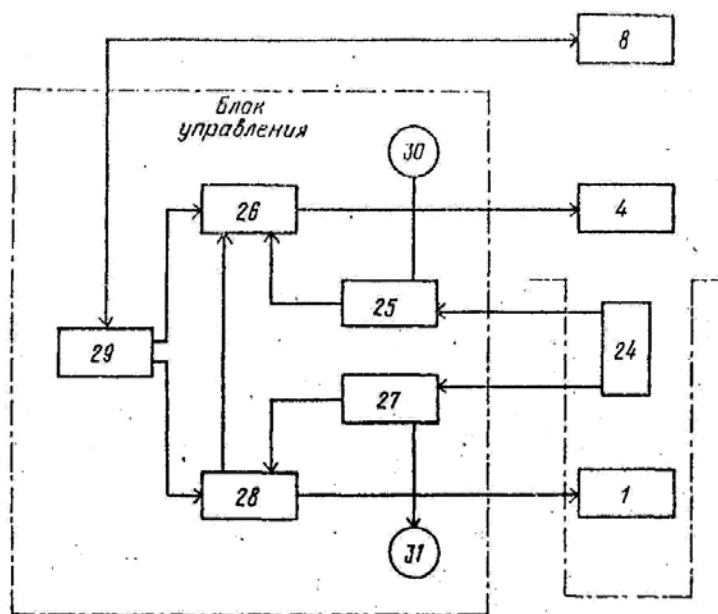


Рис. 17. Блок управления

Датчик давления (рис.16) состоит из металлического корпуса 10, левой 11 и правой 12 металлических крышек. К крышкам примыкают упругие элементы 13 и 14, причем упругий элемент 33 предназначен для восприятия давления внутри водоподъемной трубы, а упругий элемент 14 воспринимает давление, характеризующее динамический уровень воды в скважине. К упругим элементам 13 и 14 приклеены измерительные тензорезисторы 15 и 16 соответственно. Между упругими элементами и крышками 11 и 12 имеются резиновые прокладки 17 и 18 соответственно, предназначенные для равномерной передачи давлений на упругие элементы.

Кроме того, датчик имеет опционные тензорезисторы 19, предназначенные для исключения влияния температуры на точность измерения давления. Выступ с резьбой 20 предназначен для прикрепления датчика к водоподъемной трубе. В датчике имеются отверстия 21 и 22, предназначенные для передачи соответствующих давлений на упругие элементы 13 и 14 и отверстие 23 для вывода кабеля из датчика. Отверстие 23 для герметизации заделывается эпоксидной смолой.

Блок управления (рис.17) состоит из датчика давления 24, преобразователя давления 25 внутри трубы 3, блока 26 управления задвижкой, задвижки 4, преобразователя 27 сигнала давления снаружи водоподъемной трубы 3, блока 28 управления насосом, насоса 1, блока 29 коммутации, датчика 8 уровня воды в регулирующей емкости 7 и регистраторов 30 и 31.

Перед началом работы задвижка 4 на водоподъемной трубе 3 закрыта. С повышением уровня воды в скважине 2 до установленного значения и при разрешающем сигнале от регулирующей емкости 7 включается насос 1. Сразу же внутри трубы устанавливается максимальное давление, так как задвижка 4 на водоподъемной трубе остается закрытой. При этом нулевой расход воды исключает пескование скважины. По сигналу включения насоса задвижка 4 начинает работать на открывание. Плавное увеличение расхода воды от нуля

гарантирует мягкий переход режима на всасывание и постепенное снижение давления внутри трубы. Когда давление внутри трубы снизится до установленной величины, соответствующей максимальному коэффициенту полезного действия насоса (принятому по характеристике, имеющейся в паспорте насоса, или полученному на основании испытаний насоса), дальнейшее открытие задвижки прекращается, и устанавливается оптимальный режим работы скважины. Когда уровень воды в скважине снизится до установленного значения, преобразователь 6 сигнала давления снаружи водоподъемной трубы отключит насос 1, от чего задвижка 4 на трубе автоматически закроется.

Данное устройство позволяет в автоматическом режиме осуществлять все операции по остановке насоса и регулированию режима эксплуатации скважины. При этом поддерживается оптимальный режим работы насоса с максимальным использованием его коэффициента полезного действия и предотвращается возможность пескования скважины в начальный период работы насоса.

Для группы неглубоких скважин (глубина примерно до 50 м) можно использовать также разработанную в ВоГТУ новую эжекторную насосную конструкцию группового водозабора.

При использовании этой конструкции обеспечивается высокая надежность всей системы, снижается строительная стоимость за счет того, что не требуется устройство сборного колодца, прокладка сборного водовода возможна на небольших глубинах или на поверхности земли, уменьшается количество задвижек и других видов арматуры и уменьшаются эксплуатационные затраты за счет обеспечения работы устройства в автоматическом режиме.

8.8. Зоны санитарной охраны водозаборов подземных вод

Для сохранения питьевого качества воды водозаборы подземных вод должны располагаться, как правило, вне территории промышленных предприятий и населенных пунктов. Кроме того, для предотвращения загрязнения водозабора в его окрестности устанавливается зона санитарной охраны (ЗСО), где осуществляются специальные мероприятия, исключающие возможность поступления загрязнений в водозабор и в водоносный пласт.

При организации ЗСО учитывается вид загрязнений (микробное, химическое), определяющий их устойчивость (стабильность) и в связи с этим возможную длину пути продвижения в водоносном пласте, которая зависит также от их количества и гидрогеологических факторов, но при этом ограничивается временем их выживаемости.

При определении размеров ЗСО водозаборов подземных вод, а также состава санитарно-оздоровительных и защитных мероприятий в их пределах должны учитываться производительность, тип водозабора и гидрогеологические условия, в частности естественная защищенность подземных вод от поверхностного загрязнения. Защищенность эксплуатируемого водоносного горизонта зависит от возможности и интенсивности поступления в него загрязненных вод с поверхности земли или из рек, озер и других водоемов.

К защищенным подземным водам относятся напорные и безнапорные межпластовые воды, которые имеют в пределах всех поясов в ЗСО сплошную водоупорную кровлю, исключаящую возможность местного питания из вышележащих недостаточно защищенных водоносных горизонтов или с поверхности земли; должна также отсутствовать непосредственная связь с поверхностными водами.

К недостаточно защищенным подземным водам относятся:

1) грунтовые воды, т. е. подземные воды первого от поверхности земли безнапорного водоносного горизонта, получающего питание на площади его распространения;

2) напорные и безнапорные межпластовые воды, которые в естественных условиях или в результате снижения напора (уровня) при эксплуатации водозабора получают питание на площади ЗСО из вышележащих недостаточно защищенных водоносных горизонтов.

В случаях, когда залегающая над водоносным горизонтом толща пород не обеспечивает естественную защищенность подземных вод от поверхностного загрязнения, защита водозабора в пределах ЗСО реализуется специальными мероприятиями так, чтобы возможные источники загрязнения были удалены от границ ЗСО на расстояние, при котором длительность движения загрязнений по пласту к водозабору будет не менее заданной (100-400 сут для микробных, 25-50 лет для химических загрязнений).

В состав ЗСО входят три пояса:

1. Первый - строгого режима
2. Второй и третий – пояс ограничений.

Первый пояс ЗСО включает территорию расположения водозаборов, площадок расположения всех водопроводных сооружений, при искусственном пополнении – инфильтрационные сооружения и водоподводящий канал. Он устанавливается в целях устранения возможности случайного или умышленного загрязнения воды источника в месте расположения водозаборных и водопроводных сооружений.

Граница первого пояса ЗСО устанавливается в зависимости от защищенности подземных вод в пределах первого и второго поясов ЗСО: на расстоянии не менее 30 м от водозабора – при использовании защищенных подземных вод, и на расстоянии не менее 50 м – при использовании недостаточно защищенных вод. При использовании группы подземных водозаборов граница первого пояса должна быть удалена на те же расстояния (не менее 30 или 50 м) от крайних скважин (шахтных колодцев) водозаборных групп.

Второй пояс ЗСО предназначен для защиты водоносного горизонта от микробных загрязнений. Поскольку второй пояс расположен внутри третьего, он предназначен также для защиты и от химического загрязнения.

Основным параметром, определяющим расстояние от границы второго пояса ЗСО до водозабора, является расчетное время продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод к водозабору, которое должно быть достаточным для утраты его жизнеспособности.

Граница второго пояса ЗСО определяется гидродинамическими расчетами исходя из условий, что, если за ее пределами через зону аэрации или непосредственно в водоносный горизонт поступят микробные загрязнения, то они не достигнут водозабора. Расчетное время T_m выбирается в соответствии с рекомендациями в СНиП 2.04.02-84.

Третий пояс ЗСО предназначен для защиты подземных вод от химических загрязнений. Расположение границы третьего пояса ЗСО также определяется гидродинамическими расчетами исходя из условия, что, если за ее пределами в водоносный пласт поступят химические загрязнения, они или не достигнут водозабора, перемещаясь с подземными водами вне области питания, или достигнут водозабора, но не ранее расчетного времени T_x . Время продвижения загрязненной воды от границы третьего пояса ЗСО до водозабора должно быть больше проектного срока эксплуатации водозабора (25-50 лет). Если запасы подземных вод обеспечивают неограниченный срок эксплуатации водозабора, третий пояс должен обеспечить соответственно длительное сохранение качества подземных вод.

Санитарно-оздоровительные и защитные водоохранные мероприятия устанавливаются отдельно для каждого пояса ЗСО в соответствии с его назначением и выполняются либо как единовременные меры, осуществляемые до начала эксплуатации водозабора (например, снос некоторых строений, устройство ограды и др.), либо как постоянные мероприятия режимного характера (запрещение нового строительства, запрещение использования ядохимикатов и др.).

По второму и третьему поясам ЗСО предусматриваются следующие общие мероприятия:

- 1) выявление, ликвидация (или восстановление) всех бездействующих, старых, дефектных или неправильно эксплуатируемых скважин, представляющих опасность в отношении возможности загрязнения водоносного горизонта;
- 2) регулирование любого нового строительства и бурение новых скважин при обязательном согласовании с местными органами санитарно-эпидемиологической службы, органами геологического контроля и органами по регулированию использования и охране вод;
- 3) запрещение закачки отработанных вод в подземные горизонты подземного складирования твердых отходов и разработки недр земли, которая может привести к загрязнению водоносного горизонта;
- 4) своевременное выполнение необходимых мероприятий по санитарной охране поверхностных водотоков и водоемов, имеющих непосредственную гидравлическую связь с используемым водоносным горизонтом;
- 5) запрещение размещения накопителей промстоков, шламохранилищ, складов горючесмазочных материалов, складов ядохимикатов и минеральных удобрений, крупных птицефабрик и животноводческих комплексов – источников химического нитратного загрязнения, а также других объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения подземных вод; размеще-

ние таких объектов допускается в пределах третьего пояса ЗСО только при использовании защищенных подземных вод, а также при условии выполнения специальных мероприятий по защите водоносного горизонта от загрязнения и по согласованию с вышеназванными органами санитарного, геологического и водного контроля.

При размещении в пределах третьего пояса ЗСО объектов, являющихся источниками микробного загрязнения (поля фильтрации, навозохранилища, животноводческие и птицеводческие предприятия и т. п.), должна быть исключена возможность поступления поверхностного и дренажного стока на территорию второго пояса ЗСО.

По второму поясу ЗСО, кроме мероприятий, общих для второго и третьего поясов, подлежат выполнению следующие дополнительные мероприятия:

1) запрещение:

- размещения кладбищ, скотомогильников, полей ассенизации, полей фильтрации, земледельческих полей орошения, силосных траншей, животноводческих и птицеводческих предприятий, а также других сельскохозяйственных объектов, обуславливающих опасность микробного загрязнения подземных вод;

- применения удобрений и ядохимикатов;

- промышленной рубки леса;

2) выполнение мероприятий по санитарному благоустройству территории населенных пунктов и других объектов (канализование, устройство водонепроницаемых выгребов) и др.

По первому поясу ЗСО дополнительно к мероприятиям, для второго и третьего поясов, предусматриваются следующие меры:

1) территория первого пояса должна быть спланирована для отвода поверхностного стока за ее пределы, озеленена, ограждена и обеспечена постоянной охраной;

2) запрещаются все виды строительства, не имеющие непосредственного отношения к эксплуатации водозабора и водопроводных сооружений, в том числе жилых и хозяйственных зданий, прокладка трубопроводов различного назначения, проживание людей (в том числе работающих на водопроводе), а также применение ядохимикатов и удобрений;

3) здания должны быть канализованы с отведением сточных вод в систему канализации или на местные очистные сооружения, расположенные за пределами первого пояса ЗСО с учетом санитарного режима на территории второго пояса ЗСО. В исключительных случаях при отсутствии канализации устраиваются водонепроницаемые приемники для бытовых отходов и нечистот, расположенные в местах, исключающих при их вывозе загрязнение территории первого и второго поясов;

4) предусматривается строгое выполнение санитарно-технических требований к конструкции водозаборных и наблюдательных скважин (оголовки, устья, затрубные пространства скважин и др.);

5) водозаборные скважины должны быть оборудованы аппаратурой для систематического контроля соответствия фактического дебита при эксплуатации и проектной производительности, предусмотренной при проектировании водозабора и обосновании границ ЗСО.

8.9. Наблюдения за работой водозаборов подземных вод

В процессе строительства и после его завершения все виды водозаборов подземных вод подлежат опробованию. При эксплуатации этих водозаборов проводятся регулярные наблюдения.

При опробовании водозаборов предусматривается:

1) опробование в процессе строительства водозабора каждого его водозахватного сооружения в отдельности (скважины, шахтного колодца, ветвидрены горизонтального водозабора, скважины-луча лучевого водозабора) по мере окончания его строительства;

2) опробование водозабора в целом или первой его очереди после полного окончания строительства всего комплекса сооружений (полного состава водозахватных устройств, сборных и транспортных водоводов, водоподъемного оборудования, насосных станций, контрольно-измерительной аппаратуры, сети пунктов наблюдения за режимом подземных вод) для сдачи-приема его в постоянную эксплуатацию.

При сооружении водозабора подземных вод из скважин каждая скважина по окончании ее бурения и оборудования фильтром подлежит опробованию откачкой воды из нее. Вначале с целью очистки скважины и проверки надежности фильтра производится прокачка скважины.

Если длина рабочей части фильтра достигает 12-15 м, прокачку следует проводить отдельно из нижнего и верхнего интервалов рабочей части фильтра; если длина рабочей части фильтра более 15 м, прокачку выполняют из каждого 5-7-метрового интервала. Откачиваемая вода должна отводиться от скважины на расстояние, исключающее фильтрацию в водоносный горизонт, в районе скважины.

Продолжительность прокачки - до полного осветления поступающей из скважины воды. После этого производится опытная откачка с замерами дебита скважины, уровня воды в ней и отбором проб на бактериологический и химический анализы.

Цель опытной откачки – проверка соответствия фактических величин дебита и понижения уровня проектным и оценка качества воды.

Опытная откачка производится на два понижения: на одном с дебитом, равным принятому в проекте, на другом – на 25-30% больше принятого в проекте. Продолжительность опытной откачки с заданными дебитами (при непрерывности откачки) составляет 1-2 сут. при установившемся неизменном динамическом уровне воды в скважине.

В условиях неустановившегося режима фильтрации продолжительность опытных откачек должна быть достаточной для установления закономерности снижения уровня при постоянном дебите или дебита при постоянном уровне

воды в скважине. Пробы воды на анализы следует отбирать перед окончанием откачки на каждое понижение.

В трещиноватых скальных и гравийно-галечниковых водоносных породах откачку следует начинать с максимального понижения, в песчаных породах - с минимального понижения, постепенно увеличивая дебит. При откачке из скважин, оборудованных фильтром с обсыпкой, один раз в сутки следует замерять величину усадки материала обсыпки.

При сооружении водозабора из шахтных колодцев опробование каждого колодца производится так же, как и скважины.

На горизонтальных водозаборах с одной или несколькими ветвями-дренами производится опробование каждой ветви по мере ее готовности и готовности водосборного колодца, монтажа насосного оборудования в нем и водоводов. При неготовности последних опробование можно вести со сбросом воды в водоток, водоем. Цель опробования – проверка надежности фильтра, отсутствия осаждения частиц породы в водозахватной или водопроводящей частях дрены (что контролируется по смотровым колодцам), определение производительности дрен и качества воды. Опробование ведется непрерывно, начиная с минимального понижения воды в водосборном колодце, с постоянным, медленным по мере осветления воды, доведением его до максимального, которому соответствует незатопленный излив воды из дрены в колодец. Продолжительность опробования дрены при максимальном понижении – не менее одной рабочей смены.

При сооружении лучевых водозаборов необходимо вести опробование каждой скважины-луча отдельно с той же целью и так же, как и отдельных дрен на горизонтальных водозаборах.

Результаты опробования каждого водозахватного сооружения должны быть оформлены в виде паспорта с указанием в нем глубины заложения сооружения, геолого-технического разреза, конструкции фильтра и его водоприемной поверхности, данных о дебите, понижениях уровня при опытных откачках, содержании в воде минеральных частиц, химическом и бактериологическом составе воды.

На водозаборах подземных вод в течение всего периода их эксплуатации должны проводиться наблюдения за режимом уровней, температуры, химического состава подземных вод и за дебитом водозабора.

Целью режимных наблюдений являются:

- а) выявление характера изменения естественного режима подземных вод под влиянием водоотбора;
- б) определение оптимального режима эксплуатации водозабора;
- в) своевременное предупреждение возможного ухудшения качества подземных вод на участке водозабора;
- г) оценка влияния эксплуатации водозабора на существующие водозаборы подземных вод, а также на поверхностные водные источники и экологические условия данного района;

е) накопление опыта эксплуатации сооружений по забору подземных вод в различных гидрогеологических условиях и решение вопросов, связанных с расширением водоснабжения в данном районе и сооружением новых водозаборов в аналогичных гидрогеологических условиях.

Наблюдения должны быть начаты до ввода водозабора в эксплуатацию, с тем, чтобы иметь данные о режиме уровней воды, не нарушенном работой водозабора.

Схема расположения наблюдательных пунктов, их количество, конструкция и частота наблюдений определяются типом подземных вод, условиями питания водоносного горизонта, санитарным состоянием участка, схемой и конструкцией водозабора и режимом его эксплуатации.

На водозаборах, состоящих из ряда скважин, шахтных колодцев, и на горизонтальных водозаборах (дрены, галереи) наблюдательные скважины в пределах водозабора и в зоне его влияния целесообразно располагать по поперечникам перпендикулярно линии водозабора из расчета 1-2 поперечника на 1 км фронта водозабора. При значительной длине водозабора (более 5 км) расстояние между поперечниками может быть увеличено до 2-3 км. Одна из наблюдательных скважин на каждом поперечнике должна приходиться на линию водозабора и располагаться между эксплуатационными скважинами. Шаг между наблюдательными скважинами на поперечнике назначается в зависимости от морфологии участка водозабора, мощности эксплуатируемого водоносного горизонта, производительности водозабора, ширины зоны его влияния.

На водозаборах, состоящих из группы любым образом расположенных взаимодействующих скважин, наблюдательные скважины следует размещать между эксплуатационными скважинами и в зоне влияния водозабора. На лучевых водозаборах наблюдательные скважины следует располагать вдоль отдельных лучей водозабора и на площади в зоне влияния водозабора.

При наличии в районе водозабора очагов возможного загрязнения подземных вод наблюдательные скважины располагаются по линиям от очага к водозабору.

Для выявления взаимосвязи эксплуатируемого водоносного горизонта с верхним или нижним водоносными горизонтами последние также включаются в режимные наблюдения по специальным скважинам как на участке водозабора, так и в зоне его влияния.

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

Глубину наблюдательных скважин режимной сети следует принимать:

- равной глубине эксплуатационных скважин в водоносном горизонте со свободной поверхностью (безнапорном) при глубине эксплуатационных скважин до 15 м;

- в водоносном горизонте со свободной поверхностью при глубине эксплуатационных скважин более 15 м глубина наблюдательной скважины ограничивается положением верха рабочей части ее фильтра на 2-3 м ниже

возможного наинизшего динамического уровня воды в водоносном горизонте с учетом длины рабочей части фильтра и отстойника;

- в напорных водоносных горизонтах при динамическом уровне выше их кровли рабочая часть фильтра наблюдательных скважин должна располагаться в верхней части водоносного горизонта; при частичном осушении пласта верх фильтра наблюдательной скважины должен быть на 2-3 м ниже динамического уровня воды в водоносном горизонте;

- в водоносных безнапорных пластах, эксплуатация которых рассчитана на сработку статических запасов, верх рабочей части фильтра должен быть на 2-3 м ниже положения динамического уровня воды в водоносном пласте к концу расчетного срока эксплуатации водозабора; при значительной величине сработки уровня, медленном и длительном его снижении, измеряемом десятками лет, глубину скважин сети режимных наблюдений можно назначить соответственно глубине сработки уровня за определенный период времени, с последующим углублением скважин или бурением новых.

На участках размещения водозаборов из шахтных колодцев, горизонтальных и лучевых водозаборов, глубину скважин сети режимных наблюдений следует принимать равной глубине заложения водоприемных частей этих водозаборов, а верх фильтра наблюдательных скважин должен быть на 2-3 м ниже динамического уровня воды в водоносном горизонте.

8.10. Охрана подземных вод от загрязнения

Когда для водоснабжения проектируемого объекта используются подземные воды, а также при сбросе сточных вод в подземные поглощающие горизонты, в разрабатываемом подразделе должны быть приведены:

- 1) данные об утвержденных эксплуатационных запасах подземных вод на рассматриваемой территории;

- 2) заключение территориальных геологических управлений о возможности отбора подземных вод в требуемом объеме;

- 3) основные сведения о водоносных горизонтах (глубина залегания, мощность, наличие перекрывающих и подстилающих водоупоров, их мощность, статические уровни);

- 4) данные по эксплуатационному дебиту имеющихся скважин;

- 5) химический состав подземных вод и их пригодность для водоснабжения объекта;

- 6) обоснование необходимости сброса сточных вод в подземные поглощающие горизонты;

- 7) глубина залегания поглощающих горизонтов, их мощность;

- 8) наличие перекрывающих и подстилающих поглощающий горизонт водоупоров, их мощность;

- 9) коэффициенты фильтрации, пьезопроводности поглощающего горизонта и водоупоров;

- 10) результаты санитарно-бактериологических и других специальных исследований, подтверждающие санитарную надежность и безопасность сброса

сточных вод в поглощающие горизонты и отсутствие влияния сброса сточных вод на водоносные горизонты и поверхностные водные объекты, используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

К мероприятиям по предотвращению загрязнения подземных вод относят:

- 1) запрещение сброса сточных вод и жидких отходов производства в поглощающие горизонты, имеющие гидравлическую связь с горизонтами, используемыми для водоснабжения;
- 2) тщательное выполнение работ при строительстве водонесущих коммуникаций предприятия;
- 3) отвод загрязненного поверхностного стока с территории промплощадки в специальные накопители или очистные сооружения;
- 4) устройство защитной гидроизоляции сооружений, являющихся потенциальными источниками загрязнения подземных вод;
- 5) устройство пристенных или пластовых дренажей при строительстве зданий и сооружений проектируемого объекта с отводом дренажных вод в гидрографическую сеть или на очистные сооружения;
- 6) складирование сырья, полуфабрикатов и отходов на специальных площадках, оборудованных противοфилтpационными экранами;
- 7) организацию зон санитарной охраны на территории, являющейся источником питания подземных вод;
- 8) организацию регулярных режимных наблюдений за условиями залегания, уровнем и качеством подземных вод на участках существующего и потенциального загрязнения, связанного со строительством проектируемого объекта.

Все мероприятия, связанные с тем или иным видом использования подземных вод, а также размещение объектов, эксплуатация которых приводит к их загрязнению (поля фильтрации, накопители сточных вод, шламо- и хвостохранилища и т.п.), должны быть согласованы с территориальными органами МПР России.

Литература: [25-39].

9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЗАБОРОВ

9.1. Охрана поверхностных вод от загрязнения

Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения регламентируются ГОСТ 17.1.3.13 – 86 [40].

При проектировании, строительстве и вводе в эксплуатацию новых и реконструируемых предприятий, сооружений и других объектов, влияющих на состояние поверхностных вод, должны предусматриваться и осуществляться необходимые мероприятия по их охране. Не допускается ввод в эксплуатацию новых и реконструированных предприятий, которые не обеспечены сооружениями для предотвращения загрязнения водных объектов.

На промышленных предприятиях при соответствующем технико-экономическом обосновании должны создаваться замкнутые системы водоснабжения.

Сброс сточных вод в поверхностные воды, а также проведение различного рода работ в пределах водных объектов и водоохраных зон допускается только после получения в установленном порядке разрешения, выдаваемого компетентными органами.

Не допускается сброс в поверхностные воды технологических и бытовых отходов, а также загрязнение ими ледового покрова водных объектов и поверхности ледников. Не допускается сброс с судов и других плавучих средств в поверхностные воды загрязненных вод, мусора и транспортируемых грузов, а также утечка нефти и нефтепродуктов. Если сточные воды, подлежащие сбросу в канализационную сеть населенных пунктов, содержат вредные вещества в концентрациях, превышающих установленные нормы, то их следует подвергать предварительной очистке. Не допускается загрязнение поверхностных вод при проведении строительных и взрывных работ, при добыче полезных ископаемых, прокладке кабелей, трубопроводов и других коммуникаций, сельскохозяйственных и других видах работ в водных объектах или прибрежных водоохраных зонах.

Сельскохозяйственное орошение не должно приводить к поступлению в поверхностные воды возвратных вод, содержащих минеральные и органические удобрения или пестициды в концентрациях, превышающих нормы.

Для объектов, представляющих потенциальную угрозу загрязнения поверхностных вод, должны быть разработаны план мероприятий и инструкции по предотвращению аварий на этих объектах.

Уровень загрязнения поверхностных и подземных вод района расположения проектируемого объекта во многом зависит от количества и параметров сбрасываемых сточных вод, типов и эффективности очистных сооружений, применяемых методов очистки и обезвреживания сточных вод. Поэтому следует дать описание категорий сточных вод, образующихся на производствах проектируемого предприятия. Для различных групп производств и процессов должны быть приведены принципиальные схемы образования сточных вод. Кроме того, должны быть рассмотрены мероприятия по разделению сточных вод на потоки в зависимости от степени и характера загрязнений, применяемых методов очистки и дальнейшего использования.

Выбор методов и схем очистки сточных вод промышленного объекта зависит от технико-экономических показателей применяемых очистных сооружений, возможности извлечения и утилизации ценных веществ из сточных вод и надежности защиты водных объектов района от загрязнения, должен предусматривать правильное сочетание локальных и общезаводских систем и установок в зависимости от количества и места образования сточных вод, а также от вида загрязняющих веществ и их концентрации.

Проектные решения по очистке сточных вод, их использованию для производственного водоснабжения, по сбросу очищенных сточных вод в водные объекты должны приниматься по результатам вариантных разработок при наличии соответствующих технико-экономических обоснований с соблюдением нормативных требований к качеству воды.

Обоснованием проектных решений по очистке сточных вод являются:

- требования технологов, предъявляемые к качеству воды, используемой для обеспечения производственных нужд предприятия;
- наличие эффективных методов очистки, обезвреживания и обеззараживания сточных вод;
- наличие известных методов утилизации и извлечения из сточных вод различных веществ и способы их использования;
- экономическая эффективность применяемого метода, полученная при сравнении различных вариантов схем очистки и отведения сточных вод.

При технико-экономическом обосновании возможно рассмотрение следующих вариантов отведения, обработки и использования сточных вод:

- создание полностью замкнутой (без сброса в водный объект) системы водоснабжения;
- использование в оборотной системе водоснабжения технологической воды охлаждения оборудования;
- повторное (последовательное) использование воды в нескольких агрегатах и процессах с передачей ее на локальные очистные сооружения и окончательным сбросом очищенных сточных вод в водные объекты;
- прямоточная система водоснабжения с очисткой сточных вод и их сбросом в водные объекты.

Технико-экономическое сравнение и оценку проектных решений различных систем водоснабжения следует производить с учетом платы за потребление свежей воды.

В теплое время года в поверхностных водных объектах происходит интенсивное развитие фито- и зоопланктона и меняется бактериологический состав воды, что приводит к существенным ограничениям или повышенным требованиям к качеству при использовании вод для нужд жилищно-бытового и производственного водоснабжения.

Для оценки гидробиологического режима поверхностных водных объектов определяют:

- 1) наличие и содержание фитопланктона и зоопланктона в воде в зависимости от времени года;
- 2) бактериологический состав вод, его режим, степень опасности для населения и животных;
- 3) виды высшей водной растительности, характер распространения в водных объектах, ее влияние на качество поверхностных вод;
- 4) состав ихтиофауны, наличие промысловых и проходных видов рыб, условия нереста и зимовки ценных пород рыб;
- 5) наличие, характер и причины гидробиологического загрязнения поверхностных водных объектов.

9.2. Совмещение процессов добывания и очистки природных вод

Из поверхностных источников, к которым относятся реки, озера, водохранилища и каналы, для водопользования в настоящее время добывается около 85% всей природной воды. На обычных водозаборах берегового и руслового типа в водоприемных окнах, оборудованных заградительными решетками, задерживаются только крупные плавающие загрязнения: лёд, бревна, щепа, водоросли, рыбы и др. При этом мелкие загрязнения: ил, планктон, мелкий песок и др. поступают в береговые колодцы водозаборов, затем в водоводы и задерживаются только на водоочистных сооружениях.

Технология очистки воды на этих сооружениях позволяет полностью или частично обеспечить требуемую степень очистки воды. Однако задерживаемые загрязнения в процессах обработки воды различными способами, в том числе и реагентными, превращаются в экологически вредные осадки, которые требуют утилизации и последующего захоронения. В этих условиях, когда качество воды, поступающей на очистные сооружения, непрерывно изменяется, приходится постоянно изменять и регулировать технологические процессы водоподготовки, что приводит к нестабильной работе водоочистных комплексов и создает условия, при которых не обеспечивается требуемая надежность сооружений и, следовательно, не гарантируется требуемая степень очистки воды.

В последнее время для решения целого ряда проблем, которые перечислены выше, специалисты приступили к разработке принципиально новых видов сооружений, в которых совмещаются процессы добывания и очистки воды непосредственно в водоисточниках. Сама идея такого совмещения привлекательна не только из-за экономической целесообразности, но и возможности решения в комплексе целого ряда проблем: обеспечение надежной рыбозащиты, уменьшение нагрузки на водоочистные сооружения путем подачи на них воды гарантированного качества, уменьшение объема экологически вредных осадков, требующих утилизации, улучшение экологического состояния водоемов и др.

К настоящему времени разработаны технологии и конструкции сооружений, в которых совмещаются процессы добывания воды из поверхностных водоисточников и очистки ее методами фильтрования, отстаивания, центрифугирования, флотации, аэрации, коагуляции. Кроме того, имеется опыт использования технологий обратного осмоса и методов электромагнитного воздействия на воду в водозаборно-очистных узлах. Набор этих методов позволяет в отдельных случаях обеспечивать полную очистку воды до требований технического и питьевого качества непосредственно в водоисточниках [44-47,49,50,51].

9.3. Зоны санитарной охраны поверхностных водозаборов

Для обеспечения санитарно-эпидемиологической надёжности поверхностных водозаборов при их проектировании или реконструкции необходимо предусматривать зоны санитарной охраны (ЗСО).

В местах забора воды ЗСО должна состоять из трёх поясов.

ЗСО первого пояса – это зона строгого режима. Её границы устанавливаются следующим образом.

1. Для водотоков (реки и каналы) вверх по течению от оси водозабора – не менее 200 м; вниз по течению – не менее 100 м; по прилегающему к водозабору берегу – не менее 100 м от уреза воды при летне-осенней межени; в направлении к противоположному берегу, если ширина водотока не превышает 100 м – вся акватория и противоположный берег шириной 50 м, если ширина водотока более 100 м – полоса акватории не менее 100 м. Для водозаборов ковшового типа граница ЗСО первого пояса включает всю акваторию, занимаемую ковшом и территорию вокруг него, полосой не менее 100 м. Такие же размеры ЗСО первого пояса рекомендуется принимать и для водозаборно-очистных узлов.

2. Для водоёмов (озера и водохранилища) границы ЗСО первого пояса принимаются равными не менее 100 м по акватории во всех направлениях, а также не менее 100 м по прилегающему к водозабору берегу при нормальном подпорном уровне в водохранилище или летне-осенней межени в озере.

Территория суши ЗСО первого пояса должна быть спланирована, огорожена и озеленена. Ограждение должно быть глухим, высотой 2,5 метра. Границы акватории ЗСО первого пояса обозначаются наземными знаками и буйми. Над затопленными водоприёмниками и водозаборно-очистными узлами, расположенными в несудоходной части водотока или водоёма, буй должны быть оснащены освещением. Если водоприёмники или водозаборно-очистные узлы располагаются в судоходной части водного объекта, буй необходимо размещать вне судоходного хода. На территории первого пояса ЗСО предусматривается сторожевая (тревожная) сигнализация и запрещаются:

1) все виды строительства, за исключением реконструкции или расширения основных водопроводных сооружений (подсобные здания, непосредственно не связанные с подачей и обработкой воды, должны быть размещены за пределами первого пояса зоны);

2) размещение жилых и общественных зданий, проживание людей, в том числе работающих на водопроводе;

3) прокладка трубопроводов различного назначения, за исключением трубопроводов, обслуживающих водопроводные сооружения;

4) выпуск в поверхностные источники сточных вод, купание, водопой и выпас скота, стирка белья, рыбная ловля, применение ядохимикатов и удобрений для растений.

Кроме того, на территории первого пояса здания должны быть канализованы с отведением сточных вод в ближайшую систему бытовой, производственной канализации или на местные очистные сооружения, расположенные за пределами первого пояса зоны с учетом санитарного режима во втором поясе. При отсутствии канализации должны устраиваться водонепроницаемые выгребы, расположенные в местах, исключающих загрязнение территории первого пояса при вывозе нечистот; должно быть обеспечено отведение поверхностных вод за пределы первого пояса; допускаются только рубки ухода за лесом и санитарные рубки леса.

Зона санитарной охраны второго пояса – это зона ограничения. Ее границы устанавливаются для водотоков следующим образом:

а) вверх по течению, включая притоки, по формуле:

$$L = V \cdot T, \text{ м}, \quad (1)$$

где V – скорость течения воды, усредненная по ширине и длине водотока, м/сут;

T – время протекания воды от границы второго пояса до оси водозабора при среднемесячном расходе воды в летне-осенний меженный период 95% обеспеченности. Для климатических районов I А, Б, В, Г принимается $T > 5$ суток; для климатического района II А $T > 3$ суток;

б) вниз по течению – не менее 250 м;

в) боковые границы – на расстоянии от уреза воды при летне-осенней межени: при равнинном рельефе – 500 м, при гористом рельефе местности – до вершины первого склона, обращенного в сторону водотока, но не более 750 м при пологом склоне и 1000 м при крутом склоне.

При наличии в реке подпора или обратного течения расстояние нижней границы второго пояса от водозабора должно устанавливаться в зависимости от гидрологических и метеорологических условий по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы.

На судоходных реках и каналах в границы второго пояса зоны следует включать акваторию, прилегающую к водозабору в пределах фарватера.

Для водоёмов (включая притоки) границы ЗСО второго пояса устанавливаются от оси водозабора по акватории во всех направлениях на расстоянии 3 км – при количестве ветров в сторону водозабора до 10% или 5 км – при количестве ветров в сторону водозабора более 10%. Боковые границы устанавливаются так же, как для водотоков.

На территории второго пояса ЗСО поверхностного источника водоснабжения надлежит:

1) осуществлять регулирование отведения территорий для населенных пунктов, лечебно-профилактических и оздоровительных учреждений, промышленных и сельскохозяйственных объектов, а также возможных изменений технологии промышленных предприятий, связанных с повышением степени опасности загрязнения источников водоснабжения сточными водами;

2) благоустраивать промышленные, сельскохозяйственные и другие предприятия, населенные пункты и отдельные здания, предусматривать организованное водоснабжение, канализование, устройство водонепроницаемых выгребов, организацию отвода загрязненных поверхностных сточных вод и др.;

3) принимать степень очистки бытовых, производственных и дождевых сточных вод, сбрасываемых в водотоки и водоемы, отвечающую требованиям “Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами”;

4) производить только рубки ухода за лесом и санитарные рубки леса.

На территории ЗСО второго пояса запрещается:

1) загрязнение территорий нечистотами, мусором, навозом, промышленными отходами и др.;

2) размещение складов горючесмазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей, шламохранилищ и других объектов, которые могут вызвать химические загрязнения источников водоснабжения;

3) размещение кладбищ, скотомогильников, полей ассенизации, полей фильтрации, сельскохозяйственных полей орошения, навозохранилищ, силосных траншей, животноводческих и птицеводческих предприятий и других объектов, которые могут вызвать микробные загрязнения источников водоснабжения;

4) применение удобрений и ядохимикатов.

Допускается:

1) птицеразведение, стирка белья, купание, туризм, водный спорт, устройство пляжей и рыбная ловля в установленных местах при обеспечении специального режима, согласованного с органами санитарно-эпидемиологической службы;

2) устанавливать места переправ, мостов и пристаней;

3) при наличии судоходства оборудовать суда специальными устройствами для сбора бытовых, подсланевых вод и твердых отходов, на пристанях предусматривать сливные станции и приемники для сбора твердых отходов, а дебаркадеры и брандвахты оборудовать приемниками для сбора нечистот;

Запрещается:

1) добыча песка и гравия из водотока или водоема, а также дноуглубительные работы;

2) расположение пастбищ в прибрежной полосе шириной менее 300 м.

Зона санитарной охраны третьего пояса это также зона ограничения. Её границы должны быть такими же, как для второго пояса, вверх или вниз по течению водотока или во все стороны по акватории водоёма. Боковые границы должны быть не более 3 - 5 км от водотока или водоёма.

На территории ЗСО третьего пояса предусматриваются такие же мероприятия, как и для второго. В лесах, расположенных на территории третьего пояса ЗСО, разрешаются проведение рубок леса главного и промежуточного пользования и закрепление за лесозаготовительными предприятиями древесины на корню на определенной площади (лесосырьевых баз), а также лесосечного фонда долгосрочного пользования.

9.4. Улучшение руслового режима водного объекта в районе водозабора

Для эксплуатации объектов с большим объемом водопотребления проектируют водозаборные сооружения, оказывающие существенное воздействие на естественное состояние и характеристики рек и водоемов.

Наиболее значительные изменения водозаборные сооружения оказывают на русла рек, что часто приводит к необходимости регулирования их руслового режима.

Необходимость регулирования русла определяется:

1) недостаточными меженными глубинами реки в месте расположения водозабора;

2) отсутствием на плесах глубин, достаточных для устройства водозабора;

3) наличием длинного перекатного или разветвленного участка реки;

4) невозможностью расположения водозабора в глубоком фарватере из-за значительного расстояния до него от уреза воды или по требованиям судоходства;

5) процессами переформирования русла, возникающими в период эксплуатации водозабора.

Выбор мероприятий по улучшению руслового режима и увеличению глубины водного объекта определяется величиной отбора воды, местными природными условиями, водностью, хозяйственным использованием реки и экономическими показателями.

Для обеспечения необходимых глубин в водотоке выполняют:

- 1) регулирование русла;
- 2) дноуглубление;
- 3) строительство плотин (регулирование уровня режима).

Регулирование не должно нарушать интересы других водопользователей, вызывать подмыв берегов, отложение наносов у нижерасположенных водоприемников, приводить к обмелению соседних участков реки, а также способствовать образованию донных течений, направляющих воду в сторону от водозаборных сооружений.

Регулирование рек при устройстве водозаборов обычно осуществляют для условий меженного состояния потока, характеризующегося низкими горизонтами воды в реке.

Регулирование русла реки также выполняют:

- 1) при неустойчивом русле реки в районе водозабора;
- 2) в тех случаях, когда подвод потока к водозабору не может быть обеспечен дноуглублением или выравниванием русла;
- 3) при возведении гидротехнических сооружений (дамб), вызывающих неблагоприятные течения и вредные русловые переформирования;
- 4) при образовании ледяных заторов, вызывающих размыв одних участков русла и отложение наносов на других.

Размеры и формы регулирующих сооружений у водозабора назначаются в соответствии с гидравлическими параметрами реки, компоновкой и типом водозаборных сооружений.

Конструкции регулирующих сооружений должны предусматривать максимальное использование местных строительных материалов.

Не рекомендуется регулировать реки при ширине поймы менее 300 м и поперечных уклонах прилегающих участков более 0,002, а также вблизи городов и населенных пунктов на территориях, используемых для массового отдыха населения.

Все проектные решения, в том числе по сооружению капитальных набережных, обвалованию, углублению русел и др., необходимо согласовывать с органами государственного водного надзора.

Санитарный бытовой расход в реках с незарегулированным стоком после забора воды всеми потребителями должен быть не менее 75% минимального среднемесячного расхода в год с 95%-й обеспеченностью. Для водотоков с зарегулированным стоком следует ниже подпорных сооружений оставлять гарантированный санитарный попуск, размеры которого устанавливаются в процессе согласования условий строительства регулирующих сооружений с органами государственного водного надзора.

9.5. Сброс сточных вод

Сточные воды проектируемого объекта после соответствующей очистки могут быть использованы для нужд собственного производства, переданы для использования на другие промышленные объекты, отведены в систему канализации населенного пункта (города) или сброшены в близко расположенные водные объекты.

Условия сброса сточных вод в поверхностные водные объекты и порядок расчета нормативов допустимого сброса загрязняющих веществ, содержащихся в сбрасываемых сточных водах, регламентируются «Методикой разработки нормативов допустимого сброса (НДС) веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей», а также «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами».

НДС разрабатываются в соответствии с нормативами допустимых воздействий на водные объекты (НДВ).

При расчете НДС для водопользователей, расположенных в пределах водохозяйственного участка, необходимо соблюдение следующего условия:

$$\sum НДС + \sum \lim \leq 0,8 НДВ_{хим. упр} , \quad (2)$$

где $\sum НДС$ - сумма нормативов допустимых сбросов по выпускам сточных вод, расположенным в пределах расчетного водохозяйственного участка, т/год;

$\sum \lim$ - сумма лимитов на сброс загрязняющих веществ со сточными водами по выпускам сточных вод, расположенным в пределах расчетного водохозяйственного участка, т/год;

$0,8 НДВ_{хим. упр}$ - 80% норматива допустимого воздействия по привносу химического вещества для водопользователей, имеющих управляемые и потенциально управляемые источники загрязнения, т/год.

Оставшиеся 20% $НДВ_{хим. упр}$ используются с учетом перспективы развития территории и появления новых выпусков сточных вод.

При достижении:

$$\sum НДС + \sum \lim = НДВ_{хим. упр} \quad (3)$$

проводится перерасчет нормативов допустимого сброса по указанному выше принципу. Перерасчет НДС в первую очередь проводится за счет уменьшения значений лимитов на сброс загрязняющих веществ со сточными водами.

В случае отсутствия утвержденных в установленном порядке НДВ, величины НДС рассчитываются для отдельных водопользователей.

Величины НДС определяются для всех категорий водопользователей по формуле

$$НДС = q_{см} \cdot C_{НДС} , \quad (4)$$

где $q_{см}$ - максимальный часовой расход сточных вод, м³/ч;

$C_{НДС}$ - допустимая концентрация загрязняющего вещества, г/м³.

При установлении НДС на уровне нормативов качества вод водного объекта НДС утверждаются на пять лет. При установлении НДС с учетом разбавления НДС утверждаются на три года.

Если фактический сброс действующей организации-водопользователя меньше расчетного НДС, то в качестве НДС принимается фактический сброс.

Величина допустимой концентрации загрязняющего вещества без учета неконсервативности определяется по формуле

$$C_{\text{НДС}} = n(C_{\text{ПДК}} - C_{\text{ф}}) + C_{\text{ф}}, \quad (5)$$

где $C_{\text{ПДК}}$ – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, г/м³;

$C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация загрязняющего вещества в водотоке выше выпуска сточных вод, г/м³;

n – кратность общего разбавления сточных вод в водотоке.

При сбросе сточных, в том числе дренажных вод в водные объекты *рыбохозяйственного значения*, **содержание взвешенных веществ** в контрольном створе не должно увеличиваться по сравнению с фоновым содержанием более чем на 0,25 мг/дм (для высшей и первой категории водопользования) и более чем на 0,75 мг/дм (для второй категории водопользования). В водных объектах *рыбохозяйственного значения* при содержании в межень более 30 мг/дм природных взвешенных веществ допускается увеличение содержания их в воде в пределах 5%.

При сбросе сточных, в том числе дренажных вод в водные объекты, используемые *для целей и хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также в рекреационных целях* содержание взвешенных веществ в контрольном створе не должно увеличиваться по сравнению с фоновым содержанием более чем на 0,25 мг/дм (для водных объектов, используемых для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения) и более чем на 0,75 мг/дм (для водных объектов, используемых в рекреационных целях и в границах населенных пунктов). Для водных объектов, содержащих в межень более 30 мг/дм природных взвешенных веществ, допускается увеличение содержания их в воде в пределах 5%.

Для водных объектов *рыбохозяйственного значения* температура воды не должна повышаться по сравнению с естественной температурой водного объекта более чем на 5°C, с общим повышением температуры не более чем до 20°C летом и 5°C зимой для водных объектов, где обитают холодолюбивые рыбы (лососевые и сиговые), и не более чем до 28°C летом и 8°C зимой в остальных случаях. В местах нерестилищ налим запрещается повышать температуру воды зимой более чем на 2°C.

Для веществ, относящихся к *1-му и 2-му классам опасности* при всех видах водопользования, НДС определяются так, чтобы для веществ с одинаковым лимитирующим показателем вредности (ЛПВ), содержащихся в воде водного объекта, сумма отношений концентраций каждого вещества к соответствующим ПДК не превышала 1

$$\sum_{i=1}^Z \frac{C_{\text{в}}^i}{C_{\text{ПДК}}^i} \leq 1, \quad (6)$$

где $C_{\text{в}}^i$ – концентрация i -го вещества в воде водного объекта, относящегося к одному и тому же лимитирующему показателю вредности (ЛПВ);

$i = 1, 2, \dots, Z$;

Z – количество веществ с одинаковым ЛПВ.

По лимитирующему показателю вредности все вещества в водоемах *хозяйственно-питьевого и рекреационного водопользования* разделены на три группы: с санитарно-токсикологическим (сан-токс) ЛПВ, общесанитарным (сан) ЛПВ, органолептическим (орг.) ЛПВ.

В водоемах *рыбохозяйственного водопользования* дополнительно выделяют еще вещества, имеющие токсикологический (токс.) ЛПВ и рыбохозяйственный (рыб-хоз) ЛПВ.

Если в сточных водах содержится несколько различных вредных веществ, то все компоненты, имеющиеся в сточных водах, разбиваются на группы с одинаковыми ЛПВ.

Основной механизм снижения концентрации загрязняющего вещества при сбросе сточных вод в водные объекты – разбавление.

Разбавление сточных вод – это процесс снижения концентрации загрязняющих веществ в водоемах, вызванный перемешиванием сточных вод с водной средой, в которую они выпускаются.

Интенсивность процесса разбавления количественно характеризуется кратностью разбавления n .

Процесс разбавления сточных вод происходит в две стадии: начальное и основное разбавление.

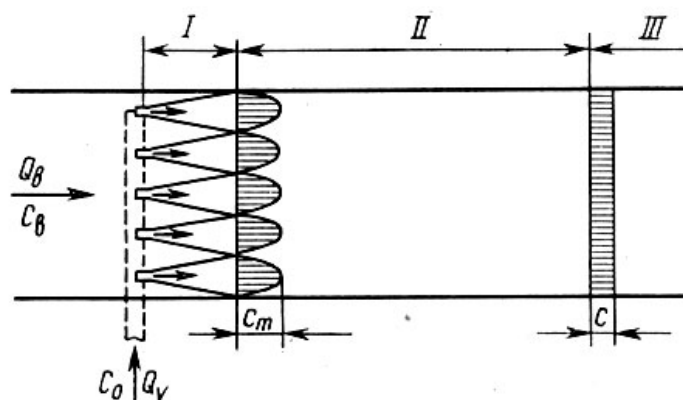


Рис. 18. Схема распространения сточных вод в водоеме

Участок водоёма или водотока от места выпуска сточных вод до сечения, где произойдет их полное перемешивание, условно разделяют на три зоны (рис. 18):

1-я зона – начальное разбавление. Здесь процесс разбавления происходит за счет увлечения жидкости водоема турбулентным потоком струи сточной воды, истекающей из выпускных устройств. В конце первой зоны разность скоростей струйного потока и окружающей среды становится незначительной.

2-я зона – основное разбавление. Степень разбавления в этой зоне определяется интенсивностью турбулентного перемешивания.

3-я зона – в этой зоне разбавления сточной воды практически нет. Снижение концентраций загрязняющих веществ происходит в основном за счет процессов самоочищения воды.

Общая кратность разбавления представляется в виде произведения

$$n = n_n \cdot n_o, \quad (7)$$

где n_n – кратность начального разбавления,

n_o – кратность основного разбавления.

Кратность начального разбавления n_n определяется по методу Н.Н. Лапшева в следующих случаях:

а) для напорных сосредоточенных и рассеивающих выпусков в водоток при соотношении скоростей v_p и выпуска v_{cm} :

$$v_{cm} \geq 4v_p,$$

б) при абсолютных скоростях истечения струи из выпуска, больших 2 м/с.

При меньших скоростях истечения из выпуска расчет начального разбавления не производится.

Кратность основного разбавления n_o определяется по методу В.А. Фролова - И.Д. Родзиллера

$$n_o = \frac{\gamma \cdot Q + q_{cm}}{q_{cm}}, \quad (8)$$

где γ – коэффициент смешения, показывающий, какая часть воды реки участвует в разбавлении сточных вод;

q_{cm} – максимальный расход сточных вод, м³/с;

Q – расчетный минимальный расход воды водотока в контрольном створе, м³/с.

Коэффициент смешения, характеризующий долю расхода воды в реке, которая смешивается со сточными водами, определяется по формуле

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L_\phi}}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-\alpha \sqrt[3]{L_\phi}}}, \quad (9)$$

где Q – среднемесячный расход воды водотока 95%-й обеспеченности, м³/с;

q – максимальный расход сточных вод, подлежащих сбросу в водоток, м³/с;

L_ϕ – расстояние по фарватеру водотока от места выпуска до контрольного створа (*фарватер* – наиболее глубокая полоса данного водного пространства), м;

α – коэффициент, зависящий от гидравлических условий потока:

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q}}, \quad (10)$$

где ξ – коэффициент, зависящий от расположения выпуска сточных вод в водоток: при выпуске в фарватер $\xi = 1,5$; при выпуске у берега $\xi = 1$

φ – коэффициент извилистости водотока, т. е. отношение расстояния между рассматриваемыми створами водотока по фарватеру к расстоянию по прямой;

D – коэффициент турбулентной диффузии.

Таблица 7

Способы расчета коэффициента турбулентной диффузии

Название метода	Формула расчета	Обозначения	Применение
Метод Потапова	$D = \frac{v_{cp} \cdot H_{cp}}{200}$	v_{cp} – средняя скорость течения водотока, м/с; H_{cp} – средняя глубина водотока, м.	Метод используется для равнинных рек
Метод Караушева	$D = \frac{g \cdot v_{cp} \cdot H_{cp}}{M \cdot C},$ $M = \begin{cases} 0,7 \cdot C + 6 & \text{при } 10 \leq C \leq 60 \\ 48 & \text{при } C > 60 \end{cases}$ $C = \frac{v_{cp}}{\sqrt{H_{cp} \cdot i}}$	g – ускорение свободного падения, м/с ² ; v_{cp} – средняя скорость течения водотока, м/с; H_{cp} – средняя глубина водотока, м; C – коэффициент Шези, м ^{0,5} /с; i – уклон свободной поверхности водотока	Метод используется для естественных течений
Комбинированный метод	для летнего времени $D = \frac{g \cdot v_{cp} \cdot H_{cp}}{37 \cdot n_{ш} \cdot C^2},$ $C = \frac{R^y}{n_{ш}} \text{ (при } H_{cp} \leq 5 \text{ м)}$ $y = 2,5\sqrt{n_{ш}} - 0,13 - 0,75\sqrt{R \cdot (\sqrt{n_{ш}} - 0,13)}$ для зимнего времени $D = \frac{g \cdot \sqrt{R_{np}}}{37 \cdot n_{np} \cdot C_{np}^2}$ $R_{np} = 0,5H_{cp}$ $n_{unp} = n_{ш} \left[1 + \left(\frac{n_{л}}{n_{ш}} \right)^{1,5} \right]^{0,67}$	g – ускорение свободного падения, м/с ² ; v_{cp} – средняя скорость течения водотока на участке между нулевым и расчетным створами, м/с; H_{cp} – средняя глубина на участке, м; $n_{ш}$ – коэффициент шероховатости ложа реки, определяемый по табл. 8 (по М.Ф. Срибному). C – коэффициент Шези, м ^{0,5} /с; R – гидравлический радиус потока ($R=H_{cp}$); y – показатель степени; R_{np} – приведенный гидравлический радиус потока, м; n_{np} – приведенный коэффициент шероховатости ложа реки; C_{np} – приведенный коэффициент Шези, м ^{0,5} /с; $n_{л}$ – коэффициент шероховатости нижней поверхности льда по П.Н. Белоконю (табл. 9).	Метод используется для естественных течений при соблюдении неравенства $0,0025 \leq q/Q \leq 0,1$

Таблица 8

Коэффициенты шероховатости ложа реки

Характеристика русла	Коэффициент шероховатости $n_{ш}$
Естественные русла в весьма благоприятных условиях (чистое, прямое, не засоренное, земляное со сводным течением)	0,025
Русла постоянных водотоков равнинного типа, преимущественно больших и средних рек, в благоприятных условиях ложа и течения реки, периодические водотоки (большие и малые) при очень хорошем состоянии поверхности и формы ложа	0,03
Сравнительно чистые русла постоянных равнинных водотоков в обычных условиях, извилистые, с некоторыми неправильностями в направлении струи или же прямые, но с неправильностями в рельефе дна (отмели, промоины, местами камни). Земляные русла периодических водотоков в относительно благоприятных условиях	0,04
Русла больших и средних рек, значительно засоренные, извилистые и частично засоренные, каменистые, с беспокойным течением. Периодические (ливневые и весенние) водотоки с крупногалечным или покрытым растительностью ложем. Поймы больших и средних рек, сравнительно разработанные, покрытые растительностью (травы, кустарники)	0,05
Русла периодических водотоков, сильно засоренные и извилистые. Сравнительно заросшие, неровные, плохо разработанные поймы рек (промоины, кустарники, деревья с наличием заводей). Галечно-валунные русла горного типа с неправильной поверхностью водного зеркала. Порожистые участки равнинных рек	0,067
Русла со слабым течением и поймы, значительно заросшие, с большими глубокими промоинами. Валунные, горного типа русла с неправильной поверхностью водного зеркала (с летящими вверх брызгами воды)	0,08
Русла горно-водопадного типа с крупновалунным и извилистым строением ложа, перепады ярко выражены, извилистость весьма сильная. Поймы значительно заросшие, но с резко выраженным косоструйным течением, заводями и др.	0,1
Русла болотного типа (заросли, кочки, во многих местах почти стоячая вода и др.). Поймы с очень большими мертвыми пространствами, с местными углублениями (озерами и др.)	0,133

Таблица 9

Значение коэффициента шероховатости нижней поверхности льда для периода ледостава

Период ледостава, сут	Коэффициент шероховатости нижней поверхности льда $n_{л}$
1–10	0,15–0,05
10–20	0,1–0,04
20–60	0,05–0,03
60–80	0,04–0,015
80–100	0,25–0,01

Гигиенические нормативы химических веществ и микроорганизмов при сбросе сточных вод (в т.ч. дренажных) в водные объекты, используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для рекреационных целей должны соблюдаться в максимально загрязненной струе контрольного створа на расстоянии (на водотоках - ниже по течению; на водоемах и морях - на акватории в радиусе) **не далее 500 м от места сброса**.

Для водоемов для рыбохозяйственного значения нормативы качества вод или их природные состав и свойства должны соблюдаться в максимально загрязненной струе контрольного створа на расстоянии (на водотоках – ниже по течению; на водоемах и морях – на акватории в радиусе) **не более 500 м от места сброса**.

В случае одновременного использования водного объекта или его участка для различных нужд для состава и свойств его вод принимаются наиболее жесткие нормы качества воды из числа установленных.

При сбросе сточных вод в водные объекты в границе населенного пункта контрольный створ должен располагаться непосредственно у места такого сброса.

В процессе эксплуатации промышленных объектов возможны аварийные сбросы сточных вод, случайные переливы жидких продуктов производства и полуфабрикатов из емкостей и открытых продуктопроводов, разрывы трубопроводов в результате коррозии и дефектов монтажа и т.п.

Для предупреждения негативных последствий аварийных ситуаций на проектируемом объекте необходимо обеспечить:

- 1) соблюдение технологических параметров основного производства и нормальную эксплуатацию сооружений и агрегатов;
- 2) аккумулялирование случайных переливов жидких продуктов производства, отходов, полуфабрикатов и возвращение их в систему очистных сооружений или на повторную переработку;
- 3) предупреждение возможности аварийных сбросов сточных вод в естественные водоемы и водотоки;
- 4) исключение возможности аварийных сбросов в ливневую канализацию, отводящую поверхностные воды в гидрографическую сеть без достаточной очистки.

Для исключения возможности загрязнения окружающей среды сточными водами и жидкими продуктами производства предусматривают:

- 1) устройство дублирующих трубопроводов для своевременного отключения аварийных участков;

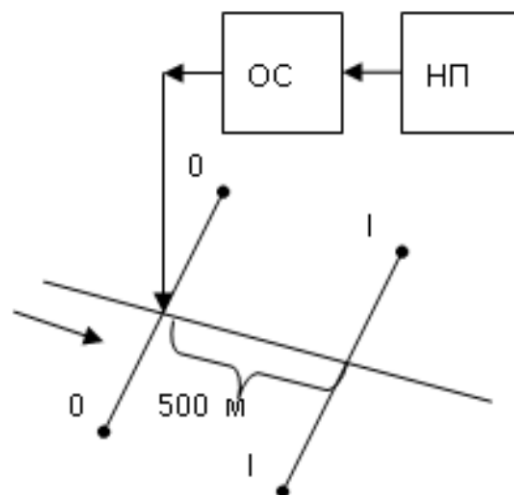


Рис. 19. Ситуационная схема для водотока:

НП – населенный пункт; ОС – очистные сооружения; 0-0 – выпуск сточных вод; 1-1 – контрольный створ.

- 2) применение оборудования и трубопроводов, стойких к коррозионному и абразивному воздействию агрессивных жидких сред;
- 3) устройство емкостей и накопителей с соответствующими коммуникациями для аккумуляции аварийных сбросов сточных вод;
- 4) обвалование технологических площадок и сооружений, на которых возможны аварийные сбросы сточных вод и жидких продуктов, с созданием системы сбора ливневых вод с этих площадок;
- 5) перекачку продуктов аварийных сбросов обратно на производство или на очистные сооружения проектируемого объекта;
- 6) создание системы сбора загрязненного поверхностного стока с территории предприятия с последующей передачей его на очистные сооружения.

9.6. Рыбоохранные мероприятия

Многие промышленные объекты при строительстве и эксплуатации оказывают негативное воздействие на состояние рыбных запасов рек и водоемов, из которых осуществляется их водоснабжение или в которые сбрасываются их сточные воды.

Для предупреждения негативного воздействия проектируемого объекта на состояние рыбных запасов необходимо определить:

- 1) факторы воздействия объекта на условия формирования рыбных запасов в используемом водоеме или водотоке с учетом их состояния на период проектирования;
- 2) границы акватории, попадающей в зону влияния объекта;
- 3) характер и степень воздействия каждого фактора на рыбные запасы;
- 4) состав и объем необходимых рыбоохранных или восстановительных мероприятий.

К мероприятиям по предупреждению ущерба и восстановлению рыбных запасов относят:

- 1) размещение площадок строительства предприятий, зданий и сооружений с учетом расположения в водоемах и водотоках крупных нерестилищ промысловых видов рыб и наиболее продуктивных нагульных площадей, особенно молоди;
- 2) оборудование водозаборных сооружений предприятия на водоемах и реках, имеющих рыбохозяйственное значение, рыбозащитными устройствами и сооружениями;
- 3) строительство рыбопропускных сооружений при плотинах на водотоках, имеющих рыбохозяйственное значение;
- 4) обеспечение очистки сточных и ливневых вод до уровня, удовлетворяющего рыбохозяйственным требованиям;
- 5) выбор технологии производства строительных работ на акватории водного объекта и на прилегающей территории с учетом требований органов рыбоохраны;
- 6) установление оптимальных рыбохозяйственных пропусков в нижние бьефы гидроузлов и плотин;

7) восстановление нарушенных участков побережья и нерестилищ или создание искусственных нерестилищ при обваловании или изъятии нерестовых и нагульных участков акватории;

8) использование при технической возможности и экономической целесообразности прудов и водоемов-охладителей для целей рыборазведения.

Исходными данными для разработки рыбоохранных мероприятий являются:

1. Общая рыбохозяйственная характеристика водного объекта.

2. Рыбохозяйственная характеристика участка акватории водоема или водотока в границах влияния проектируемого объекта.

Общая рыбохозяйственная характеристика водного объекта должна содержать сведения о:

а) рыбохозяйственной категории водного объекта;

б) видовом составе основных промысловых и проходных видов рыб;

в) существующем рыбохозяйственном использовании водоема или водотока (по данным уловов за последние пять лет);

г) перспективах рыбохозяйственного использования водного объекта.

Рыбохозяйственная характеристика акватории или участка водоема (водотока) в границах влияния проектируемого объекта должна содержать данные о:

а) расположении, границах, площади и продуктивности нерестилищ с указанием видового состава нерестующихся промысловых рыб и сроков нереста;

б) наличии мест концентрации молоди с указанием их границ, площади, а также видового состава, периодов выклева молоди и их плотности (концентрации) на единицу объема воды;

в) наличии путей нерестовых и проходных видов рыб с указанием сроков миграций и размерно-видового состава мигрантов;

г) наличии зимовальных ям, их площади, границах, видовом и возрастном составе рыб, зимующих на них, плотностях зимних скоплений рыб.

Исходные данные представляются органами рыбоохраны на основании материалов государственного учета или рыбохозяйственного кадастра водного объекта.

К рыбозащитным мероприятиям при отборе воды водозаборными сооружениями относят:

1) ограничение, при соответствующем рыбохозяйственном технико-экономическом обосновании, водоотбора в период ската молоди ценных промысловых рыб (осетровых, сельдевых, лососевых);

2) размещение водозаборных оголовков на горизонтах, где концентрация молоди ценных промысловых видов рыб в створе водозабора в течение сезона стабильно наименьшая.

Для предупреждения травмирования и гибели молоди рыб на водозаборных сооружениях надлежит проектировать рыбозащитные сооружения и устройства.

Тип, параметры, компоновку рыбозащитных устройств и сооружений назначают с учетом:

– типа и расположения водозабора;

- расхода, глубины и скорости водотока;
- максимальных и минимальных уровней в водном объекте по данным многолетних наблюдений;
- количества взвеси и наносов в зоне водозабора;
- размерно-видового состава, морфометрических, физиологических и других характеристик защищаемых рыб.

Рыбозащитные устройства должны обеспечивать предупреждение травмирования и гибели в водозаборах рыб с длиной тела более 30 мм. Эффективность рыбозащитных сооружений для рыб промысловых видов размером более 12 мм должна быть не менее 70%.

Рыбопропускные сооружения следует предусматривать в проектах гидроузлов для пропуска из нижнего в верхний бьеф проходных и полупроходных рыб в целях сохранения их естественного воспроизводства.

Проектирование рыбозащитных сооружений и устройств, обоснование целесообразности строительства рыбопропускного сооружения, выбор их типа осуществляются в соответствии с требованиями [56].

При производстве строительных работ на водоемах и водотоках, имеющих рыбохозяйственное значение, необходимо предусматривать следующие мероприятия:

- 1) осуществлять работы строго по проектам с соблюдением сроков строительства, согласованных с органами рыбоохраны;
- 2) размещать места складирования грунта и строительных материалов в незатопляемой весенним паводком зоне с последующей рекультивацией поврежденного участка;
- 3) обеспечивать возможность свободного прохождения рыб на места нереста и нагула при строительстве переездов, прокладке трубопроводов и строительстве других видов коммуникаций.

Рыбоохранные мероприятия и сооружения разрабатываются специализированными группами (отделами) проектных институтов или рыбохозяйственными организациями по договорам.

Основные проектные решения по охране рыбных запасов должны обосновываться сравнением показателей возможных вариантов размещения промышленного объекта и его сооружений. При этом необходимо учитывать всю совокупность показателей, характеризующих как эффект обеспечения охраны рыбных запасов, так и технико-экономический уровень мероприятий и сооружений основного производственного комплекса предприятия.

9.7. Прогнозирование состояния природных вод в районе расположения водозабора

Для разработки прогноза воздействия объекта на состояние поверхностных и подземных вод должны быть определены:

- гидравлические, гидрологические и гидрогеологические характеристики водных объектов, используемых для водоснабжения или водоотведения проектируемого объекта;

- существующий уровень загрязнения поверхностных и подземных вод;
- объемы водопотребления и водоотведения проектируемого объекта;
- расположение водозаборов и выпусков сточных вод объекта;
- объем водопотребления других водопользователей района в заданном интервале времени;
- количество, состав и характеристики сбрасываемых сточных вод с указанием основных загрязняющих веществ, их концентрации и класса опасности;
- расположение и технические характеристики накопителей сточных вод, хвостохранилищ и других сооружений объекта, воздействующих на состояние водной среды;
- изменения параметров поверхностного стока территории, находящейся под воздействием проектируемого объекта;
- данные о количестве и составе сточных вод, сбрасываемых в реки и водоемы другими объектами района в заданном интервале времени, или перспективный уровень фоновое загрязнения водных объектов;
- требования органов водного надзора к режиму водопользования в рассматриваемом районе;
- требования органов рыбоохраны к водопользователям водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение.

Количественная оценка базируется на составлении водохозяйственных балансов (ВХБ) водных объектов при изменении режима водопользования в связи со строительством проектируемого объекта.

Для качественной оценки следует определить количество загрязняющих веществ, которое будет поступать в реки и водоемы со сточными водами при эксплуатации проектируемого объекта, и рассчитать возможные изменения гидрхимического режима вод с учетом существующего фоновое загрязнения.

Для разработки прогноза составляют водохозяйственный баланс перспективных потребностей в воде в заданном интервале времени при изменении режима водопользования, связанного с эксплуатацией объекта и изменением инфраструктуры района. Расчет водного баланса выполняют с учетом перспективного изменения параметров водопотребления других водопользователей.

Прогноз качества воды в реке или водоеме, из которого забирается вода для водоснабжения или в который сбрасываются сточные воды, подразумевает необходимость оценки, по крайней мере, двух динамических систем.

Первая система – это водный объект с его гидрологическими и гидравлическими особенностями в расчетный маловодный период (чаще всего 95% обеспеченности), вторая – режим водопользования и параметры сброса сточных вод предприятия в водный объект.

Ухудшение качества вод водных объектов возможно не только при сбросе загрязняющих веществ со сточными водами различных водопользователей, но и при интенсивном заборе воды для водоснабжения в маловодный период и постоянном количестве сточных вод, поступающих в водный объект. Прогнозную оценку качества вод выполняют на основе расчетов смешения и разбавления сточных вод водой водного объекта.

Все расчеты выполняют для условий полной загрузки и нормальной работы основного технологического оборудования, локальных и общих систем очистки сточных вод проектируемого объекта.

Литература: [39, 56].

10. МОНИТОРИНГ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ

10.1. Общие понятия о мониторинге систем

Безопасность эксплуатации здания (сооружения) – это комплексное свойство объекта противостоять его переходу в аварийное состояние, определяемое: проектным решением и степенью его реального воплощения при строительстве; текущим остаточным ресурсом и техническим состоянием объекта; степенью изменения объекта (старение материала, перестройки, перепланировки, пристройки, реконструкции, капитальный ремонт и т.п.) и окружающей среды как природного, так и техногенного характера; совокупностью антитеррористических мероприятий и степенью их реализации; нормативами по эксплуатации и степенью их реального осуществления.

Конструктивная безопасность здания (сооружения) – это комплексное свойство конструкций объекта (здания или сооружения) противостоять его переходу в аварийное состояние, определяемое: проектным решением и степенью его реального воплощения при строительстве; текущим остаточным ресурсом и техническим состоянием объекта; степенью изменения объекта (старение материала, перестройки, перепланировки, пристройки, реконструкции, капитальный ремонт и т.п.) и окружающей среды как природного, так и техногенного характера.

Комплексное обследование технического состояния здания (сооружения) – это комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров грунтов основания, строительных конструкций, инженерного обеспечения (оборудования, трубопроводов, электрических сетей и др.), характеризующих работоспособность объекта обследования и определяющих возможность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или необходимость восстановления, усиления, ремонта, и включающий в себя обследование технического состояния здания (сооружения), теплотехнических и акустических свойств конструкций, систем инженерного обеспечения объекта, за исключением технологического оборудования.

Обследование технического состояния здания (сооружения) – это комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих работоспособность объекта обследования и определяющих возможность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или необходимость восстановления, усиления, ремонта, и включающий в себя обследование грунтов основания и строительных конструкций на предмет выявления изменения свойств грунтов, деформационных повреждений, дефектов несущих конструкций и определения их фактической несущей способности.

Категория технического состояния – это степень эксплуатационной пригодности несущей строительной конструкции или здания и сооружения в целом, а также грунтов их основания, установленная в зависимости от доли снижения несущей способности и эксплуатационных характеристик.

Критерий оценки технического состояния – это установленное проектом или нормативным документом количественное или качественное значение параметра, характеризующего деформативность, несущую способность и другие нормируемые характеристики строительной конструкции и грунтов основания.

Оценка технического состояния – это установление степени повреждения и категории технического состояния строительных конструкций или зданий и сооружений в целом, включая состояние грунтов основания, на основе сопоставления фактических значений количественно оцениваемых признаков со значениями этих же признаков, установленных проектом или нормативным документом.

Поверочный расчет – это расчет существующей конструкции и (или) грунтов основания по действующим нормам проектирования с введением в расчет полученных в результате обследования или по проектной и исполнительной документации: геометрических параметров конструкций, фактической прочности строительных материалов и грунтов основания, действующих нагрузок, уточненной расчетной схемы с учетом имеющихся дефектов и повреждений.

Нормативное техническое состояние – это категория технического состояния, при котором количественные и качественные значения параметров всех критериев оценки технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений, включая состояние грунтов основания, соответствуют установленным в проектной документации значениям с учетом пределов их изменения.

Работоспособное техническое состояние – это категория технического состояния, при которой некоторые из числа оцениваемых контролируемых параметров не отвечают требованиям проекта или норм, но имеющиеся нарушения требований в конкретных условиях эксплуатации не приводят к нарушению работоспособности, и необходимая несущая способность конструкций и грунтов основания с учетом влияния имеющихся дефектов и повреждений обеспечивается.

Ограниченно-работоспособное техническое состояние – это категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая состояние грунтов основания, при которой имеются крены, дефекты и повреждения, приведшие к снижению несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения, потери устойчивости или опрокидывания, и функционирование конструкций и эксплуатация здания или сооружения возможны либо при контроле (мониторинге) технического состояния, либо при проведении необходимых мероприятий по восстановлению или

усилению конструкций и (или) грунтов основания и последующем мониторинге технического состояния (при необходимости).

Аварийное состояние – это категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая состояние грунтов основания, характеризующаяся повреждениями и деформациями, свидетельствующими об исчерпании несущей способности и опасности обрушения и (или) характеризующаяся кренами, которые могут вызвать потерю устойчивости объекта.

Общий мониторинг технического состояния зданий и сооружений – это система наблюдения и контроля, проводимая по определенной программе, утверждаемой заказчиком, для выявления объектов, на которых произошли значительные изменения напряженно-деформированного состояния несущих конструкций или крена, и для которых необходимо обследование их технического состояния (изменения напряженно-деформированного состояния характеризуются изменением имеющихся и возникновением новых деформаций или определяются путем инструментальных измерений).

Текущее техническое состояние зданий и сооружений – это состояние зданий и сооружений на момент их обследования или проводимого этапа мониторинга.

Восстановление – это комплекс мероприятий, обеспечивающих доведение эксплуатационных качеств конструкций, пришедших в ограниченно работоспособное состояние, до уровня их первоначального состояния, определяемого соответствующими требованиями нормативных документов на момент проектирования объекта.

Система мониторинга технического состояния несущих конструкций – это совокупность технических и программных средств, позволяющая осуществлять сбор и обработку информации о различных параметрах строительных конструкций (геодезические, динамические, деформационные и др.) с целью оценки технического состояния зданий и сооружений.

Система мониторинга инженерно-технического обеспечения – это совокупность технических и программных средств, позволяющая осуществлять сбор и обработку информации о различных параметрах работы системы инженерно-технического обеспечения здания (сооружения) с целью контроля возникновения в ней дестабилизирующих факторов и передачи сообщений о возникновении или прогнозе аварийных ситуаций в единую систему оперативно-диспетчерского управления города.

10.2. Принципы и правила мониторинга. Задачи мониторинга

Принципы проведения мониторинга специально разработаны в рамках экологического мониторинга как наиболее продвинутого в реализации.

Рассмотрим эти принципы и те доводы в их защиту, которые предлагают экологи.

1. Принцип проблемной организации существует в противопоставление идее тотального мониторинга, он снимает синдром "избытка данных – недостатка информации". Программа исследований и наблюдений разворачива-

ется только по определенной проблеме, региональный мониторинг состоит из пакета проблемно организованных программ. Такая организация оставляет возможность для постановки новых проблем и развертывания новых программ. Данный принцип реализует идею проблемного мониторинга. Вряд ли его можно воспринимать как универсальный. Для части систем мониторинга в большей мере подходит фоновый или управленческий мониторинг. Для мониторинга цен, наверное, не стоит искать способ проблемной организации.

2. **Принцип развития** (открытости для развития) – система выполнимости (выполнения, завершения проектов и создания новых). Это принцип экологического мониторинга. Он не может быть распространен на большое количество иных систем мониторинга, поскольку существуют устойчивые задачи функционирования систем, для которых важна стабильность и многолетние результаты с целью прогнозирования или уточнения прогнозов.

3. **Принцип приоритета управления** – как противопоставление средовому подходу. В триаде "управление – мониторинг – экспертиза" управлению принадлежит ведущая роль, мониторинг и экспертиза являются очень важными, но обеспечивающими блоками. Управление разрабатывает целевые установки и намечает контуры проблемы, экспертиза выступает в качестве средства против возможной профессиональной узости решения проблемы. Одним из результатов мониторинга являются знания, передаваемые для принятия решений. Вероятно, приоритеты управления являются универсальным признаком для мониторинга вообще в том случае, если управление будет рассматриваться в широком смысле этого слова и будет включать в себя формирование или воздействие на общественное сознание.

4. **Принцип целостности** – неразрывность триады "управление - мониторинг – экспертиза ". Можно предположить, что точнее будет говорить о триаде "управление – мониторинг – прогноз", поскольку экспертиза – это все-таки процессуальное понятие.

5. **Принцип информационной открытости** – необходимое условие эффективности. Все результаты экологических исследований и наблюдений должны быть доступны для управленцев, предпринимателей, политиков, широкой общественности. Пользователи должны сформулировать свои требования при формировании программ мониторинга. Информационная открытость не может быть принципом любого мониторинга. Часть мониторинга, несомненно, носит конфиденциальный, заказной характер. Закрытость некоторых результатов мониторинга в образовании может зависеть от нескольких обстоятельств. Получение информации для открытого доступа и информации только для системы управления имеет разную мотивационную основу и может смещать оценки, получаемые при обследовании социальных систем. Часть информации об образовании носит частный, приватный характер, разглашение ее способно нанести вред личности. В общем виде проблема доступа к информации мониторинга, несомненно, существует.

6. **Принцип оперативности** – оперативности переработки и выдачи информации и оперативности принятия решений. Оперативность – существ-

венный признак мониторинга, и он может рассматриваться как универсальный принцип.

В соответствии с законодательством, при строительстве объектов, их эксплуатации и в постэксплуатационный период необходимо осуществлять производственный экологический мониторинг (ПЭМ). Целью производственного экологического мониторинга является контроль экологического состояния окружающей среды в зоне влияния строительства и эксплуатации объекта путем сбора измерительных данных, их комплексной обработки и анализа, для оценки ситуации и принятия управленческих решений.

Производственный экологический мониторинг включает в себя три этапа работ:

1. Фоновый мониторинг (оценка состояния природных компонентов до начала строительства).

2. Мониторинг происходящих изменений в состоянии природных компонентов в период строительства.

3. Мониторинг происходящих изменений в состоянии природных компонентов в период эксплуатации объекта строительства.

В задачи производственного экологического мониторинга входит:

- осуществление наблюдений за техногенным воздействием на компоненты природной среды при строительстве объектов, их эксплуатации и постэксплуатационном периоде;

- анализ и обработка полученных в процессе мониторинга данных;

- оценка изменений состояния компонентов природной среды в результате техногенных воздействий.

Результаты производственного экологического мониторинга используются в целях:

- контроля соответствия воздействия строительства и эксплуатации объекта на различные компоненты природной среды предельно допустимым нормативным нагрузкам;

- контроля соответствия состояния компонентов природной среды санитарно-гигиеническим и экологическим нормативам;

- разработки и внедрения мер по охране окружающей среды.

Объектами производственного экологического мониторинга являются:

1) выбросы организованных и неорганизованных источников;

2) атмосферные осадки (снежный покров);

3) поверхностные воды;

4) донные отложения;

5) почвенный покров;

6) растительный покров;

7) животный мир.

Основными источниками воздействия на объекты мониторинга являются строительная техника и транспортные средства, временные объекты, обслуживающие строительство, объекты сопутствующей инфраструктуры, произ-

водственные работы всех перечисленных объектов, нахождение людей в зоне строительства и прилегающей к ней территории, последующая эксплуатация оставшихся объектов после завершения строительства.

При проведении производственного экологического мониторинга следует учитывать, что воздействия на компоненты природной среды в процессе строительства значительно больше, чем во время эксплуатации объекта, а для объективной оценки масштаба негативных воздействий необходима оценка состояния природных компонентов до начала строительства – фоновый мониторинг. Иногда фоновый мониторинг проводится на сопредельных к строительству территориях, в случаях, если его невозможно было провести до начала строительных работ.

10.3. Организация мониторинга

Обследование и мониторинг технического состояния зданий и сооружений проводятся специализированными организациями, оснащенными современной приборной базой и имеющими в своем составе высококвалифицированных и опытных специалистов.

Первое обследование технического состояния зданий и сооружений проводится не позднее чем через два года после их ввода в эксплуатацию, в дальнейшем – не реже одного раза в 10 лет и не реже одного раза в пять лет для зданий и сооружений или их отдельных элементов, работающих в неблагоприятных условиях (агрессивные среды, вибрации, повышенная влажность, сейсмичность района 7 баллов и более и др.). Для уникальных зданий и сооружений устанавливается постоянный режим мониторинга.

Обследование и мониторинг технического состояния зданий и сооружений проводят также:

- по истечении нормативных сроков эксплуатации зданий и сооружений;
- при обнаружении значительных дефектов, повреждений и деформаций в процессе технического обслуживания, осуществляемого собственником здания (сооружения);
- по результатам последствий пожаров, стихийных бедствий, аварий, связанных с разрушением здания (сооружения);
- по инициативе собственника объекта;
- при изменении технологического назначения здания (сооружения);
- по предписанию органов, уполномоченных на ведение государственного строительного надзора.

Результаты обследования и мониторинга технического состояния зданий и сооружений в виде соответствующих заключений должны содержать необходимые данные для принятия обоснованного решения по реализации целей проведения обследования или мониторинга.

Средства испытаний, измерений и контроля, применяемые при обследовании и мониторинге технического состояния объектов, должны быть подвергнуты своевременной поверке (калибровке) в установленном порядке и со-

ответствовать нормативным документам и технической документации по метрологическому обеспечению.

При обнаружении во время проведения работ повреждений конструкций, которые могут привести к резкому снижению их несущей способности, обрушению отдельных конструкций или серьезному нарушению нормальной работы оборудования, кренам, способным привести к потере устойчивости здания или сооружения, необходимо немедленно проинформировать об этом, в том числе в письменном виде, собственника объекта, эксплуатирующую организацию, местные органы исполнительной власти и органы, уполномоченные на ведение государственного строительного надзора.

10.4. Технические средства для ведения мониторинга

В соответствии с действующими государственными стандартами при ведении мониторинга необходимо производить:

- испытания бетона и кирпича (определение прочности бетона, определение защитного слоя бетона, испытания кирпича на прочность и пр.);
- испытания металлических изделий (ультразвуковой и визуальный контроль качества сварных швов металлических конструкций, трубопроводов, определение толщины стенок металлических конструкций);
- испытания несущей способности свай (испытания вдавливающей или динамической нагрузкой, испытание свай на выдергивание);
- испытание грунтов (отбор образцов, компрессионные испытания, определение пористости, объемного веса грунта, степени влажности грунта и пр.);
- теплотехнические исследования (тепловизионный контроль, определение скорости воздушного потока, степени влажности воздуха, температуры наружной стенки трубопровода и пр.)

Для этого лаборатория, выполняющая мониторинг, должна быть оснащена современным оборудованием, которое проходит ежегодную поверку и калибровку:

- пресс гидравлический ПГМ-50МГ4А;
- прибор для проведения испытаний методом отрыва со скалыванием ПОС50-МГ4Д;
- склерометр ОМШ-1;
- склерометр Schmidt-N;
- ультразвуковой тестер УКС-МГ4;
- ультразвуковой тестер УК1401М;
- определитель защитного слоя бетона ИПА-МГ4;
- станок для выбуривания керна Hilti;
- дальномер лазерный Hilti;
- дальномер лазерный Leica;
- толщиномер ультразвуковой А1208;
- дефектоскоп ультразвуковой А1212 Мастер;
- комплект колец для отбора проб грунта;

- плотномер динамический КП-150;
- плотномер баллонный ПБД-КМ;
- полевая лаборатория Литвинова (ПЛЛ-9);
- отказомер для динамических испытаний свай;
- прогибомеры Максимова;
- домкраты гидравлические ДГО-100, ДГО-200;
- набор металлических щупов.

Испытательные прессы ПГМ-МГ4 предназначены для испытания на сжатие и изгиб образцов строительных материалов при скоростях нагружения, нормируемых соответствующим стандартом. Прессы снабжены электрическим приводом и тензометрическим силоизмерителем. Отличительной особенностью прессов ПГМ-МГ4 являются малые габариты и масса, бесшумная работа электропривода и отсутствие пульсаций в гидросистеме за счет применения многоплунжерных насосов импортного производства, микропроцессорное управление процессом нагружения, обеспечивающее автоматическое поддержание скоростей нагружения, определяемых ГОСТами (в зависимости от метода испытаний), фиксацию разрушающей нагрузки, вычисление прочности с учетом масштабного коэффициента и занесение в архив блока управления.



Рис. 20. Измеритель прочности бетона



Рис. 21. ПОС-50МГ4

Приборы ПОС-50МГ4 предназначены для неразрушающего контроля прочности бетона методом отрыва со скалыванием и скалывания ребра по ГОСТ 22690. Область применения приборов – определение прочности бетона на объектах строительства, при обследовании зданий и сооружений, а также для уточнения градуировочных характеристик ударно-импульсных и ультразвуковых приборов. Отличительной особенностью приборов является устройство для измерения величины проскальзывания анкера и электронный силоизмеритель, обеспечивающий индикацию текущей нагрузки и скорости на-

гружения с фиксацией усилия вырыва. С целью повышения точности и производительности контроля в приборе, в зависимости от вида испытаний, предусмотрена возможность установки следующих параметров: вид бетона, условия твердения бетона, крупность заполнителя, типоразмер анкера и тип контролируемого изделия.

Электронный склерометр ОНИКС-2.5 предназначен для оперативного измерения прочности и однородности бетона методом ударного импульса. Прибор широко используют при технологическом контроле прочности бетона, обследовании объектов, в том числе для испытаний тяжёлых и легких бетонов, кирпича, цементного раствора и т.п. Незаменим, когда необходим контроль прочностных характеристик большого количества объектов в сжатые сроки.

Ультразвуковой тестер бетона УКС-МГ4 предназначен для контроля дефектов, определения прочности бетона в сборных и монолитных бетонных и железобетонных изделиях и конструкциях, определения прочности силикатного кирпича и других твердых материалов на основе измерения времени распространения импульсных ультразвуковых колебаний (УЗК) на установленной базе прозвучивания. При работе с прибором УКС-МГ4 используется поверхностный метод прозвучивания.

Основные функции тестера:

- измерение времени и скорости распространения ультразвука в материалах при сквозном и поверхностном прозвучивании;
- определение прочности строительных материалов по установленной градуировочной зависимости;
- оценка прочности бетонов неизвестного состава по градуировочным характеристикам;
- возможность установки индивидуальных градуировок для различных видов стройматериалов;
- определение глубины трещин;
- поиск дефектов по аномальному уменьшению скорости распространения ультразвука;
- архивация получаемой в результате измерений информации в памяти прибора, с фиксацией времени, даты, вида, характеристики стройматериала и коэффициента вариации (объем памяти 10000 результатов);
- передача информации, полученной в результате измерений, на ПК.

Область применения:

- строящиеся и эксплуатируемые здания и сооружения;
- гидротехнические сооружения;
- сооружения с затрудненным двухсторонним доступом к контролируемым участкам;
- предприятия стройиндустрии.



Рис. 22. Ультразвуковой тестер бетона УКС-МГ4



Рис. 23. Прибор АРМКОР-1

Прибор АРМКОР-1 предназначен для оперативного анализа коррозии арматуры в бетоне. Обследование конструкций, зданий и сооружений на выявление опасных зон в железобетоне.

Измерители толщины защитного слоя бетона нового поколения ПОИСК-2.6 предназначены для оперативного контроля качества армирования железобетонных изделий и конструкций при технологическом контроле на предприятиях и стройках, при обследовании зданий и сооружений. Прибор измеряет защитный слой бетона импульсным методом.

Станок для выбуривания цилиндрических образцов керна предназначен для изготовления цилиндров диаметром 30 мм (или согласно размерам заказчика) из секций полноразмерного керна.

Прибор оснащен алмазными коронками с внутренним диаметром 30 мм, или 1 и 1,5 дюйма. Станок снабжен всеми необходимыми аксессуарами – вертлюгом для подачи смазочно-охлаждающей жидкости, поддоном, зажимным приспособлением для образцов. В качестве охлаждающей жидкости можно использовать воду, солевые растворы, минеральные масла или газы, включая жидкий азот. Для обеспечения оптимальной производительности при подготовке образцов скорость вращения вала может регулироваться оператором.

Профессиональный лазерный дальномер оснащен оптическим визиром. Функции: измерение площади, объема, выравнивание, таймер. Жесткие условия эксплуатации. Высокая надежность и защищенность от внешних воздействий. Дальность до 200 м. Точность 1 мм. Рабочая температура: от -10°C до +50 °C.. Габаритные размеры: 120x28x55 мм. Вес 200 г.

Толщиномер ультразвуковой А1208. Отличительными особенностями ультразвукового толщиномера А1208 являются: использование износостойчивого совмещенного преобразователя в диапазоне толщин от 0,7 до 300 мм и раздельно-совмещенного преобразователя, позволяющего определять места язвенной коррозии, а так же возможность работы в широком диапазоне температур (от -30 до +50°C). Ультразвуковой морозостойчивый толщиномер

A1208 предназначен для измерения толщины изделий из металла, пластика, стенок труб, а так же изделий с высоким затуханием ультразвука.



Рис. 24. Станок для выбуривания цилиндрических образцов керна



Рис. 25. Профессиональный лазерный дальномер

Назначение толщиномера A1208 – измерение толщины стенок стальных труб и изделий из металла, чугуна, пластика, а также других материалов с высоким затуханием ультразвука в сложных климатических условиях. Поддерживает работу с раздельно-совмещенными и совмещенными преобразователями.

Ультразвуковой дефектоскоп A1212 МАСТЕР ПРОФИ. Прибор предназначен для определения и поиска координат различных нарушений:

- однородности и сплошности материалов в продукции из пластмасс и металлов;
- для измерения толщины стенок изделий; контролирования сварных швов;
- выявления трещин, мест коррозии, внутренних расслоений и иных дефектов.

Дефектоскоп данной категории имеет цифровой тракт, ряд отличительных функций которого присущ только приборам подобного типа.



Рис. 26. Ультразвуковой дефектоскоп A1212 МАСТЕР ПРОФИ



Рис. 27. АРД диаграмма

В дефектоскопе А1212 МАСТЕР ПРОФИ имеется опция построения АРД диаграмм (рис.27), предназначенных для совмещенных преобразователей. Данная диаграмма позволяет операторам видеть на экране дисплея две кривые, соответствующие контрольному/поисковому и браковочному уровню. При этом расчет эквивалентной площади отражателей производится автоматически. Подобная функция позволяет специалистам повысить производительность контроля и отказаться от самостоятельных расчетов эквивалентной площади выявленных дефектов.

Литература: [9, 57-60].

11. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Выбор исходных данных для каждой работы производится в соответствии с номером варианта. В описании каждой работы приведены рекомендации по выбору исходных данных.

11.1. Расчетная работа № 1

Расчет надежности водохозяйственной системы

1. Оценка надежности водохозяйственной системы заключается в определении закономерностей распределения случайных ветчин (отказов) этой системы. Определение закономерностей производится путем проведения экспериментов или сбора данных по наблюдению за поведением системы и ее элементов в течение определенного времени.

2. Вероятность безотказной работы системы определяется по формуле:

$$P(t) = e^{-\lambda t}, \quad (11)$$

где λ - условная плотность вероятности;

t - промежуток времени от начала работы системы до первого отказа.

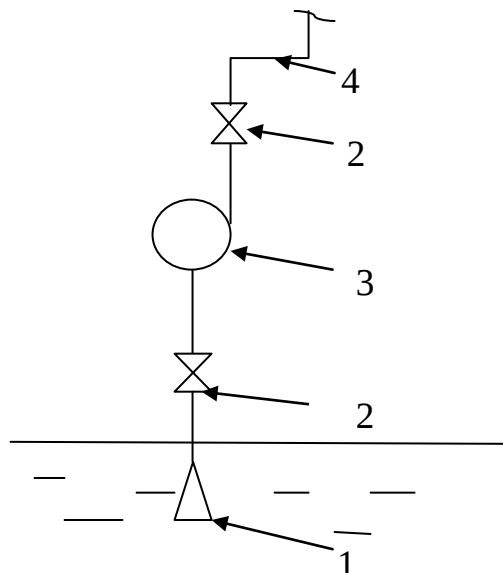
Если $\lambda \times t \leq 1$, то система является высоконадёжной. В этом случае $P(t) = 1 - \lambda \times t$. Чем ближе $\lambda \times t$ к единице, тем менее надёжной является водохозяйственная система.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1) Дан элемент водохозяйственной системы, приведенный на схеме (рис. 28).

Рис. 28. Элемент водохозяйственной системы:

- 1 - приёмный клапан насоса;
- 2 - задвижки; 3 - насос;
- 4 - напорный водовод



Снижение безотказной работы системы более 0,7 считается отказом системы:

$$P(t) > 0,7.$$

2) Данные для выполнения расчётов приведены в таблице 10.

Таблица 10

Исходные данные к расчетной работе № 1

Показатели	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тип насоса	НДН	Д	НДС	В	НДН	Д	НДС	В	НДН	НДС
Диаметр чугунных труб, d, мм	250	500	100	600	300	150	800	700	200	400
Длина водовода, L, м	1000	1600	1100	500	1700	1300	700	1800	1500	900

ЗАДАНИЕ

Определить суммарное значение интенсивности отказов и вероятности безотказной работы системы через 100, 1000, 2000, 4000 и 8000 часов непрерывной работы.

РЕШЕНИЕ

1. Составляется структурная схема рассматриваемого элемента системы (рис.29)

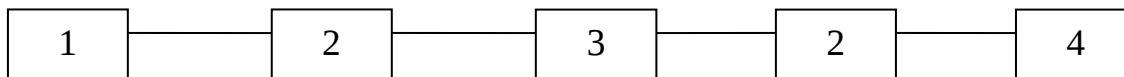


Рис. 29. Структурная схема рассматриваемого элемента системы

2. Расчет интенсивности отказов водохозяйственной системы сводится в таблицу по форме таблицы 11.

Таблица 11

Расчет интенсивности отказов водохозяйственной системы

Наименование конструктивных элементов системы	Число элементов N	$\lambda_{\min}$	$\lambda_{\max}$	$\lambda_{\min} \cdot N$	$\lambda_{\max} \cdot N$
1	2	3	4	5	6
Приемный клапан	1	0,02	0,08	0,02	0,08
Задвижки	2	0,01	0,04	0,02	0,08
Насос типа НДН	1	1,8	2	1,8	2
Наименование конструктивных элементов системы	Число элементов N	$\lambda_{\min}$	$\lambda_{\max}$	$\lambda_{\min} \cdot N$	$\lambda_{\max} \cdot N$
Трубопровод чугунный, d=250мм, L= 500 м	0,5	0,6	1	0,3	0,5
Итого:				$\Sigma=2,14$	$\Sigma=2,66$

В графу 1 записываются все элементы структурной схемы (рис.29).

В графе 2 указывается количество отдельных элементов (длина трубопровода приводится в долях от километра).

В графы 3 и 4 записываются интенсивности отказов, которые принимаются по данным, приведенным в табл. 12.

Таблица 12

Величины интенсивности отказов

Тип оборудования	$\lambda_{\min} 10^{-4}$	$\lambda_{cp} \cdot 10^4$	$\lambda_{\max} 10^4$	Интенсивность ремонтов
Приемные клапаны	0,02	0,06	0,08	4
Задвижки с электроприводом	0,1	0,6	1	4
Насосы типов:				
НДН	1,8	2,0	3,9	4
НДС	1,6	2,0	3,2	4
Д	1,7	2,2	3,7	4
В	2,0	3,5	4,6	4
Трубы чугунные, диаметром, мм.				
100	0,90	1,02	1,14	2
150	0,75	0,92	1,09	2
200	0,70	0,87	1,05	2
250	0,60	0,80	1,00	2
300	0,55	0,70	0,85	2
400	0,50	0,62	0,74	2
500	0,47	0,52	0,57	2
600	0,44	0,48	0,53	2
700	0,40	0,44	0,48	2
800	0,36	0,39	0,42	2
900	0,34	0,37	0,40	2

Из табл. 11 видно, что вероятность безотказной работы системы находится в пределах

$$2,14 \cdot 10^{-4} < \lambda(t) < 2,66 \cdot 10^{-4}.$$

3. Расчет надежности системы для заданных часов работы сводится в таблицу по форме таблицы 13.

Таблица 13

Расчет надежности системы

Время, для которого определяется P(t)	P(t)		$\lambda_{\max} \cdot t$
	$\lambda_{\min}$	$\lambda_{\max}$	
1	2	3	4
100	0,9906	0,9794	$2,66 \cdot 10^{-2} \ll 1$
1000	0,9099	0,8130	$0,266 < 1$
2000	0,8200	0,6620	$0,532 < 1$
4000	0,6820	0,4405	$1,064 \approx 1$
8000	0,4710	0,1920	$2,128 > 1$

Как видно из графы 4 табл. 13, высоконадежной может быть система при времени работы до 100 часов. Заданная степень надежности обеспечивается также при работе в течение 1000 и 2000 часов. Надежность обеспечивается при работе системы в течение 4000 и 8000 часов.

Примечание: $P(t)_{при \lambda_{min}} = 1 - 2,14 \cdot 10^{-4} \cdot 100 = 0,9906$.

4. По данным граф 1,2,3 табл. 13 строится график пределов гарантированной работы системы (рис. 30).

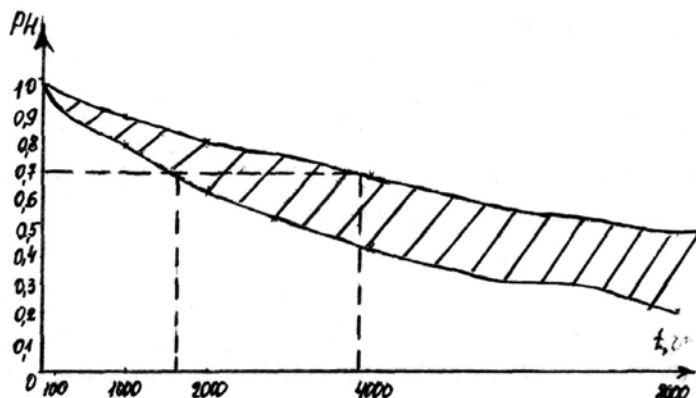


Рис. 30. График пределов гарантированной работы систем

Из этого графика видно, что заданная вероятность безотказной работы системы обеспечивается в промежутке от 1600 до 3800 часов.

При меньшем количестве часов работы безотказная работа гарантируется, при большем числе часов работы – не гарантируется.

11.2. Расчетная работа № 2

Исследование условий работы водовода во время аварии

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Водовод из стальных труб длиной L должен при нормальном режиме работы пропустить расход Q . В случае аварии при неизменном напоре необходимо обеспечить подачу не менее 70% нормального расхода воды.

2. Исходные данные для выполнения расчетов приведены в табл.14.

Таблица 14

Исходные данные к расчетной работе № 2

Показатели	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Длина водовода, L , км	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	5,5	6,5	7,5	8,5
Расход воды, Q , $м^3/с$	0,75	0,85	0,95	1,05	1,15	1,2	1,25	1,3	1,35	1,4

ЗАДАНИЕ

1. Определить степень надежности работы системы при прокладке водовода в 1, 2, 3 или 4 нитки.

2. Определить потери напора в нитках водовода, во время аварийных режимов его работы, при условии, что перемычек на водоводе нет.

3. Определить для водовода, проложенного в две нитки, влияние количества перемычек (от 1 до 9) на величины пропускаемых по нему расходов.

РЕШЕНИЕ

Рассмотрим пример для $L = 10$ км и $Q=1,58$ м³/с. Определение степени надёжности системы при прокладке водовода в 1, 2, 3 и 4 нитки сводится в таблицу 15.

Таблица 15

Определение степени надежности системы

Число ниток водовода	Расход на каждой нитке, л/с.	Диаметры труб, мм.	Удельное сопротивление $A \cdot 10^{-6}$	Сопротивление $S \cdot 10^{-6}$ ($S=A \cdot L$)	Потери напора $h=S \cdot Q$, м	Степень надежности, %
1	2	3	4	5	6	7
1	1580	1000	0,002	20	49,93	0
2	790	800	0,006	60	37,45	50
3	527	700	0,011	110	30,55	67
4	395	600	0,022	220	34,33	75

Диаметры труб и удельные сопротивления (графы 3 и 4 табл. 15) подбираются по величинам расходов, пользуясь рекомендациями, приведенными в табл. 16.

Таблица 16

Рекомендации для выбора диаметров и удельных сопротивлений

Расходы, л/с	Диаметры, мм	Удельные сопротивления $A \cdot 10^{-6}$
0–8	100	172,9
8-23	150	30,65
23-44	200	6,96
44-71	250	2,19
71-104	300	0,85
104-143	350	0,37
143-190	400	0,19
190-246	430	0,10
246-336	500	0,06
336-481	600	0,022
481-654	700	0,011
654-870	800	0,006
870-1121	900	0,003
1121-1600	1000	0,002

Расход воды в каждой нитке определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{Q}{m}, \quad (12)$$

где m – число ниток.

Степень надежности при одной нитке равняется нулю. При большем числе ниток

$$d = \left(1 - \frac{1}{m}\right) \cdot 100\%. \quad (13)$$

Если на одной нитке водовода произойдет авария, режим его работы изменится. В первом случае (при одной нитке) пропуск воды по водоводу прекращается. Показатели аварийной работы водовода, состоящего из двух, трех и четырех ниток, сводятся в табл. 17

Таблица 17

Показатели аварийной работы водовода

Общее число ниток водовода	Число дейст. ниток при аварии	Диаметры труб, мм	Расход воды по одной нитке, л/с	Удельное сопротивление $A \cdot 10^{-6}$	Сопротивление $S \cdot 10^{-6}$	Потери напора $h, м$
1	2	3	4	5	6	7
2	1	800	1580	0,006	60	149,8
3	2	700	790	0,011	110	68,7
4	3	600	527	0,022	220	61,1

Рассматриваются варианты аварийной работы водовода в две нитки с перемычками. Расчеты сводятся в табл.18.

Таблица 18

Варианты аварийной работы водовода в две нитки с перемычками

Число перемычек	Число участков	Потери напора при аварии	Показатель увеличения потерь напора β	Степень Обеспеченности подачи воды при аварии, Р
1	2	3	4	5
0	1	149,8	-	50
1	2	93,62	2,5	63
2	3	74,9	2,0	71
3	4	65,54	1,75	76
4	5	59,92	1,6	79
5	6	56,18	1,5	81
6	7	53,5	1,43	83
7	8	51,5	1,38	85
8	9	49,93	1,33	87
9	10	48,7	1,3	88

Потери напора на аварийном водоводе при подаче полного расхода воды определяются по формуле:

$$\text{nat} = \left[\frac{n-1}{m^2} + \frac{1}{(m-1)^2} \right] \cdot S_y \cdot Q^2, \quad (14)$$

где m – число ниток;

n – число перемычек;

Q – полный расход, л/с;

S_y – сопротивление участка.

$$S_y = \frac{S}{n_1 - 1}, \quad (15)$$

где n_1 – число участков.

Показатель увеличения потерь напора в водоводе определяется по формуле:

$$\beta = 1 + \frac{2m-1}{(m-1)^2 \cdot n}. \quad (16)$$

Степень обеспеченности подачи воды во время аварии определяется по формуле:

$$P = \sqrt{\frac{1}{\beta}} \cdot 100\%. \quad (17)$$

Вывод: для обеспечения подачи воды по одному участку водовода в пределах до 70% от обычного расхода необходимо для водовода в 2 нитки установить не менее трех участков, следовательно, требуется установить 2 перемычки.

11.3. Расчетная работа № 3 **Эксплуатация напорных водоводов**

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. В воде, которая транспортируется по напорным водоводам, всегда есть растворенный воздух, который удаляется из водовода через эксплуатационные вантузы. При опорожнении водовода вода удаляется через водовыпуски, а в это время воздух входит в водовод через вантузы. Поэтому между вантузами и водовыпусками существует определенная гидравлическая зависимость, т.е. их нужно рассчитать совместно. Этот расчет обычно производят по методу профессора О.О. Сурина.

2. Исходные данные для расчетов принимаются из таблицы 19.

Исходные данные для расчетной работы № 3

Обозначения величин	Ед. измерения	Варианты									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	мм	200	300	400	500	600	250	350	250	350	450
l	м	400	500	600	700	800	900	1000	450	550	650
d_0	мм	50	75	100	150	200	150	150	55	90	150
l_0	м	25	30	35	40	45	50	55	30	35	45
H_1	м	20	25	28	31	34	38	45	25	30	32
l_2	м	1000	900	800	700	600	500	400	950	850	750
H_2	м	15	20	22	23	27	29	32	18	24	25

ЗАДАНИЕ

Требуется рассчитывать работу вантузов и водовыпусков для трех характерных случаев их размещения и работы.

Первый случай: вода выпускается из одного участка водовода диаметром d и длиной l через водовыпуск диаметром d_0 и длиной l_0 . Верхняя точка водовода выше точки выпуска воды на величину H_1 (см. рис. 31).

Второй случай: вода выпускается из двух участков водовода диаметром d каждый и длиной: первый l_1 и второй l_2 . Водовыпуск имеет диаметр d_0 и длину l_0 . Верхние точки обоих участков водоводов находятся на одинаковой высоте над точкой водовыпуска, равной H_1 (см. рис. 31).

Третий случай: вода выпускается из двух участков водовода диаметром d каждый и длиной: первый l_1 и второй l_2 . Водовыпуск имеет диаметр d_0 и длину l_0 . Верхняя точка первого участка находится на высоте H_1 от точки водовыпуска, а верхняя точка второго участка на высоте H_2 от точки водовыпуска (см. рис. 31).

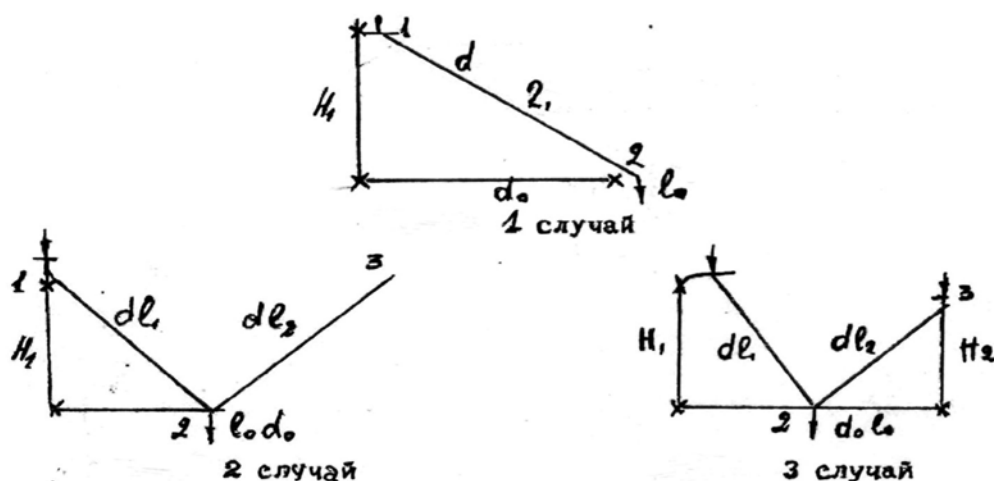


Рис. 31. Данные для выполнения расчетной работы

РЕШЕНИЕ

Пример решения 1 задачи

Время опорожнения водовода определяют по формуле:

$$t = 2\sqrt{\alpha} \frac{l_1}{\sqrt{H_1}}, \quad (18)$$

где l_1 – длина участка;

H_1 – превышение верхней точки водовода над точкой водовыпуска;

α – показатель, который вычисляется по формуле

$$\alpha = \frac{\left(\frac{d}{d_0}\right)^4 \left(1 + \lambda \frac{l_0}{d_0}\right) + 1,3 \left(\frac{d}{d_0}\right)^z}{2\delta}, \quad (19)$$

где λ – коэффициент сопротивления водовыпуска, зависящий для чугунных и асбестоцементных труб от их диаметра (табл. 20);

Таблица 20

d_0 , мм	50	75	100	125	150	200	250	300
λ	0,037	0,036	0,033	0,031	0,029	0,026	0,024	0,023

z – показатель степени, зависящий от соотношения между диаметрами водовыпуска и водовода (табл. 21).

Таблица 21

$\frac{d_0}{d}$	0,2- 0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6
z	2,5	3,0	3,5	4,0

$$\alpha = \frac{\frac{(0,4)^4}{(0,1)} \left(1 + 0,033 \cdot \frac{35}{0,1}\right) + 1,3 \left(\frac{0,4}{0,1}\right) \cdot 0,25}{2 \cdot 9,81} = 163,8$$

$$t = 2\sqrt{163,8} \frac{600}{\sqrt{28}} = 2903 \text{ с} = 48 \text{ и } 23 \text{ с}.$$

Начальная скорость движения воды в водоводе при его опорожнении определяется по формуле

$$V_{\text{нач.}} = \sqrt{\frac{H_1}{\alpha}}, \text{ м/с}; \quad (20)$$

$$V_{\text{нач.}} = \frac{28}{163,8} = 0,17 \text{ м/с}.$$

По мере опорожнения водовода скорость движения воды в нем уменьшается, так как уменьшается статический напор.

Диаметр открытия вантуза для впуска воздуха во время опорожнения водовода, а также для его удаления во время наполнения водовода определяется по формуле

$$d_{отк.} = d \sqrt{E \frac{V_2}{V_1}}, \text{ м}, \quad (21)$$

где E – коэффициент, равный 0,9;

V_2 – наибольшая скорость движения воды во время заполнения или опорожнения водовода (примерно равняется начальной скорости);

V_1 – скорость движения воздуха в отверстии вантуза, принимается в пределах 40-50 м/с.

$$d_{отк.} = 0,4 \sqrt{0,9 - \frac{0,37}{50}} = 0,33 \text{ м}.$$

Пример решения 2 задачи.

Время опорожнения водовода определяется по формуле

$$t = 2\sqrt{C} \frac{l_1}{\sqrt{H_1}}, \quad (22)$$

где l_1 – длина участка, м;

H_1 – превышение верхней точки водовода над точкой водовыпуска, м;

C – показатель, который определяется по формуле

$$C = \frac{\left(\frac{d}{d_0}\right)^4 K^2 \left(1 + \lambda_0 \frac{l_0}{d_0}\right) + 2,6 K^2 \left(\frac{d}{d_0}\right)^z}{2\delta}, \quad (23)$$

где $K = \frac{l_1 + l_2}{l_1} = \frac{600 + 800}{800} = 2,33.$

$$C = \frac{\frac{(0,4)^4}{(0,1)} \cdot 2,33^2 \left(1 + 0,033 \frac{35}{0,1}\right) + 2,6 \cdot 2,33^2 \left(\frac{0,4}{0,1}\right)^{0,25}}{19,62} = 9,9$$

$$t = 2\sqrt{9,9} \frac{600}{\sqrt{35}} = 640 \text{ мс} = 10 \text{ с} \approx 40 \text{ мс}.$$

Начальная скорость движения воды в водоводе во время его опорожнения определяется по формуле

$$V_{нач} = \sqrt{\frac{H_1}{C}}, \text{ м/с}; \quad (24)$$

$$V_{нач} = \sqrt{\frac{28}{9,9}} = 1,68 \text{ м/с}.$$

Диаметр открытия вентуза для выпуска воздуха определяется по формуле (21)

$$d_{отк.} = 0,4 \sqrt{0,9 \frac{1,68}{50}} = 0,07 \text{ м.}$$

Пример решения 3 задачи.

Учитывая, что в этом случае $H_1 > H_2$, время опорожнения водовода определяется по формуле

$$t = 2\sqrt{\alpha} \cdot \frac{l_2}{\sqrt{H_1}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}) + 2\sqrt{C \frac{C_1}{\sqrt{H_2}}}. \quad (25)$$

Первый член правой части уравнения показывает время опорожнения участка водовода длиной l_2 , а второй – участка водовода длиной $l_1 + l_2$.

Определяется величина α .

$$\alpha = \frac{\left(\frac{0,4}{0,1}\right)^4 \cdot \left(1 + 0,033 \frac{35}{0,1}\right) + 1,3 \left(\frac{0,4}{0,1}\right)^{0,25}}{19,62} = 163,8.$$

$$\text{Величина } K = \frac{600 + 800}{600} = 2,33.$$

$$\text{Величина } C = \frac{\left(\frac{0,4}{0,1}\right)^4 \cdot 2,33^2 \left(1 + 0,033 \frac{35}{0,1}\right) + 2,6 \cdot 2,33^2 \left(\frac{0,4}{0,1}\right)^{0,25}}{19,62} = 9,9.$$

Время опорожнения водовода:

$$t = 2 \cdot \sqrt{163,8} \cdot \frac{800}{28} (\sqrt{28} - \sqrt{22}) + 2 \cdot \sqrt{99} \cdot \frac{600}{\sqrt{22}} = 1235 \text{ с} \approx 20,6 \text{ мин.}$$

11.4. Расчетная работа № 4

Определение наивыгоднейшего диаметра нагнетательно-напорного водовода

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Насосная станция по водоводу из асбестоцементных труб длиной l подает в напорный резервуар воду с секундным расходом q . По пути вода из водовода не отбирается. Расчетный суточный расход Q_p . Насосная станция работает равномерно в течение t часов в сутки.

Стоимость 1 кВт – часа электроэнергии принять $\zeta = 0,04$ рубля. Коэффициент полезного действия насосных агрегатов $\eta = 0,6$.

2. Исходные данные для выполнения расчетов приведены в таблице 22.

Таблица 22

Исходные данные к расчетной работе № 4

Показатели	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
l , м	2100	1700	2000	2100	1800	1500	2200	2300	1600	1900
q , м ³ /с	0,0116	0,001	0,022	0,015	0,02	0,024	0,018	0,0215	0,027	0,025
Q_p , м ³ /с	668	900	480	540	510	720	580	650	600	840
t , час	16	24	22	18	16	24	20	18	20	22

ЗАДАНИЕ

Определить экономически наивыгоднейший диаметр водовода.

РЕШЕНИЕ

Экономически наивыгоднейший диаметр водовода определяется по формуле

$$d_3 = \sqrt[r+z]{\frac{r \cdot \beta \cdot q^m \cdot C \cdot Q_2}{\left(R + \frac{1}{T}\right) \cdot \epsilon \cdot z}}, \text{ м}, \quad (26)$$

где z и β – параметры, входящие в уравнение для определения удельного сопротивления трубопровода. Для асбестоцементных труб при скорости движения воды в них $V \leq 1,5$ м/с; $\beta = 0,00165$; $r = 4,88$

$$A = \frac{\beta}{d^z}, \quad (27)$$

m – показатель степени, характеризующий материал труб. Для асбестоцементных труб $m = 1,84$;

R – ежегодные отчисления на амортизацию и ремонт, выраженные в долях. Для водоводов $R = 0,35$;

T – срок окупаемости капитальных вложений. Рекомендуется принять $T = 16$ лет;

C – стоимость подъема 1 м³ воды на 1 м высоты. Определяется по формуле

$$C = \frac{\delta}{102 \cdot 3,6 \cdot \eta}, \text{ руб.}, \quad (28)$$

где δ – стоимость 1 кВт – часа электроэнергии, руб;

η – коэффициент полезного действия насосов;

q – секундная производительность насосов. Принимается равной секундному расходу, м³/с;

Q_2 – среднегодовой расход воды, м³;

$$Q_2 = Q_p \cdot 365, \text{ м}^3, \quad (29)$$

где Q_p – расчетный суточный расход воды, м³/сут;

b и z – величины, которые входят в уравнение для определения строительной стоимости 1 погонного метра напорного водовода:

$$N = a + b \cdot d^z . \quad (30)$$

Для определения величины a , b и z составляется система трех уравнений с тремя неизвестными. С этой целью задаются тремя или более диаметрами водоводов d и находят соответствующие им строительные стоимости по графику, приведенному на рис. 32.

Для обеспечения решения этих уравнений их преобразовывают и логарифмируют:

$$N - a = b d^z ; \quad (31)$$

$$\lg(N - a) = \lg b + z \cdot \lg d . \quad (32)$$

Примерный диаметр трубы определяется по формуле

$$d = 1,5 \sqrt[3]{q} , \text{ м.} \quad (33)$$

Расчет сводится в таблицу 23.

Таблица 23

Результаты расчетов

Показатели	Условные диаметры водовода, м								
	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6
R, руб.									
($N - a$), руб.									
$\lg(N - a)$									
$\lg a$									

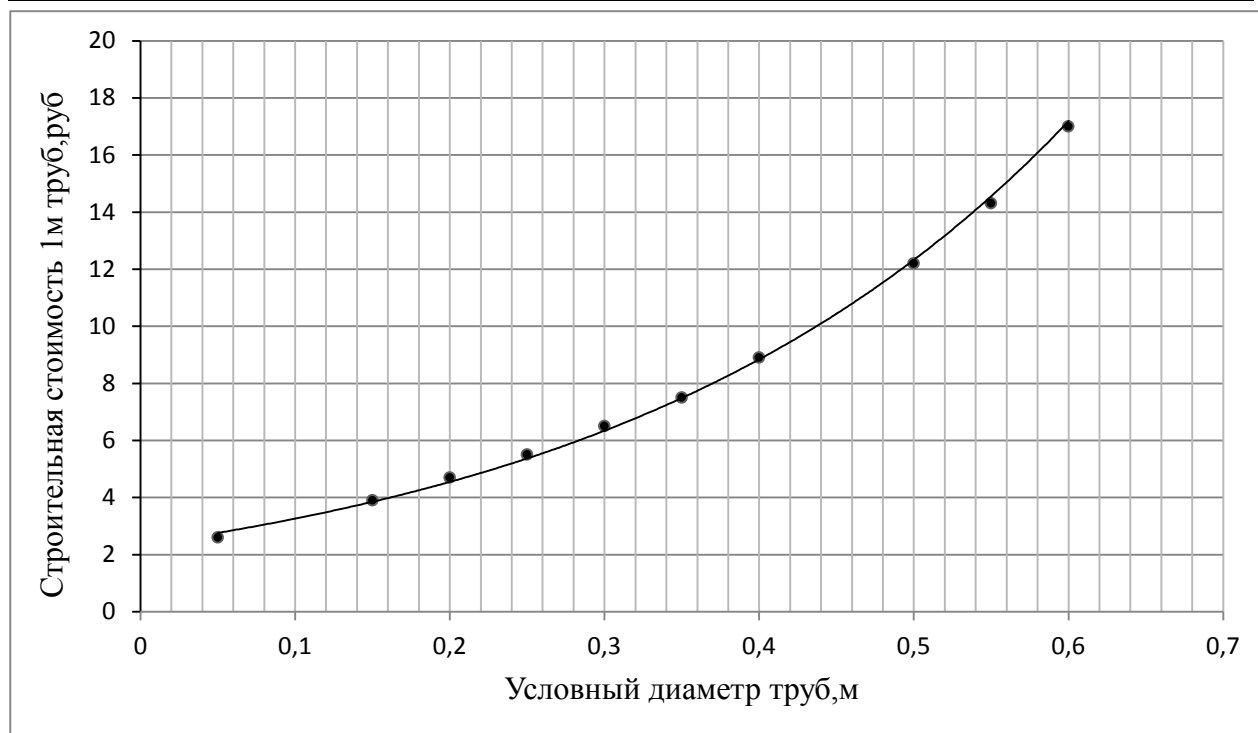


Рис. 32. График строительной стоимости

Величина α , как видно из графика на рис. 32, равна 1,75.

Параметр «b» определяется по формуле

$$\lg b = \lg(N_2 - \alpha) + \frac{\lg d_1 - \lg d_2}{\lg d_3 - \lg d_2} [\lg(N_3 - \alpha) - \lg(N_2 - \alpha)], \quad (34)$$

где N_1, N_2, N_3 и d_1, d_2, d_3 – принимаются из таблицы 23 для разных диаметров труб.

Параметр «z» определяется по формуле

$$z = \frac{\lg(N_3 - \alpha) - \lg(N_2 - \alpha)}{\lg d_3 - \lg d_2} \quad (35)$$

По полученным данным определяется величина экономически наиболее выгодного диаметра водовода и выбирается ближайший к этой величине стандартный диаметр d_3 .

11.5. Расчетная работа № 5

Определение срока работы водовода без реконструкции при пропуске заданного расхода

Для каждого водовода или участка водопроводной сети, проработавшего несколько лет, можно, основываясь на данных наблюдений, составить прогноз его дальнейшей работы и определить срок, когда возникнет необходимость в реконструкции водовода.

Данная работа посвящена изучению методики расчета возможного срока службы водовода.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Водовод из чугунных труб с внутренним диаметром D и длиной l проработал n лет, пропуская средний расход q . Водовод транспортирует воду с отметки Z_1 на отметку Z_2 . По реальным измерениям потери напора в водоводе равны H .

2. Исходные данные для расчетов приведены в таблице 24.

Таблица 24

Исходные данные к расчетной работе № 5

Показатели	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D , мм	200	300	350	350	100	250	300	100	200	150
l , км	6	7,5	8	10	9	5	8,5	6,5	7	5,5
n , лет	11	19	13	22	5	15	20	7	17	9
q , л/с	20	55	90	80	5	27	35	10	17	15
Z_1 , м	20	100	250	350	40	300	150	60	200	80
q_2 , м	45	127	300	382	65	338	180	5	243	120
H , м	55	49	65	52	53	62	50	59	51	57

ЗАДАНИЕ

Определить срок t , в течение которого водовод сможет без реконструкции пропускать заданный расход q .

РЕШЕНИЕ

Определяются первоначальные потери напора для чугунных труб заданного диаметра. Для этого рекомендуется пользоваться таблицами Шевелева, отдельные данные из которых приводятся в таблице 25.

Таблица 25

Данные из таблиц Шевелева для чугунных труб

Д, мм	100				150				200			
q, л/с	4	6	8	10	10	12	14	16	16	18	20	22
1000i, м	6,25	13,1	22,3	33,9	4,47	6,22	8,26	10,6	2,54	3,14	3,8	4,53

Продолжение табл.25

Д, мм	250				300				350			
q, л/с	22	24	26	28	30	40	50	60	80	90	100	110
1000i, м	1,51	1,76	2,04	2,33	1,06	1,78	2,67	3,75	2,95	3,67	4,47	5,34

Общие потери напора на расчетном участке водовода:

$$h_0 = (1000 \cdot i) \cdot l, \text{ м}, \quad (36)$$

где l – длина водовода в км.

Определяется поправочный коэффициент на потери напора для года, с которого начат расчет:

$$m_n = \frac{H}{H_0}. \quad (37)$$

Для чугунных труб максимальное рабочее давление, на которое они рассчитаны, составляет $h_1 = 100$ м водяного столба.

Определяется напор, который можно использовать для преодоления потерь напора по длине водовода:

$$h_2 = h_1 - (z_2 - z_1), \text{ м}. \quad (38)$$

Определяется поправочный коэффициент, учитывающий перспективную возможность эксплуатации водовода:

$$m_k = \frac{h_2}{h_0}. \quad (39)$$

Определяется срок, в течение которого данный водовод сможет без реконструкции подавать заданный расход:

$$t = \frac{\left(\frac{1,15}{m_n}\right)^{0,4} - \left(\frac{1,15}{m_k}\right)^{0,4}}{1 - \left(\frac{1,15}{m_n}\right)^{0,4}} \cdot n, \text{ год}. \quad (40)$$

Вывод: Реконструкцию, или замену водовода, необходимо производить через $t = n$ лет после данного расчета.

11.6. Расчетная работа № 6

Проектирование мероприятий по борьбе с коррозией труб

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Водовод подвержен различным видам электрохимической коррозии, в том числе и блуждающими токами. Длина участка водовода, подлежащего защите от коррозии, равна l . Наружный диаметр водовода – D_H , внутренний диаметр – D_B . Трубы стальные, бесшовные.

2. Исходные данные для выполнения расчетов приведены в таблице 26.

Таблица 26

Исходные данные для выполнения расчетной работы № 6

Показатели	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D_H , м	426	402	377	351	325	299	273	245	219	203
D_B , мм	404	380	355	329	303	277	251	233	197	181
L , км	4	10	8	11	5	12	7	3	9	6

ЗАДАНИЕ

1. Выполнить расчет противокоррозионной защиты водовода методом секционирования.

2. Рассчитать одну установку катодной защиты водовода.

РЕШЕНИЕ

Рассмотрим пример для $D_H=402$ мм, $D_B= 380$ мм, $l= 10$ км.

1. Рассчитывается метод секционирования.

Предположим, что в начале трубопровода находится зона входа блуждающих токов, а в конце его – зона выхода блуждающих токов (анодная зона). Принимается разность потенциалов по длине трубопровода (с запасом): $E=2B$.

Сопротивление 1 метра стальной трубы равно:

$$r_{mp} = 14,5 \cdot 10^{-6}, \text{ Ом/м.}$$

Сопротивление фланцев на трубопроводе рекомендуется принять с запасом:

$$r_{\phi} = 0,94 \hat{I} \hat{i} .$$

Тогда сопротивление всего участка водовода равно:

$$R_{\phi} = r_{mp} \cdot l + r_{\phi}, \hat{I} \hat{i} \quad (41)$$

$$R_{\phi} = 14,5 \cdot 10^{-6} \cdot 10000 + 0,94 = 1,085 \hat{I} \hat{i} .$$

Величина тока, протекающего по водоводу, определяется по формуле:

$$J_{\text{мп}} = \frac{E}{R_T} . \quad (42)$$

$$J_{\text{мп}} = \frac{2}{1,085} = 1,84 \alpha .$$

Допустимым является ток силой не более 0,3 а ($J_i = 0,3 \alpha$). Для уменьшения силы тока необходимо установить на водоводе изолирующие фланцы, разбив его таким образом на отдельные секции. Для этого определяется необходимое соотношение:

$$A = \frac{J_{\text{мп}}}{J_1} . \quad (43)$$

$$A = \frac{1,84}{0,3} = 6,13 .$$

Принимается $A = 7$

Тогда

$$J_H = \frac{J_{\text{мп}}}{A} . \quad (44)$$

$$J_H = \frac{1,84}{7} = 0,26 \alpha .$$

Определяется требуемое число изолирующих фланцев по формуле

$$n = \frac{E - J_H \cdot R_T}{J_H \cdot \frac{r \cdot R}{r + R}} , \quad (45)$$

где E – разность потенциалов по длине трубопровода;

r – сопротивление изолирующих фланцев, которые представляют собой асбестоцементные вставки. Принимается $r = 20000$ ом;

R – переходное сопротивление между трубопроводом и грунтом. Принимается $R = 3$ Ом.

$$n = \frac{2 - 0,26 \cdot 1,085}{0,26 \cdot \frac{20000 \cdot 3}{20000 + 3}} = 2,2 .$$

С запасом принимается: $n = 3$ фланца.

Тогда фактическая величина тока будет равна:

$$J_{\phi} = \frac{E}{R_T + n \cdot \frac{r \cdot R}{r + R}} \quad (46)$$

$$J_{\phi} = \frac{2}{1,0855 + 3 \cdot \frac{20000 \cdot 3}{20000 + 3}} = 0,18 \text{ а}.$$

2. Рассчитывается одна установка катодной защиты водовода.

Определяется площадь поперечного сечения металла трубы:

$$S = 0,785(D_H^2 - D_B^2), \text{ мм}^2. \quad (47)$$

$$S = 0,785(402^2 - 380^2) = 13505.$$

Сопротивление 1 метра битумного покрытия трубопровода равно $R_n = 24,0 \text{ Ом/м}$.

Защитный потенциал на конце защищаемого участка принимается с запасом, равным $E_3 = 0,285 \text{ В}$.

Тогда величина тока в точке подключения к трубопроводу катодной защиты равна:

$$J_0 = \frac{E_3 \cdot l^{\mu l_0}}{\sqrt{R_T \cdot R_n}}, \quad (48)$$

$$J_0 = \frac{0,285 \cdot l^{2,46 \cdot 10^{-4} \cdot 5000}}{\sqrt{14,5 \cdot 10^{-6} \cdot 24}} = 0,15 \text{ а},$$

где $\mu = \sqrt{\frac{R_T}{R_n}};$ (49)

$$\mu = \sqrt{\frac{14,5 \cdot 10^{-6}}{24}} = 2,46 \cdot 10^{-4},$$

$$l_0 = \frac{l}{2}, \quad \text{м}; \quad (50)$$

$$l_0 = \frac{10000}{2} = 5000.$$

Требуемая величина тока:

$$J = 2J_0, \quad (51)$$

$$J = 2 \cdot 0,15 = 0,3 \text{ а}.$$

Определяется значение потенциала в точке подключения катодной защиты:

$$E_0 = E_3 \cdot 1^{\mu \cdot 1_0}, \quad (52)$$

$$E_0 = 0,215 \cdot 1^{2,46 \cdot 10^{-4} \cdot 5000} = 0,97 B.$$

Для обеспечения требуемого режима питания в точке подключения катодной защиты определяется полное сопротивление цепи катодной защиты:

$$R = \frac{J}{E_0} \quad \text{Ом.} \quad (53)$$

$$R = \frac{0,3}{0,97} \cong 0,3$$

Определяется требуемый вес металла анодного заземления:

$$G = G_i \cdot T \cdot J \quad \text{кг,} \quad (54)$$

где $G_i = 0,91 \text{ кг}$ – средний вес металла, уносимого с анодного заземления током в 1 ампер в течение одного года;

T – время в годах, на которое рассчитывается работа анодного заземления. Принимается $T = 10$ лет.

$$G = 0,91 \cdot 10 \cdot 0,3 = 2,73.$$

Определяется общая длина заготовки анодного заземления, при условии, что это заземление изготавливается из обычной стальной трубы:

$$L = \frac{G}{S \cdot d}, \quad \text{мм,} \quad (55)$$

где d – удельный вес металла трубы.

$$L = \frac{2,73}{13505 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6}} \cong 27.$$

Для стальных труб по ГОСТ 8731-74 $d = 7,85 \cdot 10^{-6} \text{ кг/мм}^3$.

11.7. Расчетная работа № 7

Определение потребности в аварийном запасе труб, фасонных частей и арматуры для водопроводной сети

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Схема локальной водопроводной сети, состоящая из девяти участков (схема выдается преподавателем), длины участков l_i , диаметр труб d_i и материал труб каждого участка.

2. Исходные данные приведены в таблице 27.

Исходные данные к расчетной работе №7

№ участ-ков	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Д, мм материал труб									
1	100 ч	250 ч	300 а	150 а	350 а	100 ч	200 ч	150 ч	200 а	250 а
2	250 ч	300 ч	300 а	100 а	350 а	150 ч	100 ч	200 ч	150 а	200 а
3	250 а	250 а	300 а	300 а	100 ч	350 ч	150 ч	100 ч	200 а	150 а
4	200 а	250 ч	250 ч	300 ч	300 а	350 ч	350 ч	100 ч	100 а	150 а
5	200 а	150 а	250 а	200 ч	300 ч	250 ч	350 а	300 а	100 а	350 а
6	100 ч	150 ч	150 ч	200 ч	200 ч	250 ч	250 ч	300 а	300 а	350 а
7	100 а	350 а	150 ч	100 ч	200 ч	150 а	250 а	200 а	300 ч	250 ч
8	300 ч	350 ч	350 ч	100 ч	100 а	150 а	150 а	200 ч	200 ч	250 ч
9	300 а	250 ч	350 ч	300 ч	100 ч	350 а	150 а	100 а	300 ч	150 ч
10	1500	4000	2000	1200	2500	1600	3000	1900	3500	2300

Примечание: 100 – общая длина труб, м; а – асбестоцементные трубы; ч – чугунные трубы

ЗАДАНИЕ

1. Разработать детализовку узлов водопроводной сети.
2. По примерным нормам аварийного запаса фасонных частей, арматуры и оборудования составить соответствующую ведомость.

РЕШЕНИЕ

Разработка детализовки узлов водопроводной сети производится в соответствии с рекомендациями, приведенными в [6].

Ведомость аварийного запаса труб, фасонных частей, арматуры и оборудования для водовода составляется в форме таблицы 28 на основании примерных норм, приведенных в таблице 29.

Таблица 28

**Ведомость аварийного запаса труб, фасонных частей, арматуры
и оборудования для водовода**

Наименование	Диаметры, мм	Общая длина, км или кол-во штук	Единицы измерения	Потребность на 1 км	Общее кол-во
1	2	3	4	5	6

**Примерные нормы аварийного запаса труб, фасонных частей, арматуры
и оборудования на 1 км водопроводных линий**

№	Наименование	Диаметр, мм	Ед. изм.	Количество	
				для групповых водопроводов	для локальных сис- тем водоснабжения сельских поселков
1	2	3	4	5	6
1	Трубы стальные	100	м	60	-
		150	“	60	-
		200	“	60	-
		250	“	60	-
		800	“		
2	Трубы чугунные	50	“	-	25
		100	“	10-15	20
		150	“	10-15	10
		200	“	10-15	10
		250	“	10-15	10
		700			
3	Трубы асбестоце- ментные	50	“	-	35
		100	“	8	25
		150	“	8	15
		200	“	10	10
		300	“	10	-
		400	“	10	-
4	Фасонные части чу- гунные разных диа- метров	-	т	0,1	1
5	Задвижки	50	шт.	-	10
		100	“	2	6
		150	“	2	4
		200	“	2	3
		300	“	2	-
		400	“	2	-
6	Гидранты	-	“	-	1
7	Эжекторы для водо- разборных колонок	-	“	-	2
8	Фланцы стальные	50	“	-	25
		100	“	6	15
		150	“	6	10
		200	“	6	6
		250	“	4	-
		300			
9	Болты с гайками	М-12 М-24	кг	4	10
10	Муфты чугунные надвижные	50	шт.	-	30
		100	“	8	20
		150	“	8	15
		200	“	4	10
		250	“	4	-

1	2	3	4	5	6
11	Муфты асбестоце- ментные	50	“	-	20
		100	“	5	16
		150	“	5	10
		200	“	7	7
		300	“	7	7
		400	“	7	-
12	Муфты чугунные «Жибо»	50	шт.	-	20
		100	“	5	16
		150	“	5	10
		200	“	7	7
		300	“	7	-
		400	“	7	-
13	Насосы центробеж- ные горизонтальные	-	компл.	0,02-0,03	0,02-0,03
14	Насосы центробеж- ные погружные	-	“	0,01-0,02	0,01-0,02

11.8. Расчетная работа № 8

Проектирование временной системы водоснабжения

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Свиноводческая ферма в летний период содержит свиней на базках. Имеется 4 бригады. Вода на каждый базок подается по стальным трубам из напорного бака, расположенного на эстакаде возле шахтного колодца. Подача воды из колодца в бак осуществляется насосом.

2. Схема полевого водопровода животноводческой фермы приведена на рис. 33.

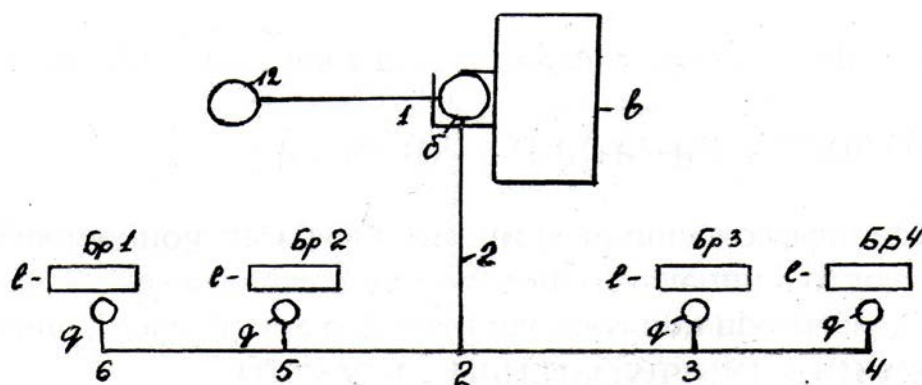


Рис. 33. Схема полевого водопровода животноводческой фермы:

а – шахтный колодец с погружным насосом; б – напорный бак на эстакаде;
в – водоразборная площадка; г – трубопровод; д – устройство для подключения
пенькового рукава; е – базки свиноводческих бригад

3. Количество поилок на каждом базке n . Емкость каждой поилки W . Длина участка 1-2: L_1 , расстояние между точками подключения L_2 ; время наполнения всех поилок одной бригады – t ; отметка поверхности в месте распо-

ложения эстакады Z_1 ; отметка уровней воды в поилках Z_2 . Все базки расположены на одинаковых отметках. Данные приведены в таблице 30.

4. Пеньковый рукав для наполнения поилок имеет длину 30 м и диаметр 45 мм. Все поилки во всех бригадах должны наполняться одновременно. Поение свиней осуществляется 4 раза в сутки в дневное время. Насос в ночное время не работает. Высота эстакады не должна превышать 20 м.

Таблица 30

Исходные данные к расчетной работе № 8

Показатели	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n, штук	2	5	3	6	2	4	5	3	6	4
W, м ³	0,15	0,25	0,2	0,3	0,25	0,35	0,3	0,2	0,35	0,4
L ₁ , м	85	75	90	70	95	95	75	95	100	80
L ₂ , м	40	60	50	40	65	45	45	50	60	55
t, мин	45	45	40	50	60	35	55	55	40	50
Z ₁ , м	90	140	50	100	60	110	70	120	80	130
Z ₂ , м	87	143	48	105	56	114	66	125	78	134

ЗАДАНИЕ

1. Определить диаметры труб для каждого участка.
2. Определить требуемую высоту эстакады.
3. Определить объем напорного бака.
4. Определить подачу насоса.

РЕШЕНИЕ

Рассмотрим пример для следующих данных: n = 4 шт, W = 0,25 м³, l₁ = 80 м, l₂ = 50 м, t = 60 мин, Z₁ = 30 м, Z₂ = 33 м.

Подбираются диаметры труб для каждого участка. В наиболее выгодном положении находятся базки 1-й и 4-й бригад, как самые удаленные. За расчетную точку принимается точка 4.

Определяется потребное количество воды для одного поения на одной базке:

$$Q = n \cdot W, \text{ м}^3. \quad (56)$$

где n – количество поилок на базке, штук;

W – емкость одной поилки, м³.

$$Q = 4 \cdot 0,25 = 1,0 \text{ м}^3$$

Определяются секундные расходы воды на расчетных участках:

$$q_{3-4} = \frac{Q \cdot 1000}{t \cdot 60}, \text{ л/с}, \quad (57)$$

где t – расчетное время наполнения всех поилок одной бригады, мин;

$$q_{3-4} = \frac{1 \cdot 1000}{60 \cdot 60} = 0,28 \text{ ё/ñ}; \quad q_{2-3} = 2 \cdot q_{3-4} = 2 \cdot 0,28 = 0,56 \text{ ё / ñ};$$

$$q_{1-2} = 2 \cdot q_{2-3} = 2 \cdot 0,56 = 1,12 \text{ ё / ñ}.$$

Расчеты по определению диаметров труб и потерь напора на расчетных участках сводятся в таблицу 31.

Диаметры труб подбираются по расходам, а удельные сопротивления принимаются по диаметрам из рекомендаций, приведенных в таблице 32.

Таблица 31

Расчеты по определению диаметров труб и потерь напора на расчетных участках

№	Длина участка, м	Расход, л/с	Длина, мм	Удельное сопротивление, А	Потери напора, $h_w = A \cdot l \cdot q^2$, м
1	2	3	4	5	6
1-2	80	1,12	32	0,1	10,03
2-3	25	0,56	25	0,41	3,21
3-4	50	0,28	20	1,41	5,53
Итого:				$h_w = 18,77$	

Таблица 32

Диаметры труб и удельные сопротивления

q, л/с	0-0,12	0,12-0,21	0,21-0,4	0,4-0,65	0,65-1,14	1,14-1,5
d, мм	10	15	20	25	32	40
$A, \left(\frac{C}{L}\right)^2$	23,6	6,8	1,41	0,41	0,1	0,05

Окончание табл.32

q, л/с	1,5-2,6	2,6—4,3	4,3-6,0	6,0-10,5	10,5-16,0
d, мм	50	70	80	100	125
$A, \left(\frac{C}{L}\right)^2$	10,013	10,004	0,0016	0,0004	0,00013

Определяется требуемая высота эстакады по формуле

$$H_y = Z_1 - Z_2 + h_{общ.} + h_{ов.}, \text{ м}, \quad (58)$$

где Z_1 – отметка поверхности земли в месте расположения эстакады, м;

Z_2 – отметка уровня воды в поилке, м;

$h_{общ.}$ – общие потери напора при транспортировании воды из водонапорного бака в поилку, м;

$h_{ов.}$ – необходимый свободный напор на выходе из пенькового рукава, м.

Принимается $h_{ов.} = 1 \text{ м}$.

Общие потери напора равны:

$$h_{\text{общ.}} = h_n + h_w, \text{ м}, \quad (59)$$

где h_n – потери напора в пеньковом рукаве,

$$h_n = A_p \cdot l \cdot q^2, \text{ м}, \quad (60)$$

где A_p – удельное сопротивление в пеньковом рукаве

$$A_p = \frac{1}{K_p}, \quad (61)$$

где K_p – коэффициент пропускной способности пенькового рукава.

Для $d = 45$ мм, $K_p = 45$ л/с.

$$\text{Отсюда: } A_p = \frac{1}{45} = 0,022,$$

где l – длина рукава, м;

q – расход воды по рукаву. Он равен расходу на участке 3-4: $q = 0,28^2$ л/с;

$$h_n = 0,022 \cdot 30 \cdot 0,28^2 = 0,05 \text{ м};$$

$$h_{\text{общ.}} = 18,77 + 0,05 = 18,82 \text{ м};$$

$$H_3 = 30 - 33 + 18,82 + 1 = 16,82 \text{ м}.$$

Таким образом выполнено техническое условие: высота эстакады менее 20 м.

Если $H_3 \geq 20$ – изменяются диаметры труб на участках.

Определяется объем напорного бака.

Бак должен обеспечить суточный расход воды на все поилки.

Поэтому объем бака должен равняться:

$$W_b = N \cdot q_{1-2} \cdot t \cdot 3,6, \text{ м}^3, \quad (62)$$

где N – число поений животных за сутки, = 4;

q_{1-2} – расход на участке 1-2, л/с;

t – время наполнения поилок, час.

$$W_b = 4 \cdot 1,12 \cdot 1 \cdot 3,6 = 16,13 \text{ м}^3$$

Определяется подача насоса. Назначается режим его работы с 9.00 до 17.00, т.е. 8 часов в сутки. При равномерной работе он должен подать в бак $W = 16,13 \text{ м}^3$. Поэтому подача насоса равна:

$$Q_i = \frac{W_b}{T}, \text{ л/с}. \quad (63)$$

$$Q_i = \frac{16,13}{8} = 2,02 \text{ л/с} / 3,6 = 0,56 \text{ л/с}.$$

11.9. Расчетная работа № 9

Эксплуатация сооружений водоподготовки

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Данные для выполнения расчетной работы принимаются в соответствии с вариантом по таблице 33, 34, 35

Таблица 33

Показатели качества воды

Наименование показателей ед. измерения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Начальная мутность, мг/л	20	35	50	40	10	55	25	45	15	30
Конечная мутность, мг/л	210	240	250	280	290	220	260	300	370	330
Начальная цветность, град.	32	46	58	64	36	50	60	40	54	44
Конечная цветность, град.	78	80	86	72	88	82	90	84	74	76
Начальная щелочность, мг- экв/ л	2,8	3,6	3,0	3,4	3,8	2,2	3,2	3,4	2,4	2,6
Конечная щелочность, мг- экв/ л	1,5	2,0	2,6	1,7		2,2	1,1	1,9	2,4	1,3
Концентрация взвеси в от- стоянной воде, мг/л	11	9	12	10	10	9	11	10	9	12

Таблица 34

Показатели процесса фильтрования

Показатели	Перио- ды ра- боты	Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Скорость фильтра- ции м/ч	1	9	8	11	5	6	9	12	6	10	7
	П	7	11	8	12	5	9	6	10	5	6
Продолжитель- ность фильтроцик- ла, т	1	24	16	24	16	24	8	24	16	24	8
	П	16	8	16	8	16	24	16	24	8	16
Продолжитель- ность промыв- ки, мин.	1	6	12	16	20	10	8	14	18	8	10
	П	10	10	20	12	18	14	16	16	18	8
Расход воды на од- ну промывку, м ³	1	400	470	580	460	500	510	530	450	520	480
	П	600	530	470	580	510	450	590	490	570	550
Мутность перед фильтром, мг/л	1	14	11	7	9	7	8	13	10	6	12
	П	12	8	12	7	11	6	10	14	9	13
Мутность фильтр мг/л	1	0,9	2,0	1,7	1,3	1,1	2,5	1,5	0,7	2,3	2,1
	П	2,1	1,6	0,6	1,3	0,8	1,8	1,0	2,0	1,2	1,4
Цветность перед фильтром, град.	1	18	17	13	15	11	12	19	16	14	20
	П	17	10	13	9	14	12	10	15	11	16
Цветность фильтр, град.	1	13	6	9	3	8	11	7	4	10	5
	П	14	7	6	10	9	2	5	8	4	3
Фитопланктон пе- ред фильтром, мл	1	56	44	47	35	37	39	29	49	31	33
	П	270	91	180	72	41	120	84	54	33	65
Фитопланктон фильтр	1	4	36	30	10	20	14	6	28	12	8
	П	88	18	32	24	34	36	16	38	22	40
Число видимых микроорганизм. перед фильтром.	1	4	14	12	нет	16	2	10	8	нет	6
	П	10	5	4	2	8	1	7	3	7	
Число видимых микроорганизм в фильтре	1	нет	1	нет	нет	6	5	2	4	нет	3
	П	2	нет	1	2	нет	3	нет	4	нет	нет

Наличие клеток фитопланктона в 1 мл воды

Вид пробы	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вода источника	920	770	870	730	850	730	830	680	810	790
После предварительного хлорирования	220	170	210	160	200	150	240	140	230	180
После микрофильтров	73	81	75	83	77	85	65	79	68	71
После коагулирования и отстаиван.	25	33	27	35	29	37	21	31	39	23
После фильтрования	17	15	12	14	11	19	16	10	13	18
После вторичного хлорирования	8	7	9	6	8	5	9	6	7	9

ЗАДАНИЕ

1. Необходимо определить, как изменится количество осадка, образующегося при коагулировании и отстаивании, если мутность воды увеличится с 50 до 200 мг/л, цветность – 64 до 81 градуса, щелочность понизилась с 3 до 1,5 мг-экв/л, а концентрация взвеси в отстаивной воде в том и другом случае составляет 10 мг/л.

2. По результатам контроля, приведенным в таблице 34 дать технологическую оценку работы фильтра за два периода.

3. По результатам гидробиологического анализа, приведенным в таблице 35, оценить эффективность работы отдельных сооружений по удалению из воды фитопланктона

РЕШЕНИЕ

Решение задачи 1.

Количество образующегося в отстойнике осадка зависит от качества исходной воды, эффективности работы отстойника, условий сброса осадка. Так как концентрация взвеси в отстойной воде осталась неизменной, то, приняв, что условия сброса осадка были идентичными, можно считать, что количество образующегося осадка будет определяться концентрацией взвеси в воде, поступающей на отстаивание.

Исходную концентрацию взвеси определяем по формуле:

$$C_{\text{иис.}} = M + K \cdot D_{\kappa} + 0,25 \cdot C + B \quad (64)$$

где K – коэффициент перехода массы коагулянта в массу сухого осадка, образующегося при коагулировании; для очищенного сернокислого алюминия $K = 0,55$ для хлорного железа – $K = 0,7$;

М – мутность, мг/л;

Д_к – доза коагулянта, мг/л;

Ц – цветность, град;

В – количество нерастворенных веществ, вводимых в воду с известью в процессе подщелачивания, мг/л.

Доза коагулянта определяется в соответствии с п. 6.16 [1].

Поскольку в условии ничего не говорится о характере взвеси в исходной воде, доза коагулянта по таблице 16 [1] принимается равной среднему из значений:

– для пробы 1: 25-35 мг/л; Д_{к1} = 30 мг/л;

– для пробы 2: 30-45 мг/л; Д_{к2} = 37,5 мг/л

Доза коагулянта, необходимая для обесцвечивания воды, определяется по формуле:

$$D = 4\sqrt{C} . \quad (65)$$

Тогда

$$D_{к1} = 4\sqrt{64} = 32 \text{ мг / л } ;$$

$$D_{к2} = 4\sqrt{81} = 36 \text{ мг / л } .$$

При обработке цветных и мутных вод принимается большая из доз, определенных расчетом, поэтому в первом случае принимается доза: Д_{к1} = 32 мг/л, а во втором случае: Д_{к2} = 37,5 мг/л.

Проверяем, требуется ли подщелачивание воды в процессе коагуляции. Для этого необходимо определить дозу подщелачивающих реагентов в соответствии с п.6.15 СНиП.

В качестве подщелачивающих реагентов принимается известь с содержанием активной части 70% . Доза извести определяется по формуле:

$$D_{щ} = K \left(\frac{D_{к}}{L} - Щ + 1 \right) \cdot \frac{100}{70} , \quad (66)$$

где $D_{к}$ – максимальная в период подщелачивания доза безводного коагулянта, мг/л;

L – эквивалентный вес безводного коагулянта;

$Щ$ – минимальная щелочность воды, мг-экв/л;

K – коэффициент, равный для извести 28.

В первом случае:

$$D_{щ1} = 28 \cdot \left(\frac{32}{57} - 3 + 1 \right) \cdot \frac{100}{70} = -57,6 .$$

Так как величина $D_{щ}$ оказалась отрицательной, подщелачивание воды в этом случае не требуется.

Во втором случае:

$$\ddot{A}_{\dot{u}2} = 28 \cdot \frac{37,5}{57} - 1,5 + 1 \cdot \frac{100}{70} = 6 \text{ ì } \ddot{a} / \ddot{e}.$$

Таким образом, для первого случая:

$$\ddot{N}_{\dot{i}\ddot{a}\dot{e}} = 50 + 0,55 \cdot 32 + 0,25 \cdot 64 = 83,6 \text{ ì } \ddot{a} / \ddot{e};$$

для второго случая:

$$\ddot{N}_{\dot{i}\ddot{a}\dot{e}} = 200 + 0,55 \cdot 37,5 + 0,25 \cdot 81 + 1 = 241,9 \text{ ì } \ddot{a} / \ddot{e} \text{ (в данном случае принято количество нерастворимых примесей, вводимых с известью, равным 1)}.$$

Так как концентрация взвеси в воде, поступающей на отстаивание, увеличилась почти в три раза, можно утверждать, что и количество образующегося осадка увеличится пропорционально изменению исходной концентрации взвеси, т.е. примерно в три раза.

Решение задачи 2.

Прежде всего, отмечаем качество воды, поступающей на фильтр в эти периоды. В соответствии с п. 6.65 СПиН отстоянная вода должна иметь концентрацию взвешенных веществ, не превышающую 8 – 12 мг/л. Эти условия и в 1, и во 2 периодах соблюдаются, однако концентрация взвеси во 2 период увеличилась почти в 10 раз, по сравнению с 1 периодом.

Цветность в оба периода была достаточно низкой и удовлетворяла нормам ГОСТ 2874-82.

Второй период характеризуется резким ухудшением качества воды по гидробиологическим показателям. Концентрация фитопланктона возросла более чем в 10 раз.

Такое резкое изменение качества исходной воды сказалось на работе фильтра. Во второй период упала скорость фильтрования, сократилась продолжительность фильтроцикла. Основной причиной этого несомненно явилось резкое увеличение в воде фитопланктона. Водоросли, забивая поры фильтра, быстро приводят к увеличению потерь напора и необходимости отключения фильтра на промывку. Следствием изменения качества воды явилось также увеличение продолжительности промывки и расхода промывной воды.

Таким образом, в 1 период работа фильтра по всем показателям была хорошей. Во 2 период качество фильтрата не соответствовало установленным нормам для питьевой воды (например, мутность фильтрата превышает норму – 1,5 мг/л). Можно ожидать некоторого снижения мутности воды и концентраций в ней фитопланктона в результате последующего обеззараживания, однако, гарантировать обеспечение требуемого качества воды при такой работе фильтра нельзя. Следовательно, необходимы дополнительные мероприятия по борьбе с фитопланктоном.

Решение задачи 3.

Эффективность (Э%) удаления фитопланктона на отдельных этапах очистки может быть определена по формуле

$$\text{Э} = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100\%, \quad (67)$$

где C_1 и C_2 – концентрация клеток фитопланктона соответственно в поступающей на сооружения воде и в воде обработанной.

Одновременно можно оценить долю участия (Д%) каждого из сооружений в общем снижении концентрации фитопланктона по формуле

$$\text{Д} = (\Delta C / C_{\text{исх.}}) \cdot 100\%, \quad (68)$$

где ΔC – снижение фитопланктона в сооружении;

$C_{\text{исх.}}$ – концентрация фитопланктона в воде источника.

Результаты расчетов для каждой стадии обработки воды сводятся в таблицу 36.

Таблица 36

Результаты расчетов стадии обработки воды

Показатель	Предварительное хлорирование	Микрофилтры	Коагулирование и отстаивание	Фильтрование	Вторичное хлориро- вание
Э%	87,5	45,3	58,6	55,2	31
Д%	87,5	5,9	4,2	1,6	0,3

Выводы.

Большая часть фитопланктона (87,5%) задерживается на стадии предварительного хлорирования. В совокупности с микрофильтрацией предварительная обработка позволяет задержать $985 - 70 = 915$ кл/мл, или 92,9% всего поступающего на стадию водоочистки фитопланктона. Это значительно облегчает работу остальных сооружений. Доля участия каждого из последующих сооружений в общем изъятии фитопланктона постепенно уменьшается.

В целом очистные сооружения обеспечивают гибель: $\frac{985 - 9}{985} \cdot 100 = 99,1\%$ фитопланктона, и очищенная вода содержит 9 кл/мл.

11.10. Расчетная работа №10 **Эксплуатация поверхностных водозаборов**

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Данные для расчетов принимаются из таблицы 37

Таблица 37

Сведения о водозаборе

Показатели	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Длина трубопровода, подводящего горячую воду L, м	40	55	70	45	60	25	50	30	65	35
Температура наружного воздуха t , °C	-6	-14	-8	-20	-16	-10	-2	-18	-12	-4
Диаметр подводящего трубопровода D, м.	0,05	0,04	0,07	0,07	0,07	0,03	0,05	0,04	0,04	0,03
Расход воды на парообогрев, м ³ /ч	24	34	38	26	30	36	20	32	22	28
Длина стержня решетки l, м	0,6	0,9	0,7	0,5	0,7	0,4	0,8	0,6	0,5	1,0
Диаметр стержня решетки, d, мм	6	12	8	6	10	8	6	8	12	10
Длина электроподводящего кабеля L ₁ , м	30	45	60	40	35	55	70	50	25	20
Температура переохлаждения воды, T	-0,5	-0,2	-0,6	-1,4	-1,5	-0,8	-0,4	-1,2	-1	-2

ЗАДАНИЕ

Рассчитать парообогрев и электрообогрев решеток водозаборных сооружений для предупреждения льдообразования

РЕШЕНИЕ

Дано: $L = 20$ м, $t_1 = -15^\circ\text{C}$, $D = 0,05$ м, $Q = 35 \text{ т}^2 / \text{сут}$, $L = 0,5 \text{ т}$,
 $d = 10 \text{ мм}$, $L_1 = 40 \text{ м}$, $T_1 = -1^\circ\text{C}$.

Определяем общий расход тепла:

$$W = W_1 + W_2, \text{ ккал}, \quad (69)$$

где W_1 – потери тепла в подводящем трубопроводе,
 W_2 – расход тепла на нагрев воды.

$$W_1 = K(t_2 - t_1)L, \text{ ккал}, \quad (70)$$

где t_2 – температура пара, принимается 100°C ,
 K – коэффициент теплопередачи на 1 м трубопровода, ккал/м.

$$K = \frac{\Pi \cdot \lambda_n}{1,15 \lg \frac{d_n}{D} + \lambda_n}, \quad (71)$$

где λ_n – коэффициент теплопроводности изоляции. Принимается $\lambda_n = 0,18 \div 0,20$.
 d_n – диаметр трубопровода с изоляцией. Принимается $d_n = 2D$.

$$W_2 = 1000Q(T_2 - T_1), \quad \text{ккал}, \quad (72)$$

где T_2 – температура, до которой нужно довести всю поступающую воду (не менее $0,1^\circ\text{C}$).

$$K = \frac{3,14 \cdot 0,2}{1,15 \cdot 4 \frac{0,1}{0,05} + 0,2} = \frac{0,628}{0,546} = 1,15$$

$$W_1 = 1,15(100 + 15) \cdot 20 = 2645 \quad \text{ккал};$$

$$W_2 = 1000 \cdot 35(0,1 + 1) = 38500 \quad \text{ккал};$$

$$W = 2645 + 38500 = 41145.$$

Определяется расход пара для парового нагрева в 1 час:

$$q = \frac{W}{i}, \quad \text{кг}, \quad (73)$$

где i – полное теплосодержание пара, ккал/кг. Принимается $30000 \div 40000$ ккал/кг.

$$q = \frac{41145}{35000} = 1,18 \quad \text{кг}.$$

Определяется мощность электроэнергии, которую необходимо подвести к решетке при электрообогреве:

$$N = \frac{W_2}{860}, \quad \text{кВт}\cdot\text{ч}, \quad (74)$$

где 860 – тепловой эквивалент электрической энергии.

$$N = \frac{38500}{860} = 44,8.$$

Определяется электрическое сопротивление решетки:

$$R = C \cdot r \frac{l}{F}, \quad \text{Ом}, \quad (75)$$

где C – удельное сопротивление стали при нулевых температурах воды ($C=0,1$);

r – коэффициент увеличения омического сопротивления решетки, ($r=8$);

F – площадь поперечного сечения стержня решетки.

$$R = 0,1 \cdot 8 \cdot \frac{0,5}{0,785 \cdot 10^{-4}} = 5096 \quad \text{Ом}.$$

$$F = 0,785 \cdot d^2 = 0,785 \cdot 100 = 78,5 \text{ мм}^2 = 0,785 \cdot 10^{-4}.$$

Определяется необходимая величина тока. При этом увеличивается падение напряжения в питающем решетку кабеле (10%):

$$i = \frac{1,1 V}{R}, \text{ A}, \quad (76)$$

где V – напряжение, В. Принимается в пределах $50 \div 120$ В.

$$i = \frac{1,1 \cdot 100}{5096} = 0,022 \text{ A}.$$

Определяется площадь поперечного сечения подводящего кабеля: из меди

$$F = \frac{24N \cdot 100}{10V \cdot K_1}, \text{ мм}^2, \quad (77)$$

где K_1 – проводимость меди ($K_1 = 57$)

10% – падение напряжения.

$$F = \frac{2 \cdot 20 \cdot 44,8 \cdot 100}{10 \cdot 100 \cdot 57} = 3,14 \text{ мм}^2.$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии приведены методики, информационные материалы, схемы, рисунки и сведения, необходимые студентам для изучения отдельных разделов теоретического курса дисциплины «Эксплуатация и мониторинг систем и сооружений», а также для выполнения практических и самостоятельных расчётно-графических работ по этой дисциплине. Пособие содержит информацию, которая потребуется студентам направления бакалавриата 20.03.02 – «Природообустройство и водопользование».

При подготовке учебного пособия были использованы сведения из технической литературы и нормативных документов, опубликованных за период с 1977 года по 2015 год. Кроме того, в пособии приведены сведения о научных и технических разработках, выполненных в ВоГУ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2013 году: государственный доклад. – Москва: Природа, 2014. – 270 с.
2. Российский регистр гидротехнических сооружений [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://waterinfo.ru/gts>
3. О федеральной целевой программе "Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012 - 2020 годах: постановление Правительства РФ от 19.04.2012 N 350 (ред. от 19.09.2015) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://consultant.ru>
4. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 13.07.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 24.07.2015): принят Государственной Думой 12 апреля 2006 года [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://consultant.ru>
5. Правила охраны поверхностных вод: утв. Госкомприроды 21.02.91. – Введ.01.03.1991 г. – Москва: Росоргтехводстрой, 1991. – 36 с.
6. ГОСТ 17.1.1.01-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения (с Изменениями N 1, 2): введ. 01.07.1978 //Техэксперт [Электронный ресурс]: инф.-справ. система / Информационная компания «Кодекс».
7. ГОСТ 27065-86 Качество вод. Термины и определения: введ.с 01.01.1987; взамен ГОСТ 17403-72 //Техэксперт [Электронный ресурс]: инф.-справ. система / Информационная компания «Кодекс».
8. СНиП 2.07.01-89* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений (утв. постановлением Госстроя СССР от 16 мая 1989 г. N 78) – Введ.1.01.1990г. - Москва: Госстрой России, 1998 . [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://consultant.ru>
9. Пузаков, В.С. Анализ разработки и утверждения схем водоснабжения и водоотведения в Российской Федерации /В.С.Пузаков //Водоснабжение и санитарная техника. – 2015. – № 7. – С. 4
10. О безопасности гидротехнических сооружений Федеральный закон от 21 июля 1997 г. N 117-ФЗ (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://base.garant.ru>
11. Кавешников, Н.Т. Эксплуатация и ремонт гидротехнических сооружений /Н.Т.Кавешников. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 272 с
12. РД 153-34.2-21.325-2003 Типовая инструкция по эксплуатации гидротехнических сооружений тепловых электростанций: применяется с 01.01.2004 //Техэксперт [Электронный ресурс]: инф.-справ. система / Информационная компания «Кодекс».
13. СТО 17330282.27.140.003-2008. Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования [Электронный ресурс]. - Режим доступа <http://www.znaytovar.ru/gost>

14. РД 34.03.102-94. Положение о системе отраслевого надзора за безопасностью гидротехнических сооружений электростанций //Техэксперт [Электронный ресурс]: инф.-справ. система / Информационная компания «Кодекс».
15. ГОСТ 17.1.1.02-77. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Классификация водных объектов. – Введ.01.07.77 – Москва : Изд-во стандартов, 1977. – 10 с.
16. СНиП 2.06.15-85. Инженерная защита территорий от затопления и подтопления (утв. постановлением Госстроя СССР от 19 сентября 1985 года N 154). Введ. 01. 07.1986 //Техэксперт [Электронный ресурс]: инф.-справ. система / Информационная компания «Кодекс».
17. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: федеральный закон от 30 декабря 2001 г. № 195-ФЗ: по состоянию на 30 декабря 2012 г. // Гарант Эксперт [Электронный ресурс]/ НПП «Гарант-Сервис».
18. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации (утв. приказом Минэнерго РФ от 19 июня 2003 г. N 229). Введены в действие с 30 июня 2003 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/>
19. О мелиорации земель: федеральный закон от 10 января 1996 г. N 4-ФЗ : принят Государственной Думой 8 декабря 1995 года [Электронный ресурс] . – Режим доступа: <http://base.garant.ru>
20. Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений: утв. Министерством сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации 26 мая 1998 //Техэксперт [Электронный ресурс]: инф.-справ. система / Информационная компания «Кодекс».
21. Карелин, В.Я. Насосы и насосные станции: учебник для вузов / В.Я. Карелин, А.В. Минаев. – Москва: Стройиздат, 1986. – 320 с.
22. Равовой, П.У. Эксплуатация мелиоративных и водохозяйственных систем: учебник / П.У. Равовой, Т.П. Иванова. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2005. – 312 с.
23. Правила технической эксплуатации сооружений инженерной защиты населенных пунктов: утв. Приказом Министерства строительства Российской Федерации от 29.12.95 г. № 17-139//Техэксперт [Электронный ресурс]: инф.-справ. система / Информационная компания «Кодекс».
24. Комплексное использование водных ресурсов: учебное пособие для студентов вузов /С.В.Яковлев, И.Г.Губий, И.И.Павлинова, В.Н.Родин. – Москва: Высшая школа, 2005. – 348 с.
25. Суреньянц, С.Я. Эксплуатация водозаборов подземных вод / С.Я. Суреньянц, А.П. Иванов. – Москва: Стройиздат, 1989. – 80 с.
26. Эксплуатация и ремонт систем сельскохозяйственного водоснабжения: справочник /сост. Г.А. Волховский.– Москва: Россельхозиздат, 1982. – 224 с.

27. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения: справочник. – Ленинград: Стройиздат, 1988. – 383 с.

28. Алексеев, М.И. Эксплуатация систем водоснабжения и канализации: учеб. пособие / М.И. Алексеев, Б.Г. Мишуков, В.Д. Дмитриев. – Москва: Высшая школа, 1993. – 272 с.

29. Сердюк, Н.И. Оптимизация процесса эксплуатации водозаборных скважин / Н.И. Сердюк // Экологические системы и приборы. – 2005. – № 3. – С. 8-11.

30. Логинов, В.П. Справочник по сельскохозяйственному водоснабжению/ В.П. Логинов, Л.М. Шуссер; под ред. В.С. Овдова. – Москва: Колос, 1980. – 287 с.

31. Гусев, С.Н. Водоснабжение на базе артезианских скважин / С.Н. Гусев, К.А. Небольсина. – Москва: Колос, 1976. – 119 с.

32. Смагин, В.Н. Курсовое и дипломное проектирование по сельскохозяйственному водоснабжению / В.Н. Смагин, К.А. Небольсина, В.М. Беляков. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 336 с.

33. Тараканова, В.В. Восстановление эксплуатационных свойств водозаборных скважин методами ультразвукового воздействия/ В.В. Тараканова // Водоснабжение и санитарная техника. – 2007. – № 3. – С. 13-17.

34. Пат. 2190730 Российская Федерация. МПК⁷ E03B3/08 Устройство для добывания воды из группы шахтных колодцев / В.Н. Трапезников, С.М. Чудновский : заявитель и патентообладатель Вологодский гос. тех. ун.-т. – № 2000109902/03, заявл.; 17.04.2000; опубл. 27.01.04. – Бюл. № 33. – С. 7.

35. А.с. 1211410 СССР. МПК⁶ E21B47/00, E21B43/00. Устройство для эксплуатации скважин/ В.И. Лукьянов, С.М. Чудновский, А.П. Таран, Ю.В. Львов, В.И. Тюкин: заявитель Вологодский политехнический институт. № 3579686, заявл.; 15.04.1983; опубл. 15.02.86. – Бюл. №6. – С.5.

36. Чудновский, С.М. Проектирование водозаборных скважин: учебное пособие/ С.М. Чудновский. – Вологда: ВоГТУ, 1997. – 65 с.

37. Гуринович, А.Д. Системы питьевого водоснабжения с водозаборными скважинами: планирование, проектирование, строительство и эксплуатация / А.Д. Гуринович. – Минск: Технопринт, 2004. – 247 с.

38. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.1.4.1110-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения (с изменениями на 25 сентября 2014 года) // Техэксперт [Электронный ресурс]: инф.-справ. система / Информационная компания «Кодекс».

39. Строительные нормы и правила. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения: СНиП 2.04.02-84: введ. 01.01.86. – Москва: Стройиздат, 1985. – 132 с.

40. ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения. – Введ. 01.01.86. – Москва: Изд-во стандартов, 1986. – 101 с.

41. СанПиН 2.1.5.980-00. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охра-

не поверхностных вод. СанПиН от 22.06.2000 N 2.1.5.980-00: введ. с 01.01.2001 //Техэксперт [Электронный ресурс]: инф.-справ. система / Информационная компания «Кодекс».

42. Терентьев, В.И. Некоторые аспекты правового обеспечения организации зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения / В.И. Терентьев, С.А. Лопатин // Водоснабжение и санитарная техника. – 2015. – № 3. – С. 4-6.

43. Водозаборно-очистные сооружения и устройства: учеб. пособие для студентов вузов / М.Г. Журба, Ю.И. Вдовин, Ж.М. Говорова, И.А. Лушкин. – Москва: АСТ, 2003. – 569 с.

44. Чудновский, С.М. Водозаборы для комплексного использования и охраны водных ресурсов: учебное пособие / С.М. Чудновский, А.В. Зенков. – Вологда: ВоГТУ, 2007. – 95 с.

45. Пат. 2193631 Российская федерация, МПК⁷ E03B3/04, C02F1/00. Установка для забора и очистки воды из поверхностных источников /С.М. Чудновский, Е.С.Мозалевская, Б.С.Чудновский: заявитель и патентообладатель Вологодский гос. тех. ун-т. – Оpubл. 27.11.02. – Бюл. № 33 – С. 5.

46. Пат. 2222670 Российская Федерация. МПК⁷ E03B3/04, C02F1/00. Установка для забора и очистки воды из поверхностных источников /С.М. Чудновский, С.И.Сельцова: заявитель и патентообладатель Вологодский гос.тех. ун-т; заявл: 08.01.2002; опубл. 27.01.04. – Бюл. № 33. – С. 7.

47. Патент RU 2453659. МПК E03B3/04. Установка для забора и очистки воды из поверхностных источников / С.М. Чудновский, А.И. Семенова, И.В. Пантюхина: патентообладатель Вологодский государственный техн. ун-т. Заявка: 2010153924/13, 27.12.2010. Оpubл. 20.06.2012. – Бюл.№ 17.

48. Есипов, Ю. В. Мониторинг и оценка риска систем "Защита - объект - среда" / Ю. В. Есипов, Ф. А. Самсонов, А. И. Черемисин . – Москва : URSS : ЛКИ , 2008 . –136 с.

49. Чудновский, С.М. Применение методов отстаивания и центрифугирования в водозаборных узлах / О.И. Лихачева, С.М. Чудновский // *Materials X miedzynarodowej naukowí – praktycznej konferencji «Wykształcenie I nauka bez granic – 2014»* (7-15 grudnia 2014 roku). – Volume 24. – *Przemysł, Nauka I studia*, 2014. – P.3-6.

50. Чудновский, С.М. Применение флотации в водозаборных узлах / О.И. Лихачева, В.В. Одинцов, С.М. Чудновский // *International Scientific Bridge East - West: Contemporary Trends of Science and Practice. Collection of Conference Papers of International Scientific-Practical Conference* (02.03.2015, the United Kingdom, London). – *u-conferences.org / Centre for Scientific and Practical Studies*, 2015. – London, 2015. – P.63-69.

51. Чудновский, С.М. Рационализация водопользования при обеспечении потребителей питьевой и технической водой / С.М. Чудновский, О.И.Лихачева // Актуальные вопросы региональной экономики, управления и финансов: материалы научно-практической конференции с международным

участием, Россия, г. Вологда, 26 декабря 2014 г. – Вологда, 2014. – С. 251-256.

52. Методика разработки нормативов допустимого сброса (НДС) веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей: утвержденной приказом МПР России от 17 декабря 2007 г. № 333//Техэксперт [Электронный ресурс]: инф.-справ. система / Информационная компания «Кодекс».

53. О внесении изменений в приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации: приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29 июля 2014 г. N 339 от 17 декабря 2007 г. N 333 "Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей» (Зарег. в Минюсте РФ 2 сентября 2014 г. Рег. N 33938) //Техэксперт [Электронный ресурс]: инф.-справ. система / Информационная компания «Кодекс».

54. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: приказ Федерального агентства по рыболовству № 20 от 18.01.2010 г. «//Техэксперт [Электронный ресурс]: инф.-справ. система / Информационная компания «Кодекс».

55. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования //Техэксперт [Электронный ресурс]: инф.-справ. система / Информационная компания «Кодекс».

56. Строительные нормы и правила. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения: СНиП 2.06.07 -87: введен 01.01.88. – Москва: Стройиздат, 1989. – 117 с.

57. ГОСТ Р 53778-2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 23 с.

58. Жмаков, Г. Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения : учебник / Г. Н. Жмаков . –Москва: ИНФРА-М , 2005 . – 235, [1] с.

59. Положение о Единой государственной системе экологического мониторинга: утв. приказом Минприроды РФ от 09 февраля 1995 г. № 49//Техэксперт [Электронный ресурс]: инф.-справ. система / Информационная компания «Кодекс».

60. Об утверждении форм и Порядка представления сведений, полученных в результате наблюдений за водными объектами, заинтересованными федеральными органами исполнительной власти, собственниками водных объектов и водопользователями: приказом МПР РФ от 06 февраля 2008 г. № 30 //Техэксперт [Электронный ресурс]: инф.-справ. система / Информационная компания «Кодекс».

61. Николаевская, И.А. Благоустройство территорий: учеб. пособие / И.А. Николаевская. – Москва: Академия, 2008. – 272 с.

62. Попов, М.А. Природоохранные сооружения / М.А. Попов, И.С.Румянцев. – Москва: Колос С, 2005. – 520 с.

63. Алексеев, М. И. Эксплуатация систем водоснабжения и канализации: учеб. пособие / М.И. Алексеев, Б.Г. Мишуков, В.Д.Дмитриев. – Москва: Высшая школа, 1993. – 272 с.

64. Эксплуатация систем водоснабжения и водоотведения: метод. указания / сост. С. М. Чудновский. – Вологда: ВоПИ, 1994. – 19 с.

65. Экспертные формы контроля (на примерах оценки строительных объектов и самооценки строительных предприятий) / В.М. Маругин, А.Н. Бирюков, А.Н. Лазарев и др. ; под ред. В.М. Маругина. – Санкт-Петербург: Политехника, 2012. – 239 с.

66. Детализовка водопроводной сети с применением САПР на АРМ-М: метод. указания / сост. С.М. Чудновский, Б.А. Шкарин, Е.А. Мезенева. – Вологда: ВоПИ, 1988. – 24 с.

67. Эксплуатация природоохранных сооружений. Эксплуатация комплексных гидроузлов: методические указания для практических занятий и самостоятельной подготовки / сост. С. М. Чудновский. – Вологда: ВоГТУ, 2011. – 54 с.

Учебное издание

Семен Матвеевич Чудновский
Ольга Ивановна Лихачева

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ И МОНИТОРИНГ
СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ**

Учебное пособие

Редактор Л.А. Перерукова

Подписано в печать 21.12.2015. Формат 60 × 84/16

Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл.-п.л. 9,2. Тираж 200 экз. Заказ № 55.

Отпечатано: РИО ВоГУ, 160000, г. Вологда, ул. С. Орлова, 6