

П.У.Равовой, Т.П.Иванова

ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ



Горки 2005

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
“БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ”**

П. У. Равовой, Т. П. Иванова

ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ

**Утверждено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебника для студентов специальности
“Мелиорация и водное хозяйство” учреждений, обеспечивающих
получение высшего образования**

Горки 2005

УДК 631.6 – 93:626 (075.8)
ББК 40.6 я7
Р 139

Равовой П. У., Иванова Т. П.

Р 139 Эксплуатация мелиоративных и водохозяйственных систем:
Учебник. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2005. 312 с.

ISBN 985-467-119-4

Рассмотрены эксплуатационная классификация и сведения о техническом уровне мелиоративных систем; приведены требования сельскохозяйственного производства к водному режиму почвы, методика составления планов регулирования и контроля водного режима почвы; изложены виды повреждений, приемы эксплуатационного обслуживания, ремонта и реконструкции мелиоративных систем, внутрихозяйственных дорог; рассмотрены вопросы содержания и ремонта водозаборов, водоочистных сооружений, водопроводов систем водоснабжения и водоотведения, насосных станций, прудов и водохранилищ.

Для студентов специальности “Мелиорация и водное хозяйство” учреждений, обеспечивающих получение высшего образования.

Таблиц 18. Рисунков 88. Библиогр. 46.

Рецензенты: директор УП “Бел НИИ мелиорации и луговодства” Национальной академии наук Беларуси, доктор техн. наук, профессор, чл.-кор. НАН Беларуси А. П. ЛИХАЦЕВИЧ; доцент кафедры сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций УО “Брестский государственный университет”, канд. техн. наук С. С. СТЕЛЬМАШУК.

УДК 631.6 – 93:626 (075.8)
ББК 40.6 я7

© П.У. Равовой, Т.П. Иванова, 2005

© Учреждение образования
“Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия”, 2005

ISBN 985-467-119-4

ВВЕДЕНИЕ

Мелиорация земель возникла в результате взаимодействия человека, общества и природы. В мировом сельском хозяйстве она стала применяться задолго до новой эры. Целью мелиорации является коренное улучшение земель с неблагоприятными природными условиями для повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Гидротехнические мелиорации направлены на улучшение неблагоприятного водного режима территорий. Выделяют следующие виды гидротехнических мелиораций: осушительные, оросительные, осушительно-увлажнительные, осушительно-оросительные, паводково-регулирующие, обводнение территорий (в основном пастбищ). В сельскохозяйственном производстве гидротехнические мелиорации применяют для регулирования водного режима почвы в соответствии с требованиями возделываемых культур. Для этой цели устраивают специальные гидромелиоративные системы. В состав элементов гидромелиоративной системы входят каналы, дренаж, гидротехнические сооружения, земляные дамбы, дороги, дождевальная техника и трубопроводы, эксплуатационные устройства.

Водное хозяйство – отрасль, занимающаяся разработкой и осуществлением мероприятий по использованию поверхностных и подземных вод для различных целей. Водохозяйственные системы включают водохранилища, пруды, скважины, водозаборы, насосные станции, напорные трубопроводы, водопроводные и канализационные сети и сооружения.

В Республике Беларусь почти 40% территории занимают переувлажненные земли, что превышает 8 млн. гектаров. Из них 7,6 млн. гектаров расположены в границах сельскохозяйственных предприятий. Из этой площади на 3,1 млн. гектаров осушение земель признано нецелесообразным. Следовательно, первоочередной мелиоративный фонд Беларуси составляет 4,5 млн. гектаров.

В зависимости от степени увлажнения различают автоморфные, полугидроморфные, гидроморфные и пойменные почвы. На автоморфных почвах гидромелиоративные мероприятия не требуются. К полугидроморфным относят минеральные земли периодического переувлажнения, а к гидроморфным – торфяно-болотные и заболоченные почвы постоянного переувлажнения. Минеральные почвы в мелиоративном фонде составляют около 63% и расположены в основном в Витебской, Гродненской и Могилевской областях. За счет проведения на этих землях комплекса гидротехнических (осушительных), агро-мелиоративных и агротехнических мероприятий можно повысить их плодородие, обеспечив продуктивность 6...8 т/га корм. ед.

Торфяно-болотные и заболоченные почвы занимают 2,9 млн. гектаров, что составляет 14,4% территории Беларуси. Основная часть их

расположена в Брестской, Минской и Гомельской областях. Основным богатством торфяно-болотных почв является органическое вещество, которое определяет их повышенное плодородие после устранения избыточной влаги. Для сохранения органического вещества торфяно-болотные почвы рекомендуется использовать в основном под травы.

Наличие больших площадей полугидроморфных и гидроморфных почв значительно препятствовало интенсификации сельского хозяйства и сдерживало социально-экономическое развитие регионов. Для вовлечения в сельскохозяйственное использование переувлажняемых земель и повышения их плодородия в Беларуси проведены достаточно масштабные гидромелиоративные (осушительные) и агротехнические мероприятия. В наибольшей степени эти мероприятия реализованы в Брестской, Гомельской и Минской областях, прежде всего, в районах Полесья.

В последнее время территория Беларуси характеризуется неустойчивым режимом естественного увлажнения и теплообеспеченности. Осадки выпадают неравномерно и их часто не хватает для растений в отдельные периоды не только засушливых, средних, но даже и более влажных лет. От засух урожай овощей и трав на минеральных почвах снижается иногда в 1,5...2 раза. Опыты, выполненные в Беларуси (БелНИИМиЛ, БГСХА), показали, что среднепогодная прибавка урожая от орошения среднепоздней и поздней капусты на минеральных почвах при высокой степени их окультуренности и повышенном агрофоне достигает в северной части республики 130 ц/га, а в южной – 200 ц/га. При обычном агрофоне этот показатель составляет 100 ... 160 ц/га. Значительный эффект получают при орошении культурных пастбищ в сочетании с повышенными дозами минеральных удобрений. В отдельные засушливые годы урожай зеленой массы на них бывает в три и более раз выше, чем на неорошаемых.

В результате проведения мелиоративных работ на территории Беларуси к настоящему времени имеется 3417 тыс. гектаров осушенных земель и 115 тыс. гектаров орошаемых. Дренажные системы построены почти на 2232 тыс. гектаров, что составляет 65% от всей площади осушения. Общая протяженность мелиоративных каналов составляет 166203 км, дренажа – 964770, дамб обвалования – 4443, дороги – 19443 км. На открытой осушительной сети построено 94456 сооружений, а на закрытой – 627984. На мелиорированной территории имеется 837 стационарных насосных станций различного назначения, 925 прудов и водохранилищ.

К настоящему времени этап активного мелиоративного строительства в республике завершен и основное внимание уделяется эффективной эксплуатации существующих гидромелиоративных и водохозяйственных систем. Эксплуатация этих систем – это комплекс организационно-хозяйственных и инженерно-технических мероприятий по ре-

гулированию водного режима почв, обеспечению потребителей водой, поддержанию элементов систем в исправном и постоянно действующем состоянии, обеспечению их долговечности и надежности работы.

Приоритетными направлениями в развитии мелиорации земель на современном этапе следует считать реконструкцию технически устаревших, восстановление вышедших из строя и неработающих систем или их отдельных элементов. Мелиоративное строительство на новых объектах проводят в ограниченных объемах, необходимых для выполнения общегосударственных или целевых программ, компенсации выбывающих по различным причинам площадей сельхозугодий, для ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий. В более широких масштабах предполагается применять “малые” мелиорации (организация, перераспределение и регулирование поверхностного стока, агро-мелиорации, культуртехнические и противоэрозионные мероприятия и др.), а также связанные с мелиорацией работы по решению социальных вопросов на селе (строительство дорог, систем водоснабжения и водоотведения, реконструкция и эксплуатация прудовых рыбных хозяйств и малых ГЭС, улучшение водного режима малых рек и т.п.).

Основные задачи мелиорации земель и их использования на текущий период определены документом “Концепция (основные направления) развития мелиорации земель и их использования в Республике Беларусь” (на 1995 – 2005 гг.) и Республиканской программой “Сохранение и использование мелиорированных земель на период 2000 – 2005 гг.”.

Современные мелиоративные и водохозяйственные системы представляют собой довольно сложные инженерные устройства, для обслуживания и ремонта которых необходимы квалифицированные специалисты. Для подготовки таких специалистов учебным планом специальности 1-74 05 01 – мелиорация и водное хозяйство предусмотрено изучение дисциплины “Эксплуатация мелиоративных и водохозяйственных систем”.

Цель изучения дисциплины – приобретение необходимых теоретических и практических знаний по управлению водным режимом почвы, по эксплуатации каналов, дренажа, систем дождевания, прудов и водохранилищ, сооружений, водозаборов, насосных станций, защитных дамб, дорог, водопроводных и канализационных сетей.

В итоге обучения студент должен:

- знать методику контроля, расчета и регулирования водного режима почвы в соответствии с требованиями сельскохозяйственного производства; приемы рациональной эксплуатации, ремонта и улучшения элементов мелиоративных и водохозяйственных систем;
- уметь оценивать техническое состояние инженерных устройств, своевременно выявлять появившиеся дефекты и устранять их; разрабатывать и выполнять планы водопользования, водоподачи и водоотве-

дения, планы обслуживания и ремонта элементов систем; принимать объекты в эксплуатацию; разрабатывать мероприятия (проекты) по улучшению систем и сооружений; проводить научно-производственные исследования.

Изучение дисциплины базируется на знании почвоведения, сельскохозяйственной мелиорации, гидротехнических сооружений, сельскохозяйственного водоснабжения, насосов и насосных станций, внутрихозяйственных дорог.

Учебник предназначен для студентов очного и заочного обучения специальности 1-74 05 01 – мелиорация и водное хозяйство, будет также полезным для работников производственных организаций, занимающихся эксплуатацией мелиоративных и водохозяйственных систем.

1. ОСУШИТЕЛЬНЫЕ И ОСУШИТЕЛЬНО-УВЛАЖНИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Классификация систем. Мелиоративные системы классифицируют по разным показателям.

По способу отвода избыточных вод их делят на самотечные (грунтовые и поверхностные воды отводятся самотеком в проводящую сеть и водоприемник) и с машинным водоподъемом (избыточную воду перекачивают в водоприемник насосами).

По конструкции системы подразделяют на открытые и закрытые, а по масштабам обслуживания – на межхозяйственные (обслуживают два и более хозяйств) и внутрихозяйственные (обслуживают земли одного хозяйства).

По способу регулирования водного режима почвы различают системы осушительные, осушительно-увлажнительные и комбинированные. Осушительно-увлажнительные системы бывают с предупредительным шлюзованием (с использованием местного стока), с гарантированным увлажнением (с использованием воды из гарантированного водисточника), с дождеванием при помощи передвижной, полустационарной и стационарной систем. Комбинированные – сочетание на одном объекте участков с системами осушительными, с предупредительным шлюзованием, с гарантированным увлажнением и дождеванием.

Среди осушительных имеют место системы польдерного типа. Их устраивают для осушения участков, поверхность которых расположена на одном уровне или ниже уровня воды в водоприемнике. Как правило, польдерные системы обслуживают земельные массивы в поймах отдельных рек и на участках низменного морского побережья. Они характеризуются наличием заградительных дамб, насосных станций, работающих на откачку воды, регулирующей емкости для аккумуляции

рования объемов воды, превышающих производительность насосной станции во время ливней и интенсивного снеготаяния. Избыточные воды при этом накапливаются в регулирующей емкости, а на осушаемой территории нет угрозы подъема уровней почвенно-грунтовых вод. В период снижения притока регулирующую емкость освобождают откачкой воды. На польдерных системах увеличивается объем эксплуатационных работ по сравнению с самотечными за счет содержания дамб обвалования территории, обслуживания насосной станции, линии электропередачи и всего электрооборудования.

Осушительные и осушительно-увлажнительные системы можно подразделить на классы в зависимости от площади обслуживания, развитой сети каналов, дрен, дамб, насосных станций, сооружений, водохранилищ, дорог, эксплуатационных устройств. По техническому состоянию выделяют четыре разряда систем: в хорошем состоянии, в удовлетворительном, ниже удовлетворительного и в неудовлетворительном. Такое подразделение на разряды устанавливают при обследовании систем и используют при планировании их улучшения, развития или переустройства, а также определения условий эксплуатации.

Технический уровень систем. Осушительные и осушительно-увлажнительные системы – это комплекс инженерно-мелиоративных устройств и сооружений, предназначенных для регулирования водного режима почвы с целью обеспечения необходимых условий для интенсивного развития сельскохозяйственных культур. В состав комплекса устройств входят: регулирующая, ограждающая, проводящая и водоподводящая части гидромелиоративной системы; водоприемник; гидротехнические и природоохранные сооружения; дорожная сеть; эксплуатационные устройства, системы дождевания.

При проектировании, строительстве или реконструкции систем учитывались новейшие достижения гидромелиоративной науки и практики. Устаревшие и технически несовершенные системы перестраивали и доводили до уровня современных требований. Значительное развитие получили осушительно-увлажнительные системы с забором воды из гарантированного водисточника (река, водохранилище). Гидротехнические сооружения выполнены из бетона и железобетона с применением сборных элементов и конструкций. Осушительные системы в основном построены в виде закрытого материального дренажа, открытые собиратели заменены коллекторами из железобетонных труб большого диаметра, части откосов каналов укреплены бетонными плитами. Системы оснащали эксплуатационными устройствами. Все это повышало надежность систем и облегчало их эксплуатацию.

Эксплуатационные требования к техническим устройствам мелиоративных систем. При составлении проектов строительства новых или переустройства старых мелиоративных систем необходимо предусматривать оснащение их необходимым эксплуатационным обо-

рудованием. Состав и объем эксплуатационного оснащения следует включать в капитальные затраты на строительство мелиоративной системы.

В проектах мелиорации необходимо разрабатывать мероприятия по вводу в действие системы и освоению проектной мощности, а также рекомендации по организации ее эксплуатации.

Дальнейшее развитие мелиоративных систем должно идти по пути совершенствования их конструкции, внедрения железобетонных элементов гидротехнических сооружений с учетом снижения материалоемкости и работы сооружения в автоматическом режиме.

Для обеспечения надежной и долговечной работы мелиоративных систем необходимо управлять качеством их проектирования, строительства или реконструкции. Система управления качеством – это комплекс научно-технических и организационных мероприятий, обеспечивающих безотказную работу систем в заданный промежуток времени. Основные и обязательные из них – научное обоснование технического решения проектируемой мелиоративной системы; установление степени надежности безотказной работы отдельных элементов и системы в целом в сроки, определенные соответствующими нормативами при правильном их использовании; инженерная подготовка строительства систем, в процессе которой особо тщательно необходимо контролировать качество поступающих строительных материалов и конструкций; выполнение строительных работ согласно существующим нормативам; обеспечение строительства квалифицированными кадрами; систематический авторский надзор. Выполнение этих мероприятий позволит в большей степени удовлетворить эксплуатационные требования к техническим устройствам мелиоративных систем, повысить их долговечность, облегчить обслуживание и уменьшить эксплуатационные затраты, обеспечить возможность управлять водным режимом почвы в соответствии с требованиями сельскохозяйственного производства.

2. РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

2.1. Использование осушаемых земель

Мелиорация земель является одним из существенных факторов создания благоприятных условий для мобилизации потенциального плодородия почв и, следовательно, интенсификации сельскохозяйственного производства. На мелиорированных землях производится более трети продукции растениеводства и в перспективе этот объем может быть увеличен. Для многих районов республики мелиорация земель являлась объективной необходимостью. Осушаемые земли на

значительной части территории Беларуси размещены относительно небольшими участками среди неосушаемых массивов. В одних и тех же хозяйствах сельскохозяйственные культуры выращивают как на тех, так и на других площадях. Крупные осушаемые массивы имеются в основном на территории Полесской низменности, где мелиорация земель сопровождалась созданием новых сельскохозяйственных предприятий со строительством благоустроенных поселков с необходимыми производственной и социально-бытовой сферами.

В общей площади осушенных сельскохозяйственных земель пахотные занимают около 1,3 млн. гектаров (45,3%), сенокосные и пастбищные – 1,6 млн. гектаров (54,7%). Анализ почвенного покрова осушенных территорий свидетельствует о преобладании минеральных почв в составе мелиорированных угодий. В регионе Белорусского Полесья в структуре почвенного покрова имеют место песчаные и рыхлосупесчаные почвы, которые мало обеспечены питательными веществами, подвержены ветровой эрозии. Среди них 985,9 тыс. гектаров относятся к переувлажненным и временно избыточно увлажняемым. На временно избыточно увлажняемых песчаных и рыхлосупесчаных почвах при соответствующей агротехнике возможно выращивание большинства сельскохозяйственных культур без осушения.

Заболоченные дерново-подзолистые и дерновые почвы (глееватые и глеевые) на пахотных угодьях располагаются чаще всего в сочетании с автоморфными и временно избыточно увлажняемыми. Дерновые почвы являются наиболее плодородными, и после проведения гидро-мелиоративных мероприятий их можно использовать под разные культуры. Полугидроморфные суглинистые почвы, развитые на связных почвообразующих породах, занимают около 30% в составе переувлажняемых земель республики. Расположены они в основном в Белорусском Поозерье, значительную часть которого занимает Витебская область. Они обладают сравнительно высоким потенциальным плодородием, но характеризуются крайне неблагоприятными водно-физическими свойствами: слабая водопроницаемость, высокая плотность пахотного и особенно подпахотного горизонтов, слабая водоотдача даже при полной влагоемкости почвы. Наличие в подпахотном слое плотной оглеенной прослойки приводит к переувлажнению расположенных выше слоев почвы после снеготаяния и обильных дождей. Верхние слои подвержены пересыханию в засушливый период. Мелиоративные и эксплуатационные мероприятия здесь должны быть направлены на регулирование водного режима комплексным применением агро-мелиоративных и агротехнических приемов, химической и биологической мелиорации. Дерново-подзолистые суглинистые и глинистые почвы наиболее целесообразно использовать в системе полевых и кормовых севооборотов для производства зерна, картофеля, льна, трав, кормовых корнеплодов и др.

Торфяники в зависимости от генезиса и характера увлажнения делят на низинные, верховые и переходные. В зависимости от мощности торфяного слоя торфяно-болотные и заболоченные почвы делят на торфянисто-глеевые, у которых глубина торфяного слоя не превышает 30 см; торфяно-глеевые с глубиной торфа от 30 до 50 см; торфяно-болотные с мощностью торфа от 50 до 100 см; торфяные среднеторфяные с глубиной торфа от 100 до 200 см и мощные со слоем торфа более 200 см. Удаление избытка влаги и усиление доступа воздуха активизируют разложение органического вещества торфа. Поэтому при планировании мелиоративных мероприятий и сельскохозяйственного использования торфяных участков надо предусматривать меры по снижению интенсивности этого процесса. Торфяные почвы с глубиной залежи торфа до 1 м в осушенном состоянии необходимо использовать только под многолетние травы, культурные сенокосы и пастбища с возделыванием зерновых культур в период перезалужения. В хозяйствах, где более половины пашни расположено на таких почвах, зерновые культуры можно возделывать чаще при обязательном проведении мероприятий по восстановлению положительного баланса органического вещества. Участки с глубиной залежи торфа более 1 м в осушенном состоянии используют под луговые угодья, а также под зернотравяные севообороты, в структуре которых посевные площади многолетних трав будут составлять не менее 50%.

Повышение эффективности мелиорируемых земель во многом зависит от правильной эксплуатации мелиоративной системы, агротехники, четкой организации регулирования водного режима почвы в соответствии с требованиями сельскохозяйственных растений.

2.2. Требования сельскохозяйственного производства к водному режиму почвы

Известно, что сельскохозяйственные культуры предъявляют разные требования к водному режиму почвы. Кроме того, каждая культура имеет критические периоды (фазы) развития, когда происходит наибольшее потребление воды и питательных веществ.

Различают четыре основные фазы развития – прорастание, кущение, цветение, созревание. Необходимо знать требования растений к водному режиму почвы на каждой из этих стадий. Злаковые культуры, например, больше всего воды потребляют в период кущения и выколашивания; картофель – в начале цветения и через 10...15 сут после начала цветения; сахарная, столовая и кормовая свекла – в период интенсивного роста листьев и утолщения корня; капуста – во время образования кочана. В период созревания потребность растений в воде уменьшается и в конце его совершенно падает. Требования различных

культур к влажности почвы в процентах от полной влагоемкости характеризуются следующими данными:

Зерновые и корнеплоды	65...80
Овощные.	60...75
Травы.	80...85

В естественных условиях влажность почвы обычно отклоняется от наиболее благоприятных (оптимальных) значений. Если эти отклонения находятся в допустимых пределах, то сельскохозяйственные культуры развиваются нормально и дают хорошие урожаи. За верхний допустимый предел многие исследователи рекомендуют принимать влагозапасы, соответствующие 0,9...1,0 наименьшей влагоемкости (НВ). Нижний допустимый предел влагозапасов (НП) принимают для тяжелых по гранулометрическому составу почв 70...75%, для средних – 65, для легких почв – 60, для торфяных – 70 % наименьшей влагоемкости.

Обеспеченность сельскохозяйственных растений влагой зависит также от глубины используемого почвенного слоя. Установлено, что растения с малой глубины поглощают воды больше, чем из глубоких слоев. Это связано с глубиной проникновения основной массы корневой системы. Так, в почвенных условиях нашей страны у зерновых культур основная масса корней располагается в слое до 25...35 см, у овощных культур и бобовых трав – 40...50 см. Поэтому наиболее высокие требования сельскохозяйственное производство предъявляет к влажности пахотного и подпахотного слоев почвы. В то же время влажность этих слоев наиболее неустойчива и подвергается значительным колебаниям.

Определенные требования сельскохозяйственные растения предъявляют к глубине стояния грунтовых и почвенно-грунтовых вод на осушаемых участках. Влажность и аэрация активного слоя почвы находятся во взаимосвязи с уровнем стояния грунтовых вод. Если грунтовые воды опускаются до глубины нормы осушения, то влажность активного слоя, как правило, находится в допустимых пределах.

Норма осушения изменяется во времени, зависит от климатических условий, а также от почвенных и гидрогеологических характеристик. Примерные минимальные нормы осушения приведены в табл. 2.1.

В определенных условиях увеличение нормы осушения повышает урожайность сельскохозяйственных культур. Обычно это имеет место на мощных низинных торфяниках с интенсивным грунтовым питанием. Однако в этом случае при понижении грунтовых вод на глубину более 1,4 м верхние слои торфяной залежи иссушаются, ускоряется разложение и минерализация торфа, появляется опасность ветровой эрозии и пожаров.

Таблица 2.1. Минимальные нормы осушения, см

Культуры	Предпо- севной период	Первый месяц вегета- ции	Последую- щий период вегетации
Зерновые яровые	45 ... 50	70 ... 80	70 ... 90
//----// озимые	50 ... 60	70 ... 80	70 ... 90
Конопля	50 ... 60	70 ... 85	85 ... 105
Картофель, сахарная и кормовая свекла	50 ... 60	85 ... 100	90 ... 100
Овощные, подсолнечник, кукуруза на силос	50 ... 60	70 ... 80	80 ... 100
Травы на сено	40 ... 50	50 ... 60	60 ... 75
//----// выпас (пастбища)	50 ... 60	65 ... 70	70 ... 80

Одним из важных факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур является воздухообмен в почве. Академик А. Н. Костяков отмечал, что обновление воздуха в почве должно происходить за 7...8 сут. Для большинства почв минимальный объем воздуха в корнеобитаемом слое при возделывании трав должен быть не менее 15...20%, а при возделывании зерновых и корнеплодов – 20...35% от объема пор. Активность воздухообмена в почве зависит от многих факторов, в том числе от динамики уровня грунтовых вод.

Сельскохозяйственное производство предъявляет также определенные требования к водному режиму почв для обеспечения высокопроизводительной работы механизмов. Проходимость машин и хорошая обработка осушаемых почв обеспечиваются при глубине грунтовых вод не менее 50...60 см от поверхности и при влажности почвы 60...70% полной влагоемкости. Такие же условия необходимы и для благоприятного протекания почвенных процессов. Например, для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов необходимо, чтобы температура почвы была выше 8°C.

При назначении приемов регулирования водного режима почвы следует иметь в виду, что водопотребление сельскохозяйственных культур зависит от вида растений и изменяется на протяжении вегетационного периода (табл. 2.2).

Таблица 2.2. Потребление воды сельскохозяйственными культурами в процентах от суммарного водопотребления (по данным БелНИИМВХ)

Культуры	Потребление воды по месяцам и декадам						
	Апрель	Май			Июнь		
	3	1	2	3	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8
Сахарная свекла	—	—	—	—	3,1	4,6	5,8
Картофель	—	—	—	—	5,0	7,3	10,8
Травы первого года	—	—	—	2,4	5,0	5,1	7,8
//-/ последующих лет	2,0	5,1	5,6	7,3	8,2	10,2	10,0

Культуры	Потребление воды по месяцам и декадам								
	Июль			Август			Сентябрь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Сахарная свекла	5,9	8,8	12,4	13,1	15,5	9,3	8,3	7,7	5,5
Картофель	13,6	18,0	15,3	15,0	10,7	4,3	—	—	—
Травы первого года	14,9	17,5	15,5	5,1	8,4	10,2	8,1	—	—
// -// последующих лет	7,6	7,5	7,2	9,8	11,4	7,1	—	—	—

2.3. Формирование водного режима на осушаемых землях

Водный режим на осушаемых почвах формируется в результате воздействия различных факторов, которые можно сгруппировать в приходные и расходные статьи водного баланса. К основным источникам увеличения влагозапасов относятся осадки, поверхностные воды, поступающие извне с прилегающих участков; грунтовые воды, фильтрующиеся с окружающего водосбора, и грунтовые воды, выклинивающиеся под напором из глубоких слоев. При составлении планов регулирования водного режима почвы необходимо выявить преобладающий источник увеличения влагозапасов и назначить соответствующие приемы регулирования.

Уменьшение влагозапасов в почве происходит за счет испарения воды растениями (транспирация) и почвой, оттока за пределы осушаемой территории и просачивания в более глубокие слои.

В разные периоды вегетации может преобладать либо поступление воды в почву, либо расход. В зависимости от этого в годовом цикле динамики влагозапасов можно выделить три характерных периода: наибольшей влажности почвы – конец зимы и весна; уменьшающейся и низкой влажности – конец весны и лето; низкой, но постепенно увеличивающейся влажности – осень и начало зимы.

Продолжительность этих периодов зависит от места расположения осушаемого участка (на водоразделе, склоне, пойме), от почвенного покрова, подстилающих грунтов, характера хозяйственного использования участка и урожайности сельскохозяйственных культур. Если участок расположен на водоразделе, то первый период будет короче, так как избыточные воды отводятся с повышенных мест быстрее, второй – продолжительнее, а третий – короче по сравнению с участками, расположенными на склонах и поймах. Аналогичную картину можно наблюдать на более водопроницаемых почвах.

На тяжелых почвах первый и третий периоды будут растянутыми, а второй – коротким. При интенсивном сельскохозяйственном использовании осушаемых почв расход воды из почвы увеличивается. В этом случае первый и третий периоды сокращаются, а второй увеличивает-ся.

По состоянию воды в почве различают химически связанную, парообразную, адсорбированную (гигроскопическую и пленочную), внутриклеточную (в остатках растений), капиллярную и гравитационную влагу.

Химически связанная и внутриклеточная влага имеется в составе различных почвенных соединений и растительных остатков. Она недоступна корневой системе растений.

Парообразная влага движется из мест с большей упругостью пара к местам с меньшей упругостью и способна переходить в другие формы. Она недоступна корневой системе растений.

Гигроскопическая влага образуется на поверхности частиц при поглощении почвой паров воды из воздуха. Максимальная гигроскопичность составляет: у песчаных почв – около 1%, у суглинистых – 5...8, у глинистых – 10...12% массы сухой почвы и недоступна растениям. Влажность устойчивого завядания соответствует полуторной (до двойной) максимальной гигроскопичности.

Пленочная вода обволакивает почвенные частицы тонким слоем поверх гигроскопической и удерживается молекулярными силами с большой силой. Прочность связи пленочной воды уменьшается по мере удаления от поверхности почвенной частицы и при достижении некоторого предела, который называют максимальной молекулярной влагоемкостью, вода уже не удерживается молекулярными силами и становится доступной для растений. В состоянии пленочного увлажнения почвы выделяют влажность завядания (при тонкой пленке), при которой в листьях растений создается дефицит влаги, ткани теряют тургор и растения увядают.

Капиллярная вода помещается в мелких проходах (порах) между почвенными частицами и удерживается менисковыми силами, которые обусловлены поверхностным натяжением жидкости и смачиванием поверхности частиц.

Если капиллярной воды в почве очень мало, она размещается лишь в наиболее тонких замкнутых почвенных порах и в местах контакта почвенных частиц. В таком состоянии влага мало подвижна и трудно усваивается растениями. По мере увеличения количества капиллярной воды стыковые участки начинают соединяться между собой, вода становится подвижной и доступной растениям. Когда все мелкие поры заняты водой, подвижность капиллярной воды увеличивается, происходит перемещение ее от мест с высокой влажностью к местам с пониженной влажностью почвы, влага становится хорошо доступной растениям.

Гравитационная вода появляется в почве при увлажнении сверх капиллярного насыщения. Она свободно просачивается вниз под действием силы тяжести (гравитации), вызывая подъем грунтовых вод и заболачивание почвы на неосушаемых землях. На осушаемых участках

гравитационная вода поступает в осушители и отводится за пределы объекта.

Содержание влаги в почве характеризуется такими показателями, как полная, наименьшая и капиллярная влагоемкости, влажность разрыва капилляров, критическая влажность, влажность устойчивого завядания.

Полная влагоемкость (ПВ) – наибольшее количество воды, которое может содержаться в почве при условии полного заполнения всех пустот и пор.

Наименьшая влагоемкость (НВ) – наибольшее количество воды, которое может удерживаться в почве после обильного увлажнения сверху и затем свободного оттока воды в более глубокие слои при глубоком залегании грунтовых вод.

Капиллярная влагоемкость (КВ) – количество капиллярной влаги, которое может содержаться в почве в зоне капиллярного поднятия при неглубоком залегании грунтовых вод.

Влажность разрыва капилляров (ВРК) – влажность, при которой подвешенная влага в процессе испарения теряет сплошность и перестает передвигаться к испаряющей поверхности.

Критическая влажность (КРВ) – влажность почвы, при переходе через которую от более высокой к более низкой резко ухудшается снабжение растений водой. Ее принимают равной ВРК.

Влажность устойчивого завядания (ВЗ) – влажность, при которой у растений появляются признаки завядания, не исчезающие при помещении их в среду, насыщенную водяным паром.

Водоподъемная способность почвы – возможность перемещать влагу по капиллярам от уровня грунтовых вод в верхние слои почвы. Высота подъема в песках – 0,3...0,5 м, в супесях – 0,6...0,8, в тяжелых суглинках – 2...3, в глинистых – до 7 м. В торфяных грунтах она изменяется от 0,3 до 1,2 м в зависимости от степени разложения органического вещества.

Все перечисленные виды почвенной влаги, а также факторы формирования водного режима и их динамику во времени необходимо учитывать при назначении наиболее рациональных приемов регулирования влажности почвы и при составлении хозяйственных планов водопользования.

2.4. Составление плана регулирования водного режима почвы

Основной задачей службы эксплуатации осушительных систем является обеспечение необходимого водного режима почвы для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур независимо от погодных условий. Выполнить эту задачу можно при ежегодном проведении комплекса водорегулирующих мероприятий. Распределение

этих мероприятий во времени с соответствующими расчетами режима увлажнения или сброса избыточных вод и представляет собой план регулирования водного режима осушаемых почв, или план водопользования. Он должен быть составной частью производственного плана хозяйства по выращиванию сельскохозяйственной продукции.

В план водопользования включают расчет водного режима почвы, определение сроков и норм полива и сброса избыточных вод, оперативный план регулирования водного режима.

Режим увлажнения или осушения земель зависит от погодных, почвенных и гидрогеологических условий, вида сельскохозяйственных культур, способов увлажнения и осушения. Увлажняют почву с помощью шлюзования или дождевания. Примерные оросительные нормы в годы с различной обеспеченностью осадками для условий Беларуси (по данным БелНИИМирХ – сейчас РУП “Институт мелиорации и лугодводства НАН Беларуси”) приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3. Примерные оросительные нормы дополнительного увлажнения почвы, мм

Обеспеченность осадками, %	Супесчаные почвы				Суглинистые почвы				Торфяные почвы
	много-летние травы	картофель	капуста	корне-плоды	много-летние травы	картофель	капуста	корне-плоды	много-летние травы
Южная зона									
50	150	80	140	120	120	75	120	100	90
75	175	110	160	140	150	100	140	120	120
95	225	170	240	200	200	150	220	180	180
Северная зона									
50	125	60	100	90	90	50	80	70	60
75	150	80	120	110	120	75	100	90	90
95	200	140	200	170	180	125	180	150	150

Число и сроки поливов или сбросов избыточных вод определяют водобалансовыми расчетами. Графическое изображение этого процесса приведено на рис. 2.1. Оптимальный влагозапас в корнеобитаемом слое почвы для определенной культуры за вегетационный период условно характеризуется кривой О. Естественный запас влаги (например, для засушливого года) в том же слое почвы характеризуется кривой Е, мертвый запас – кривой МЗ. Сопоставление линий О и Е показывает необходимость регулирования влажности почвы.

Создаваемый при поливах водный режим почвы характеризуется ступенчатой кривой П, которая колеблется около кривой О и должна находиться в допустимых для растений пределах – верхнего ВП (НВ) и нижнего НП. Точки пересечения линии П с линией НП указывают дату начала проведения поливов. Максимальную поливную норму (м³/га)

можно определить разницей между влагозапасом при наименьшей влагоемкости почвы НВ (верхний допустимый предел) и нижним допустимым влагозапасом НП (значения НП см. в разделе 2.2).

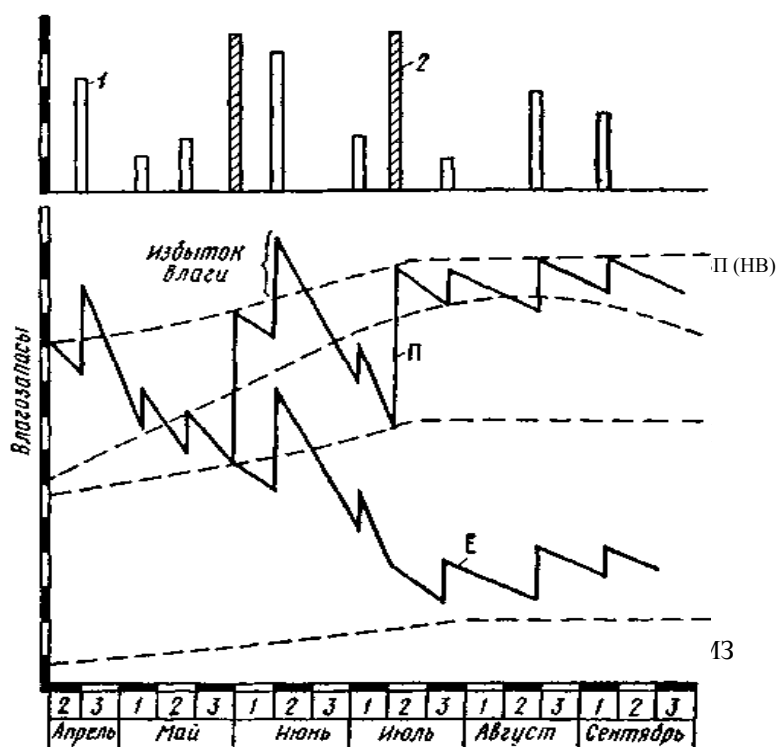


Рис. 2.1. Схема динамики естественного и регулируемого режимов почвенной влаги: 1 – осадки; 2 – полив.

Весной и при выпадении обильных осадков влагозапасы могут превысить верхний допустимый предел и в почве образуется избыток влаги, которая отводится осушительной сетью. Место пересечения линий П и НП указывает начало сброса избыточных вод. Превышение линии П над НП определяет величину избытка влаги (норму сброса). Способ и режим регулирования влагозапасов должны быть такими, чтобы влажность почвы была ближе к оптимальной.

Для составления планов регулирования водного режима почвы можно использовать разработки БелНИИМВХ [32].

При планировании регулирования водного режима почвы на мелиоративном объекте в достаточной мере точности возможно определение норм подачи и сброса воды по декадам вегетационного периода водобалансовыми расчетами. Для этого устанавливают расчетный год-аналог, из которого выбирают данные по осадкам, уровням грунтовых вод, среднесуточным дефицитам влажности воздуха. По участкам для различных почв устанавливают водно-физические показатели. В зависимости от вида сельскохозяйственных культур определяют расчетные глубины корневой системы, начало и продолжительность вегетации.

Водно-физические показатели почвы определяют лабораторными и полевыми способами по существующим методикам. К основным таким показателям относятся плотность, пористость, полная и наименьшая влагоемкость, влажность, водоотдача, водопроницаемость почвы.

Плотность твердой фазы почвы (удельная масса) показывает, сколько весит единица объема твердых частиц почвы:

$$\rho = \frac{P}{V_{пл}},$$

где ρ – плотность твердой фазы почвы, г/см³;

P – масса абсолютно сухой пробы почвы, г;

$V_{пл}$ – объем пробы в абсолютно плотном состоянии, см³.

Плотность сложения (объемная масса) – это отношение массы абсолютно сухой почвы в ненарушенном состоянии к занимаемому ею объему:

$$\gamma = \frac{P}{V},$$

где γ – плотность сложения, г/см³;

P – масса абсолютно сухой почвы, г;

V – объем почвы с ненарушенной структурой, см³.

Пористость показывает, какая часть общего объема почвы приходится на поры:

$$П = \left(1 - \frac{\gamma}{\rho}\right) \cdot 100\%.$$

Полная влагоемкость – это наибольшее количество воды, которое может вместиться в почве при полном заполнении пор водой:

$$ПВ = \left(1 - \frac{\gamma}{\rho}\right) \cdot 100,$$

где ПВ – полная влагоемкость в % от объема почвы.

Наименьшая влагоемкость – максимально возможное содержание влаги в почве после стекания всей гравитационной воды. Она является верхним пределом оптимальной влажности почвы. Определяется лабораторным методом или расчетом (%):

$$НВ = ПВ - \delta,$$

где НВ – наименьшая влагоемкость;

ПВ – полная влагоемкость почвы;

δ – водоотдача почвы.

Водоотдача – способность насыщенной до полной влагоемкости почвы отдавать часть воды путем свободного стекания под влиянием силы тяжести. Ее можно определить по формуле

$$\delta = 0,01 \text{ ПВ} \cdot \text{П}_{\text{св}},$$

где δ – водоотдача в объемных процентах;

ПВ – полная влагоемкость в объемных процентах;

$\text{П}_{\text{св}}$ – свободная пористость при наименьшей влагоемкости, которая для торфа составляет 30%, суглинка – 25%, песка и супеси – 40%;

Влажность почвы характеризует содержание в ней влаги и может выражаться в процентах от массы абсолютно сухой почвы (абсолютная влажность), от ее объема (объемная влажность), от содержания влаги, соответствующей виду влагоемкости почвы (чаще полной или наименьшей). По влажности определяют запасы влаги в разных слоях почвы в данный момент, запасы влаги, доступной растениям, устанавливают спелость почвы для обработки, определяют время начала отвода избыточной воды или подачи на увлажнение, оценивают влагообеспеченность растений.

Абсолютная влажность показывает, какую часть от массы твердой фазы почвы составляет вода, и определяется по соотношению

$$\beta_{\text{абс}} = \frac{В}{Р} \cdot 100,$$

где $\beta_{\text{абс}}$ – абсолютная влажность, %;

В – масса воды в почве, г;

Р – масса абсолютно сухой почвы, г.

Объемная влажность показывает, какая часть объема, занимаемого почвой, приходится на долю воды:

$$\beta_{\text{об}} = \frac{В}{V} \cdot 100,$$

где $\beta_{об}$ – объемная влажность, %;

B – масса воды в почве, г;

V – объем образца почвы с ненарушенной структурой, $см^3$.

Для пересчета абсолютной влажности в объемную используют соотношение

$$\beta_{об} = \beta_{абс} \cdot \gamma,$$

где γ – плотность сложения почвы, $г/см^3$.

Влажность почвы в процентах от полной влагоемкости можно определить по зависимости

$$\beta = \frac{\rho \cdot \beta_{об}}{\rho - \gamma},$$

где ρ – плотность твердой фазы почвы, $г/см^3$.

Запас влаги (W) в почвенном слое определяют по ее влажности:

$$W = 10 \beta_{абс} \gamma h, \text{ мм, или } W = 10 \beta_{об} h, \text{ мм,}$$

а также

$$W = 100 \beta_{абс} \gamma h, \text{ м}^3/\text{га, или } W = 100 \beta_{об} h, \text{ м}^3/\text{га,}$$

где h – мощность расчетного слоя почвы, м;

$\beta_{абс}$ – влажность почвы, процент от ее абсолютно сухой массы;

γ – плотность сложения почвы, $г/см^3$ ($т/м^3$);

$\beta_{об}$ – влажность почвы, процент от ее объема.

Расчетные глубины корневой системы по декадам, начало и продол-

жительность вегетации следует изучить для каждой сельскохозяйственной культуры и почвенной разности мелиоративного объекта. До проведения исследований можно использовать осредненные данные, приведенные в табл. 2.4.

С использованием собранных исходных материалов определяют влагозапасы на конец каждой декады в расчетных слоях почвы по формуле ($м^3/\text{га}$)

$$W_k = W_n + P_n + V_r - E,$$

где W_k и W_n – запасы влаги на конец и начало декады;

P_n – используемые осадки на пополнение влагозапасов почвы;

V_r – подпитывание влагой расчетного слоя почвы от грунтовых вод;

E – расход влаги на испарение почвой и транспирацию растений.

Таблица 2.4. Расчетная мощность корнеобитаемого слоя почвы h (см) и продолжительность вегетации культур (по данным Г. И. Афанасика, В. Н. Пятницкого, П. А. Волковского)

Культуры	Почва	Декады от начала вегетации											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Зерновые	Торфяная	15	30	45	55	65	73	78	80	80			
Многолетние травы	Торфяная	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Минеральная	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Кукуруза	Минеральная	15	30	45	55	65	73	76	80	80	80		
Капуста поздняя, морковь, свекла	Минеральная	20	31	43	53	61	65	68	70	70	70	70	70
Картофель поздний	Минеральная	20	30	40	47	53	56	58	60	60	60	60	60

Пополнение влагозапасов почвы от атмосферных осадков определяют по формуле

$$P_n = 10 \cdot \mu \cdot P,$$

где $\mu = 0,7 \dots 0,8$ – коэффициент использования осадков;

P – общее количество осадков за декаду, мм.

Подпитывание влагой расчетного слоя почвы от грунтовых вод можно вычислить по приближенной зависимости

$$V_r = \varphi \cdot E,$$

где V_r – величина подпитывания от УГВ, $\text{м}^3/\text{га}$;

φ – коэффициент, учитывающий использование грунтовых вод.

Зависит от глубины залегания грунтовых вод, глубины корневой системы, вида почвы (табл. 2.5).

Таблица 2.5. Коэффициент φ , учитывающий использование грунтовых вод на средних по гранулометрическому составу почвогрунтах (связные супеси, легкие и средние суглинки)

Культуры и глубина корневой системы	Глубина залегания грунтовых вод, м				
	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
Овощные с корневой системой до 0,6 м	0,80	0,35	0,15	0,05	–
Культуры с корневой системой до 1 м	0,95	0,50	0,30	0,15	0,05
Многолетние культуры с глубокой корневой системой (более 1 м)	1,00	0,95	0,60	0,30	0,10

Расход влаги на суммарное испарение (водопотребление) можно вычислить по формуле ($\text{м}^3/\text{га}$)

$$E = 10 k \cdot \sum d, \text{ или } E = 14,7 n \cdot k \cdot d^{0,44},$$

где $\sum d$ – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за рассматриваемый период (мб), которую определяют по табл. 2.6 и 2.7 в зависимости от гидролого-климатических зон Республики Беларусь;

k – биологический коэффициент водопотребления (мм/мб), который принимают по табл. 2.8 для разных культур и почв;

n – число суток в расчетном периоде;

d – среднесуточный дефицит влажности воздуха за расчетный период, мб.

Таблица 2.6. Суммы среднесуточных дефицитов влажности воздуха за апрель – сентябрь разной обеспеченности по метеостанциям Беларуси, мб

Метеостанция	Зона РБ	Обеспеченность, %				
		10	25	50	75	90
Бобруйск	II	1215	1113	1021	929	858
Борисов	I	1161	1074	976	888	820
Брагин	III	1308	1188	1090	992	916
Брест	III	1282	1167	1051	946	883
Василевичи	III	1320	1220	1109	1009	932
Витебск	I	1008	924	840	764	706
Гомель	III	1205	1113	1021	939	858
Горки	I	1021	929	837	762	703
Гродно	III	1158	1062	965	878	811
Житковичи	III	1205	1122	1039	956	873
Жлобин	III	1215	1131	1047	963	879
Ивацевичи	III	1152	1064	976	908	820
Костюковичи	II	1176	1068	980	892	832
Лельчицы	II	1298	1199	1100	1012	924
Лепель	I	1049	961	874	795	734
Лида	II	1086	986	905	824	760
Минск	I	1154	1049	954	878	801
Могилев	II	1146	1059	963	876	809
Орша	I	1014	921	845	769	710
Пинск	III	1158	1069	981	903	824
Полоцк	I	980	899	817	743	686
Пружаны	III	1194	1085	995	905	836
Слуцк	II	1081	1007	932	857	783
Шарковщина	II	978	888	815	742	685

Запас влаги в слое почвы для первой расчетной декады (начало вегетации культуры) принимают равным фактически наблюдаемому при посеве культуры. Приблизительно этот влагозапас можно принять равным запасу влаги при наименьшей влагоемкости, т.е.

Таблица 2.7. Типовое внутрисезонное распределение суммы среднесуточных дефицитов влажности воздуха за апрель – сентябрь, %

Обеспеченность, %	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
I. Центральная зона																		
0...33	2	2	4	5	6	8	5	7	9	6	11	8	6	5	5	5	4	2
33...66	3	4	7	5	6	8	9	7	5	5	9	7	6	5	5	5	3	2
66...99	2	3	5	4	5	9	7	9	9	6	9	7	5	7	4	4	3	2
II. Северная зона																		
0...33	1	2	4	5	6	5	8	10	8	7	8	10	6	4	4	5	4	3
33...66	2	4	6	4	6	8	11	7	7	8	8	6	6	5	4	4	2	2
66...99	2	3	6	4	5	9	10	8	7	7	9	6	6	5	4	4	3	2
III. Южная зона																		
0...33	2	3	5	4	5	6	8	6	6	8	10	3	5	5	5	5	4	3
33...66	2	3	4	5	6	8	9	7	6	8	7	7	7	5	4	5	4	3
66...99	2	3	5	4	6	8	10	8	6	6	8	7	6	5	4	5	4	3

Таблица 2.8. Биологические коэффициенты водопотребления

Культуры	Периоды	Значения k (мм/мб) по декадам от начала вегитации														За весь период
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Сельскохозяйственные культуры на минеральных почвах																
Пастбище	Цикл отрастания	0,85	0,91	1,06	0,94	0,72										0,89
Капуста	Декада	0,83	0,98	1,06	1,13	1,19	1,24	1,23	1,06	0,91	0,78	0,64	0,55			0,97
Морковь	— // —	0,49	0,59	0,72	0,80	0,97	1,16	1,22	1,44	1,16	0,91	0,72	0,43			0,90
Свекла	— // —	0,48	0,56	0,74	0,90	1,03	1,08	1,22	1,11	0,98	0,88	0,70				0,87
Картофель	— // —	0,74	0,82	0,93	1,14	1,26	1,18	0,98	0,86	0,71						0,95
Зерновые яровые	— // —	0,68	0,80	0,89	1,05	1,20	1,26	1,16	1,01	0,83	0,59					0,95
Сельскохозяйственные культуры на торфяных почвах																
Пастбище	Цикл отрастания	0,96	1,14	1,11	1,10	0,73										
Многолетние травы (три укоса)	Декада	0,87	1,03	1,54	1,05	0,97	0,80	1,33	1,52	1,11	1,18	0,51	0,74	0,97	0,62	1,02

Примечание. Отсчет декад для пастбищ и многолетних трав ведется с декады начала активной вегетации (третья декада апреля или первая мая), капусты – от декады высадки рассады, а остальных культур – от всходов.

$$W_n = W_{n.v}, \text{ м}^3/\text{га}.$$

Используя составляющие водного баланса почвы, определяют сформировавшийся влагозапас в расчетном слое на конец декады, W_k ($\text{м}^3/\text{га}$).

Чтобы определить прием регулирования влажности в данный расчетный период (сброс или увлажнение), необходимо W_k сравнить с $W_{n.v}$ и $W_{n.п}$ за этот же период. При сравнении могут быть три случая:

1. $W_{n.v} > W_k > W_{n.п}$ – влагозапасы в почве находятся в оптимальных пределах. Мероприятия по регулированию влажности не требуются. В этом случае влагозапасы на начало декады в очередном расчетном слое почвы определяют по формуле ($\text{м}^3/\text{га}$)

$$W_n = W_k^{\text{пред}} + \Delta W,$$

где $W_k^{\text{пред}}$ – влагозапасы в расчетном слое почвы в конце предыдущей декады;

ΔW – имеющиеся влагозапасы в зоне увеличения корнеобитаемого слоя почвы за следующую декаду.

$$\Delta W = 100 \Delta h \beta_{об}, \quad \Delta h = h^c - h^{\text{пред}},$$

где Δh – увеличение корнеобитаемого слоя почвы за декаду, м;

$\beta_{об}$ – влажность почвы в этом слое, процент от ее объема;

h^c – мощность корнеобитаемого слоя почвы следующей расчетной декады, м;

$h^{\text{пред}}$ – мощность корнеобитаемого слоя почвы предыдущей декады, м (табл. 2.4).

2. $W_k > W_{n.v}$ – влагозапасы в слое почвы на конец расчетной декады больше наименьшей влагоемкости. В почве имеется избыток воды (W_n), который следует удалить ($\text{м}^3/\text{га}$)

$$W_n = W_k - W_{n.v}.$$

Влагозапасы на начало следующей декады определяют по формуле ($\text{м}^3/\text{га}$)

$$W_n = W_{n.v}^{\text{пред}} + \Delta W,$$

где $W_{n.v}^{\text{пред}}$ – запас влаги в почве при наименьшей влагоемкости в предыдущей декаде.

3. $W_k < W_{n.п}$ – влагозапасы на конец декады меньше нижнего оптимального предела. В почве содержится недостаточное количество

влаги для нормального развития сельскохозяйственных культур. Недостаток влагозапасов до оптимального предела составит

$$W_{\text{нед}} = W_{\text{н.п}} - W_{\text{к}}.$$

Тогда максимальная норма увлажнения ($\text{м}^3/\text{га}$)

$$m_{\text{макс}} = W_{\text{н.в}} - W_{\text{к}}.$$

При орошении дождеванием для предупреждения поверхностного стока рекомендуется норму увлажнения ($m_{\text{пр}}$) принимать не более предельной нормы полива, приведенной в табл. 2.9.

Таблица 2.9. Поливные нормы (нетто) для условий Беларуси, $\text{м}^3/\text{га}$

Культуры	Почвы		
	Супесчаные	Суглинистые	Торфяные
Травы	200...250	250...300	300...400
Капуста	100...250	150...300	—
Картофель	150...250	200...300	—
Свекла	100...250	200...300	—

Норму увлажнения $m_{\text{пр}}$ назначают такую, которая обеспечит влагозапасы, близкие к среднему или к верхнему оптимальному пределу $W_{\text{н.в}}$. Тогда влагозапасы на начало следующей расчетной декады

$$W_{\text{н}} = W_{\text{к}} + m_{\text{пр}} + \Delta W.$$

Все водобалансовые расчеты целесообразно выполнять по форме табл. 2.10.

Продолжительность увлажнения почвы (сут) при дождевании определяют по формуле

$$T_y = \frac{m_{\text{бр}} \cdot F}{Q_{\text{м}} \cdot n \cdot \eta_{\text{м}} \cdot 3600},$$

где $m_{\text{бр}}$ – поливная норма брутто, $\text{м}^3/\text{га}$;

F – площадь поля, га;

$Q_{\text{м}}$ – расход дождевальной машины, $\text{м}^3/\text{с}$;

n – число часов работы поливного агрегата за сутки;

$\eta_{\text{м}}$ – коэффициент использования рабочего времени машиной за сутки (“Волжанка” – 0,7...0,9; “Фрегат” – 0,82...0,93; ДДА-100 МА – 0,68...0,8; ДДН-70 – 0,6...0,86).

Расход воды (л/с) на увлажнение дождеванием

$$Q_y = \frac{m_{\text{бр}} \cdot F}{3,6 \cdot T_y \cdot n}.$$

Время сброса избыточной воды (сут)

$$T_c = \frac{m_c}{86,4 \cdot q_c},$$

где m_c – норма сброса, м³/га;

q_c – модуль дренажного стока л/с га (для глины, суглинков тяжелых и средних модуль дренажного стока составляет 0,4...0,5; суглинков легких и супесей – 0,6; песков и торфа – 0,7...0,8 л/с га).

Расход воды на сброс (л/с) определяют по формуле

$$Q_c = \frac{m_c \cdot F}{86,4 \cdot T_c}.$$

Время увлажнения T_y и сброса T_c не должно превышать величину расчетного периода (декада, пектада).

Расчеты по определению продолжительности увлажнения почвы или сброса избыточной воды, а также расходов воды при увлажнении или сбросе целесообразно выполнить по форме табл. 2.11.

На основании ведомости сроков, норм увлажнения и сброса избыточных вод составляется оперативный план регулирования водного режима почвы (табл. 2.12). В таблице для каждой декады существует запись в виде дроби, в которой перед чертой ставят норму увлажнения или сброса, в числителе – сроки, а в знаменателе – расходы (например, $300 \cdot \frac{11-20}{51}$).

При проведении (выполнении) хозяйственных планов регулирования водного режима почвы осуществляют их корректировку, т. е. изменения. Корректировка вызывается погодными условиями, изменениями состава культур и сроков их весеннего сева. Поливы приурочивают к периодам (фазам) максимальной потребности растений в воде.

Многие осушительно-увлажнительные системы являются межхозяйственными, т. е. располагаются на землях двух и более хозяйств. В таком случае возникает необходимость определять суммарные расходы (объемы) забираемой воды из источника для обеспечения потребности всех хозяйств (объектов) при проведении увлажнительных мероприятий в расчетные периоды, определять пути транспортировки воды по сети каналов (трубопроводов) и порядок распределения ее между хозяйствами. Эти вопросы со всеми необходимыми расчетами решают в системном плане водораспределения.

[illegible][illegible][illegible]

2.5. Приемы регулирования водного режима почвы

Для регулирования водного режима почвы применяют разные методы. Отвод избыточных вод осуществляют методом ускорения стока поверхностных вод, понижения уровня грунтовых вод, перехвата поверхностных и грунтовых вод, стекающих со смежных водосборов. Увлажнение почвы проводят подпочвенным способом (шлюзованием) и дождеванием. Осушительные и увлажнительные мероприятия эксплуатационная служба проводит с использованием таких элементов мелиоративной системы, как каналы, дрена, водоподпорные сооружения, насосные станции, напорные трубопроводы, дождевальная техника, водоприемник, источник воды для увлажнения почвы. Все элементы поддерживают в исправном состоянии, а устройства с коротким сроком службы своевременно обновляют.

После пропуска весеннего паводка осушительно-увлажнительную и оросительную системы готовят к регулированию водного режима почвы, на протяжении вегетационного периода. Для этого осматривают все каналы, сооружения, оросительные трубопроводы и арматуру на них, поливную технику, определяют виды и объемы деформаций. Проводят опробывание работы насосной станции, водоподпорных сооружений и оросительной системы. По результатам осмотра намечают сроки и мероприятия по ликвидации повреждений. Все дальнейшие операции с водой (сброс или подача на увлажнение) осуществляют в соответствии с хозяйственными планами водопользования и системными планами водораспределения.

Приемы регулирования водного режима зависят от источников формирования влагозапасов за декаду в расчетном слое почвы и конструкции мелиоративной системы. На участках с атмосферным водным питанием в период избытка применяют ускорение стока поверхностных вод. Этот метод применим на почвах тяжелого гранулометрического состава на плоских водоразделах, пологих склонах. В дополнение к осушительной сети (каналы, дрена) используют мероприятия, обеспечивающие ускорение отвода избыточной воды по поверхности почвы и частично по пахотному слою. К ним относятся ложбины, планировка (выравнивание) поверхности, узкозагонная вспашка, профилирование поверхности, выборочное бороздование, гребневание и грядование. На тяжелых почвах атмосферного водного питания в засушливые периоды наблюдается недостаток влаги в верхних слоях. Для увеличения влагоемкости и создания дополнительных запасов продуктивной влаги в подпахотном слое проводят глубокое безотвальное рыхление, глубокую вспашку, щелевание и кротование. Глубокое рыхление позволяет снизить объемную массу подпахотных слоев в сред-

нем на 10%, а в первый год проведения – на 20%. Разрыхленный слой содержит, как правило, на 5...10% влаги больше, чем неразрыхленный.

В связи с тем, что срок действия агромелиоративных мероприятий составляет 1...3 года, служба эксплуатации должна контролировать своевременное их восстановление.

На участках с грунтовым водным питанием регулирование водного режима почвы проводят отводом избыточной влаги и понижением уровней грунтовых вод или прекращением сброса и задержанием стока в мелиоративной сети в засушливый период. Требуемое понижение уровня грунтовых вод более оперативно достигается на почвах легкого гранулометрического состава и на торфяно-болотных почвах. На связных почвах этот процесс затрудняется и требуется применение дополнительных мероприятий, которые включают глубокое рыхление, кротование и щелевание почвы. Эти мероприятия целесообразны на фоне закрытого дренажа.

При глубоком рыхлении увеличивается водопроницаемость почвы. В начальный период после рыхления водопроницаемость пахотного слоя увеличивается в 2...4 раза, а подпахотного на глубине 50 см – более чем в 25 раз. Однако через 3...4 года водопроницаемость приближается к исходной. Направление движения рыхлителя желательно поперек дренажных линий. Глубокое рыхление повышает действие дренажа при отводе избыточных вод и подаче воды на увлажнение.

При кротовании создают полости-кротовины на глубине 35...40 см от поверхности с расположением их поперек дрен-осушителей. Кротование обеспечивает хорошую гидравлическую связь пахотного слоя с дренами, позволяя ускорить отвод из него избыточных вод. Проводить его рекомендуется на торфяно-болотных и связных минеральных почвах через 3...4 года.

Щелевание способствует увеличению осушительного действия дренажа. Его также применяют на склонах местности для перехвата поверхностного стока и перераспределения его по почвенному профилю. Щелевание способствует выравниванию водного режима по элементам рельефа, является противоэрозионным мероприятием.

Подача воды в почву в засушливые периоды может осуществляться подпочвенным увлажнением и дождеванием. Подпочвенное увлажнение более эффективно при достаточно высокой капиллярной водопроницаемости почвогрунтов. Поверхность увлажняемого участка должна быть ровной в естественном состоянии или спланированной, чтобы не происходило переувлажнения почвы в пониженных местах и недоувлажнение на повышенных. Приемы управления водным режимом шлюзованием зависят от вида водоисточника, который может быть использован для увлажнения. Если используют только местный сток, то

применяют предупредительное шлюзование. В этом случае щиты водоподпорных сооружений закрывают на фазе спада половодья, когда уровни грунтовых вод (УГВ) на середине между осушителями понизятся до 35...40 см от поверхности почвы. В дальнейшем нужно следить, чтобы УГВ не поднимался выше указанного предела и обеспечивать постепенное его опускание с учетом развития корневой системы растений. Когда корневая система разовьется полностью, то УГВ поддерживают на глубине нормы осушения. Увлажнение почвы с использованием местного стока может быть надежным, если водосборная площадь в 15...20 раз превышает площадь увлажнения.

При использовании для подпочвенного увлажнения воды из гарантированного водоисточника (река, пруд, водохранилище) регулирование водного режима почвы ведут с применением увлажнительного шлюзования. Во время подачи воды на увлажнение сначала заполняют водоподводящие и магистральные каналы, после чего заполняют проводящую и регулирующую сеть мелиоративного объекта. Наполнение каналов должно быть постепенным с расходом воды не более 25% от пропускной способности канала. При наполненных каналах расход на увлажнение пропускают при уровнях не менее 0,3...0,4 м ниже бровки. В нижних бьефах водоподпорных сооружений поток должен быть спокойным.

Заполнение регулирующей сети начинают с пониженных по рельефу участков, переходя постепенно на другие участки вверх против течения воды в распределительных каналах. После установления на поле оптимального уровня воды затворами водорегулирующих сооружений в головах распределительных каналов, а также по их длине обеспечивают подачу расхода, равного потреблению на впитывание почвой. При выпадении обильных осадков мелиоративную систему переводят в режим сброса избыточных вод. К началу уборки урожая грунтовые воды необходимо понизить до глубины, обеспечивающей проходимость сельскохозяйственной техники.

При подпочвенном регулировании влажности корнеобитаемого слоя следует знать, что интенсивный подъем УГВ в засушливый период часто приводит к переувлажнению нижней части корневой системы, практически не меняя влажности в верхней ее части. Циклические подъемы и снижения УГВ в течение вегетационного периода не позволяют в должной мере обеспечить оптимальный водно-воздушный режим для сельскохозяйственных культур. При возделывании на мелиорируемом участке нескольких культур, наличии развитого микро- и мезорельефа и сложной структуры почвенного покрова грунтовые воды следует поддерживать в наиболее безопасном диапазоне.

Для обеспечения нормальных условий произрастания сельскохо-

зайственных растений необходимо, чтобы в период затяжных дождей на нижней границе корнеобитаемого слоя содержание воздуха в почве было не менее 15% от объема. Это требование можно выполнить при поддержании УГВ на торфяных и песчаных почвах на 0,25...0,30 м, а на супесчаных и суглинистых – на 0,4...0,5 м глубже нижней границы корнеобитаемого слоя. Известно, что в пахотном слое содержится основное количество питательных веществ. Для более интенсивного использования этих веществ желательно обеспечить поглощение растениями воды из пахотного слоя не менее 30% от общего объема транспирации. Это условие можно выполнить ограничением максимального удаления УГВ на торфяных и песчаных почвах на 0,4...0,5 м, на супесчаных почвах и пылеватых суглинках – на 0,6...0,7 м, на легкосуглинистых почвах – на 0,7...0,8 м от нижней границы корнеобитаемого слоя. Следует отметить, что на связных почвах, обладающих низкой водопроницаемостью, пахотный и подпахотный слои могут переувлажняться в период затяжных дождей и дополнительное понижение УГВ не дает должного эффекта.

Орошение дождеванием применяют на участках, предназначенных в основном под овощные, кормовые культуры, под сенокосы и пастбища. Для этой цели устраивают осушительно-оросительные или оросительные системы. При дождевании вода подается в корнеобитаемый слой сверху, что делает его похожим на естественное увлажнение почвы атмосферными осадками. Дождевание положительно влияет на микроклимат приземного слоя воздуха.

Основное внимание при проведении поливов необходимо уделять правильности выдачи поливной нормы и суточной загрузке дождевальной техники. Отклонение поливной нормы от расчетной может привести к недополиву культур или вызвать переувлажнение и эрозию поверхностного слоя почвы, вымывание удобрений, пестицидов и других химических элементов, привести к загрязнению ими поверхностных водных объектов и грунтовых вод. Режим орошения становится экономически оптимальным, когда при поливах обеспечивают благоприятные условия для развития сельскохозяйственных культур с минимальными затратами для данной конструкции оросительной системы. Экологически обоснованным становится такой режим поливов, при котором не возникает нежелательных последствий.

В качестве предварительных предложений по биологически оптимальному режиму дождевания, получившему эколого-технологическое обоснование, можно использовать рекомендации [22], которые сводятся к следующему:

при назначении режима дождевания прежде всего следует учитывать, что биологически оптимальной и экологически обоснованной будет поливная норма, не превышающая в среднем за полив половины

объема воды, удерживаемой корнеобитаемым слоем почвы при насыщении от нижнего до верхнего оптимального предела;

при осуществлении дождевания на крупных оросительных системах, включающих большей частью стационарную технику и дождевальные машины (ДМ), работающие по кругу (типа “Фрегат”), норму полива на площади, обслуживаемой одной насосной станцией, следует назначить по минимальной технологически возможной норме полива наиболее крупной модификации ДМ, работающей от данной станции;

при проведении полива следует соблюдать условие приоритетной очередности дождевания неоднородных (по почвам) сельскохозяйственных угодий – полив следует начинать с наименее влагоемких почв и завершать на почвах с наибольшей водоудерживающей способностью;

контроль за поливом и оперативное управление орошением следует вести по уровню влажности участка, дождевание которого при текущем поливе будет проводиться в последнюю очередь;

своевременный полив всей обслуживаемой одной насосной станцией площади возможен только при требуемой (плановой) суточной загрузке дождевальной техники;

в случае отказа части оросительной системы (напорного трубопровода, дождевальной машины и т.п.) следует немедленно подключить к работе исправную часть системы, чтобы исключить холостую работу и обеспечить плановую суточную загрузку насосной станции.

Приведенные положения в основном справедливы для всех оросительных систем, однако каждая осушительно-оросительная и оросительная система имеет свои особенности. Поэтому для получения максимально положительного эффекта необходима разработка конкретных рекомендаций для каждого объекта орошения. Эти рекомендации выражаются в виде объектных технологических карт на полив. Карту составляют с учетом биологических особенностей культур, почвенных и метеорологических условий, типа дождевальной техники, ее производительности и сезонной нагрузки. Выполнение поливов в соответствии с технологической картой позволит избежать экологически вредных последствий орошения и получить максимально положительный эффект.

2.6. Учет воды на системе и контроль водного режима почвы

Учет воды в водотоках и контроль влажности корнеобитаемого слоя почвы являются неотъемлемой составной частью работ правильной эксплуатации современных гидромелиоративных систем. В задачи эксплуатационной гидрометрии входит изучение гидрометеорологических факторов и водно-физических свойств почвы, а также определение следующих величин: стока с осушаемой территории и нагорных каналов; транзитных расходов, транспортируемых реками и межхозяйственными каналами через мелиорированный участок; скорости движения, расходов воды в каналах и уровней воды как во время сброса, так и в случае подачи на увлажнение; динамики грунтовых вод.

Гидрометрические наблюдения дают возможность получать сведения о работе системы, данные для составления и корректировки планов регулирования водного режима корнеобитаемого слоя.

В состав эксплуатационной гидрометрии на осушительной системе входят основные и вспомогательные гидрометрические посты, наблюдательные колодцы и гидрометрические створы наблюдательных колодцев, мелиоративные створы наблюдательных скважин, водомерные устройства на гидросооружениях, метеоплощадки. Пример расположения элементов гидрометрии показан на рис. 2.2.

Основные гидрометрические посты устанавливают на водоприемниках (реках) через 10...15 км на всем протяжении осушаемой территории, примыкающей к водоприемнику; в устьях магистральных каналов, ручьев, нагорных каналов при их длине $L > 1,5$ км. Если водоприемник, магистральный канал или ручей пересекает осушаемый объект, то основные посты устанавливают в месте входа водотока на объект и в месте выхода. На основных постах ведут систематические измерения скоростей, расходов и уровней воды, определяют коэффициенты шероховатости русла. Частота измерений зависит от условий работы водотока. В период весеннего половодья и летне-осенних паводков измерения проводят 3...4 раза в сутки, во внепаводковый безледовый период – 1 раз в сутки, а в остальное время – 1...2 раза в пять суток. Для облегчения гидрометрических работ посты целесообразно оборудовать приборами-самописцами уровней. Для каждого поста можно вначале построить, а затем периодически проверять кривые зависимости расходов от уровней и использовать их для быстрого определения скоростей и расходов воды по измеренному уровню.

Вспомогательные гидрометрические посты устанавливают у водоподпорных сооружений, на каналах у насосных станций, на озерах и водохранилищах, которые используют для забора воды на увлажнение (при площади водной поверхности до 10 км^2 – один пост, до 100 км^2 – два и т.д.), на открытых осушителях в створе наблюдательных колодцев, на длинных магистральных каналах через каждые 5...10 км, на

нагорных каналах при их длине $L < 1,5$ км. На вспомогательных постах измеряют в основном уровни воды. Если пост установлен у водоподпорного сооружения, то наблюдения ведут 1...2 раза в сутки во время его работы (регулирование сброса и подачи воды). На постах у насосных станций измерения проводят перед пуском насосов и при их остановке. В случае круглосуточной работы станции – 2 раза в сутки. На постах, установленных на открытых осушителях в гидрометрических створах наблюдательных колодцев, измерения выполняют во время замера уровней воды в колодцах, а на всех остальных постах – одновременно с измерениями на основных гидрометрических постах.

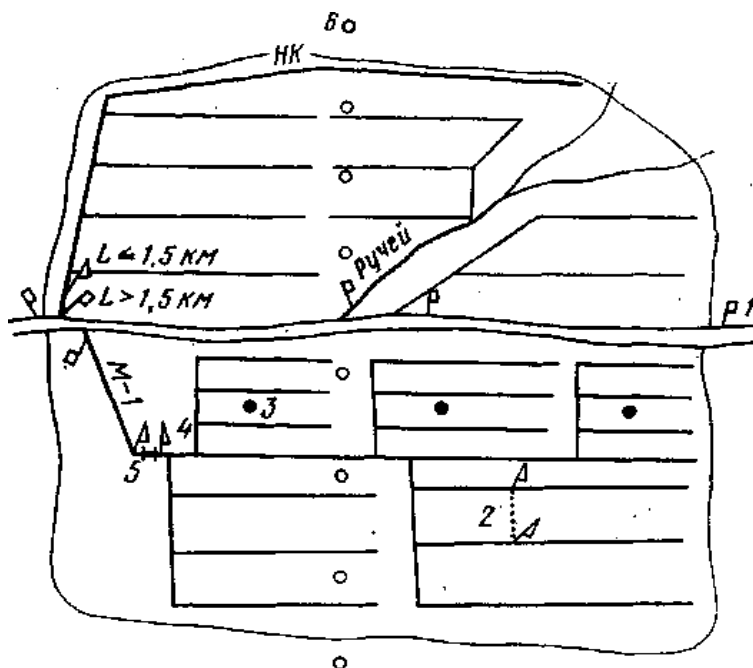


Рис. 2.2. Схема расположения элементов эксплуатационной гидрометрии:
 1 – основной гидрометрический пост; 2 – гидрометрический створ наблюдательных колодцев; 3 – наблюдательные колодцы;
 4 – вспомогательный гидрометрический пост; 5 – водоподпорное сооружение;
 6 – мелиоративный створ наблюдательных скважин.

Вспомогательные гидрометрические посты, так же как и основные, должны обеспечивать удобство наблюдений и достаточно высокую точность результатов. Место устройства постов должно соответствовать требованиям, изложенным в специальных рекомендациях.

Гидрометрические посты оснащают водомерными устройствами и реперами. Реперы используют при установке и затем проверке высотного положения водомерных устройств.

Водомерные устройства могут быть речными, свайными, речно-свайными, мостовыми. Гидрометрические посты оснащают автоматическими фиксаторами предельных значений уровней воды (минимальный, максимальный), самописцами уровней воды, дистанционными водомерными устройствами, позволяющими регистрировать уровни непрерывно или периодически с пунктов, расположенных на значительном удалении от места измерения.

Гидрометрический пост с речным водомерным устройством является наиболее простым, дешевым и удобным для наблюдений.

Свайный пост устраивают на водотоках со значительной амплитудой колебания уровней воды. Состоит он из ряда свай, створ которых направлен перпендикулярно к течению воды в реке или канале.

Речно-свайный пост (рис. 2.3) состоит из сочетания речного и свайного. Устраивать такие посты легче при наличии какого-либо сооружения. При этом сваи используют для измерения уровней низких вод (УНВ), а водомерную рейку – уровней высоких вод (УВВ).

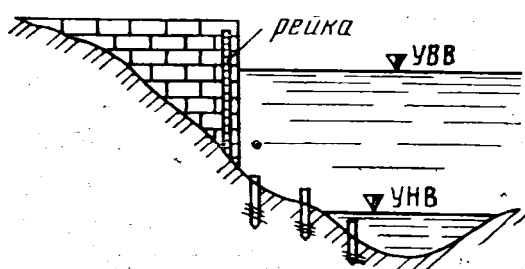


Рис. 2.3. Речно-свайный водомерный пост.

Мостовой пост устраивают при наличии моста через водоток (канал или реку). Однако мост (например, пешеходного типа) можно построить специально для организации водомерного поста. На мосту меткой обозначают точку, от которой с помощью мерного троса или рейки измеряют расстояние до воды. На обозначенную точку передают отметку от репера. Отметку уровня воды определяют как разность между отметкой точки и расстоянием до воды.

Автоматические фиксаторы, самописцы уровней воды, дистанционные водомерные устройства и другие изготавливают заводским способом и устанавливают в соответствии со специальной инструкцией.

На основных гидрометрических постах для измерения скорости движения воды и количества наносов используют гидрометрические

вертушки, поплавки, батометры и другие приборы. Методика выполнения измерений изложена в специальной литературе.

Наблюдательные колодцы для изучения динамики уровней грунтовых вод устанавливают посредине между смежными осушителями. В условиях двустороннего регулирования водного режима почвы и обеспечения лучшего контроля за эффективностью работы мелиоративной сети целесообразно иметь 2...3 наблюдательных колодца на системе каждого коллектора (собирателя). Наблюдательные колодцы должны быть удалены от коллектора (собирателя) или магистрального канала на такое расстояние, чтобы не сказывалось их влияние на положение уровня грунтовых вод. Это расстояние определяют по формуле

$$S = K \frac{h_m}{h_p} B,$$

где K – коэффициент, зависящий от водопроницаемости грунтов ($K = 1, 2 \dots 1,5$);

h_m – глубина коллектора или магистрального канала, м;

h_p – глубина регулирующей сети, м;

B – расстояние между дренами или каналами регулирующей сети.

Глубину наблюдательных колодцев принимают на 60...80 см ниже дна регулирующих каналов или дрена.

На осушаемых массивах для изучения депрессионной кривой поверхности грунтовых или почвенно-грунтовых вод между двумя осушителями устраивают гидрометрические створы из 5...7 наблюдательных колодцев. Схема их расположения показана на рис. 2.4. Наблюдательные колодцы в зависимости от вида материала бывают металлическими, асбестоцементными, пластмассовыми и деревянными. Диаметр труб равен 40...100 мм.

На подземной части трубы сверлят отверстия диаметром 6...8 мм. Затем трубу обвертывают стеклохолстом и вставляют в скважину. Вокруг трубы на поверхности устраивают уплотнение из водонепроницаемого грунта, чтобы предотвратить попадание в скважину поверхностных вод. Надземную часть колодца окрашивают в яркий цвет. Все колодцы нумеруют, на верхней торцевой части наносят метку, на которую передают отметку от репера. Сверху колодец закрывают крышкой. Расстояние от метки на торце трубы до уровня воды измеряют. Результаты измерений записывают в журнал. Для определения глубины стояния уровня грунтовых вод от поверхности земли необходимо от результата замера уровня в колодце отнять высоту колодца над поверхностью. Измеряют уровни грунтовых вод в колодцах весной и в период летних продолжительных дождей ежедневно, летом и осенью – один раз за 5 сут, зимой – один раз за 10 сут. Уровни грунтовых вод в наблюдательных колодцах измеряют при помощи переносной водомер-

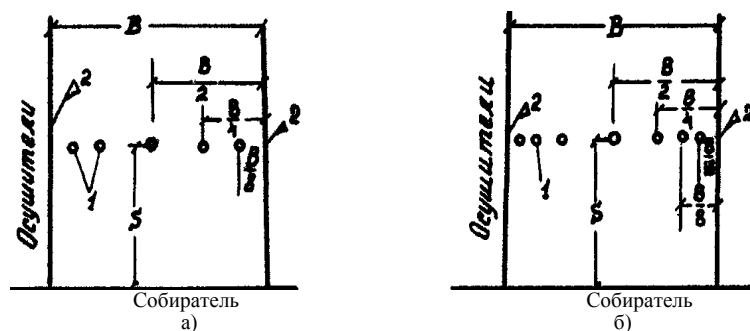


Рис. 2.4. Схемы расположения наблюдательных колодцев в гидрометрическом створе: а – при пяти колодцах; б – при семи колодцах; 1 – наблюдательные колодцы; 2 – вспомогательные гидрометрические посты на открытом канале-осушителе.

ной рейки. Недостаток этого метода заключается в том, что определить момент касания поверхности воды рейкой трудно. Для устранения такого недостатка на кафедре эксплуатации гидромелиоративных систем БГСХА разработан специальный уровнемер (рис. 2.5), основной частью которого является индикаторное устройство (рис. 2.6), генерирующее звук достаточной громкости. Оно представляет собой несимметричный мультивибратор на двух транзисторах разной проводимости (V_1 и V_2). Схема включает также конденсатор C_1 (0,03 Пф) и сопротивления R_1 (680 к) и R_2 (3 к). Измерительная штанга уровнемера выполнена из трубки диаметром 16 мм и может быть телескопической или составной для удобства транспортировки до места пользования. Контакты, расположенные в нижнем конце штанги, изготовляют из посеребренной фосфористой бронзы. Их можно изготовить из ламелей коммутационных и различных переключающих устройств, применяемых в радиотехнике.

При включении электропитания (4,5 В) появляется звук низкого тона. Штангу опускают в наблюдательный колодец. В момент соприкосновения индикаторных контактов с поверхностью воды изменяется тон звука и увеличивается его громкость. По шкале на штанге определяют глубину воды в колодце. Уровнемер повышает производительность труда, надежен в работе, может долго работать без смены электропитания. Его легко изготовить в мастерских эксплуатационной организации.

Для изучения динамики уровней грунтовых вод, расположенных в водоносных слоях ниже активного слоя почвы, и установления их влияния на влажность корнеобитаемого слоя на осушаемых объектах устраивают мелиоративные створы наблюдательных скважин. Глубина скважины зависит от мощности прорезаемого водоносного горизонта,

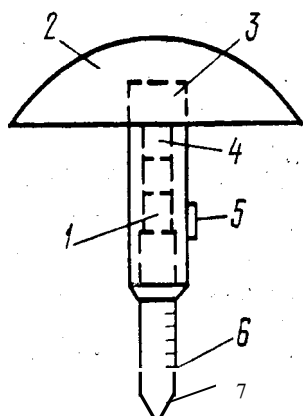


Рис. 2.5. Уровнемер:
1 – источник электропитания;
2 – резонатор; 3 – звуковой излучатель;
4 – индикаторное устройство; 5 – выключатель; 6 – измерительная штанга;
7 – контакты.

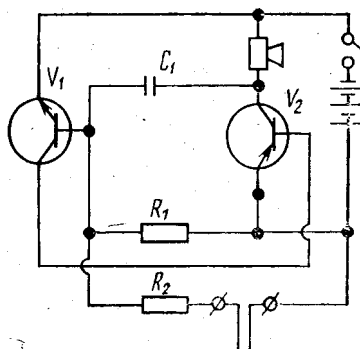


Рис. 2.6. Принципиальная схема электронного индикатора.

через который она должна пройти. При большой мощности этого горизонта глубина скважин принимается 10...15 м, однако одна из них должна доходить до водоупора или иметь глубину не менее 25...30 м. Число мелиоративных створов на объекте определяется особенностями и размерами осушаемого массива. При площади массива до 2 тыс. гектаров достаточно ограничиться одним створом, от 2 до 10 тыс. гектаров – двумя-тремя створами, свыше 10 тыс. гектаров мелиоративные створы скважин устраивают через 5...6 км поперек вытянутой стороны массива. Направление створов должно быть перпендикулярным к направлению главных водотоков и основной части мелиоративной сети. Крайние скважины мелиоративного створа устраивают за пределами границы осушения. Расстояние между остальными скважинами створа зависит от литологии объекта и характера залегания водоносного горизонта. Обычно его можно принимать в пределах 300...500 м. Уровни воды в колодце-скважине замеряют с помощью специального мерного троса.

В качестве водомеров на осушительно-увлажнительных системах можно использовать водорегулирующие сооружения после их тарировки. Для тарировки необходимо ниже сооружения (по течению воды) оборудовать гидрометрический створ, на котором вертушкой определить расходы при разных напорах и разных размерах водопропускного отверстия под щитом. Число определений должно быть не ме-

нее 18 ... 20. Секундный расход воды, пропускаемый через сооружения, определяют по формуле

$$Q = 4,43m\omega\sqrt{Z},$$

где m – коэффициент расхода;

ω – площадь подщитового отверстия, через которое протекает вода, m^2 ;

Z – разность уровней воды в верхнем и нижнем бьефах (напор), м.

Основная цель тарировки – определить коэффициент m опытным путем при измерении всех параметров, входящих в формулу. Коэффициент расхода определяют по формуле

$$m = \frac{Q}{4,43\omega\sqrt{Z}}.$$

Отклонения значений m в повторных вариантах измерений не должны превышать $\pm 5\%$. Значения m с отклонениями больше допустимых не учитывают. Из полученных значений определяют среднее: $m_{ср} = \Sigma m / n$ (n – число замеров). Затем $m_{ср}$ вводят в формулу, которая является тарировочным уравнением данного сооружения. Используя данные тарировки, составляют таблицу зависимости расхода воды от степени открытия затвора и напора. Пользоваться расходной таблицей для данного сооружения можно до тех пор, пока условия работы сооружения совпадают с теми, которые были при тарировке. Тарированные сооружения позволяют не только измерять пропускаемый расход, но и пропускать заданный расход, регулируя степень открытия затвора и напор. На тарированном сооружении необходимо периодически проверять высотное положение нулей водомерных реек в верхнем и нижнем бьефах и нормальность работы приспособления для определения величины открытия затвора.

Гидрометрические работы на постах эксплуатационной гидрометрии выполняют линейные работники эксплуатационной службы. Для получения точных данных необходимо не менее двух раз в год тщательно осматривать все посты и наблюдательные колодцы, проводить их контрольную нивелировку. Во время осмотра исправляют и заменяют пришедшие в негодность части и вновь нивелируют для определения изменений в отметках элементов постов и устройств.

Для более точного учета факторов водного режима почвы и накопления данных для планового водопользования необходимо на осушаемых массивах создавать метеорологические площадки и лаборатории.

3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАБОТЫ НА ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

3.1. Порядок эксплуатационного обслуживания систем

Гидромелиоративные системы подразделяют на межхозяйственные и внутрихозяйственные. Системы, обслуживающие земли двух и более хозяйств, относят к межхозяйственным. К внутрихозяйственным относят такие, которые расположены на территории одного хозяйства. В составе каждой межхозяйственной системы имеются внутрихозяйственные, т.е. межхозяйственная система – это совокупность нескольких внутрихозяйственных систем, объединенных общим водоприемником, магистральными и другими проводящими, нагорными и нагорно-ловчими каналами (дренами), дорогами и т. п.

Все элементы осушительной и оросительной системы (водоприемник, магистральные, водопроводящие, сбросные, нагорные каналы, регулирующая сеть, сооружения, дамбы обвалования, дождевальная техника, насосные станции и т.д.) находятся на обслуживании у предприятий мелиоративных систем (ПМС). Инженерно-технические работники предприятия осуществляют руководство и контроль за проведением уходов и ремонтных мероприятий, за работой русловых работных, за состоянием и работой мелиоративной сети.

Береговая обстановка. Для облегчения организации и контроля работ по уходу за системой, а также для лучшей ориентации эксплуатационного персонала на осушаемом массиве гидромелиоративную систему оснащают знаками береговой обстановки: реперами, устьевыми, поворотными и километровыми знаками, пикетами, информационными и предупредительными щитами. Знаки береговой обстановки, кроме предупредительных, устанавливают вдоль правого берега водотока. В дополнение к ним с целью эстетического оформления территории и для отдыха устанавливают беседки.

Реперы бывают геодезические и конструктивные. Геодезические служат для передачи отметок на элементы мелиоративной системы и сооружений при проверке их технического состояния; контроля ремонтных работ; подготовки данных для улучшения, переустройства или капитального ремонта. Геодезические реперы устанавливают возле водоприемников, магистральных и других каналов, дамб, дорог. Постоянные реперы устанавливают через 5...6 км, а между ними – временные с таким расчетом, чтобы длина хода привязок не превышала 1...2 км. Реперы устраивают в прочных, не подвергающихся осадке грунтах. Изготавливают их из металла или железобетона и устанавливают в местах, в которых не создаются затруднения для хозяйственного использования земель. Все геодезические реперы условными знака-

ми наносят на план мелиоративного участка, нумеруют и заносят в ведомость, в которой указывают место, время установки и отметки.

Устьевые знаки устанавливают в устьевой части каналов и дренажных коллекторов. На них надписывают номер канала или коллектора, можно указать обслуживаемую площадь.

Поворотные знаки устанавливают на всех поворотах открытого водотока. На поворотном знаке надписывают наименование водотока (с плана системы) и номер поворота, считая от устья.

Километровые знаки (столбы) расставляют, начиная от устья, вдоль водоприемников, длинных каналов и дамб, основных дорог. Между километровыми знаками через 100 м устанавливают пикеты. На километровых знаках надписывают номер канала (водоприемника, дамбы) и километр от устья, на пикетах – номер канала и порядковый номер пикета, считая от километрового столба.

Информационные и предупредительные знаки (щиты) устанавливают на видных местах при пересечении каналов дорогами, вблизи населенных пунктов, полевых станков и пастбищ, в местах въезда на мелиорированную территорию. Надписи на щитах делают заранее и затем прикрепляют их к железобетонным столбам. В надписях указывают ограничение или запрещение пользования каким-либо каналом или сооружениями (например, предельная нагрузка на мост); место, где можно использовать водоток для водопоя, купания и др.

Надписи на знаках береговой обстановки делают несмываемой краской. Номера гидротехнических сооружений можно писать непосредственно на одном из его конструктивных элементов.

3.2. Деформации осушительных систем и сооружений

Деформация элементов осушительных систем происходит под воздействием природных (естественных) и искусственных факторов. К природным относятся физико-химические и биологические процессы, протекающие в почвогрунтах осушаемых территорий и материалах сооружений; климатические и гидрологические (колебания температуры и влажности, действие ветра, льда, паводковых вод, ливней и т. п.); жизнедеятельность различных животных и насекомых. К искусственным факторам относят недостатки изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации систем и хозяйственного использования осушаемых почв.

Осушительные каналы при деформации изменяют форму и размеры по продольному и поперечному профилям. На протяжении года каналы работают в разных условиях и подвергаются различным естественным деформациям. Весной в конце снеготаяния уровни воды в канале опускаются быстрее, чем грунтовые воды. За счет разницы уровней происходит фильтрация грунтовых вод в канал и создается

давление на откос. Грунт в зоне фильтрации приобретает неустойчивое положение и оплывает. Верхние массы грунта проседают, растрескиваются и тоже сползают в канал, отлагаясь на дне в виде перемычек. В летний период откосы и дно зарастают травяной и кустарниковой растительностью. В пересыхающих каналах летом поселяются землеройные животные, образуются муравейники, в результате их жизнедеятельности происходит деформация откосов и дна. На осушительно-увлажнительных системах в летний период проводят мероприятия по увлажнению почвы и открытые каналы работают в условиях увлажнения – высыхания. Опасность оползания откосов возникает при сбросе воды после увлажнения. В целях предотвращения этого повреждения откосов необходимо воду сбрасывать с таким расчетом, чтобы уровни воды в канале и уровни грунтовых вод опускались одновременно или с минимальным перепадом.

В осенний период в каналах имеется сток избыточных вод и с наступлением низких температур образуется лед. Лед, скрепившийся с откосами и креплениями каналов, при понижении уровней воды разрушает их. Поэтому службе эксплуатации систем при замерзании воды в каналах необходимо проводить скалывание льда на протяжении всего периода до установления постоянного уровня.

Значительно деформируются каналы из-за заиления и размыва. Заиление происходит за счет наносов, приносимых поверхностными водами с прилегающей местности, смытых с откосов каналов, принесенных потоком воды из других мест по руслу этих же каналов.

Наиболее радикальными мерами предупреждения заиления каналов и водоприемника осушительной системы являются противоэрозионные мероприятия, проводимые на мелиорированной территории и на склонах прилегающей местности, а также закрепление откосов водотоков для предотвращения смыва, оплывания и обрушения грунта на дно. В местах наибольшего поступления мутных вод с прилегающих склонов целесообразно провести мероприятия по перехвату их и направлению на сброс в мелиоративную сеть через отстойник.

Каналы, проложенные в торфяных грунтах, в дополнение к перечисленным подвергаются еще и специфическим деформациям. Новые каналы и водоприемники в первые 1...3 года усиленно заиляются измельченными при строительстве остатками торфяной массы, которая стекает с откосов под воздействием воды и давления уплотняющегося торфа. Смесь воды и торфа (буза) продвигается по уклону русла и при встрече с препятствием накапливается, создавая подпор для сброса избыточных вод.

При осушении торфяная масса сильно сокращается в объеме. В результате грунт откосов растрескивается, принимает ячеистую структуру и сыпается в канал. Следствием осушения является общая осадка торфяной залежи, в результате которой уменьшается глубина сети, из

откосов начинает выступать погребенная древесина, увеличивая шероховатость русла, деформируется продольный и поперечный профили водотока, на контакте с сооружениями образуются щели, изменяется рельеф поверхности мелиорируемой территории.

Осушительные каналы и водоприемники также подвержены деформациям в результате воздействия ряда искусственных причин, возникающих из-за недостатков проектирования, строительства и эксплуатации систем. Так, например, часть повреждений возникает в результате ошибок, допускаемых при проектировании (не всегда учитывают все условия, в которых будут работать каналы). Бывают случаи, когда в необходимых местах не предусматривают водозаборы, водопой, перегоны скота, места для стирки, противопожарные устройства, дороги, переходные мостики и т. п.

От качества строительства открытой сети во многом зависит ее состояние. При отрывке каналов или регулировании русла водоприемника нарушаются проектные размеры поперечного и продольного профилей. Строительные недоборы и переборы по глубине водотоков приводят к искажению продольных профилей, застою воды на отдельных участках.

Часто грунт, вынутый при отрывке каналов, укладывают близко к бровке и он легко смывается в русло. Грунт кавальеров оказывает дополнительное давление на откосы, в результате чего они могут деформироваться.

При строительстве не всегда укрепляют каналы в местах пересечения ими текучих (слабых) грунтов, а также в местах высокого впадения водопропускных воронок или каналов низшего порядка, что приводит к разрушению каналов.

Большой вред осушительным каналам наносят при неправильной их эксплуатации. Свободная пастьба скота на осушенных землях, перегон его через каналы ведут к разрушению откосов, дна, кавальеров, устьев дрен, креплений. Нередко на тракторах, автомобилях и гужевом транспорте переезжают каналы в произвольных местах, вызывая серьезные деформации. Иногда для организации переезда канал засыпают грунтом, хворостом, соломой и другими предметами, что выводит его из строя. Часто каналы засоряют камнями, убранными с полей, сорняками, послеуборочными отходами, старыми ящиками для овощей и шинами от автомобилей, негодными частями от сельскохозяйственной техники, устраивают запруды для забора воды на поливы, ловли рыбы.

Деформация дренажа происходит под воздействием естественных и искусственных причин. Наиболее распространенный естественный вид деформации – заиление илстыми и железистыми отложениями. Заиление зависит от вида грунта, скорости течения воды, качества строительных и эксплуатационных работ. Отложение наносов в трубах происходит неравномерно. Более интенсивно они откладываются

во время строительства при высоком уровне стояния грунтовых вод на осушаемом участке и в первое время после строительства. Затем положение стабилизируется. Опытами установлено, что прекращению заиливания гончарных трубок после некоторого периода их эксплуатации способствуют фильтры-сводки вокруг стыков между трубками, которые образуются из более крупных фракций грунта. Быстрее фильтры-сводки образуются на дренах с минимальными щелями в стыках между трубками (не более 1...2 мм). Радикальные меры борьбы с заиливанием – обкладка стыков фильтрующим материалом и обеспечение самоочистки дрена. Самоочистка происходит при скорости движения воды в трубках 0,30...0,35 м/с и более, что обеспечивается при уклонах дренажной линии 0,008...0,01.

Для предупреждения заиливания дрена применяют фильтрующий защитный материал. Опытами установлено, что наносы в дрена поступают по всему периметру стыков и, следовательно, защищать фильтрующим материалом необходимо весь стык. В практике строительства это положение не всегда выдерживается. Было также установлено, что на больших стыковых зазорах при засыпке траншеи происходит разрыв рулонных защитных фильтрующих материалов и поступление наносов увеличивается.

Заиливание дрена железистыми соединениями (заохривание) происходит в результате осаждения их из грунтовых вод в результате химических реакций и жизнедеятельности железобактерий. Борьбу с отложениями железистых наносов нужно вести на стадиях проектирования дренажной системы, ее строительства и эксплуатации. Во время эксплуатации осушенных почв, где существует опасность заохривания дрена, необходимо периодически проводить поверхностное известкование с глубоким рыхлением или кротованием почвы. Если не предпринять профилактических мер, то при содержании в грунтовой воде закисного железа более 4 мг/л и скорости воды в дрене менее 0,35 м/с закупорка стыков и заохривание труб наступают через 4...5 лет.

Недостатками строительства, от которых зависит надежность работы дренажа, являются некачественное соединение дрена-осушителей с закрытым коллектором и коллекторов со смотровыми колодцами и устьями. Под первый стык трубок дрена-осушителя не подкладывают прочную опору (гравий, битые трубки, камень), в результате чего под давлением грунта сверху трубка проседает и стыки соединений, как правило, раскрываются (рис. 3.1).

В месте присоединения коллектора к колодцу часть гончарных труб попадает на рыхлую засыпку. Со временем грунт проседает и стыки труб открываются. Для предотвращения такой деформации на всем промежутке от колодца до прочного (неразрыхленного) грунта траншеи коллектора нужно укладывать асбестоцементную трубу.

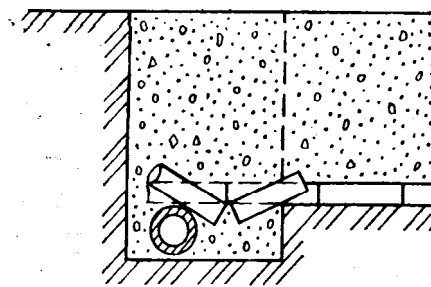


Рис. 3.1. Повреждение сопряжения дрены с коллектором.

При обследовании дренажных систем было установлено, что наиболее распространены следующие недостатки строительства, вызывающие различные дефекты: некачественная укладка дренажных труб; недостаточная защита стыков; не выдержаны проектные уклоны дрен; мелкая укладка дрен, из-за которой не обеспечено достаточное осушение; неприсоединение осушительных дрен к коллекторам и отсутствие отдельных труб на дренажных линиях. При мелкой закладке дренажа трубы разрушаются от промерзания, от прохода тяжелой техники, от выпашивания плугами после частичной сработки поверхности территории. Дренажные системы значительно деформируются в результате осадки торфяной залежи при осушении.

Одним из видов деформации дренажа является закупорка корнями фруктовых и лесных деревьев, кустарников, сорной растительности и корнеплодов. Обычно более интенсивно дренаж начинает зарастать через 10...20 лет после строительства. Корни фруктовых деревьев могут проникать в дренаж при удалении от нее на расстояние 4...5 м и при глубине закладки 1,5...2 м. Корни ивы достигали дрены при удалении от нее на расстояние до 30 м и при глубине более 2 м. Среди древесных растений имеются такие, корни которых наиболее интенсивно проникают в дренажные трубки. К ним относятся тополь серебристый и обыкновенный, ольха черная, ива. Корни хвоща болотного и щавеля конского проникают в дренаж, заложенный на глубине 1,5...2 м.

Чтобы предупредить закупорку дрен корнями растений, стыки между трубками обсыпают гравием, щебнем, обрабатывают смолой или карболовой кислотой, обвертывают просмоленным толем.

Дренажные системы часто выходят из строя в результате деформации устьев коллекторов. Устья в процессе службы проседают, сдвигаются под воздействием замерзания воды и грунта и отсоединяются от труб коллектора. В образовавшуюся в соединении щель устремляется вода в обход устья, подмывает и разрушает его. Когда устье не закрыто предохранительной сеткой или клапаном, то оно забивается мусо-

ром, наносами, животными (лягушки, крысы, ежи и т. п.). Сильно выступающие устья разрушаются льдом, скотом, машинами при уходе за каналами. Для предохранения дренажных устьев от деформаций необходимо их осматривать и вовремя ремонтировать.

Значительное влияние на устойчивость работы дренажа и его деформацию оказывают недостатки в проектировании и эксплуатации осушительных дренажных систем. К группе недостатков проектно-изыскательских работ относится недооценка регулирования поверхностного стока, особенно при осушении пониженных мест. Иногда не учитывается дополнительное напорное питание, занижается пропускная способность дренажных коллекторов, бывают завышены расстояния между дренами.

При плохой организации эксплуатации дренажных систем возникает ряд характерных и зачастую серьезных деформаций. Так, при неисправности водоприемника (канала) создается подпор воды и дренажные устья оказываются затопленными (рис. 3.2). В зоне подпора происходит осаждение наносов. Зона заиления одновременно является зоной замерзания в зимний период. Зона подтопления может распространяться на большие расстояния вверх по уклону дренажной линии. Например, при уклоне коллектора 0,002, диаметре 125 мм и затоплении на 10 см выше устья подпор распространится на 112 м.

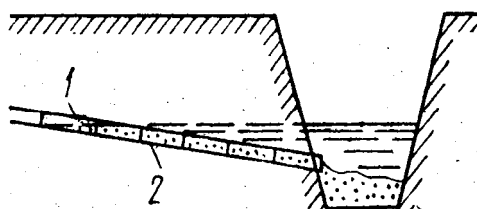


Рис. 3.2. Схема заиления устьевой части дренажного коллектора:
1 – коллектор; 2 – зона заиления и замерзания воды.

Деформации смотровых и поглочительных колодцев дренажных систем выражаются в разрушении стенок, появлении разрушений в местах входа и выхода дренажных линий, заилении, захламлении, просадке и т. д. Крышки закрытых (потайных) колодцев могут разрушаться под тяжестью машин. Надземные части колодцев повреждаются сельскохозяйственной техникой. Заиление колодцев может привести к заилению выходящих из них дренажных коллекторов. Расстояние между нижней гранью отверстия выходящего коллектора и поверхностью отложений наносов в колодцах не должно быть меньше 10 ... 15 см. Водоотводящая способность выходящих коллекторов значительно

понижается из-за закупорки колодца снегом или льдом, если колодцы были оставлены на зиму открытыми.

Земляные защитные дамбы подвержены деформациям, возникающим в результате воздействия травяной и древесно-кустарниковой растительности, землеройных животных, осадки тела дамбы, образования трещин, разрушения откосов и их креплений водой, оползания низового откоса, фильтрации через тело дамбы, выпучивания грунта в основании низового откоса, организации переездов в неустановленных местах, образования прососов и прорывов дамб.

Землеройные животные проделывают в теле дамбы ходы и образуют пустоты, которые впоследствии могут стать причиной прососа и прорыва. Особенно опасны сквозные ходы поперек тела дамбы. При подъеме уровня воды в верхнем бьефе через такие ходы начинается просачиваться вода, что может привести к прорыву. Необходимо систематически осматривать дамбы, зондировать грунт металлическим щупом, вести борьбу с землеройными животными, не допускать их поселения в земляных сооружениях. Прососы через тело дамбы появляются в местах образования трещин, которые обнаруживают по появлению струек воды или мокрых сочащихся пятен на низовом откосе.

Сплошная осадка дамбы происходит из-за уплотнения грунта в теле сооружения или под ним, местная – из-за образования землероями пустот или выноса грунта.

Откосы и их крепления разрушаются водой в результате волнобоя. Если такое разрушение появляется редко и выражено незначительно, то достаточно ограничиться восстановительным ремонтом. Если разрушения имеют угрожающий характер или часто повторяются и требуют значительных ежегодных затрат, то крепления необходимо усилить.

Оползание низового откоса происходит из-за воздействия напора фильтрационных вод либо неправильного его заложения (размера крутизны). Неустойчивое состояние обнаруживают по внешнему виду откоса, степени влажности грунта и путем зондирования металлическим щупом. При обнаружении оползания откоса дамбы необходимо снять напор воды во избежание прорыва или со стороны мокрого откоса завести под воду пленку на всю площадь выклинивания напорных вод. Затем провести ремонт путем увеличения профиля дамбы или устройства дренажа.

Выпучивание грунта в основании низового откоса свидетельствует о наличии напора фильтрационных вод в грунте под телом дамбы. Обнаруживают это в результате систематического осмотра полосы сопряжения сухого откоса с основанием и зондирования. Выпучивание глинистых грунтов возможно под воздействием замерзания. Такое явление не свидетельствует о подвижности грунта в основании под дам-

бой. Ремонт на участках выпучивания грунта сводят к устройству дренажа.

Дороги на осушительных системах подразделяются на межхозяйственные, внутрихозяйственные, эксплуатационные и полевые. Плохие дорожные условия затрудняют проезд машин во время весенних и осенних полевых работ, снижают скорость и производительность транспорта, ведут к повышенному расходу топлива, сокращают срок службы техники.

Гидротехнические сооружения под воздействием естественных и искусственных причин со временем деформируются и разрушаются. Для наблюдений за состоянием отдельных элементов сооружений нужно оснащать их соответствующими знаками и отметками. В качестве таких знаков и отметок служат горизонтальные и вертикальные линии, реперные марки, реперы, закрепленные створы. По этим меткам визуально или с применением прибора (нивелир, теодолит и др.) можно проверить состояние частей сооружения – просадки, сдвиги в плане, отклонения от вертикального положения, нарушения в основании и др.

В период эксплуатации сооружения в его отдельных частях могут появляться трещины. Различают трещины в наружной облицовке, сквозные вертикальные и сквозные горизонтальные. Трещины в облицовке не представляют опасности для сохранности сооружения: их затирают цементным раствором. Сквозные вертикальные трещины свидетельствуют о деформации в основании сооружения и, прежде всего, о неравномерной осадке отдельных его частей.

Деформация устоев и подпорных стенок проявляется в отклонении их от вертикального положения. При небольших деформациях укрепляют основание под устоем или стенкой: забивают сваи или цементируют, а при значительных – проводят капитальный ремонт. Деформации понурной части сооружения (просадка, раскрытие швов, образование трещин) обнаруживают, промеряя глубину воды на понуре и путем обследования.

Искривление фронтальной линии сооружения свидетельствует о неустойчивости его на сдвиг в горизонтальном направлении. Необходимо срочно освободить сооружение от сдвигающей нагрузки, установить причины и провести ремонт по усилению сцепления его с основанием.

На водобойной и водосливной частях появляются такие деформации, как выбоины, ямы, размывы, выпучивание водобойной части, вынос грунта из-под водобойного пола и др.

Деформация рисбермы проявляется в размывах креплений и заносе песчаными наносами. При часто повторяющихся размывах нужно усилить крепление.

По контуру сооружений в результате осадки грунта образуются щели, которые становятся местами просачивания воды и образования промывов. Нередко образовавшаяся по контуру сооружений поверхностная грунтовая корка маскирует произошедшие на глубине просадку и вымыв – опасные очаги деформации. Необходимо периодически металлическим щупом проверять состояние грунта в местах контакта с сооружением.

Может происходить вымыв грунта из-под сливного пола из-за интенсивной фильтрации под флутбетом. На водобое, у боковых стенок и в других местах появляются фонтанирующие струйки воды. Выход мутной воды указывает на активный процесс размыва. Необходимо срочно установить причину и провести ремонт сооружения.

Металлические и деревянные элементы подвержены коррозии и гниению. Необходимо при осмотре конструкций простукиванием определять состояние сварных и заклепочных соединений, состояние деревянных частей.

На проезжих частях сооружений образуются ямы, происходит истирание бетонной поверхности, разрушаются перила, образуются просадки и ямы при въездах на сооружение. Многие деформации усиливаются из-за недостатков, допущенных при строительстве и эксплуатации сооружений. Несвоевременная подготовка сооружений к пропуску паводка часто приводит к его полному разрушению.

3.3. Содержание мелиоративных систем и сооружений

Сохранность и работоспособность систем и сооружений в значительной степени зависят от правильной организации их эксплуатации, основная задача которой состоит не только в своевременном обнаружении и устранении дефектов, но и в их предупреждении. Каналы, дрены, оросительные устройства и сооружения необходимо непрерывно поддерживать в исправном состоянии. Гидромелиоративные системы считают исправными в следующих случаях: когда уровни воды в водоприемнике и проводящих каналах на протяжении вегетационного периода обеспечивают бесперебойную работу регулирующей осушительной сети; затопление осушаемых почв во время весенних разливов и на протяжении летне-осеннего периода не препятствует их нормальному использованию; русла водотоков свободны от растительности и наносов, откосы закреплены (задернованы или засеяны травой); водопропускные воронки свободны от посторонних предметов и хорошо отводят воду; вдоль водоприемника и каналов установлена береговая обстановка и имеется полоса отвода для прохода эксплуатационной техники; русла каналов в местах сопряжения закреплены и не размываются; ограждающая сеть обеспечивает перехват и отвод поверхностных и грунтовых вод, поступающих с прилегающих склонов местно-

сти; на водотоках оборудованы посты эксплуатационной гидрометрии; в необходимых местах построены пешеходные мосты, водозаборные площадки и водопойные пункты, лодочные станции, оборудованы места для купания; дорожная сеть не имеет глубокой колеи (более 10...15 см) и хорошо спланирована.

На дренированных участках отмечаются следующие признаки исправного состояния дренажа: отсутствуют провалы и воронки над дренами; отсутствуют лужи и вымочки; обеспечивается необходимая норма осушения; устья коллекторов не затоплены, не заилены, не разрушены, имеют клапаны; смотровые колодцы не имеют просадок, не заилены, имеют крышки.

Признаки исправности гидротехнических сооружений следующие: отсутствуют просадки, трещины, коррозия; подходы и подъезды подсыпаны грунтом и утрамбованы; имеются ливнеотводы; в местах сопряжения с грунтом нет пазух, провалов и осадочных воронок; отверстия свободны от заиливания и коряг; отсутствует фильтрация через шпунтовые ряды, стенки и дамбы; крепления русла водотока около сооружения не размыты; элементы сооружений покрашены; рабочие части смазаны; обеспечено свободное маневрирование щитами на водоподпорных сооружениях.

Чтобы поддерживать осушительную систему в рабочем состоянии и увеличить срок ее службы, необходимо предъявлять строгие требования к качеству строительных и ремонтных работ при приемке системы в эксплуатацию и обеспечивать надлежащий надзор и уход.

Надзор и уход за осушительными системами – одни из важных мероприятий по эксплуатации межхозяйственной и внутрихозяйственной систем. От того, насколько систематически и своевременно осуществляют надзор и уход, зависят сроки проведения ремонтов, безаварийная работа каналов и сооружений, нормальное сельскохозяйственное использование осушаемых земель.

Надзор и уход нужно проводить непрерывно с момента принятия системы в эксплуатацию. К мероприятиям по надзору относятся: контроль за соблюдением правил пользования отдельными элементами осушительной системы и предохранение их от повреждений, вызываемых нарушением этих правил; контроль за соблюдением противопожарных мероприятий на торфяных массивах, а также своевременное выявление очагов пожара; контроль за мелиоративным состоянием и использованием мелиорируемых земель в соответствии с проектами; контроль за проведением агромелиоративных мероприятий и соблюдением правил агротехники на мелиорированных землях. Надзор включает наблюдение за работой системы и выявление причин, вызывающих разрушение или нарушение работы ее отдельных элементов; выявление мест возможного возникновения аварий; наблюдение за водным режимом на осушаемой территории посредством проведения измерений на гидромет-

рических постах, наблюдательных колодцах и скважинах; выявление лиц, причинивших ущерб мелиоративной системе, и принятие к ним мер в соответствии с установленным законодательством.

С нарушителями правил пользования элементами осушительных систем нужно вести постоянную борьбу. Необходимо проводить широкую разъяснительную работу среди землепользователей персонально и на собраниях работников хозяйства, через местную печать и радио. На дорогах при въезде на мелиорированную территорию, а также на каналах, дамбах и сооружениях должны быть установлены специальные щиты с изложением правил пользования отдельными элементами и системой в целом.

В задачи ухода за осушительной системой входит проведение мероприятий, обеспечивающих поддержание ее в работоспособном состоянии и создание условий для нормального хозяйственного использования мелиорированной площади с целью получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Эксплуатация осушительных систем сводится к сезонным работам по уходу за водоприемниками, каналами, дренажем, гидротехническими сооружениями, водохранилищами, насосными станциями, дамбами обвалования, дорогами, дождевальной техникой, постами эксплуатационной гидрометрии и береговой обстановкой. В состав работ по эксплуатации гидромелиоративных систем необходимо включать регулировочные мероприятия по управлению водным режимом почвы и мероприятия по его контролю.

Состав эксплуатационных работ в зимний период зависит от климатических условий и причины увлажнения территории. При грунтовом или грунтово-напорном водном питании объекта мелиорации и при оттепелях осушительная система работает в зимний период и должна сбрасывать избыточную воду. Эксплуатационный персонал проводит работы по своевременному отводу воды, по предохранению каналов и сооружений от разрушения плавающим льдом. Необходимо проводить работы по отводу воды из замкнутых понижений. Если на поверхности поля остается вода, то при понижении температуры образуется ледяная корка, под которой погибают озимые культуры.

Весенний период на осушительной системе является напряженным и ответственным в ее работе. Наибольшее число серьезных повреждений и разрушений приходится именно на этот период. Поэтому необходимо заранее подготовить систему к пропуску паводковых вод. На дренажных системах устья коллекторов очищают от снега; все сооружения и дамбы внимательно осматривают; обнаруженные ходы землероев, трещины, пазухи у сооружений ликвидируют путем перелопачивания грунта с трамбовкой или инъекции жидкого грунта с добавлением части цемента; подъемные механизмы щитов сооружений очищают и смазывают, делают опробование их работы; водопропускные отверстия сооружений очищают от снега, льда и мусора. Затворы шлюзов и труб-

регуляторов должны быть полностью открыты. На крупных водотоках перед подъемом воды скалывают лед вокруг свай, боковых стенок, ледорезных устройств и т. п. Запасы аварийных материалов приводят в мобильную готовность – подвозят поближе к наиболее ответственным местам и складывают в незатопляемой зоне. Во время прохода паводка на дамбах и сооружениях организуют круглосуточное дежурство. При образовании заторов, на водотоках и у отверстий сооружений принимают срочные меры по их ликвидации.

После прохода паводка систему осматривают, определяют объемы повреждений и составляют план ликвидации возникших деформаций. Сроки восстановления системы должны быть сжатыми, чтобы к началу посевного периода она обеспечила требуемый водный режим почвы (уровень грунтовых вод должен находиться на глубине не менее 0,6 м, а влажность верхнего слоя почвы не должна быть более НВ).

Эксплуатация осушительной системы в летне-осенний период отличается сравнительно большим перечнем работ по надзору и уходу за всеми входящими в ее состав элементами.

Одним из важных элементов осушительной системы является водоприемник, от состояния которого зависит работа всех звеньев системы. Нужно своевременно очищать водоприемник от травяной и кустарниковой растительности, наносов, завалов и др. Эту же работу необходимо выполнять на откосах и бермах.

Эксплуатация каналов осушительной системы в летний период заключается в поддержании их в исправном рабочем состоянии. Необходимо своевременно очищать каналы (откосы, бермы) и водопропускные воронки от наносов, травяной и древесной растительности, завалов и посторонних предметов. На каналах в летний период исправляют откосы, крепят русла, устраивают дополнительные воронки, наблюдают за уровнями и расходами воды, проводят контрольную нивелировку, проверку отметок по продольным и поперечным профилям.

На осушительных системах в летний период сильно замедляется сток воды, а при атмосферном водном питании участка открытые каналы пересыхают, остаются лишь отдельные лужи, которые становятся очагами выплода личинок малярийного комара. Для предупреждения размножения насекомых можно периодически проводить промывку каналов свежей водой из водоисточника. Мелководья и лужи нужно осушать, обрабатывать ядохимикатами, проводить нефтевание. К радикальным мерам борьбы с возникновением очагов малярии относят ликвидацию застойных водоемов, карьеров, луж, западин, выравнивание дна каналов путем засыпки и планировки.

На осушенных торфяных массивах летом создаются условия для легкого возгорания торфяной залежи. Причиной возгорания могут послужить непогашенная спичка или окурок, разведение костров, вылетающие искры из выхлопных труб двигателей, выжигание сорной рас-

тельности. В результате пожара, если не принять своевременных мер для тушения, могут выгорать большие площади и эти территории выбывают из сельскохозяйственного использования. Образовавшиеся при этом углубления заполняются водой, и для восстановления земель требуются значительные дополнительные затраты. С целью предупреждения пожара необходимо вести разъяснительную работу среди населения, следить за соблюдением противопожарных мер, устанавливать при въездах на болото предупредительные щиты, организовывать добровольные пожарные дружины и дежурство на специально установленных вышках, по каждому торфяному массиву разработать противопожарные мероприятия.

Ответственность за соблюдение мер пожарной безопасности следует возлагать на руководителей колхозов и совхозов, механиков, трактористов и водителей машин, эксплуатационные мелиоративные организации.

Содержание дренажных систем заключается в периодическом осмотре устьев, смотровых, водопоглощающих и регулирующих колодцев, осмотре состояния поверхности дренированной площади. После прохода паводка необходимо ликвидировать образовавшиеся над устьем просадки грунта и исправить крепления. Отстойники смотровых колодцев и колодцев-регуляторов нужно очистить от наносов, устранить появившиеся неисправности, побелить известью надземные части. Просадка грунта над дренами, медленное просыхание почвы, застой воды в виде луж, изреживание или гибель растений свидетельствуют о наличии неисправностей на дренажных линиях. Следует определить неисправность и устранить ее. Для определения места повреждения дренажа можно использовать метод ручного бурения скважин над дренай или коллектором. Повреждение будет находиться между теми скважинами, в которых уровни грунтовых вод резко отличаются (рис. 3.3).

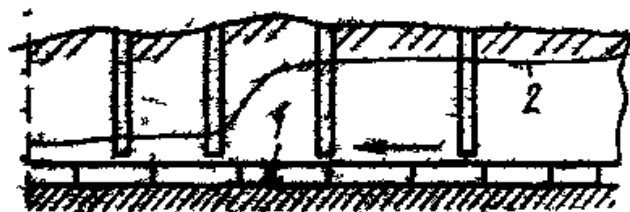


Рис. 3.3. Определение места повреждения дренажа:
1 – место закупорки дрены; 2 – УГВ.

Для контроля состояния дренажных систем рекомендуют проводить их осмотр и нивелировку, систематические наблюдения за дренажным стоком, динамикой уровней грунтовых вод и влажности корнеобитаемого слоя почвы.

Содержание гидросооружений заключается в надзоре за их состоянием, охране от повреждений, поддержании в исправности. Необходимо внимательно изучать причины возникновения неисправностей и предупреждать их возникновение. В порядке ухода за гидросооружениями нужно обеспечивать безаварийный пропуск максимальных расходов воды, своевременно готовиться к пропуску ледоходов, все имеющиеся крепления перед и за сооружениями предохранять от размывов и разрушений, своевременно ликвидировать возникшие повреждения. Участки канала на подходе и выходе сооружений, водопропускные отверстия труб-регуляторов, труб-переездов, мостов, шлюзов, дюкеров и других устройств не должны быть засорены. Имеющиеся на подъездных участках надолбы, а также перила сооружений нужно своевременно восстанавливать после разрушений. Затворы водоподпорных сооружений, пазы и уплотнения систематически осматривают и ремонтируют при просачивании воды. В летний период при проведении мероприятий по регулированию водного режима почвы сооружения частично, а некоторые и полностью (например, трубы-переезды на регулируемом канале) периодически то увлажняются, то высыхают. В результате на бетонных конструкциях появляются трещины, начинается коррозия бетона. Поэтому необходимо намокаемые участки покрывать битумом, все надводные части белить известью, а металлические и деревянные конструкции окрашивать. Корродированные участки бетона тщательно очищают, промывают, затем проводят цементацию, затирают раковины пластичным раствором, изолируя от воды. Трещины забивают и затирают цементным раствором. Крупные каверны и выбоины ликвидируют с помощью опалубки. При осадке трубчатых сооружений (трубы-переезды и трубы-регуляторы) могут раскрываться стыки между отдельными звеньями. В образовавшиеся отверстия начинают просачиваться вода и грунт, что приводит к дальнейшему развитию деформации. В таком случае нужно отрыть шурф и с наружной стороны трубы провести бетонирование и гидроизоляцию стыка, с внутренней – затирку цементным раствором.

Подъемные механизмы затворов на водоподпорных сооружениях поддерживают в исправном состоянии с помощью профилактических осмотров, очистки от песка и старой смазки, периодической смазки трущихся деталей свежими материалами, покраски. Если подъемники электрифицированы, то осматривают и ремонтируют электромоторы, редукторы, линии электропередачи, контактные соединения. Проверяют защиту электрооборудования от дождя, снега, пыли. Особенно тщательная проверка необходима в период подготовки к пропуску весеннего паводка. В летний период для регулирования водного режима почвы маневрируют затворами.

4. РЕМОНТ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

4.1. Виды ремонтов осушительных систем

Различают три вида ремонтов: текущий, капитальный и аварийный. Разновидность текущего ремонта – профилактический.

Цель текущего ремонта осушительных систем – восстановление водоприемников, каналов, регулирующей сети и других устройств в проектных размерах. Объем восстановительных работ не должен превышать 20...25% от первоначального строительного объема. При текущем ремонте очищают открытые водотоки от наносов и растительности, устраняют перекааты и оползни, ремонтируют и частично заменяют крепления откосов, подсыпают дамбы, заделывают ямы и трещины в бетонных сооружениях, заменяют столбики-надолбы и перильные ограждения, ремонтируют или устраивают новые крепления входных и выходных частей сооружений, строят новые пешеходные мостики и эксплуатационные устройства. На дренажных системах промывают и прочищают отдельные коллекторы и дрены, заменяют неисправные трубы, ремонтируют устья, смотровые и поглощательные колодцы. При текущем ремонте допускается прокладка новых каналов и дренажных линий для сгущения регулирующей сети общей протяженностью не более 5% всей длины дренажных линий на объекте. Проектно-сметную документацию для текущего ремонта составляют на основе дефектных ведомостей. Работы можно выполнять комплексно по всей системе или выборочно по отдельным участкам или каналам.

Капитальный ремонт проводят периодически. Чем лучше выполнены текущие ремонты, тем реже и в меньших объемах требуются капитальные. Кроме того, сроки и объемы работ во многом зависят от природных особенностей территории и характера ее сельскохозяйственного использования. Например, при использовании земель под травы заиление каналов происходит в меньшей степени, чем при использовании под зерновые и пропашные культуры при ежегодной вспашке и обработке почвы. Торфяные залежи при этом подвержены ускоренному разложению, глубина осушительной сети быстро уменьшается, и вскоре после строительства системы необходим капитальный ремонт. К капитальному ремонту относят комплексные работы по полному возмещению износа системы, который достигает 25...30% и более от объемов работ предыдущего проекта. При этом ремонте проводят упрочнение откосов, устраивают новые крепления, заменяют временные деревянные сооружения на железобетонные, придают всем водотокам проектные размеры, очищают дренажные системы от заиления и корневых пробок, заменяют разрушенные трубы и устья, перекладывают некоторые коллекторы и дрены, ремонтируют или устраивают новые смотровые и поглощающие колодцы. При проведении капитального ремонта разрешено

изменять план и продольный профиль водоприемников на 10%, дополнительное строительство магистральных, нагорных и ловчих каналов – на 20%, регулирующей сети и дренажа – до 20% от общей протяженности сети ремонтируемого участка. Капитальные ремонты выполняют по утвержденной проектно-сметной документации. Проекты составляют на основе материалов изысканий и детального обследования осушительной системы и сооружений на ней. Ремонт можно планировать комплексно, когда предусматривают ремонт всей системы, или выборочно, когда ремонтируют отдельные ее части или элементы. В случае необходимости устраивают ограждение для предотвращения поступления на ремонтируемые участки воды или прокладывают обводные русла.

Продолжительность периода между капитальными ремонтами определяется общим состоянием осушительной системы и теми деформациями, которые произошли за годы службы. Критерием для ремонта служит такое состояние, при котором осушительное действие мелиоративных устройств становится незначительным и положение нельзя исправить текущими ремонтами.

Установить точные сроки проведения капитального ремонта довольно сложно. Для перспективного планирования можно использовать примерную периодичность капитального ремонта, обусловленную временным положением о проведении планово-предупредительных ремонтов водохозяйственных систем и сооружений (табл. 4.1).

Таблица 4.1. Примерная периодичность капитального ремонта, лет

Сооружения	Примерные средние сроки служ- бы	Примерная периодичность капитального ремонта
1	2	3
Водоприемники осушительных систем: в минеральных грунтах	65	10
в торфяных	45	10
Перегораживающие железобетонные, бетон- ные и каменные сооружения и регуляторы- водовыпуски с расходом, м ³ /с:		
> 50	60	15
10 ... 50	50	15
1 ... 10	40	10
< 1	20	7
Осушительные межхозяйственные магист- ральные, нагорные и ловчие каналы без креп- лений и с креплениями откосов и дна:		
в минеральных суглинистых грунтах	50	10
в торфяных и легких минеральных грунтах	40	8

Продолжение табл. 4.1

1	2	3
Внутрихозяйственные проводящие, нагорные и ловчие каналы, осушители и собиратели без креплений откосов и дна:		
в минеральных суглинистых грунтах	30	10
в торфяных и легких минеральных грунтах	30	8
Внутрихозяйственные проводящие, нагорные и ловчие каналы, осушители и собиратели с креплениями откосов и дна (в том числе одернованные)	30	10
Системы двустороннего действия	30	8
Дренаж гончарный:		
в торфяных грунтах	45	15
в минеральных	60	15
Пластмассовый дренаж в торфяных и минеральных грунтах	40	15
Дождевальные машины:		
ДДА-100МА	7	1 ... 2
ДДН-70	7	1 ... 2
КДУ-55М, УДС-25, "Сигма"	7	1 ... 2
Трубы железобетонные	40	7
Гидрометрические станции на реках и больших каналах	20	3
Дороги:		
асфальтированные	40	10
цементно-бетонные	60	10
булыжные	30	8
щебеночные и гравийные	30	5
гудронированные	10	3
грунтовые профилированные	20	3
Мосты:		
металлические	80	20
железобетонные	90	15
Гидрометрические водомерные посты на каналах	10	2
Гидрологические створы	10	2

Особый вид ремонта представляет аварийный, который проводят внепланово из-за возникновения аварии на системе.

Аварийный ремонт на осушительной системе проводят, как правило, в кратчайшие сроки. Предупредить аварию гораздо легче, чем ее ликвидировать. Поэтому предупреждение аварий является одной из главных задач службы эксплуатации. Сроки и способы ликвидации назначают в зависимости от характера аварии и ее влияния на нормальную работу осушительной системы. Некоторые из них нужно ликвидировать немедленно. К этой группе аварий относят прорыв дамб, плотин, разрушение креплений русл, проходящих через населенные пункты, разрушение мостов, дорог и др. Аварии, не влекущие за собой серьезных последствий, можно ликвидировать в сроки, благоприятные

для выполнения ремонтных работ. При аварии необходимо как можно скорее прекратить начавшееся разрушение сооружений. Ремонт необходимо провести так, чтобы устранить возможность повторения аварии. Систематический надзор за работой элементов осушительной системы даст возможность своевременно обнаружить аварию и принять меры к ее предупреждению.

Профилактический ремонт проводит эксплуатационный персонал 2...3 раза в год (после прохождения весенних паводков и осенью до наступления морозов) в целях предупреждения возможных повреждений каналов и сооружений. Профилактический ремонт выполняют сразу после установления его необходимости без остановки работы системы. При этом уничтожают ходы землероев, очищают бермы каналов, скалывают лед у сооружений, ликвидируют трещины в теле дамб, подтягивают крепления, утепляют на зиму некоторые дренажные устройства и др. Профилактические осмотры системы желательно дополнительно проводить после сильных ливней и длительных дождей.

Чтобы определить вид ремонта той или иной системы, комиссия детально ее обследует. По результатам обследований составляют акт осмотра технического состояния системы. В акте указывают наименование системы и перечень обследованных элементов, краткое описание требуемых ремонтных работ, вид ремонта, примерные сроки его проведения.

4.2. Организация ремонтных работ

Для организации ремонтных работ необходимо предварительно ознакомиться с проектной документацией, с мелиоративной системой или ее отдельным участком, где предстоит выполнять ремонт, установить естественное состояние и условия работы системы на данный период времени, размеры каналов, степень их заиленности и зарастания, наличие и глубину воды в водоприемнике и каналах. Необходимо установить возможность регулирования объема воды в каналах для обеспечения производительной работы каналоочистителей с рабочими органами непрерывного действия (роторных) или максимального сброса воды для машин с рабочими органами цикличного действия. На основании этих данных уточняют организацию и технологию ремонта, подбирают типы каналоочистителей и рабочих органов, назначают число рабочих проходов, устанавливают схемы движения машин. До начала ремонтных работ должны быть решены вопросы материального снабжения, обеспечения деталями и необходимым оборудованием. Во время ремонта следует своевременно контролировать качество работ и соблюдение техники безопасности при их выполнении.

От растительности каналы очищают с помощью машин. В русле каналов произрастают обычно болотные виды растений и водорослей, ко-

торые размножаются семенами и корневищами. Основная масса корней и корневищ развивается в слое ила глубиной до 20...30 см. После удаления водной растительности с корнями развитие ее прекращается на длительное время. Растительность со дна канала и корневища удаляют также во время очистки его от наносов. Практика показала, что после удаления наносов слоем 30 см и более корневища водной растительности появляются только на третий-четвертый год.

Осушительные каналы очищают либо только от растительности, либо от наносов и растительности, когда заросший канал заилен. Заращение водотоков происходит значительно быстрее, чем заиление, поэтому окашивание на мелиоративных системах обычно проводят не менее двух раз за вегетационный период перед цветением трав. На таких системах каналы, как правило, не зарастают кустарником. В противном случае в течение нескольких лет они покрываются сплошными зарослями кустарника и сорняков. Отдельные кустарники приходится вырубать, а сплошные заросли уничтожать механизированным или химическим способом.

Окашивание и удаление травяной, а также древесно-кустарниковой растительности (диаметром стеблей до 20 мм) выполняют с применением косилок с роторно-дисковыми режущими аппаратами и специальных подборщиков (рис. 4.1, 4.2).

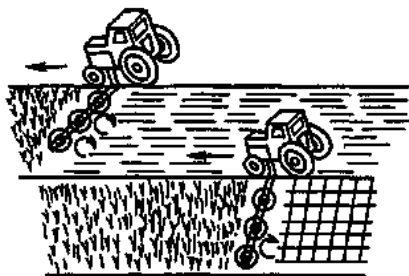


Рис. 4.1. Окашивание растительности на откосах и бермах каналов.

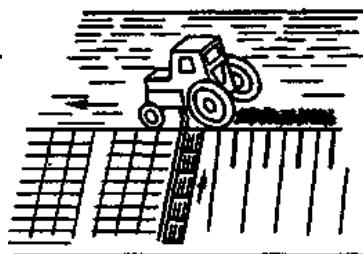


Рис. 4.2. Подборка скошенной растительности.

Перед началом окашивания бермы и откосы каналов должны иметь выровненную поверхность без промоин, кочек, западин, крупных камней, пней и посторонних предметов, препятствующих работе косилок. Предметы, не подлежащие удалению, а также плохо заметные мелкие сооружения (дренажные устья, знаки береговой обстановки и т.п.) обозначают вешками и предупреждают о них тракториста-машиниста. Расчистку берм и откосов от посторонних предметов заканчивают не

ранее чем за два дня до начала окашивания, чтобы избежать повторного засорения.

Перед началом окашивания берм и откосов составляют схему рабочих перемещений и проходов базовой машины с одного канала на другой с учетом наличия переездов, посевов на площадях, прилегающих к каналу. Работы по окашиванию проводят в такой последовательности: сначала окашивают берму (это удобнее производить косилками с фронтальной навеской), затем откос. При широких откосах каналов их окашивают полосами за 2...3 рабочих прохода: верхнюю, затем среднюю и нижнюю часть. Участки откосов, не достигаемых для рабочих органов, окашивают вручную.

Откосы окашивают при рабочих перемещениях машин по обеим сторонам канала. После этого травяную массу рекомендуется убирать с откосов. Иногда при негустом травостое и незначительной высоте срезаемых стеблей их оставляют на откосе в удобрительных целях, для лучшего последующего произрастания растительности и укрепления откоса.

Высота среза травостоя на хорошо спланированных поверхностях каналов и дамб не должна превышать 60...80 мм. При окашивании каналов и дамб нельзя повреждать дренину.

Технологическая схема рабочих перемещений подборщика аналогична схеме рабочих перемещений косилки при окашивании. Разница заключается лишь в том, что при широких откосах первым рабочим проходом подбирают скошенную растительность в нижней части откоса, затем повторными проходами перебрасывают растительность со средней части откоса на его верхнюю часть и только в конце последней проходкой перебрасывают всю растительную массу с верхней части откоса на берму канала.

Технология производства работ по удалению водной растительности (рис. 4.3) предусматривает следующие технологические операции: скашивание растительности под водой, подборку ее из воды, измельчение, складирование растительной массы на палубе, подвозку ее к берегу и выгрузку в транспортное средство. Возможен непрерывный выброс измельченной растительной массы на берег непосредственно в процессе скашивания растительности при перемещении плавучей косилки вдоль берега окашиваемого водоема или канала.

До начала работы составляют схему рабочих перемещений косилки по объекту в зависимости от его расположения и удобства подъезда к берегу для выгрузки зеленой массы в транспортное средство. При этом число холостых переездов в технологическом цикле должно быть минимальным. Здесь основные две схемы рабочих перемещений – круговая и челночная. При первой плавучая косилка перемещается и окашивает растительность вдоль береговой линии пруда, водохранилища или канала, а также выгружает растительную массу в том месте, где косил-

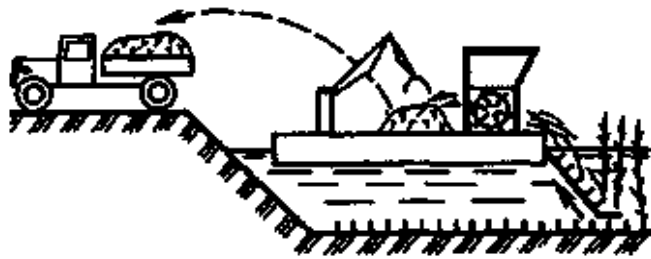


Рис. 4.3. Окашивание водной растительности в водотоках и водоемах плавучей косилкой.

ка оказалась в момент ее наполнения растительной массой. При второй схеме рабочих перемещений – челночной – плавучая косилка в каждом рабочем цикле после наполнения растительной массой транспортирует ее для выгрузки к одному и тому же месту на берегу, определенному для этих целей. Предварительно из водоема убирают или обозначают вешками посторонние предметы, которые могут привести к поломке рабочего органа. При необходимости устраивают площадки для разгрузки зеленой массы. Устанавливают косилку в начале окашиваемого участка, заглубляют режущий аппарат на заданную глубину кошения. Окашивают водоемы по выбранной схеме рабочих перемещений, при этом скорость движения устанавливают в зависимости от густоты скашиваемой растительности (2...3 км/ч). После заполнения бункера для складирования зеленой массы (4...5 т) косилку останавливают и выглубляют режущий аппарат. Далее на транспортной скорости (7...10 км/ч) косилка подплывает к разгрузочной площадке, где с помощью бортового грейферного погрузчика растительную массу выгружают в транспортное средство либо на береговую площадку.

Окашивать каналы и подбирать растительность можно одиночными машинами или их группой. Последнее целесообразно применять на крупных объектах с большими объемами работ и при наличии в эксплуатационной организации достаточного числа необходимых механизмов.

В практике борьбы с зарастанием каналов травяной и кустарниковой растительностью, кроме механического окашивания, известны еще и такие способы, как биологический, химический и термический. Биологический способ заключается в вытеснении или угнетении развития одних видов растений другими. Это достигается посадкой деревьев с широкими кронами для затенения каналов, посевом многолетних злаковых трав на откосах и бермах. Залужение откосов подавляет развитие сорной растительности, способствует закреплению грунта в откосах. К биологическим способам борьбы с водной растительностью можно отне-

сти использование растительных рыб – белого амура, обыкновенного и пестрого толстолобика. Этот способ дает высокий экономический эффект, так как растительность легко уничтожается, и рыба выращивается для потребительских целей.

При химическом и термическом способах растения обрабатывают химическими препаратами или сжигают. В соответствии с требованиями охраны природы применение этих способов ограничено.

При очистке осушительных каналов от наносов применяют машины как общестроительного назначения, так и специальные каналоочистительные: одноковшовые и многоковшовые экскаваторы, роторные каналоочистители, плавучие землесосные установки при перемещении их вдоль канала. Вариант рабочих перемещений машин (рис. 4.4) выбирают в зависимости от толщины слоя наносов, ширины и глубины канала, параметров рабочих органов. Однопроходным перемещением канал очищают тогда, когда с одной позиции машины имеется возможность удалять наносы по всему его поперечному сечению. Если с одной позиции удаляется только часть поперечного сечения слоя наносов, то очистку проводят в два и более прохода машины.

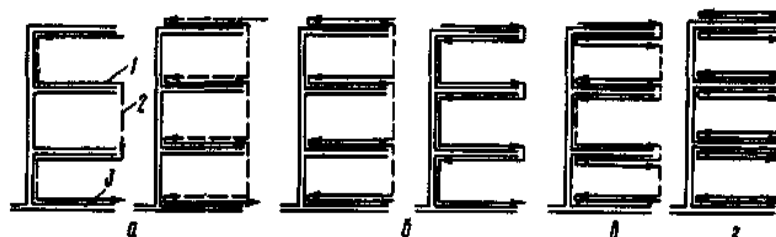


Рис. 4.4. Схемы рабочих перемещений экскаваторов и каналоочистителей:
а, б, в, г – соответственно при одном, двух, трех и четырех проходах;
1 и 2 – рабочее и транспортное перемещения; 3 – канал.

При организации очистки каналов от наносов предварительно выполняют подготовительные работы – разравнивают кавальеры, оставшиеся от предыдущей очистки; освобождают бермы и откосы канала от древесно-кустарниковой и травяной растительности; удаляют из канала и берм посторонние предметы (камни, отходы растительности и т.п.); обозначают вехами устья дренажных коллекторов, чтобы не допустить их повреждения в процессе работы.

Во время очистки наносы укладывают в кавальеры с последующим их разравниванием. Если возникают интервалы во времени между очисткой канала и разравниванием вынутого грунта, необходимо устраивать разрывы в кавальерах в пониженных местах рельефа для стока поверхностных вод.

Дно канала после очистки должно быть равномерным по ширине, прямолинейным, с плавным радиусом закругления на его поворотах. Выемка должна симметрично вписываться в поперечный профиль канала и сопрягаться с существующими откосами.

Не допускаются существенные недоборы наносов, ступенчатость выемок при нескольких проходах базовой машины, обратное попадание наносов в канал в процессе их транспортирования из забоя на берму.

При использовании каналоочистителей с консольно расположенными рабочими органами непрерывного действия необходимо в составе подготовительных работ дополнительно выполнить планировку бермы канала бульдозером или грейдером и обозначить на берме вешками параллельно оси канала линию рабочего перемещения машины. Это требуется потому, что рабочий орган в забое (в вертикальной и горизонтальной плоскостях) копирует расположение ходового устройства базовой машины на берме канала. Особенно важно соблюдать точность положения в забое консольно навешенных однороторных рабочих органов каналоочистителей (рис. 4.5), поскольку за один проход они могут захватывать и удалять всего $0,03 \dots 0,1 \text{ м}^3$ грунта с 1 м длины канала. Двухроторный рабочий орган (рис. 4.6) менее чувствителен к неточностям рабочего перемещения базовой машины, поскольку, раздвигаясь относительно друг друга, роторы могут захватывать за один проход больший объем грунта.

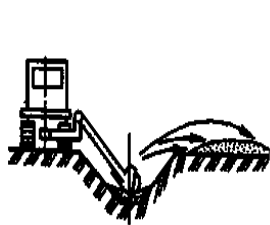


Рис. 4.5. Каналоочиститель с однороторным рабочим органом.

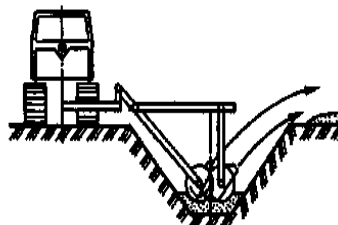


Рис. 4.6. Каналоочиститель с двухроторным рабочим органом.

В технологиях очистных работ, в которых используется принцип метания грунта или смеси грунта с водой, возможен существенный разброс наносов на берме канала. При этом повторное поступление наносов в канал должно быть минимальным.

Технологию очистки каналов, реализуемую с применением многоковшового оборудования (рис. 4.7 и 4.8), целесообразно использовать при очистке каналов с удельным объемом выемки не менее $0,2 \text{ м}^3/\text{м}$.

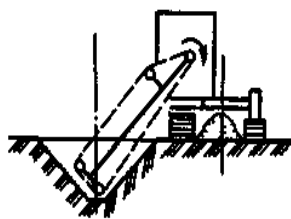


Рис. 4.7. Экскаватор ЭМ-152 Б с многоковшовым оборудованием (гусеницы машины расположены на одной стороне канала).

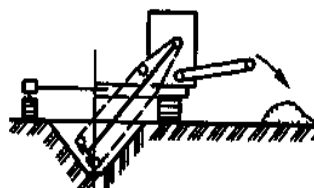


Рис. 4.8. Экскаватор ЭМ-152 Б с многоковшовым оборудованием (гусеницы машины расположены по обеим сторонам канала).

Первый рабочий проход машины направляют снизу вверх по каналу, так как при этом со дна канала удаляется сорная растительность, разрушаются перекаты, препятствующие опорожнению канала от воды. Наилучшие результаты достигаются при очистке “сухих” каналов или с незначительным уровнем воды в них, в противном случае грунт выносятся водой из ковшей и возвращается в канал.

При очистке открытых коллекторов дренажных систем многоковшное оборудование приподнимают и опускают на расстоянии 1 м от устьев закрытых коллекторов и дрен. Оставшиеся наносы на участках дна и откосов около устьев убирают вручную. Требуют также ручной подчистки участки дна и откосов каналов непосредственно у различных сооружений: мостов, переездов и др.

При седловой схеме (рис. 4.8) гусеницы (тележки) базовой машины располагаются и перемещаются по обеим сторонам канала, а рабочий орган находится между ними. При этом достигается равномерное распределение нагрузки на гусеницы и устойчивый технологический процесс, для рабочего прохода требуется минимальная ширина полосы (берма шириной до 3 м). Такую схему можно применять при очистке каналов шириной поверху до 5 м и отсутствии гидротехнических и дорожных сооружений, препятствующих проходу машины. В противном случае для очистки многоковшовым или скребковым рабочим оборудованием реализуют боковую схему работы, когда ходовое устройство базовой машины устанавливают на одной стороне канала.

Вспомогательная гусеница (тележка) в этой схеме играет роль противовеса к консольно расположенному рабочему органу. Нагрузка на основную гусеницу максимальная, что снижает проходимость по переувлажненным землям. По обе стороны канала необходимо иметь полосы (бермы) шириной до 6 м.

При очистке каналов по технологическим схемам (рис. 4.9, 4.10, 4.11) с применением в качестве базовых машин строительных экскаваторов следует иметь в виду, что разрабатываемые наносы имеют

меньшую плотность и прочность и одновременно большую влажность и липкость, чем грунты естественного залегания с ненарушенной структурой. Удельное сопротивление копанию наносов в несколько раз меньше, чем грунтов естественного залегания, поэтому рекомендуется применять уширенные ковши увеличенной вместимости с уменьшенным радиусом копания и отверстиями в днище и боковых стенках.

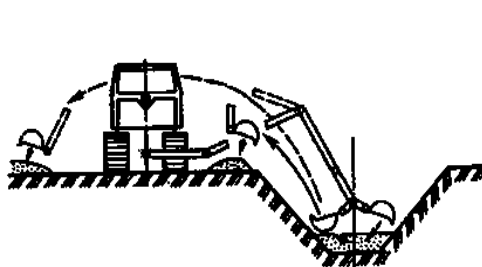


Рис. 4.9. Экскаватор (каналоочиститель) с поворотным ковшом обратной лопаты.

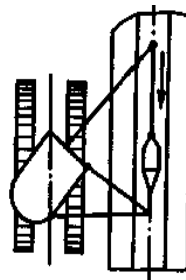


Рис. 4.10. Схема работы экскаватора с оборудованием боковой драглайн.

Уширенные ковши обратной лопаты и циркульные ковши (рис. 4.9) существенно повышают производительность очистки каналов с малыми удельными объемами работ, уменьшенный радиус резания позволяет очищать каналы с меньшей шириной по дну, отверстия в днище и стенках ковша увеличивают производительность при работе из-под воды, уменьшают залипание ковша. Для снижения уровня и недопущения подпора воды в канале работы выполняют при передвижении экскаватора против течения воды.

Очистка каналов экскаваторами, оборудованными ковшом драглайн (рис. 4.11), должна вестись с недопущением перебора заданной величины выемки наносов. Перебор может происходить потому что, добиваясь эффективного использования механизмов, больше наполняют ковш, переуглубляя дно канала, подрезая его откосы.

При очистке с применением бокового драглайна (рис. 4.10) ковш передвигают по дну вдоль оси канала на длину подтягиваемого троса, эффективно наполняя ковш наносами даже при малых удельных объемах выемки.

При очистке от наносов крупных каналов или рек-водоприемников заданный объем наносов удаляют за два симметричных прохода экскаватора вдоль канала последовательно по обеим его сторонам или за один проход по дну водотока.

Производство работ по технологической схеме (рис. 4.12), называемой продольно-внутриканальной, предусматривает перемещение

экскаватора по дну русла и удаление заданного слоя наносных отложений за один проход. Грунт укладывают в отвал на одну или обе стороны канала. Рабочий проход начинается с устьевой части канала и продолжается вверх против течения воды в русле. Условия эффективного применения такой технологии работ следующие: ширина канала по дну (до очистки) должна быть не менее ширины колеи экскаватора; вода в русле должна отсутствовать или иметь незначительный уровень; дно русла должно выдерживать нагрузки от массы экскаватора и обеспечивать его проход.

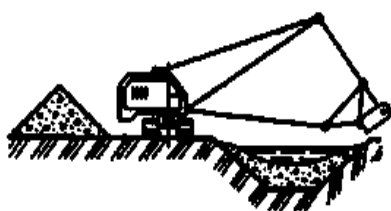


Рис. 4.11. Экскаватор с оборудованием драглайн (наносы удаляют одной захваткой по всей ширине канала).

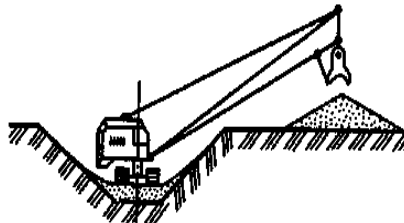


Рис. 4.12. Удаление наносов при внутриканальном расположении экскаватора.

Выполнение работы по удалению наносов (рис. 4.13), а также при углублении и расширении канала (рис. 4.14) осуществляют за два прохода, когда ширина водотока по верху превышает радиус копания экскаватора.

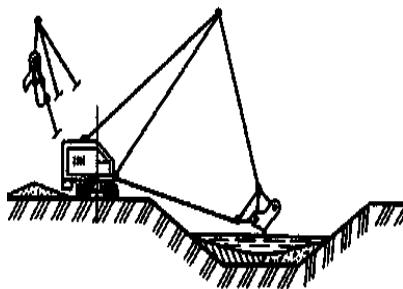


Рис. 4.13. Схема удаления наносов на широких водотоках.

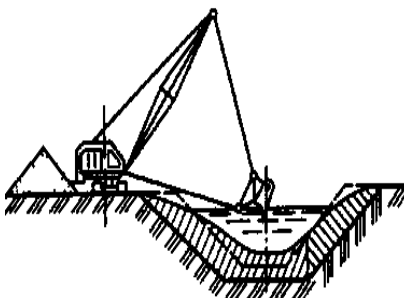


Рис. 4.14. Схема работы экскаватора при углублении и расширении русла водотока.

скаватора. За первый проход, направленный против течения, удаляют грунт до проектной глубины с охватом до $\frac{2}{3}$ ширины канала поверху. После завершения первого прохода экскаватор переводят на другую

сторону канала и при втором проходе сверху вниз по течению воды дорабатывают оставшуюся часть поперечного сечения русла, устраняют недоборы и подчищают дно от наносов, отложившихся после первого прохода экскаватора.

В случае, когда один откос канала сохранился в процессе эксплуатации, а другой деформировался, можно сместить забой в сторону последнего и расширить русло до проектного сечения, не нарушая сохранившийся откос.

При очистке и углублении широких каналов с достаточной глубиной воды, когда требуется точное соблюдение заданного профиля откосов, применяют технологию производства работ, реализуемую совместным использованием экскаватора и земснаряда (рис. 4.15). Грунт удаляют сначала экскаватором с одной или обеих сторон в приоткосной части русла, а затем – земснарядом, углубляя русло. Такая технологическая схема применяется при уширении и углублении рек, водоприемников и крупных каналов, ширина поверху которых более двух радиусов копания экскаваторов. В зависимости от объемов выемки можно использовать одновременно два экскаватора, установленных по обеим сторонам русла. Рабочие перемещения экскаваторов направлены к истоку водотока.

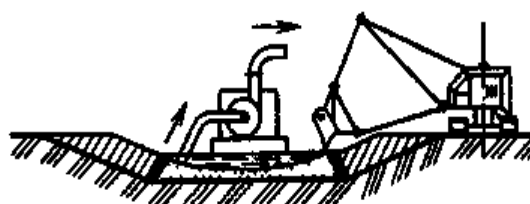


Рис. 4.15. Схема совместной работы экскаватора и земснаряда при очистке, углублении и расширении русла водотока.

Земснаряд окончательно дорабатывает русло до проектных размеров и одновременно очищает дно от строительных наносов. Рабочее перемещение осуществляется вниз по течению воды, что облегчает передвижение земснаряда. При этом подпор водотока создает необходимые для работы земснаряда глубины воды.

В технологиях производства земляных работ, реализуемых с применением плавучих земснарядов (рис. 4.16), грунт, подлежащий удалению из русла, рыхлят рабочими органами (грунтозаборными устройствами), опускаемыми в подводный забой. Для забора грунта используют всасывающую способность грунтового насоса, установленного на понтоне плавучего земснаряда. Грунт в виде пульпы подается по плавучему и береговому пульпопроводам в отвал, где его частицы оседа-

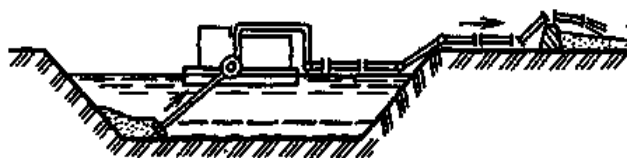


Рис. 4.16. Удаление наносов плавучей землесосной установкой.

ют, а осветленная вода возвращается через водосбросной колодец и водосбросную трубу в очищаемое русло (рис. 4.17). В зависимости от состава грунтов и плотности их сложения применяют грунтозаборные устройства с гидравлическими (струйными), фрезерными, вибрационными и черпаковыми рыхлителями. Рабочее перемещение грунтозаборного устройства в подводном забое осуществляется посредством его подъема или опускания, а также передвижения в плане всего корпуса земснаряда, находящегося на плавучей установке.

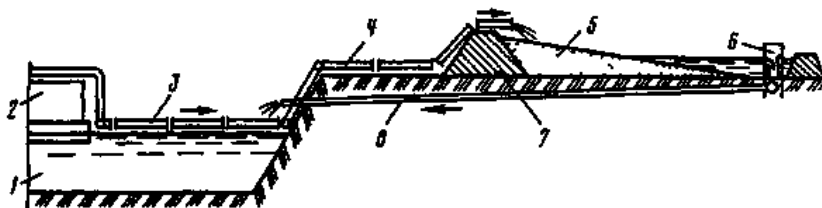


Рис. 4.17. Схема обустройства приканальных площадей при подготовке их для складирования наносов (грунта), удаленных из канала земснарядом:
1 – канал; 2 – земснаряд; 3 и 4 – плавучий и береговой пульпопроводы;
5 – отвал удаленных из канала наносов (грунта); 6 – водосбросной колодец;
7 – дамбы обвалования; 8 – водосбросная труба (лоток).

При очистке каналов слой наносных отложений удаляют сразу на всю глубину разработки. В широкопрофильных руслах (реки, водохранилища, пруды, водохранилища) очистку от наносов и углубление можно вести несколькими параллельными полосами.

Малосвязные песчаные грунты, легко обрушивающиеся в забое, удаляют по возможности на всю глубину выемки поперечными лентами шириной не более 1,0...2,0 м, чтобы не допускать закупорки всасывающего пульпопровода грунтом и срыва вакуума грунтового насоса.

Если необходимо удалять грунт слоем более 1,0...2,0 м или производить выемку в связных грунтах, то забой вырабатывают послойно. Сначала по всей ширине прорези снимают первый верхний слой, затем

обратным ходом – следующий слой и т.д. Связные грунты целесообразно удалять слоями толщиной 0,4...0,6 м.

Для эффективного применения мелиоративных земснарядов на очистке и углублении каналов необходимо определенное количество воды, достаточное, чтобы обеспечить пульпообразование в забое и гидротранспортирование грунта в отстойнике. Кроме того, глубина воды в руслах должна быть такой, чтобы земснаряд постоянно находился на плаву. В случае недостатка воды общий запас ее увеличивают за счет аккумуляции стока в русле при перекрытии шлюзов, постепенных попусков из вышерасположенных водохранилищ, прудов.

Рабочие проходы земснарядов целесообразно направлять по течению, что облегчает их передвижение. При этом уносимая из забоя часть разрыхленного и взвешенного грунта не засоряет очищенный участок русла, а выносится течением воды и осаждается в его неочищенной части.

Ремонт дренажа включает очистку от наносов и корней растений, замену поврежденных трубок, исправление устьев коллекторов, смотровых и поглощающих колодцев. Ремонт дренажа следует начинать после очистки и исправления открытых собирателей, когда устья освобождены от подпора воды. Затем нужно исправить устья, смотровые и поглощающие колодцы, после чего отремонтировать поврежденные и заиленные участки дренажных линий.

Поврежденные или разрушенные устья откапывают и извлекают на поверхность с двумя-тремя первыми трубками коллектора. После этого готовят основание с уклоном в сторону канала для обратной укладки труб и элементов устья. В торфяных и неустойчивых минеральных грунтах основание устраивают из песчано-гравийной смеси, а при необходимости забивают сваи. При обратной укладке устья нужно соединить его с трубками коллектора путем заделки стыка цементным раствором. Следует обеспечить хорошую опору под наклонный лоток устья. Траншеи лучше засыпать глинистым грунтом с послойной трамбовкой. Откос вокруг устья необходимо тщательно закрепить одерновкой. В месте соединения дренажного коллектора с устьем часть гончарных труб можно заменить асбестоцементной трубой. Это предотвратит фильтрацию воды и подмыв устья.

Ремонт дренажа начинают с поиска трассы дренажных линий, которые обнаруживают визуально по полосам интенсивно развивающейся растительности либо методами шурфования и зондирования шупом. Трассу дрены на поверхности участка обозначают вехами. При проходе по трассе вдоль дрены осматривают поверхность почвы. На отдельных участках могут быть обнаружены углубления и провалы различной формы, переувлажнение почвы. В таких местах нужно отрыть шурфы, установить вид деформации и провести ремонтные работы. Если дренажная линия заилилась на всем протяжении, то очистить ее можно

методами полного вскрытия, отрывки отдельных шурфов и гидравлической промывки.

Метод полного вскрытия дренажной линии наиболее трудоемкий, и его можно применять на небольших участках при плотном состоянии наилка, занимающего более 50% сечения труб, а также при наличии в дренах корневых пробок, при малой водопроницаемости дренажной засыпки. Траншеи отрывают с помощью экскаватора. Для окончательного вскрытия трубок выемку глубиной 5...8 см дорабатывают вручную. Затем каждую трубку поднимают, очищают и укладывают обратно. Одновременно заменяют битые и деформированные трубки, тщательно защищают стыки фильтрующим материалом. После проверки и исправления уклона дрены присыпают вручную гумусовым слоем на 20...25 см, а затем засыпают с помощью бульдозера. Целесообразно применять бульдозер с косым отвалом, который обеспечивает дополнительное перемешивание вынутого из траншеи грунта с пахотным слоем.

Метод отрывки отдельных шурфов используют при заилинии труб менее 50% их поперечного сечения и когда наилок представлен рыхлыми отложениями. Для очистки дрен вдоль их трассы с помощью экскаватора отрывают шурфы через 10...15 м, извлекают 2...3 трубки и между шурфами несколько раз протаскивают проволоку с металлическим ершом или мешковиной. Вынутые при этом ил и корни растений выбрасывают на поверхность почвы. Для извлечения значительных скоплений корней растений применяют проволочные спирали, которые ввинчивают в корневые переплетения, затем вытаскивают. После прочистки участка дрены вынутые ранее трубки укладывают обратно, обкладывают стыки фильтрующим материалом и шурфы засыпают.

Гидравлическую промывку дренажа можно проводить несколькими способами. Один из них заключается в том, что в верхнем конце дрены отрывают шурф сечением 2×2 или $1,5 \times 1,5$ м и глубиной на 30...40 см больше глубины закладки дрены. Закрыв дрена пробкой, шурф наполняют водой. Затем пробку извлекают, и вода, протекающая под напором, смывает наносы. Этот способ применим при частичном (до 50%) заилинии полости дренажных труб. Воду в верховье дрены можно также подавать с помощью насоса через пожарный рукав, который под напором плотно прилегает к стенкам трубки, и при этом обеспечивается нормальная промывка дренажа.

Более эффективно промывку дренажа осуществляют специальной дренопромывочной машиной (рис. 4.18). Для отыскания места присоединения дрены-осушителя к коллектору, а также мест повреждения, сдвигов и закупорки труб без вскрытия дренажных линий промывочная машина оборудована механическим зондом, механическим щупом и специальной электрической системой. Система включает прибор, сконструированный на базе высокочувствительного трассоискателя, работа которого основана на электроиндукционном принципе. С помощью этого прибора по зоне макси-

мального звучания сигнала можно легко найти место остановки накопника, т.е. место соединения коллектора с дренажной линией, место повреждения или закупорки дренажной линии. Точность определения $\pm 0,5$ м по длине и $\pm 0,1$ м по ширине дренажной линии. В месте остановки накопника отрывают шурф, устраняют препятствие и продолжают промывку.

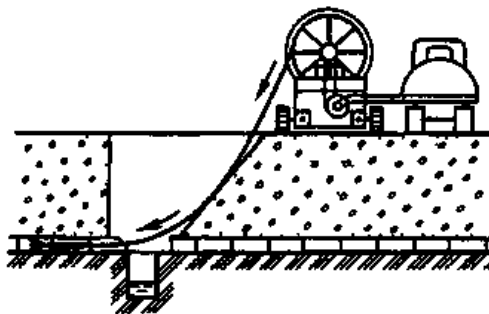


Рис. 4.18. Промывка дренажей и коллекторов от наносов дренопромывочной машиной (Д-910, ПДТ-125 и др.).

Промывку дренажа с помощью машины начинают с коллектора. Для промывки коллекторов диаметром 100 мм и более применяют шланг диаметром 33 мм. Диаметр насадки принимается равным диаметру шланга. Для промывки дренаж-осушителей применяют шланг диаметром 26 мм с соответствующей насадкой. Промывочная насадка имеет одно фронтальное и 3...6 реактивных (под углом назад) отверстий. Число (кратность) промывок зависит от вида и степени заиления, диаметра труб и др.

Обычно длина коллектора превышает длину шланга, поэтому в месте прекращения промывки отрывают шурф и промывку продолжают с новой позиции машины. При промывке дренажей, заиленных более чем на треть диаметра, оптимальная длина промываемого участка составляет 60...85 м. Шурфы отрывают с помощью экскаватора. В одном месте обычно отрывают два шурфа во взаимно перпендикулярном пересечении. Один из них используют как отстойник (рис. 4.19), а второй – для подачи шланга на промывку. Длина шурфа по дну зависит от глубины залегания дренажей и может составлять 0,8...2 м. Сначала отрывают шурф вдоль дренажа, а затем отстойник, дно которого должно быть ниже дренажа не менее чем на 25...30 см. Машину возле шурфа устанавливают так, чтобы ось вращения катушки со шлангом была перпендикулярна к направлению дренажной линии. Промывая участок выше шурфа (по уклону), конец дренажа ниже лежащего участка можно не закрывать фильтрующим материалом, так как после отстойника вода

на сброс поступает осветленной. Закрывать конец дрены нужно при удалении пульпы из шурфа. Для предохранения от попадания в него мелких корней растений нужно установить металлическую сетку.

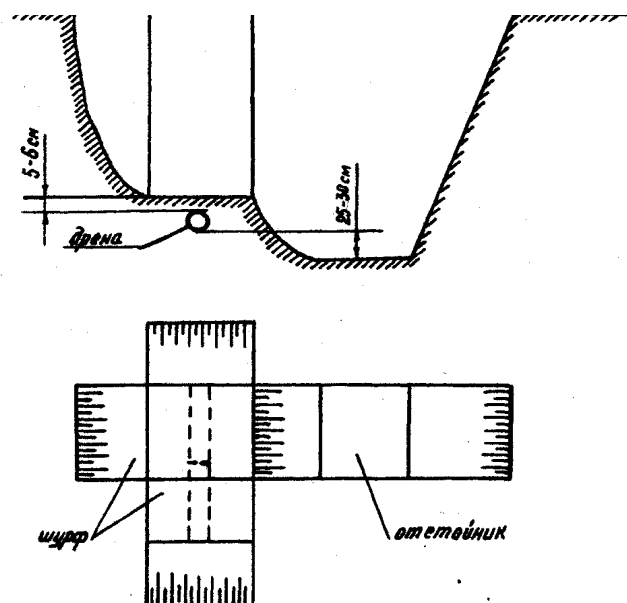


Рис. 4.19. Шурф с отстойником:
а – разрез; б – вид сверху; 1 – дрена; 2 – шурф; 3 – отстойник.

При многократной промывке дрен-осушителей дренопромывочную машину целесообразно установить между дренажными линиями. Промыв дрену с одной стороны рабочей позиции, сразу же промывают другую, расположенную с другой стороны. В это время вода из отстойника первого шурфа стекает на нижележащий участок. Затем в том же порядке проводят вторичную промывку.

После завершения промывки основание под дренами в шурфе выправляют, подсыпая гравий, и уплотняют. Дренажные трубы укладывают на место, стыки защищают фильтрующим материалом по всему периметру и присыпают гумусовым слоем на 20...25 см. Окончательно шурфы засыпают с помощью бульдозера.

Для промывки 100 м дрен от заиления грунтом необходим объем воды 1,1...5,2 м³, в зависимости от кратности промывок.

Примерный перечень работ при использовании машины для промывки дрен включает: подготовительные работы, транспортировку машины

на трассу и подготовку к работе, наполнение цистерн водой и подвозку к машине (на расстояние до 2 км), отыскание устьев и промывку коллекторов, отыскание конца шланга (при длинном коллекторе), намотку шланга и перевоз машины на новое место, отрывку шурфа и извлечение дренажных труб, промывку следующего участка, укладку труб с защитой стыков, присыпку гумусовым слоем, засыпку шурфов с помощью бульдозера, технический уход за машиной во время работы.

При ремонте гидротехнических сооружений на осушительных системах предусматривают комплекс разнообразных работ, которые проводят на основе составленного проекта.

Ремонт смотровых колодцев сводится к их очистке, замене крышек и разрушенных железобетонных колец, заделке частичных повреждений бетонной стенки колодца цементным раствором, устранению промоин и просадок в месте соединения с трубками коллекторов. Места промоин и просадок раскапывают, выравнивают и трамбуют ложе под трубы коллектора. Качественного сопряжения дренажного коллектора с колодцем достигают, заделывая место соединения асбестоцементной трубы со стенкой колодца цементным раствором. Пазухи вокруг колодца засыпают послойно с хорошей трамбовкой. Высота колодца над поверхностью земли не должна быть меньше 0,5 м.

Поглощающие колодцы при ремонте очищают от заилиenia и при необходимости заменяют его отдельные элементы. Для очистки смотровых и поглощающих колодцев от наносов используют специальные машины (рис. 4.20). Перед запуском в работу машины закрывают пробками входную и выходную трубки дренажных коллекторов. Затем опускают в колодец про-

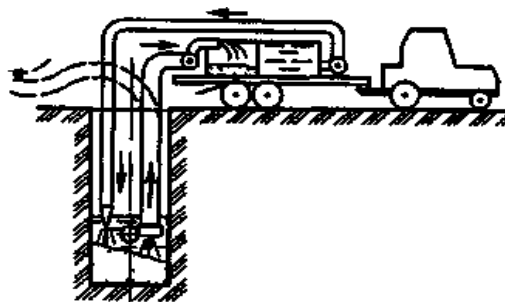


Рис. 4.20. Очистка смотровых колодцев от наносов.

мывочный шланг и под напором от промывочного насоса подают в колодец воду, размывая отложившийся слой наносов. По мере пульпообразования в колодец опускают всасывающий рукав и откачивающим насосом удаляют пульпу. Очищать колодцы можно и с помощью заранее помещаемой внутрь колодца емкости соответствующих размеров для аккумуляции

ния наносов и мусора, которую после заполнения извлекают на поверхность для опорожнения. Емкость поднимают и опускают на дно грузоподъемным оборудованием.

Ремонт гидротехнических сооружений на мелиоративных системах проводят для устранения возникающих повреждений и деформаций. Технология ремонта и устранения повреждений бетона включает ряд подготовительных и ремонтных операций с применением традиционных для ремонта бетона технических средств. Ремонтные материалы наносят на места повреждений различными методами: оштукатуриванием, торкретированием, инъектированием, флюатированием, пропиткой.

Оштукатуривание – укладка ремонтного материала из цементных растворов в один или несколько слоев. Прочность сцепления отдельных слоев между собой и с ремонтируемой поверхностью проверяют легким простукиванием слоя штукатурки.

Торкретирование предусматривает послойное нанесение ремонтного раствора на поверхность под напором, создаваемым специальной машиной. Раствор наносят на увлажненную поверхность бетона слоями по 6...10 мм. Торкретный слой, работающий на отрыв, армируют стальной сеткой. При необходимости поверх торкретного слоя наносят битумную гидроизоляцию.

Инъектирование – нагнетание ремонтных материалов под давлением внутрь поврежденного бетонного элемента.

Флюатирование – обработка ремонтируемых поверхностей кремнефтористыми солями для их взаимодействия с гидратом окиси и карбонатом кальция бетона. В результате образуются прочные морозостойкие нерастворимые соединения, колюматизирующие верхний слой бетона, прочность которого возрастает почти в два раза. В качестве флюата используют кремнефтористый магний в виде 20%-ного водного раствора. Наносят его на очищенную поверхность в три слоя с интервалом одни сутки. В первые сутки используют раствор с концентрацией 6%, во вторые – 14, в третьи – 20%. Расход раствора при трехразовой обработке поверхности составляет 1,6...1,8 л/м², или в пересчете на сухую соль 225...250 г/м². Флюатирование следует повторять через 4...5 лет.

Пропитка – гидроизоляционная защита бетонных элементов от воздействия агрессивной среды.

Сколы, раковины и выбоины глубиной более 50 мм ремонтируют заделкой их путем послойной укладки ремонтных материалов в места повреждений.

Поверхностные волосные трещины с раскрытием более 0,1 мм заделывают с поверхности битумами, мастиками и полимерными композициями. Глубокие трещины с раскрытием более 0,1 мм заделывают инъектированием или заливкой в них ремонтных материалов.

В качестве ремонтных материалов используют бетонную смесь или цементно-песчаные растворы, быстротвердеющие бетоны на жидком

стекле, смесь полимерных композиций. Их прочность должна быть не менее прочности ремонтируемого бетона в сооружении. В процессе укладки ремонтных материалов их уплотняют трамбованием, вибрированием.

Значительные повреждения бетонных элементов сооружений заделывают путем вставки новых блоков этих элементов, исполненных в виде сборного или монолитного железобетона. При замене или ремонте блоков необходимо восстанавливать деформационные швы с применением герметизирующих материалов в полость шва. Для ремонта различных мелиоративных сооружений используют специальные ремонтные агрегаты АРС-2, АУГ-1, АУГ-2, РР-11 и другие, которые обеспечивают комплексную механизацию различных видов работ (табл. 4.2).

Таблица 4.2. Виды работ, производимых специальными ремонтными агрегатами

Вид работ	АРС-2	АУГ-1	АУГ-2	РР-11
Уплотнение грунта и бетона	+			
Приготовление бетонной смеси	+			
Водоотвод из котлованов, смотровых колодцев	+	+	+	
Освещение рабочей площадки	+			+
Электросварка	+			+
Подъем – опускание: грузов затворов шлюзов-регуляторов		+	+	+
Побелка	+	+	+	
Покраска	+	+	+	
Нарезка дерна		+	+	
Устройство скважин в подошве откосов для установки кольев крепления каналов		+	+	
Промывка устьев дрен от наносов		+	+	

Очистку от наносов труб-переездов и дюкеров можно выполнять специальными механизмами и приспособлениями к ним, способными разрушать отложения и извлекать их вместе с другими засоряющими предметами. К таким механизмам относится машина МОП (рис. 4.21), предназначенная для очистки труб-переездов диаметром от 300 до 1000 мм, длиной 16 м. Она очищает трубы путем протаскивания рабочих органов внутри трубы. Конструкцию рабочего органа выбирают в зависимости от диаметра трубы и степени ее заилиenia.

Машина для очистки труб-переездов КО работает методом промывки аналогично дернопромывочной машине.

Для очистки дюкеров используют ковш-рыхлитель КР-2(рис. 4.22), который протаскивают с помощью тракторов, расположенных с двух сторон дюкера. Наносы удаляют несколькими возвратно-поступательными перемещениями ковша-рыхлителя.

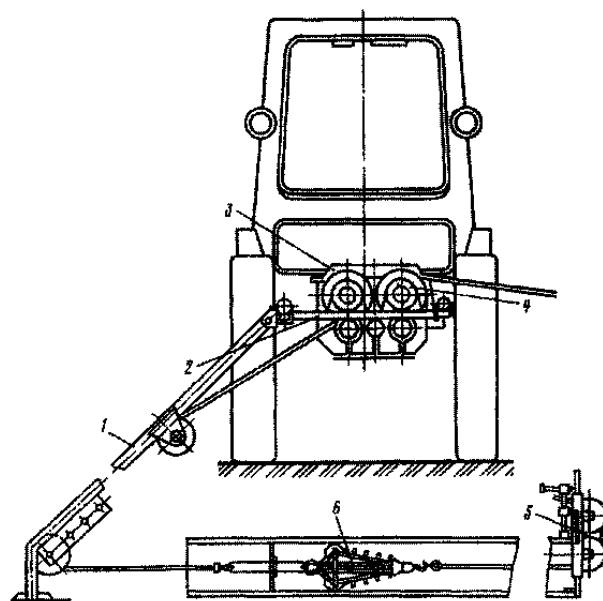


Рис. 4.21. Машина для очистки труб-переездов МОП: 1 – телескопическая стрела с блоками; 2 – рама; 3 – редуктор; 4 – лебедка; 5 – направляющее устройство с блоками; 6 – сменный рабочий орган.

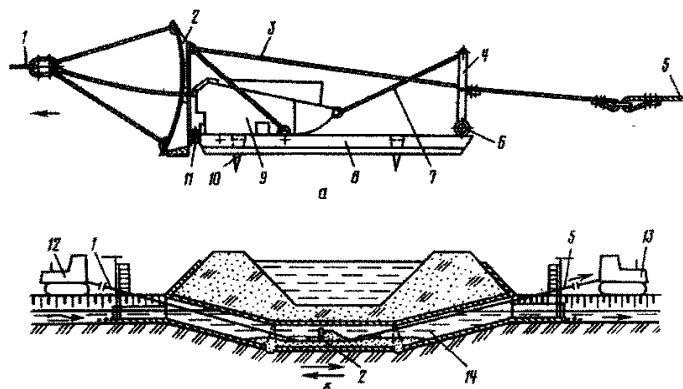


Рис. 4.22. Ковш-рыхлитель КР-2 для очистки дюкеров (а) и (б) схема его рабочих перемещений: 1 и 5 – тяговые тросы; 3 и 7 – растяжки; 4 – рычаг; 6 и 11 – шарниры; 8 – рама; 9 – полость; 10 – рыхлящие зубья; 12 и 13 – тракторы; 14 – дюкер.

Ремонт земляных дамб заключается в ликвидации трещин, прососов и прорывов. Трещины бывают поперечными и продольными. Поперечные несквозные трещины заделывают путем расчистки и заливки раствором из суглинка или грунта, из которого возведена дамба. Более опасны сквозные трещины. Для их ликвидации закладывают замки поперек трещины через 2...3 м (рис. 4.23, а). Для устройства замка поперек трещины выкапывают траншею длиной 1...1,5 м и глубиной на 0,3...0,5 м ниже трещины. Траншею засыпают грунтом и тщательно послойно уплотняют. Продольные трещины заделывают по такой же схеме (рис. 4.23, б).

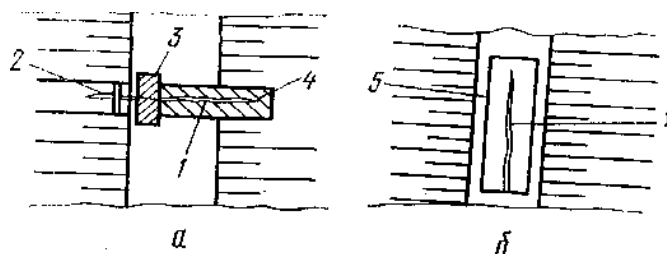


Рис. 4.23. Заделка трещины в земляной дамбе:
а – поперечной; б – продольной; 1 – трещина; 2 – шпунт;
3 – замок; 4 – траншея; 5 – контур траншеи.

Для ликвидации прососов в теле земляной плотины или дамбы необходимо по возможности снизить уровень воды в верхнем бьефе (с целью осушения прососа), а затем приступить к ремонту. Если уровень воды снизить невозможно, то на мокрый откос укладывают пленку или брезент и под их защитой по отдельным участкам отрывают шурфы, начиная от сухого откоса, и снова засыпают с тщательным перелопачиванием и уплотнением грунта.

При возникновении прорыва в теле дамбы прежде всего нужно принять меры против дальнейшего его расширения. Для этого торцы дамбы закрепляют каменной наброской, мешками с землей и т. п. Перекрывать прорыв следует на некотором удалении от дамбы, где поток растекается малым слоем и с меньшей скоростью по сравнению с местом прорыва. Перемычку перекрытия потока нужно возводить равномерно по всему фронту до полной его остановки. Затем проводят мероприятия по восстановлению дамбы в месте прорыва по ее оси. При этом материал, который применяли для закрепления торцов дамбы, нужно удалить.

Крепление откосов элементов мелиоративных систем проводят по мере необходимости. На каналах и дамбах, где в процессе их эксплуатации под воздействием эрозийных явлений откосы разрушены, требуется выполнить ремонтные работы, направленные на их восстановление и

крепление. Для восстановления проектного профиля откоса и устранения неровностей его поверхности проводят ремонтную планировку. В местах деформаций (оползней, каверн, ям) образовавшиеся впадины засыпают плодородным или дерновым грунтом, а затем выравнивают и утрамбовывают.

На каналах и дамбах, построенных в прочных минеральных грунтах, откосы планируют до их укрепления, а в слабых грунтах сначала крепят подошву откосов, а затем уже приступают к их планировке.

Технология производства ремонтной планировки откосов реализуется с применением планировочных рабочих органов, воздействующих на поверхность откоса при рабочем перемещении базовой машины по берме канала. Для удержания растительной смеси (при последующей за планировкой технологической операции – посев многолетних трав) поверхность откоса взрыхляют.

Планировку и рыхление откосов на тяжелых почвогрунтах выполняют при их оптимальной абсолютной влажности 20...24% и не раньше, чем за одну-две недели перед посевом трав.

На каналах и дамбах, построенных в устойчивых грунтах, придонную часть откосов крепят в основном хворостяным плетнем, досками, дерном, а верхнюю часть – засевом многолетних трав. В неустойчивых грунтах крепление откосов выполняют плитами.

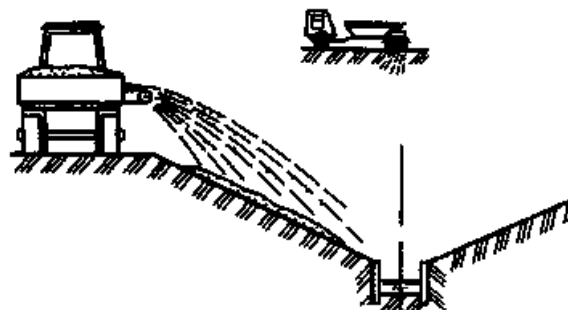


Рис. 4. 24. Отсыпка на откос почвенного грунта, семян, удобрений или их смеси.

Дерном откосы покрывают сплошную или только нижнюю часть шириной 0,5...1,0 м. В последнем случае верхнюю часть откосов укрепляют посевом многолетних трав. Чтобы дерн не ломался при скатывании в рулоны, его следует брать на мокрых естественных лугах с густым травостоем, который предварительно скашивают. Дерн нарезают полосами шириной 30...40 см, толщиной 5...7 см при помощи специального дернореза. Затем полосы разрубают на куски длиной 1...2 м, перевозят к

месту укладки и утрамбовывают. В засушливый период года дерн, уложенный на откосы, поливают, чтобы он не высох и хорошо прирос.

Высев семян многолетних трав проводят сразу после ремонтной планировки и рыхления откосов, пока поверхность откоса не успела пересохнуть. Затем разбрасывают удобрения, заделывают их боронованием вместе с семенами и прикатывают поверхность откоса. Для откосов сооружений в минеральном грунте используют растительно-грунтовую смесь, содержащую в том числе семена многолетних трав, приготавливаемую в полевых условиях и отсыпаемую слоем 4...6 см с помощью тракторных прицепов-разбрасывателей, перемещающихся по берме вдоль откоса (рис. 4.24).

Менее трудоемка и более механизирована технология посева многолетних трав с применением гидросеялок (рис. 4.25).

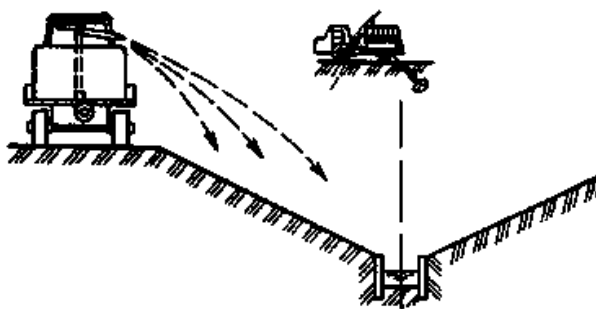


Рис. 4. 25. Нанесение на откос растительной гидросмеси.

Объектами службы эксплуатации являются административное здание предприятия мелиоративных систем, склады, гаражи, жилые дома, культурно-бытовые помещения, дороги, линии связи и др. По результатам их обследований на основании дефектных ведомостей формируют годовые и перспективные планы ремонтных работ. При этом определяют перечень и число необходимых строительных материалов, механизмов, транспортных средств, сроки и очередность ремонта объектов с учетом их назначения. Например, жилищные помещения желательно ремонтировать летом, склады, линии связи – в любое время года. В перспективных планах ремонта нужно предусматривать дальнейшее развитие производственной базы службы эксплуатации.

Создание мощной производственной базы позволит использовать на ремонтных работах широкую механизацию и передовые методы организации эксплуатационных работ.

4.3. Реконструкция и улучшение систем

Увеличение продуктивности сельскохозяйственного производства, совершенствование обработки почвы и агротехники возделывания сельскохозяйственных культур предъявляют повышенные требования к мелиоративным системам. Среди существующих систем немало устаревших. Многие из них были предназначены для осушения сенокосов и, следовательно, непригодны для пашни. Значительная часть земель (около 40%) осушена открытой сетью. Площадь земель с осушительно-увлажнительными системами в Беларуси составляла около 20%. Чтобы обеспечить оптимальный водный режим для сельскохозяйственных растений, необходимо переходить на системы, позволяющие не только отводить избыточные воды, но и увлажнять корнеобитаемый слой почвы. Земли, осушаемые закрытым дренажем, используют более интенсивно. Давно построенные системы не оборудованы достаточным числом шлюзов, труб-регуляторов и труб-переездов, мостов, пешеходных мостиков, отсутствуют береговая обстановка и эксплуатационная гидрометрия. Чтобы довести эти системы до современного уровня требований, нужно систематически проводить их улучшение и реконструкцию.

Объем и содержание работ по реконструкции зависят от требований, которым должна удовлетворять новая система. В одних случаях изменяют способ осушения, конструкцию или размеры сети, в других – ликвидируют некоторые каналы или строят дополнительные, заменяют временные устройства на постоянные, строят дополнительные сооружения.

В первом случае необходимо коренное переустройство системы с выполнением значительных объемов работ. Эти работы выполняют по специальному проекту. Во втором случае мероприятия направлены на улучшение работы системы и выполняют их за счет средств амортизационного фонда.

В первую очередь нужно реконструировать технически несовершенные осушительные системы, чтобы быстрее возместить затраченные на них средства. Техническое состояние системы оценивают землепользователи совместно с эксплуатационной организацией по разным показателям. В состав этих показателей входят: возможность беспрепятственно и в лучшие агротехнические сроки проводить весенние полевые работы, потери урожая по причине запаздывания весеннего сева и несоответствия водного режима почвы требованиям сельскохозяйственных культур, затопление осушаемой территории летними и осенними паводками, возможность нормальной уборки и вывоза с полей урожая сельскохозяйственных культур, коэффициент использования осушаемых земель, возможность регулирования влажности почвы, производительность сельскохозяйственной техники (при повышении влажности почвы она снижается), фактические затраты на эксплуатацию мелиоративной системы, естест-

венный износ (техническое состояние) отдельных элементов и системы в целом.

Систему реконструируют как в целом, так и по отдельным элементам (частям) на основе новейших достижений мелиоративной науки и практики, применяя долговечные материалы, прогрессивные способы осушения и комплексного использования водных ресурсов. Обычно открытую регулирующую сеть заменяют на горизонтальный и вертикальный дренаж, а открытые проводящие каналы – на закрытые коллекторы больших диаметров. Самотечное осушение сочетают с механическим водоподъемом, строят водохранилища и другие водоисточники для забора воды при регулировании влажности в корнеобитаемом слое почвы.

Основные задачи реконструкции заключаются в повышении надежности осушительной системы, улучшении условий и повышении производительности труда, уменьшении эксплуатационных затрат, укрупнении угодий с выпрямлением контуров, очистке площадей от кустарника, переустройстве дорожной сети и линий связи, применении новых конструкций сооружений, автоматизации и механизации производственных процессов, оздоровлении окружающей среды (ликвидация заболоченных и закустаренных участков). При реконструкции систем возможно расширение мелиорируемых площадей за счет прилегающих и ранее неосушенных участков.

Реконструкцию проводят на основе составленного проекта по материалам изысканий и обследований мелиоративной системы. Решение о реконструкции принимает землепользователь совместно с эксплуатационной организацией. Эксплуатационная служба должна составлять перспективные планы развития систем, в которых предусматривают мероприятия по их улучшению, повышению эффективности, определяют объемы, стоимость и очередность работ.

Перспективные планы составляют на основе производственных исследований. Эти планы служат первичными документами, на основании которых разрабатывают проекты реконструкции и улучшения систем. Экономическая целесообразность проектируемых мероприятий может быть оценена уровнем рентабельности r и сроком окупаемости капитальных вложений n (величина, обратная r):

$$r = (F\alpha_2 R_2 - F\alpha_1 R_1) / K,$$

где F – площадь осушения брутто, га;

α_1 и α_2 – коэффициенты полезного использования земли до и после реконструкции;

R_1 и R_2 – чистый доход с 1 га осушаемой площади до и после реконструкции, руб.;

K – стоимость мероприятий по реконструкции, руб.

При составлении перспективного плана оценивают технические возможности мероприятий. Например, углубление сети может потребовать углубления водоприемника или строительства насосной станции с линией электропередач, что может оказаться экономически невыгодным. Во всех случаях реконструкцию целесообразно приурочить к капитальному ремонту.

План улучшения и развития системы составляют на основе накопления опыта в процессе эксплуатации и наблюдений за ее работой. В этом плане должны быть предусмотрены мероприятия по устройству дополнительных осушителей, ликвидации ненужных, оборудованию системы автоматическими устройствами по гидрометрии, улучшению подачи и распределению воды по участкам, созданию и ремонту береговой обстановки, средств связи, зданий службы эксплуатации; культуртехнические работы; лесопосадки; улучшение дорожной сети; устройство скотопрогонов; установка электропастухов вдоль каналов и др.

Выполнение работ по годам лучше планировать по отдельным участкам системы, чтобы с этого участка быстрее получить отдачу в виде прибавки сельскохозяйственной продукции.

Чтобы более полно отразить в проекте реконструкции опыт эксплуатации и требования хозяйств, в задании на проектирование необходимо отразить следующие вопросы: цель и задачи реконструкции (изменение хозяйственного использования осушаемых земель, переход на закрытую сеть, обеспечение двустороннего регулирования влажности почвы, уменьшение эксплуатационных расходов и т.п.); перечень хозяйств, обслуживаемых системой, распределение площадей между ними; характеристика сельскохозяйственных угодий; техническое состояние системы; варианты реконструкции; виды культуртехнических работ; желаемые сроки реконструкции; наименование строительной организации, которая будет выполнять работы.

К заданию на проектирование прилагают план системы с показом границ, каналов, сооружений и других устройств.

5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

5.1. Техническая характеристика оросительных систем

Оросительные мелиорации прежде всего необходимы в тех регионах, где в естественных условиях ощущается постоянный недостаток влаги в почве. Орошение начали применять задолго до нашей эры в Египте, Китае, Индии, Ираке. С XIX века орошение интенсивно развивалось на Северном Кавказе, в Поволжье, Барабинской степи, Причерноморье и других регионах. Особое внимание развитию оросительных мелиораций на бывшей территории Российского государства начало

уделяться после засухи, неурожая и голода в 1880, 1891 – 1892 гг. Основными районами применения орошения на территории нынешнего СНГ являются Средняя Азия, Южный Казахстан, Закавказье, Северный Кавказ, юг Украины, Нижнее и Среднее Поволжье, Молдавия.

В последние десятилетия оросительные мелиорации значительно продвинулись на север, в том числе на территорию Республики Беларусь, которую правильнее будет отнести к зоне неустойчивого увлажнения. Здесь осадки выпадают неравномерно и в летний период их часто не хватает для обеспечения оптимальных условий произрастания сельскохозяйственных растений. Было практически доказано, что интенсификация овощеводства и лугопастбищного хозяйства на легких почвах невозможна без орошения. Начало производственного орошения в Беларуси приходится на середину шестидесятых годов. В конце девяностых годов в хозяйствах республики оросительные системы имелись на площади более 100 тыс. га.

Оросительные системы в общем виде представляют собой комплекс инженерных устройств, обеспечивающих забор воды из источника, транспортировку ее к орошаемым массивам, распределение между поливными участками и полями в целях поддержания оптимальной влажности в корнеобитаемом слое почвы. Оросительная сеть может быть самотечной, когда вода из источника подается по каналам самотеком в направлении уклона местности. Для распределения воды по площади в данном случае используют проточные и тупиковые борозды, поливные полосы, затопляемые чеки. При более сложных рельефных условиях устраивают сеть с механической подачей воды с помощью насосов на командную отметку местности или в напорные трубопроводы для дождевания.

В зависимости от обслуживаемой площади оросительные системы бывают межхозяйственные, обслуживающие земли двух и более хозяйств, и внутрихозяйственные, расположенные в пределах землепользования одного хозяйства.

По конструкции их подразделяют на три основных типа: открытые, состоящие из открытых каналов или лотков; закрытые – из напорных или безнапорных трубопроводов; комбинированные, включающие в себя элементы первого и второго типов.

По способу водоподдачи системы бывают самотечные, когда вода из источника поступает на орошаемые поля самотеком; с механическим водоподъемом, когда орошаемая территория расположена выше уровня воды в источнике и подача воды для полива осуществляется насосной станцией; самотечно-напорные, в которых вода самотеком транспортируется по закрытым трубопроводам за счет напора, создаваемого естественным уклоном местности.

В Республике Беларусь применяют в основном закрытые оросительные системы с механическим водоподъемом и дождевальной тех-

ником, как наиболее отвечающие требованиям сельскохозяйственного производства и природным условиям этой территории.

По устройству дождевальные оросительные системы подразделяют на передвижные, у которых насосная станция, оросительная сеть (разборная или временная) и поливная техника перемещаются по увлажняемой площади в процессе полива; стационарные, у которых все элементы находятся в постоянном (недвижимом) состоянии; полустационарные, когда водозаборное сооружение, насосная станция и распределительная сеть стационарны, а поливная техника при поливе перемещается по полю.

В состав элементов оросительной системы входят:

источник орошения (водоем, водоток, подземные воды);

головное водозаборное сооружение, предназначенное для забора воды из источника и подачи ее в главный магистральный канал или трубопровод;

главный магистральный канал (трубопровод), который предназначен для транспортировки воды от источника в распределительные каналы (трубопроводы);

распределительные каналы (трубопроводы), устраиваемые для распределения воды по орошаемой территории. Они могут быть межхозяйственными (для подачи воды в два и более хозяйств) и внутрихозяйственными (групповые, участковые, временные);

регулирующая оросительная сеть и устройства, предназначенные для распределения воды по полю и перевода ее в состояние почвенной влажности;

сооружения и арматура на оросительных каналах и трубопроводах, предназначенные для управления движением и учета воды в системе, для обеспечения эксплуатационных работ (дороги, телефонная и электрическая сети, производственные здания, лаборатории и т.д.);

защитные лесополосы, предназначенные для затенения каналов и предохранения почвы от ветровой эрозии;

водоотводная сеть, которая включает сбросную (для отвода дождевых и талых вод, сброса воды, остающейся в каналах или трубопроводах после прекращения поливов, отвода воды при авариях в системе) и дренажную (для отвода промывных вод при рассолении почвы, а также избыточных грунтовых вод, чтобы предупредить заболачивание и засоление корнеобитаемого слоя).

Основные требования, предъявляемые сельскохозяйственным производством к оросительным системам, заключаются в следующем:

поддерживать в заданных пределах влажность почвы, способствовать повышению урожаев и улучшению почвенного плодородия;

создавать необходимые условия для производительной работы сельскохозяйственной техники;

обеспечивать максимальные коэффициенты полезного действия системы и земельного использования;

иметь конструктивную возможность для автоматизации производственных процессов по распределению и контролю воды в водотоках, а также контролю водного режима орошаемых полей;

не превышать экономически обоснованные размеры строительной стоимости и ежегодных эксплуатационных затрат;

обеспечивать экономное расходование воды, своевременный отвод в водоприемник неиспользованных и избыточных вод, не допускать подъем уровней грунтовых вод выше критической глубины, при которой происходит заболачивание и засоление почвы;

повышать качество и производительность поливов сельскохозяйственных культур на основе механизации и автоматизации процессов орошения;

обеспечивать растения водой непрерывно в соответствии с ходом их водопотребления, внедрять ресурсосберегающие технологии;

не допускать загрязнения окружающей среды (например, при удобрительном орошении, с применением пестицидов, при поливах сточными водами).

Оросительные системы должны удовлетворять определенным эксплуатационным требованиям. Так, головной участок должен быть оборудован регулировочными сооружениями, обеспечивающими нормальный забор воды из источника, гидрометрическими створами, эксплуатационными знаками (реперы, линии и т.д.). Магистральный и распределительные каналы в достаточной степени должны быть оснащены регулировочными и линейными сооружениями, гидрометрическими устройствами и знаками. Желательно иметь один магистральный канал на всю систему, заканчивающийся сооружением для сброса воды в случаях аварии и неточного ее распределения. Чтобы эффективнее использовать орошаемые земли, межхозяйственные каналы должны располагаться по границам землепользования, вдоль каналов необходимо предусматривать полосы отчуждения для лесопосадок, эксплуатационных дорог, размещения механизмов и грунта при очистке каналов от наносов и растительности.

Для учета подаваемых расходов точки выдела воды хозяйствам оснащают водомерами. На орошаемой территории устанавливают наблюдательные колодцы и скважины с целью наблюдения за уровнями грунтовых вод. Для обслуживания системы и орошаемых участков создают разветвленную сеть дорог, строят служебные и складские помещения, организуют средства связи, управления и участки обеспечивают транспортными средствами и механизмами для уходов работ и ремонта сети.

5.2. Водопользование на оросительных системах

Водопользование на оросительной системе включает работы по забору воды из источника, транспортировке ее по оросительным каналам, трубам, распределению между хозяйствами, проведению на орошаемых участках необходимых операций по увлажнению почвы с целью получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Все эти работы планируют и оформляют в виде планов водопользования. Плановое водопользование – основа всей оперативной деятельности службы эксплуатации на межхозяйственной и внутрихозяйственной частях оросительной системы. Оросительная система состоит из большого количества взаимосвязанных элементов, действия которых должны увязываться для обеспечения своевременной и в нужных количествах подачи воды на орошение земель в хозяйствах.

Планирование водопользования позволяет экономить оросительную воду, обеспечивать в почве оптимальные влагозапасы в соответствии с требованиями растений в разные фазы развития, уменьшить потери воды на фильтрацию в глубокие слои почвы и отвод через сбросную сеть, увеличить коэффициенты полезного использования воды. Плановое водопользование дает возможность усилить положительные последствия орошения и уменьшить отрицательные. Почвенная влага служит источником водного питания растений текущего года, сильно влияет на физико-химические и биологические процессы в почве и в итоге на плодородие почвы в будущем. Положительное воздействие орошения на растения и почвенные процессы в полной мере проявляется лишь тогда, когда оно осуществляется по планам и в комплексе с соответствующей агротехникой выращивания сельскохозяйственных культур. Если орошение некачественное, может нарушаться структура почвы, появляется ее эрозия, повреждаются растения. В связи с потерями воды из каналов и завышением поливных норм вызывается подъем грунтовых вод, что приводит к заболачиванию и засолению земель. Для исключения отрицательного воздействия орошения на окружающую среду поливы рекомендуется проводить малыми нормами и небольшой интенсивностью с минимально необходимой глубиной промачивания. Это позволит избежать вымывания питательных элементов и потерь гумуса, что важно для сохранения плодородия почвы.

Практика орошения сельскохозяйственных культур свидетельствует, что оно всегда положительно, если применяется правильно. Отрицательные последствия имеют место при избытке воды, неправильном распределении поливов во времени, неудачном выборе способов полива, несоответствии влажности почвы другим факторам жизни растений. Отсюда понятна необходимость тщательного планирования ре-

жима орошения, которое выражается в виде хозяйственных планов водопользования и системных планов водораспределения.

Различают проектный, плановый и эксплуатационный режимы орошения. Проектный разрабатывают при проектировании оросительных систем. Плановый режим орошения составляют на каждый предстоящий год с учетом прогнозируемых погодных условий, которые подвержены значительной изменчивости по годам. Плановый режим орошения составляют с учетом почвенных и гидрогеологических условий, уровня агротехники, плановой урожайности и особенностей растений. Определение требуемого для поливов объема водоподдачи в оросительную сеть начинают с последнего ее звена – поливного участка (поля). Плановый режим орошения принимают за основу расчетов забора воды из источника в оросительную систему.

Эксплуатационный режим орошения складывается в процессе выполнения плана водопользования и проведения поливов. Он характеризуется числом и распределением поливов во времени, поливными нормами, которые фактически сложились при орошении той или иной культуры.

Планирование водопользования практически сводится к определению потребности хозяйств (водопотребителей) в воде с последующим установлением объема водозабора и распределения воды на оросительной системе. В этой связи планирование выполняют в два этапа. Сначала в хозяйствах-водопользователях составляют внутриводопользовательские планы водопользования, в которых расчетами определяют объемы, порядок и сроки подачи воды на орошение, устанавливают организацию проведения поливов. На втором этапе на основе хозяйственных планов разрабатывают системные планы водораспределения по межхозяйственной части оросительных систем.

Такой порядок планирования позволяет избежать подачи излишков воды в хозяйства, способствует уменьшению потерь ее на сброс и фильтрацию, обеспечивает возможность увязки проведения поливов с оптимальными сроками послеполивной обработки.

Хозяйственный план водопользования составляют в хозяйстве до начала поливов. План водопользования включает план забора воды в хозяйство по декадам вегетационного периода, оперативные планы-графики распределения воды по его подразделениям и организации поливов, план эксплуатационных работ по содержанию и ремонту оросительной сети и сооружений.

План забора воды составляют на основе рассчитанного режима орошения сельскохозяйственных культур. Режим орошения – это совокупность поливных норм, их количества и сроков поливов на протяжении вегетационного периода.

Оросительные и поливные нормы зависят от многих факторов, в том числе и от глубины увлажняемого слоя почвы. Глубина увлажне-

ния почвы при орошении, по А. Н. Костякову, должна отвечать следующим условиям: способствовать активному развитию корневой системы растений; обеспечивать приведение в усвояемую для растений форму необходимого количества питательных веществ; не превышать размеров, при которых может начаться подъем грунтовых вод или вредных растворимых солей к верхним слоям почвы.

На мощность слоя почвы, в котором посредством орошения целесообразно осуществлять регулирование влагозапасов, определенное влияние оказывают условия естественного увлажнения территории и способ орошения. Так, в зоне неустойчивого увлажнения, к которой относится территория Беларуси, глубина слоя регулирования почвенной влажности может приниматься, как правило, не более 30...60 см.

В конечном итоге целью установления целесообразного режима орошения является не только получение высоких урожаев сельскохозяйственной продукции, но сохранение и повышение плодородия почв при плановом обеспечении растений влагой. Рекомендуется учитывать следующие пять показателей мелиоративного режима орошаемых земель: допустимые пределы регулирования влажности корнеобитаемого слоя почвы; величину поливной нормы, влияющей на направленность влагообмена между корнеобитаемым слоем почвы и грунтовыми водами и его интенсивность; допустимую средневегетационную глубину грунтовых вод; предельные значения общей минерализации поливной воды, соотношения в ней ионов натрия и кальция, pH; допустимое содержание токсичных веществ в почве.

Для каждой сельскохозяйственной культуры режим орошения устанавливают по рекомендациям, составленным на основе данных научно-исследовательских учреждений, обобщению передового опыта в орошаемом земледелии для определенной почвенно-климатической зоны или теоретическими расчетами.

Из теоретических расчетов поливных режимов при определении оросительной нормы можно применить уравнение водного баланса корнеобитаемого слоя почвы ($\text{м}^3/\text{га}$):

$$M = E - P - (W_n - W_k) - W_r,$$

где M – оросительная норма нетто;

E – суммарное водопотребление за вегетационный период;

P – пополнение влагозапасов от атмосферных осадков;

W_n – влагозапасы в расчетном слое почвы в начале вегетационного периода;

W_k – влагозапасы в расчетном слое почвы в конце вегетационного периода;

W_r – пополнение влагозапасов от грунтовых вод.

При определении величины поливной нормы нетто исходят из ограничительного соотношения

$m_{нт} \leq W_{вп} - W_{пу}$,
 где $m_{нт}$ – норма полива нетто;
 $W_{вп}$ – верхний предел допустимых влагозапасов (можно принять $W_{вп} = W_{нв}$);
 $W_{пу}$ – предполивной уровень почвенных влагозапасов (содержание влаги в почве перед поливом).

Для определения верхнего предела поливной нормы через физические характеристики почвы используют зависимости

$$m_{нт} = 100 \gamma h (\beta_{вп} - \beta_{пу}) = 100 h (\beta_{вп}^{об} - \beta_{пу}^{об}); \quad m_{бр} = \eta m_{нт},$$

где $\beta_{вп}$ – верхний предел регулирования почвенной влажности, % от массы сухой почвы;

$\beta_{вп}^{об}$ – то же, % от объема;

$\beta_{пу}$ – влажность почвы перед поливом, % от массы сухой почвы;

$\beta_{пу}^{об}$ – то же, % от объема;

γ – плотность сложения почвогрунта в расчетном слое, т/м³;

h – мощность расчетного слоя, м;

η – коэффициент, учитывающий потери поливной воды в процессе полива (1,1...1,3);

$m_{нт}$ и $m_{бр}$ – поливные нормы нетто и брутто соответственно, м³/га.

Поливные нормы в значительной степени зависят от способа и техники полива. При поверхностном самотечном поливе нормы значительно выше, чем при дождевании, что обусловлено требованием равномерного распределения поливной воды по полю. При дождевании происходят потери воды на испарение при полете и дроблении дождевальной струи в воздухе, на смачивание стеблей и листьев растений и испарение с их поверхности во время полива, на унос дождевых капель ветром за пределы орошаемого участка.

Для регионов, где орошение необходимо только в отдельные периоды вегетации, есть опасность переувлажнения почвы в результате совпадения во времени поливов и дождей. Здесь рекомендуется увлажнять только верхний (чаще всего 0...50 см) слой почвы. Поливные нормы нетто в таких условиях составляют 100...300 м³/га. Оросительная норма может определяться как сумма всех поливных, т.е. $M = \Sigma m$. При одинаковых поливных нормах число поливов составит:

$$n = M / m,$$

где M – оросительная норма, $\text{м}^3/\text{га}$;

m – поливная норма, $\text{м}^3/\text{га}$.

Если проводят влагозарядковый полив, то число вегетационных поливов равно:

$$n = (M - m_b) / m,$$

где m_b – норма влагозарядкового полива, $\text{м}^3/\text{га}$.

Необходимый для подачи на орошаемую территорию объем воды (V , м^3) за расчетный период (например, декаду) определяют по формуле

$$V = F_1 m_1 + F_2 m_2 + \dots + F_n m_n,$$

где $F_1, F_2 \dots F_n$ – площади полей, запланированных к поливу в данной декаде, га;

$m_1, m_2 \dots m_n$ – поливные нормы для каждого поля, $\text{м}^3/\text{га}$.

По объему водоподачи определяют средний расход нетто ($Q_{\text{ср}}^{\text{нт}}$, $\text{м}^3/\text{с}$), который необходимо подавать на орошение:

$$Q_{\text{ср}}^{\text{нт}} = V \eta / 86,4 T K_{\text{см}} K_{\text{сут}},$$

где V – объем водоподачи за расчетный период, м^3 ;

T – продолжительность расчетного периода, сут;

$K_{\text{см}}$ и $K_{\text{сут}}$ – коэффициенты использования рабочего времени соответственно смены и суток при проведении поливов;

η – коэффициент, учитывающий потери поливной воды.

При поливе дождеванием расход воды согласовывают с производительностью одновременно работающих машин на орошаемой территории. Суммарная производительность их не должна превышать расчетный расход воды в канале или трубопроводе, к которым подключена орошаемая площадь.

Для оформления заявки хозяйства на воду определяют расход воды брутто ($Q^{\text{бр}}$, $\text{м}^3/\text{с}$) в точках выдела:

$$Q^{\text{бр}} = Q_{\text{ср}}^{\text{нт}} + S = Q_{\text{ср}}^{\text{нт}} / \eta_{\text{вх.с}},$$

где S – потери воды при ее транспортировке по каналам (трубопроводам) от точки выдела до поливных участков, $\text{м}^3/\text{с}$;

$\eta_{\text{вх.с}}$ – КПД элементов внутрихозяйственной сети от точки водовыдела до поливных участков.

При планировании водопользования для каналов, получающих воду из хозяйственного водовыдела, устанавливают плановое значение

КПД. Для системы каналов в земляном русле они не должны быть ниже 0,85. Если КПД системы внутрихозяйственных каналов оказывается ниже установленных пределов, то в плане эксплуатационных мероприятий необходимо предусмотреть снижение потерь воды путем упорядочения водопользования или применения противифильтрационных мероприятий.

Сроки поливов сельскохозяйственных культур зависят от многих показателей. В наибольшей степени они зависят от биологических особенностей растений, метеорологических условий, вида почвогрунтов, гидрогеологических особенностей орошаемой территории. Сроки также увязываются с видами поливов, которые могут быть влагозарядковыми, предпосевными, вегетационными и др. Для установления сроков начала полива применяют несколько методов и приемов.

При планировании и проведении водопользования начало полива можно установить *по фактической влажности расчетного слоя почвы* (по А. Н. Костякову). Этот метод основан на систематическом наблюдении за динамикой влагозапасов в расчетном слое почвы. Полив следует начинать тогда, когда запас воды в корнеобитаемом слое снизится до предполивной влажности.

Следующий метод установления сроков начала полива основан на определении *физиологических показателей*, учитывающих тесную взаимосвязь между влажностью почвы и физиологическими процессами, протекающими в растениях. Это метод заключается в определении в полевых условиях концентрации клеточного сока и сравнении его с пределами, соответствующими нижней границе оптимальной почвенной влажности.

Назначение сроков начала полива по фазам развития растений основывается на неодинаковой чувствительности растений к уровню влажности почв в различные периоды роста в соответствии с биологическими особенностями и динамикой водопотребления. Поливы приурочивают к тем фазам развития растений, когда они наиболее чувствительны к недостатку влаги. Например, наибольшее потребление воды у картофеля приходится на фазу цветения и образования клубней, у томатов – завязывания и созревания плодов. Недостатком этого метода является то, что не учитываются имеющиеся запасы влаги в почве, состояние растений перед поливом и метеорологические условия.

Установление сроков начала поливов возможно методами *учета метеорологических факторов, водоудерживающей способности почвы и биологических особенностей культур*. Предложено довольно значительное количество таких методов. Основаны они в основном на расчетах динамики влагозапасов корнеобитаемого слоя почвы в зависимости от климатических факторов с учетом почв и вида культуры. Наиболее часто применяют водобалансовый метод.

Продолжительность полива площади (в сутках), обслуживаемой одной дождевальной машиной, определяется по зависимости

$$T = \frac{F m \eta}{86,4 Q K_{\text{сут}} K_M},$$

где F – площадь орошаемого поля (нетто), га;
 m – поливная норма, м³/га;
 η – коэффициент, учитывающий потери воды на поле при дождевании;
 Q – расход дождевальной машины, л/с;
 $K_{\text{сут}}$ – коэффициент использования рабочего времени машины за сутки;
 K_M – коэффициент, учитывающий потери времени по метеословениям, который определяют по формуле

$$K_M = (100 - a) / 100,$$

где a – продолжительность периода со скоростью ветра свыше допустимой для данного типа дождевальной техники в процентах от продолжительности всего поливного периода.

Межполивной интервал определяется в основном величиной водопотребления, т.е. испарением влаги из почвы и расходом на транспирацию. Он зависит от вида и фазы развития растений, величины поливной нормы, погодных условий и имеет различную продолжительность. Расчетная величина межполивного периода ($T_{\text{мп}}$) может быть определена по формуле (сут)

$$T_{\text{мп}} = \frac{m + 10 K O}{\varepsilon},$$

где m – поливная норма, м³/га;
 K – коэффициент использования осадков;
 O – количество выпавших осадков, мм;
 ε – среднесуточное суммарное водопотребление культуры ($\varepsilon = e + t$, где e – модуль испарения; t – среднесуточная температура).

В условиях зоны неустойчивого увлажнения имеют место значительные колебания межполивных интервалов как по годам, так и на протяжении периода вегетации.

При орошении приходится определять продолжительность работы дождевальных машин на одной позиции. Пределом продолжительности дождевания считается интервал лужеобразования или до начала стока воды на поле. Практически до этого момента скорость впитывания воды в почву больше или равна интенсивности дождя. Фактически

продолжительность дождевания должна быть меньше данного предела. Для дождевальных машин позиционного действия она определяется величиной поливной нормы и интенсивностью дождя:

$$t = m \eta / j,$$

где t – время работы машины (аппарата) на позиции, мин;
 m – поливная норма нетто, мм;
 j – интенсивность дождя, мм/мин (ее указывают в паспорте машины);
 η – коэффициент, учитывающий потери воды в процессе дождевания.

Для дождевальных машин непрерывного действия (ДДА-100МА, “Фрегат”, “Кубань” и т.п.)

$$t = m F \eta / 0,006 Q,$$

где t – продолжительность полива площади, обслуживаемой данной машиной, мин;

F – величина площади, продолжительность полива которой требуется определить, га;

Q – расход воды, поступающей в дождевальную машину, л/с.

При поверхностных самотечных способах полива вода подается по поверхности почвы, а затем под действием силы тяжести проникает в нее. Вначале впитывание происходит быстро, а затем постепенно замедляется. Лучшее впитывание наблюдается на легких почвах, при рыхлом и комковатом их сложении, при наличии водостойких агрегатов, после обработки поля, при большем слое воды над поверхностью почвы, а также при более высокой температуре воды и почвы. Процесс поверхностного полива обычно сопровождается уплотнением почвы и уменьшением активной порозности. Для конкретных условий рекомендуется изучать впитывание воды в почву методом полевых и лабораторных исследований. Например, при поливах по полосам или затоплением впитывание изучают на поле с помощью прибора Нестерова или на площадках размером 2×2 или 1×1 м, при бороздковых поливах – на отрезках борозд не менее 2 м, а при одновременном заливе – на 3...5 отрезках.

Необходимое число (n) поливальщиков в смену при поверхностном самотечном способе полива и число дождевальных машин при механизированном орошении составит:

$$n = Q / q,$$

где Q – расход воды, подаваемой на поле, л/с;

q – поливной ток (расход воды), подаваемый из расчета на одного поливальщика или одну дождевальную машину, л/с.

Полivной ток при поверхностной орошении в зависимости от принятой схемы и способа распределения воды, выровненности поля, длины поливных борозд или полос и некоторых других параметров изменяется от 25...30 до 120 л/с и более. По поливному току, подаче воды дождевальной машиной или установкой при разных поливных нормах сменную производительность ($F_{см}$, га) определяют по зависимости

$$F_{см} = \frac{3,6 t_{см} q K_{см}}{m \eta},$$

где $t_{см}$ – продолжительность смены, ч;

q – поливной ток или подача воды дождевальной машиной, л/с;

$K_{см}$ – коэффициент использования рабочего времени смены (при поверхностных поливах $K_{см} = 0,9...1,0$, а при дождевании $K_{см}$ принимают из технического паспорта дождевальной техники);

m – поливная норма, м³/га;

η – коэффициент, учитывающий потери воды.

Суточная площадь полива на одном поле ($F_{сут}$, га) определяется по формуле

$$F_{сут} = \frac{86,4 Q_{нт} K_{см} K_{сут}}{m \eta},$$

где $Q_{нт}$ – расход воды, подаваемой на поле, л/с;

$K_{сут}$ – коэффициент использования рабочего времени за сутки.

При планировании поливов сельскохозяйственных культур, требующих послеполивной обработки, следует учитывать то, что поливаемая за сутки площадь должна соответствовать производительности механизмов, применяемых на послеполивном рыхлении междурядий.

Эффективность орошения и использования орошаемых земель в значительной степени определяется принимаемыми способами и техникой полива. Поэтому при составлении планов водопользования следует выбирать способы полива с учетом следующих основных показателей:

возможность обеспечения равномерного распределения воды на поле и увлажнения расчетного слоя почвы без потерь воды на поверхностный сток и фильтрацию вглубь почвы;

обеспечение благоприятных условий для механизации обработки почвы и посевов;

обеспечение бесперебойного круглосуточного проведения поливов и высокой производительности труда поливальщиков;
возможность механизации и автоматизации поливов, распределения воды в каналах и трубопроводах;
минимум затрат труда и средств на проведение полива;
минимум воздействия на уплотнение пахотного слоя, разрушение почвенной структуры и проявление эрозии почвы;
возможность применения выбранного способа полива в конкретных природных условиях.

Из существующих способов поверхностного орошения наибольшее распространение получили поливные борозды и полосы. Полив затоплением ограничен и применяют его лишь при выращивании риса, промывных поливах, при лиманном орошении. Орошение дождеванием приобретает все более широкое применение.

План эксплуатационных работ в хозяйстве предусматривает поддержание оросительной сети и оборудования в технически исправном состоянии. В него включают очистку каналов от наносов и растительности, необходимый ремонт всех элементов системы (каналы, дамбы, гидросооружения, устройства гидрометрии, насосы, двигатели, дождевальная техника и т.д.).

После согласования и утверждения хозяйственный план водопользования принимается к проведению (исполнению). Для этой цели организуют специализированные бригады (или звенья) поливальщиков. В подготовительный период они проверяют готовность системы к проведению поливов, выполняют эксплуатационную планировку поверхности полей, нарезку временной оросительной сети, расстановку водомерных устройств и поливной арматуры (переносные щиты, сифоны и т.п.). Во время поливов поливальщики с помощью щитов, сифонов и поливных трубок направляют воду из транспортирующих водотоков в борозды, полосы поливов, контролируют ход увлажнения почвы и соблюдение поливных норм. В случае отклонений потребного на увлажнение количества воды от планового хозяйство проводит корректировку (изменение) плана водопользования. Необходимость ее возникает, когда:

фактические посевные площади и состав культур отклоняются от плановых более чем на 10%;

погодные условия (в особенности по режиму и сумме осадков) значительно отличаются от принятых в расчете;

уменьшается водоносность источника орошения, в результате чего снижается водообеспеченность оросительной системы;

на оросительной системе возникает авария, которая сопровождается длительным уменьшением водоподдачи.

Хозяйство всегда готовится к приему повышенных расходов воды и рациональному их использованию для увлажнения почвы. Потреб-

ность в приеме повышенных расходов возникает при аварии на межхозяйственной сети и по другим причинам, в связи с чем прекращают подачу воды в часть хозяйств и распределяют ее между остальными.

О временном увеличении подачи воды эксплуатационное предприятие (управление) предупреждает хозяйства. Если хозяйство не может полностью использовать запланированное количество воды (авария на внутрихозяйственной сети, отставание послеполивного рыхления почвы более чем на 1...2 суток и др.), оно за 2...3 дня письменно уведомляет об этом управление оросительной системы. В этом случае хозяйство имеет право на компенсацию недополученного объема воды. При уменьшении водоподдачи (по причине аварии, изменения водоносности источника) хозяйство может ввести водооборот между бригадами, т.е. поочередную подачу воды на орошение бригадных участков.

Контроль за работой поливальщиков и правильным использованием воды в хозяйстве осуществляют инженеры-гидротехники хозяйства и управления оросительной системы. Выполнение плана по забору воды в хозяйство определяется по формуле

$$Z_{\text{хоз}} = V_{\text{ф}} / V_{\text{пл}},$$

где $V_{\text{ф}}$ и $V_{\text{пл}}$ – фактический и плановый объемы воды за контролируемый период в точках выдела ее хозяйству.

Системный план водораспределения – основа организации работы оросительной системы. Планирование сводится к заблаговременному определению возможностей и потребностей забора воды из источника орошения с последующим ее распределением между участками, узлами системы и подачи ее в точки выдела хозяйствам.

Для составления общесистемных планов необходимо иметь план (схему) системы с расположением хозяйств и водоподводящих каналов (трубопроводов) от источника до места выдачи воды в хозяйства. На схеме показывают и пронумеровывают все точки выдела воды хозяйствам, намечают узлы, из которых будут подавать воду в каждое хозяйство. Обозначают длину каналов между узлами системы, пропускную способность, показывают гидрометрические посты, гидротехнические сооружения, границы хозяйств и эксплуатационных участков. Необходимо иметь почвенно-мелиоративную карту; перечень хозяйств, получающих воду из системы, с указанием мелиорируемых площадей; план размещения сельскохозяйственных культур; данные о расходах, объемах и уровнях воды в водоисточнике; данные о режиме увлажнения культур; заявки хозяйств на воду с указанием расходов и объемов по декадам на весь поливной период. Кроме этого указывают способ увлажнения и количество подаваемой воды на другие нужды.

Системный план водораспределения включает следующие разделы:

ведомости прогнозируемых расходов (объемов) в источнике орошения (река, пруд, водохранилище и т.д.) с указанием возможного забора воды в оросительную систему в течение всего оросительного периода (апрель – сентябрь);

план забора воды в оросительную систему (по месяцам, декадам);

план распределения воды между участками и узлами системы с определением размера подачи ее хозяйствам;

план эксплуатационных мероприятий по уходу за каналами, сооружениями и их ремонту.

Режим прогнозируемых расходов (объемов) воды по крупным источникам орошения, питающим несколько систем межобластного значения, определяют проектные организации на основе специальных расчетов. Расчетный режим более мелких источников орошения определяют эксплуатационные предприятия с использованием местных гидрометрических данных по источнику за последние 10...15 лет и более. Для этого среднегодовые расходы воды в реке за ряд лет наблюдений располагают в убывающем порядке. Место N года заданной обеспеченности стока в убывающем ряду определяют по формуле

$$N = P (n + 1) / 100,$$

где P – заданная обеспеченность стока, % (25, 50, 75%);

n – число лет наблюдений.

Затем среднемесячные расходы воды в реке и атмосферные осадки за осенне-зимний период (октябрь – январь) для характерных по обеспеченности стока лет (25, 50, 75%) сравнивают с расходами и осадками за такой же период, предшествующий расчетному году. По минимальному отклонению расходов текущего периода от расходов характерных лет устанавливают год-аналог. Из гидрометрических данных года-аналога выбирают среднемесячные (декадные) расходы реки за вегетационный период (апрель – сентябрь).

Расходы или объемы воды, которые можно забирать из источника в оросительную систему по месяцам и декадам, определяют с учетом права данной системы на воду. Право на воду при пропорциональном ее распределении между несколькими системами можно определить по зависимости

$$p = F_{\text{сист}} / F_{\text{ор}},$$

где p – право системы на воду;

$F_{\text{сист}}$ – площадь, обслуживаемая оросительной системой, га;

$F_{\text{ор}}$ – оросительная способность источника орошения, га.

Для малых рек, где примерно одинаковый состав культур и режим орошения может быть осреднен, оросительная способность определяется по формуле

$$F_{\text{ор}} = Q_p \eta_p / q,$$

где Q_p – среднемесячный расход реки, $\text{м}^3/\text{с}$;

η_p – КПД русла реки;

q – среднемесячный оросительный гидромодуль $\text{м}^3/\text{с}$ на 1 га.

По наименьшему значению $F_{ор}$ в один из месяцев вегетационного периода определяют оросительную способность реки в данный год. Расход воды ($\text{м}^3/\text{с}$), забираемой в систему, составит:

$$Q_{\text{сист}} = p Q_p.$$

План забора воды в систему составляют на основе хозяйственных планов водопользования с учетом потерь воды при транспортировке по каналам. Для каждого узла вододеления или канала расход определяется по формуле ($\text{м}^3/\text{с}$)

$$Q_{бр} = Q_{нт} + S,$$

где $Q_{бр}$ – расход воды с учетом потерь;

$Q_{нт}$ – расход воды без учета потерь;

S – потери воды. По формуле А. Н. Костякова $S = Q_{нт} \sigma L / 100$,

где L – длина канала, км;

σ – потери на 1 км канала в % от Q :

$$\sigma = A / Q^m,$$

где A и m – коэффициенты, значение которых изменяется в зависимости от водопроницаемости грунта: при слабой водопроницаемости $A = 0,7$, $m = 0,3$; при средней $A = 1,9$, $m = 0,4$; при сильной водопроницаемости $A = 3,4$, $m = 0,5$.

Сопоставление полученных головных расходов для оросительной системы $Q_{бр}$ с возможным забором воды из реки $Q_{\text{сист}}$ позволяет установить реальность выполнения хозяйственных планов водопользования. Баланс увязывается при отклонениях расходов не более $\pm 5\%$. При недостатке воды в источнике проводят снижение подачи ее в хозяйства пропорционально заявкам.

План распределения воды по оросительной системе между участками и узлами составляют на предстоящий поливной период (декаду) на основе плана водозабора из источника орошения. Расчет ведут от головного участка через вододелительные узлы к точкам выдела к хозяйствам. Наиболее удачной формой распределения воды по системе является диспетчерский график, в котором отражают, какой распределительный узел вызывается, откуда и сколько подается воды, на какой узел и сколько направляется, и так далее в каждую точку выдела.

Проведение системных планов осуществляют эксплуатационные управления через диспетчерскую службу. Перед началом поливов проверяют готовность системы к пуску воды. Обнаруженные при осмотре

недостатки ликвидируют в сроки, установленные комиссией. Конкретные даты пуска воды оговариваются в приказе по управлению. В нем назначают даты пуска воды в систему и подачи ее в хозяйства. По первому сроку каналы заполняют водой, которую направляют на сброс, чтобы прочистить их от накопившегося мусора. О времени подачи воды в хозяйства делается специальное предупреждение. Контроль за выполнением плана водораспределения (диспетчерского графика) возлагают на дежурного диспетчера. В ходе выполнения план корректируют в зависимости от погодных и хозяйственных условий, при возникновении аварий.

При недостатке воды в источнике диспетчер вводит водооборот в системе, т.е. подачу воды в хозяйства ведут поочередно. Распоряжения диспетчера обязательны для всех лиц, ведающих отдельными участками системы. Качество выполнения плана водозабора выражается показателем

$$\alpha = V_{\text{ф}} / V_{\text{пл}},$$

где $V_{\text{ф}}$ и $V_{\text{пл}}$ – фактический и плановый объемы забора воды из источника за расчетный период, м^3 .

Оценка выполнения плана характеризуется также равномерностью распределения воды по системе и подачи ее хозяйствам, коэффициентом полезного действия межхозяйственной сети и системы в целом, коэффициентом полезного использования воды, выполнением заданий по сбору урожаев сельскохозяйственных культур. Чтобы повысить коэффициент полезного действия каналов и системы, необходимо осуществлять мероприятия по борьбе с потерями воды (бетонные и железобетонные облицовки каналов, покрытия из асфальтовых и других материалов).

Учет воды на оросительной системе. Для учета и экономного использования воды на оросительных системах устраивают эксплуатационную гидрометрию, которая включает несколько видов гидрометрических постов:

опорные – располагают на водоисточнике (реке) выше против течения от места водозаборного сооружения, предназначены для учета воды в источнике орошения;

головные – располагают в начальной части магистрального канала ниже водозаборного сооружения, предназначены для учета воды, забираемой в магистральный канал;

посты оперативного учета (распределительные) – устраивают на головных участках распределительных и межхозяйственных каналов, в точках выдела воды хозяйствам;

посты балансового учета воды и сбросные – располагают на границах балансовых участков, на сбросных каналах и коллекторах для определения баланса водных ресурсов по системе, а также фактических

потерь в оросительной сети. Баланс водных ресурсов находят по разности поступившего в систему объема воды и отведенного по сбросной сети;

гидрометрические посты на внутрихозяйственной системе для учета воды, подаваемой на отдельные поля и орошаемые участки;

специальные посты для выполнения исследовательских и изыскательских работ.

Водомерные устройства на оросительных каналах подразделяют на группы: водомерные посты, регуляторы-водовыпуски, водомерные сооружения, автоматы-водомеры.

Водомерные посты оборудуют рейками и створами, по которым определяют уровни и расходы воды в водотоках. Место створа и его оборудование выбирают по инструкциям. Замеряют уровни и расходы в летний период 3 раза в сутки (7, 13, 19 ч), в зимний период, в случае подачи воды на водоснабжение, – 2 раза (7 и 13 ч). В начальной стадии работы поста одновременно замеряют расходы (вертушкой) и уровни воды (рейкой) до получения связи Q с h . В дальнейшем о расходах Q судят по уровням воды h в водотоке. Поверочный замер расхода вертушкой проводят периодически для уточнения зависимости Q от h . Обязательные условия правильного учета – систематичность и непрерывность наблюдений. При нахождении общего поступления воды в систему вычисляют поступление ее за определенный период, а не секундный расход. Минимальный период наблюдений должен быть не менее 10 дней.

Водомерные сооружения могут быть регулирующие и нерегулирующие. С помощью регулирующих можно измерять, регулировать расходы, а нерегулирующих – только учитывать. Водомерные сооружения оснащают различными водомерными устройствами, приборами, механизмами. В их состав входят автоматические приборы для учета воды (автоматы-водомеры) – самописцы уровней, расходомеры и т.п. К водомерным сооружениям относятся водомерные пороги, лотки, водосливы, насадки, трубчатые водомеры-регуляторы со сходящимися насадками, открытые и трубчатые регуляторы с водомерными приставками и др. Конструкции их и методы учета воды приводятся в специальной литературе.

5.3. Эксплуатация дождевальных оросительных систем

Наиболее перспективным способом орошения сельскохозяйственных культур в зоне неустойчивого увлажнения является дождевание. На территории Беларуси оросительные дождевальные системы строились для увлажнения осушаемых земель (осушительно-оросительные системы) и для орошения суходолов, используемых под овощные и кормовые культуры. В состав элементов системы входят: насосная

станция, напорные трубопроводы с запорно-регулирующей и предохранительной арматурой, колодцы опорожнения и смотровые, дождевальная техника.

Напорные трубопроводы бывают из металлических, асбестоцементных, полиэтиленовых труб. Металлические трубопроводы оросительных систем в процессе эксплуатации выходят из строя под воздействием коррозии, механических, температурных и других факторов. При недостаточной изоляции поверхности труб от коррозии срок службы их сокращается до 4...5 лет, а в отдельных случаях этот срок еще меньше. Обследованиями установлено, что 20...25% трубопроводов выходят из строя из-за коррозии. К другим видам повреждений относятся гидравлические удары, температурные напряжения, к которым особенно чувствительны стальные сварные трубопроводы. В раструбных соединениях температурные напряжения не возникают, так как изменение длины труб компенсируется зазорами (5...9 мм) в стыках.

В чугунных трубопроводах со временем появляются трещины, свищи, каверны и разрывы. Деформации возникают также по причине некачественной чеканки, потери эластичности, при неправильном положении манжеты, в случае, когда не до конца вставлена труба в раструб и т.п. При появлении в трубах свищей размером до 25 мм это место рассверливают, нарезают резьбу и отверстие закрывают болтом с уплотнителем. Ремонт трубопровода с трещиной до 30 мм проводят путем высверливания отверстий диаметром 2...3 мм на концах ее с последующей постановкой резиновой уплотнительной накладки, которую прижимают к трубе стяжными хомутами. При появлении трещин по всей длине трубы ее заменяют новой. Замену проще осуществить стальной трубой. При монтаже стальной вставки выполняют следующие операции: отрывают траншею по всей длине трубы с запасом; чугунную деформированную трубу разбивают на середине; части трубы извлекают на поверхность земли; две части стальной трубы (с гладким концом и раструбом), которые в сумме короче заменяемой примерно на 1 м, монтируют в разрыв трубопровода; подготавливают недостающую часть (1 м) и монтируют в оставленный промежуток; осуществляют сварку стыков; выполняют заделку концевых стыков по общепринятой технологии.

Частыми деформациями чугунных напорных трубопроводов являются течи в стыках. Ликвидацию неисправности выполняют перечеканкой стыков с замоноличиванием их цементным раствором. В целях ускорения ремонта стыка можно применить стяжные муфты.

При строительстве оросительных систем применяют также асбестоцементные трубы. В их работе появляются такие дефекты, как разрывы, каверны, поломы, неправильное положение муфты на стыке, выпирание уплотнительных колец из муфты при повышении давления,

потеря эластичности и сплющивание резиновых колец, перекручивание уплотнительных колец при натягивании и образование винтообразных каналов, попадание колец в зазор между торцами труб и т.п.

Порыв трубопровода определяют по падению давления в системе или по появлению воды на поверхности над поврежденным местом. Для ремонта трубопровод отрывают экскаватором на всем протяжении деформации и неисправную трубу извлекают из траншеи. Готовят вставку из новой аналогичной асбестоцементной трубы. На концах соединяемых труб наносят метки, чтобы центр муфты после монтажа находился посередине стыка. Концы трубы очищают от грязи и смазывают мыльным раствором или графитно-глицериновой пастой (графит порошковый 45...50%, глицерин 30%, вода 20...25%). Затем трубы центрируют и надвигают соединительные муфты до соответствующих меток. После этого делается присыпка мягким грунтом с послойной трамбовкой мощностью до 0,5 м, проводится испытание и полная засыпка траншеи.

На трубопроводах оросительной системы устанавливают различную арматуру, которая периодически нуждается в ремонте. В состав арматуры входят задвижки, вантузы, обратные клапаны, регуляторы давления. Все эти устройства необходимо периодически осматривать, очищать и смазывать, а неисправные элементы заменять на новые.

При эксплуатации закрытых оросительных трубопроводов (систем) можно выделить подготовительный, рабочий и нерабочий периоды. В подготовительный период проводят операции по восстановлению работоспособности сети после зимнего хранения, а также заполнения ее водой. Вначале тщательно осматривают трассы трубопроводов, запорно-регулирующую и предохранительную арматуру, гидранты, колодцы; очищают их от загрязнений и консервационной смазки; определяют места возможных повреждений (по просадкам, провалам) и проводят ремонт; настраивают работу запорной и защитной арматуры, готовят сеть к заполнению водой.

Заполнение системы водой проводят в дневное время. Для выпуска из трубопроводов скоплений воздуха открывают вантузы, а также гидранты в тупиках и на повышенных участках системы. Равномерное истечение воды из гидрантов свидетельствует об окончании заполнения.

Вначале заполняют главный трубопровод, после чего доводят давление до рабочего и проверяют герметичность задвижек. При выявлении неисправности заполнение прекращают и выполняют ремонт. После заполнения главного трубопровода проводят поочередное заполнение остальных трубопроводов с проверкой герметичности соединительной арматуры.

В рабочий период основной задачей эксплуатации сети является проведение поливов в соответствии с планами водопользования, про-

ведение технического обслуживания системы. Наиболее ответственным моментом является правильное отключение и включение в работу дождевальных машин во избежание опасных давлений гидравлического удара. Гашение удара осуществляется противоударными устройствами, а также замедленным открытием и закрытием запорной арматуры.

При техническом обслуживании своевременно выявляют места возможных аварий, обеспечивают бесперебойную работу сети в течение оросительного сезона. В конце сезона проводят промывку трубопроводов, детальное обследование сети под напором, составляют дефектную ведомость.

В нерабочий период выполняют ремонт трубопроводов, покраску открытых частей труб, консервацию с покрытием антикоррозийной смазкой шпинделей задвижек, болтовых соединений и других частей имеющейся арматуры.

5.4. Эксплуатация дождевальной техники

Дождевальная техника – это специальные машины и установки, с помощью которых оросительная вода под напором выбрасывается в воздух, дробится на капли, падает на растения и почву в виде дождя. Дождевальные машины представляют собой механизмы, оснащенные средствами для самостоятельного передвижения по орошаемой площади за счет энергии двигателя внутреннего сгорания, электромотора, энергии воды в напорном трубопроводе.

Самоходные дождевальные машины, снабженные насосно-силовым оборудованием для подачи воды и создания нужного напора, называют дождевальными агрегатами.

Дождевальная установка представляет собой дождевальное устройство, состоящее из легких разборных трубопроводов и разбрызгивающих воду приспособлений – насадок или аппаратов. Ее собирают (разбирают) вручную и перемещают на орошаемом участке вручную или при помощи средства механизации.

При дождевании обеспечивается возможность строго регулировать поливную норму, поддерживать более равномерный режим влажности в корнеобитаемом слое почвы. Лучшие условия для увлажнения почвы, сохранения ее структуры и для развития растений создаются, когда размер капель дождя не превышает 1...2 мм, а интенсивность для тяжелых почв – 0,1...0,2 мм/мин, средних – 0,2...0,3 мм/мин, легких почв – 0,5...0,8 мм/мин. При таких условиях вода успевает впитываться в почву без образования луж на ее поверхности и возникновения стока.

В Республике Беларусь и близлежащих регионах получила распространение такая дождевальная техника, как ДМ “Фрегат”, ДКШ “Вол-

жанка”, ДФ-120 “Днепр”, ДДН-100, ДДН-70, КИ-50 “Радуга”, ДШ-25/300 и др.

Дождевальные аппараты, установки и машины нуждаются в правильном техническом обслуживании и хранении. В основе эксплуатации техники лежит разработанная и опробованная система планово-предупредительного обслуживания и ремонта.

При эксплуатации дождевальной техники следует учитывать такую специфическую особенность, как работа в условиях повышенной влажности воздуха. Необходимо принимать действенные меры по предотвращению коррозии металлических узлов и элементов конструкций, защите деталей из резины от окисления и солнечной радиации.

Характерной особенностью эксплуатации дождевальной техники также является необходимость круглосуточного ее использования на протяжении всего оросительного сезона. Это существенно осложняет обслуживание и обуславливает повышенные требования к ее эксплуатационной надежности. Организуя поливы, необходимо знать, что качество дождевания зависит от скорости ветра. Так, для дальнеструйных дождевальных машин допустимая скорость ветра составляет 2...3 м/с, среднеструйных – 3...5, короткоструйных – 5...7 м/с.

Сравнительно малая мобильность дождевальной техники (особенно широкозахватных машин) из-за больших габаритов, значительная трудоемкость монтажных и демонтажных работ предопределили специфику хранения их непосредственно в поле.

При эксплуатации поливной техники следует руководствоваться общими правилами техники безопасности. При работе с двигателями внутреннего сгорания не допускается разжигание огня. Задвижку на гидрантах напорных трубопроводов и дождевальных машин нужно закрывать и открывать медленно во избежание гидравлических ударов. При монтаже, ремонте и демонтаже дождевальных машин (“Фрегат”, “Волжанка”, “Днепр”, ДДА-100М) нельзя работать под фермой и около опор, временно поставленных на домкраты, кирпичи, бревна. Во время движения машины цепные трансмиссии и вращающиеся детали должны быть закрыты кожухом. При ночной работе объекты управления и дождевальная машина должны быть освещены. Не допускается работа поливальщика и монтажника без специнвентаря (плаща с капюшоном или накидки, резиновых сапог, шлема и куртки). При скорости ветра более 10 м/с полив следует прекратить, дождевальную машину дополнительно закрепить на месте. Оператор-машинист не должен находиться впереди движущейся машины, особенно в ночное время. Нельзя проводить дождевание в зоне, где возможно попадание дождя на линию электропередач. Для работы с электрооборудованием дождевальной машины, например “Днепр”, оператор или ремонтный рабочий должен иметь соответствующий допуск, необходимое оборудование и специнвентарь, включая резиновые перчатки. Нельзя пере-

ключать реверс хода машины при рабочем движении двигателя. К обслуживанию дождевальной машины работник не допускается без тщательного изучения ее технического паспорта, инструкции по эксплуатации и правил техники безопасности.

Каждый вид дождевальной техники из-за разнообразия конструкций и рабочих параметров, а также условий применимости требует специфических правил эксплуатации и хранения.

Многоопорная самопередвижная дождевальная машина “Фрегат” предназначена для полива культур, включая высокостебельные растения (рис. 5.1). Машина состоит из водопроводящего трубопровода, самоходных опор (тележек), на которых установлен водопровод, дождевальных аппаратов кругового действия, импульсного дальноструйного дождевального аппарата, расположенного в конце агрегата, для полива углов четырехугольника, сливных клапанов. “Фрегат” имеет систему автоматического регулирования скорости движения каждой из самоходных опор, механическую и электрическую системы автоматической остановки в случае аварии.

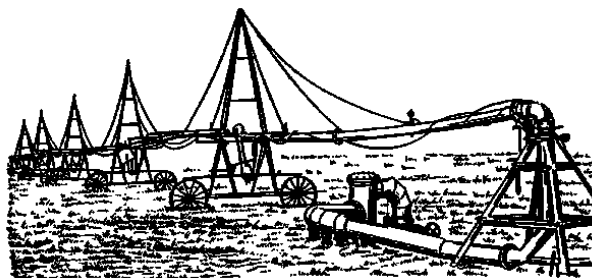


Рис. 5.1. Дождевальная машина “Фрегат”.

Промышленностью выпускались улучшенные модификации машины “Фрегат” типа ДМУ-А и ДМУ-Б. ДМУ-А отличается от серийной машины наличием в трубопроводе гибких вставок и пролетов, что обеспечивает использование ее при более сложном рельефе поливаемой площади. ДМУ-Б отличается конструкцией тележек, трубопровода, системы тросов и др. Новая система тросов позволяет обеспечить работу машины на полях с повышенным уклоном.

Разработаны также модификации с более низким давлением воды на входе и для полива небольших участков площадью до 20 га с забором воды из низконапорной оросительной сети. Благодаря этому почти в 1,5 раза уменьшается энергоемкость полива и закрытую оросительную сеть можно выполнять из асбоцементных труб вместо стальных.

Водозабор для ДМ “Фрегат” осуществляется от гидрантов закрытой оросительной сети или из скважины с соответствующим дебитом воды. Подсоединяют машину к гидранту шарнирным устройством, являющимся центром вращения.

Тележки приводятся в движение под действием напора воды, забираемой из водопроводящего пояса агрегата. Вода под напором подается в гидроцилиндр, который через рычажный механизм приводит в движение колеса.

В зависимости от почвенных условий и рельефа местности опоры передвигаются с разной скоростью: они могут отставать или опережать друг друга. Для выравнивания движения дождевальная машина оснащена автоматической системой регулирования и синхронизации, передающей исполнительные команды гидроприводам в зависимости от изгиба в горизонтальной плоскости трубопровода на отдельных участках. Скорость движения опор автоматически регулируется изменением числа рабочих ходов цилиндра, что достигается увеличением или уменьшением объема подаваемой воды.

“Фрегат” оборудован автоматической системой останова, которая срабатывает, если изгиб трубопровода достигает опасных пределов для прочности конструкций.

Конструкция дождевальной машины позволяет осуществить ее транспортирование в случае использования более чем на одной позиции. Транспортировать на другую позицию можно как со стороны неподвижной опоры, так и со стороны консольной части.

Перед пуском машины в работу необходимо промыть проводящий трубопровод оросительной сети, чтобы не допустить попадания ржавчины, грязи и посторонних предметов в машину. Затем приступают к промывке водопроводящего трубопровода машины. Для этого закрывают регулировочные краны перед дождевальными аппаратами, открывают заглушку в конце машины, закрывают кран регулятора скорости и поднимают толкатели колес тележки. Промывку проводят за 10...15 мин. Выполненные перед промывкой машины операции производят в обратном порядке и устанавливают рукоятку крана – задатчика скорости движения в положение, соответствующее требуемой норме полива.

При пробном пуске машины проверяют правильность работы дождевальных аппаратов, гидроцилиндров, механизма регулирования скорости движения, электрической системы защиты и герметичность соединений. Протечки воды струйного характера в фланцевых соединениях на трубопроводе и в соединении стояка неподвижной опоры с поворотным коленом не допускаются.

После пуска машины в работу при прохождении первого круга ведут постоянное наблюдение за стабильностью движения и прогибами в

горизонтальной плоскости, которые в каждом конкретном случае зависят от рельефа местности, а также за напором на входе в машину.

Во время работы дождевальных машин могут появляться различные деформации. Так, у дождевальной машины “Фрегат” можно наблюдать обрыв креплений неподвижной опоры к фундаменту, разрушение фланцев и трубопроводов, обрыв поддерживающих тросов, поломку оси или почвозацепа колеса тележки, выход из строя деталей гидроцилиндра, клапана-распределителя и силовых рычагов в гидроприводе тележки, пробой или вырыв заделки напорных шлангов, выход из строя или разрегулировка деталей системы автоматической синхронизации движения тележек. Все эти деформации приводят к остановке машины и срыву плана проведения поливов. Кроме перечисленных, могут возникать неисправности, которые не приводят к ее остановке, однако техническое состояние машины ухудшается или нарушается технологический процесс. К таким неисправностям относят негерметичность манжеты в поворотном колене, деформацию рамы и труб, поломку спиц колеса, повреждение механического тормоза, подтекание воды в гидроцилиндре и напорной магистрали, постепенный износ трущихся деталей, сбои в работе дождевальных аппаратов и сливных клапанов, разрегулировку систем механической и электрической аварийной защиты, повреждения крепежных деталей и др. Наибольший процент возникающих неисправностей приходится на гидропривод тележки и систему автоматической синхронизации движения. Для устранения возникающих неисправностей проводят техническое обслуживание и ремонт. Техническое обслуживание бывает ежедневным, периодическим и сезонным.

При ежедневном техническом обслуживании машину очищают от грязи, проверяют ее надежность и регулируют тормозную систему, проверяют натяжение тросов, состояние пусковых и питательных устройств, контрольно-измерительных приборов и средств автоматики.

При периодическом техническом обслуживании, которое проводят после наработки определенного числа часов, смазывают узлы машины, регулируют синхронность движения тележек, натяжение тросов, проверяют надежность креплений основных узлов, состояние подшипников, проверяют и регулируют системы электрической и механической защиты машины, проверяют устойчивость движения при различной норме полива, работу дождевальных аппаратов.

Сезонное обслуживание проводят при постановке машины “Фрегат” на хранение и при снятии с хранения. При постановке на хранение выполняют все операции периодического технического обслуживания и, кроме того, проверяют и промывают фильтры гидропривода и трубопровод, очищают сливные клапаны, заменяют втулки толкателей на пяти последних тележках. Машину необходимо установить на монтажной полосе; очистить; слить воду; ослабить натяжение проволоки

механической защиты, сняв с ролика одной из тележек; ослабить пружины силовых рычагов путем вывертывания винтов; закрепить на месте установки, привязав колеса каждой тележки к трубе рамы, или развернуть колеса в транспортное положение у каждой второй тележки; снять дождевальные аппараты, манометры и закрыть отверстия заглушками; резьбовые соединения, наконечники тросов, пружины и т.п. покрыть предохранительной смазкой; проверить и долить масло в ступицы колес; подкрасить детали машины; составить дефектную ведомость для проведения ремонта. Во время хранения машину осматривают один раз в два месяца и каждый раз после сильного дождя, ветра, снегопада для предупреждения и своевременного устранения появившихся неисправностей. Во время осмотра проверяют надежность крепления, состояние защитной смазки, пластмассовых и резиновых деталей, сохранность машины.

При снятии машины “Фрегат” с хранения и подготовке к работе необходимо расстопорить колеса или развернуть в рабочее положение, установить согласно номерам дождевальные аппараты, отрегулировать натяжение пружин силовых рычагов, установить на место проволоку натяжения механической защиты, установить и проверить систему электрической защиты, доукомплектовать деталями и узлами, выполнить операции в соответствии с работами по периодическому техническому обслуживанию, изложенными в заводской инструкции, сделать пробный запуск машины в работу и устранить выявленные недостатки.

Дождевальная машина ДКШ-64 “Волжанка” предназначена для полива растений сплошного и рядкового посева, имеет два независимо работающих поливных крыла, каждое длиной по 395,8 м (рис. 5.2). Поливное крыло состоит из трубопровода, на котором расположены дождевальные аппараты с самоустанавливающимися устройствами, приводная тележка (по одной на каждом крыле), ходовые колеса, водозаборный узел, тормоза. Высота поливного трубопровода над поверхностью земли равна 89 см. В зависимости от размеров поливного участка дождевальное крыло можно уменьшить на определенное количество секций с соответствующим уменьшением расчетных расходов.

Поливной трубопровод, предназначенный для подачи воды к дождевальным аппаратам, одновременно служит осью колес. Приводная тележка оборудована двигателем. Через специальный редуктор и цепную передачу от двигателя вращение передается трубопроводу и опорным колесам.

Сливные клапаны служат для быстрого слива воды из поливного трубопровода перед сменой позиций. Нормальное положение сливного клапана – открытое. При подключении дождевальной установки к гидранту давлением воды в трубопроводе клапан прижимается к внутренним стенкам трубы и плотно закрывает сливное отверстие.

При подготовке “Волжанки” к эксплуатации должно внимание должно быть уделено надежности прикрепления ступиц ведущих колес к секциям трубопровода, так как основная причина искривления трубопровода – проворачивание ступиц ведущих колес вокруг трубопровода во время переездов.

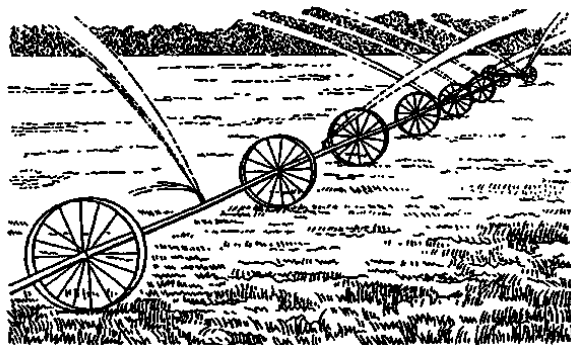


Рис. 5.2. Дождевальная машина “Волжанка” ДКШ-64.

Перед пуском дождевальной машины в эксплуатацию следует открыть концевую заглушку и промыть трубопровод. Такие промывки необходимы перед началом каждого цикла поливов (45...65 позиций). Наилучшие условия работы “Волжанки” создаются при расположении двух ее крыльев по обе стороны оросительного трубопровода со смещением одного из них на одну позицию (рис. 5.3).

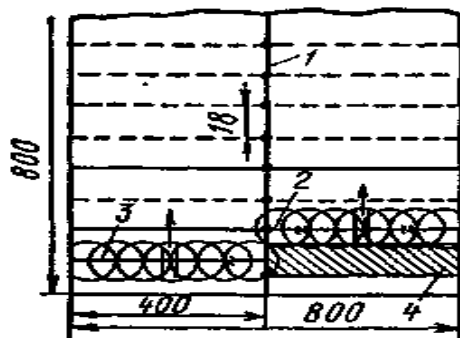


Рис. 5.3. Технологическая схема работы дождевальной машины “Волжанка”: 1 – закрытый или разборный оросительный трубопровод; 2, 3 – первое и второе крылья; 4 – поливаемая площадь (размеры в м).

Первое поливное крыло устанавливают против гидранта закрытого оросителя, затем присоединяют его гибким шлангом к первому гидранту и открывают задвижку. Под напором воды сливные клапаны закрываются и начинают работать дождевальные аппараты. После окончания полива задвижку гидранта закрывают, включают двигатель, перекачивают поливное крыло на новую позицию. На новой позиции крыло присоединяют к гидранту, открывают задвижку и продолжают полив.

Одновременно второе поливное крыло присоединяют к первому гидранту, располагая его по другую сторону от линии гидрантов, и начинают полив. После выдачи поливной нормы первым крылом на второй позиции его перемещают на третью, присоединяют к следующему гидранту и пускают в работу, а к освободившемуся гидранту перемещают второе крыло и т.д. При работе необходимо следить за состоянием машины и своевременно выявлять неисправности.

При эксплуатации дождевальной машины “Волжанка” могут возникнуть такие неисправности, как обрыв крепления колонки к гидранту, разрыв или соскакивание гибкого шланга, повреждение деталей замков присоединения, поломка фланцев и труб трубопровода, отказ работы двигателя, деформация колес, выход из строя дождевальных аппаратов и т.д. Наиболее часто выходят из строя узел присоединения, приводная тележка и дождевальные аппараты. Для нормального содержания дождевальной машины организуют ежесменные, периодические и сезонные уходы. В ежесменное обслуживание входит проверка состояния двигателя, надежности всех креплений, состояния узла присоединения к гидранту. В процессе дневной работы нужно следить за размерами искривления и бокового ухода трубопровода. Если искривление за счет опережения или отставания колес достигает 1,5 м, следует провести выравнивание путем перестановки колес. При боковом уходе машины до 1 м корректируют направление движения. При поливах нужно следить за работой дождевальных аппаратов и своевременно прочищать их.

Периодическое техническое обслуживание проводят через 50...70 позиций работы машины. При этом выполняют операции ежесменного ухода, дополнительно подтягивают соединения фланцев трубопроводов, проверяют крепление колес к трубе, ликвидируют появившиеся деформации.

Сезонный уход предусматривает подготовку “Волжанки” к хранению и расконсервацию. При подготовке к зимнему хранению необходимо снять и сдать на склад двигатель, дождевальные аппараты, механизмы самоустановки, сливные клапаны, присоединительные устройства и концевые заглушки. Машину устанавливают в конце поля и закрепляют растяжками. Закрывают пробками отверстия в трубопрово-

де, смазывают и красят отдельные детали машины. В зимний период проверяют состояние и устраняют неисправности.

Во время расконсервации (снятия с хранения) нужно снять растяжки закрепления, смонтировать узел присоединения к гидранту, установить двигатель и дождевальные аппараты, доукомплектовать машину, выполнить операции по уходу в соответствии с ежесменным и периодическим обслуживанием, сделать пробный запуск и устранить неполадки в работе.

Среднеструйная многоопорная дождевальная машина ДФ-120 “Днепр” (рис. 5.4) работает позиционно от гидранта закрытой оросительной сети и предназначена для полива различных сельскохозяйственных культур, включая высокостебельные. Машина состоит из водопроводящего трубопровода, закрепленного на 17 опорных тележках. С обеих сторон трубопровода смонтированы заборные устройства, позволяющие подключить машину к гидрантам оросительной сети. К каждой тележке и трубопроводу прикреплены фермы-открылки, на концах которых размещены дождевальные аппараты.

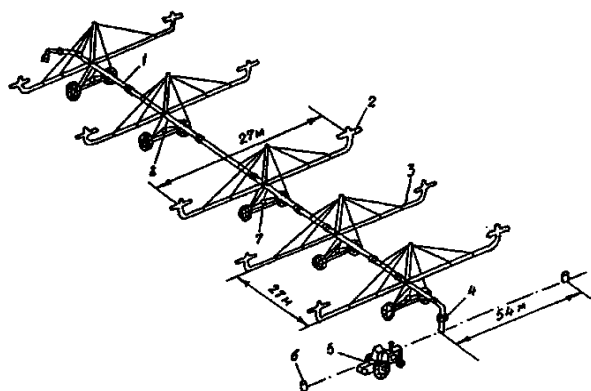


Рис. 5.4. Конструктивная схема дождевальной машины “Днепр”:
1 – водопроводящий трубопровод; 2 – дождевальные аппараты;
3 – фермы-открылки; 4 – водозаборное устройство; 5 – электрическая станция, навешенная на трактор; 6 – гидрант оросительной сети.

Машина оборудована электроприводом, состоящим из мотор-редукторов, размещенных на тележках, механизмом управления для поддержания прямолинейного положения трубопровода относительно линии гидрантов при переездах с позиции на позицию.

По окончании полива на одной позиции оператор закрывает гидрант оросительной сети. Подача воды в водопроводящий трубопровод машины прекращается, и автоматически открываются сливные клапаны.

ны. Во время слива воды из трубопровода оператор отсоединяет заборное устройство от гидранта и присоединяет к штепсельным разъемам машины электростанцию, которая навешена на трактор ЮМЗ-6М.

После опорожнения трубопровода оператор включает электропривод, и машину переводят на следующую позицию к очередному гидранту. В процессе передвижения он следит за прямолинейностью движения тележек и в случае отставания или забегания одной из них проводит корректировку остановкой первой или последней тележки. Установив машину на новой позиции, оператор отключает электропитание, присоединяет заборное устройство к гидранту и открывает его.

По окончании полива на одном участке машину переводят в транспортное положение (разворачивают колеса опорных тележек на 90^0 и подсоединяют буксирующее устройство) и перевозят на новый участок.

Для поддержания прямолинейного движения дождевателя на каждой промежуточной тележке предусмотрена система синхронизации, автоматически останавливающая двигатель-редуктор опережающей тележки. При недопустимом изгибе водопроводящего пояса на пульте управления в тракторе включается звуковой сигнал и выключается сигнальная лампа. После выявления причины неисправности и ее устранения полив продолжается.

В процессе эксплуатации могут возникнуть такие неисправности, как утечка воды через фланцевые соединения, через сливной клапан, уход опорной тележки в сторону, выход из работы ртутного прерывателя или электромагнитного реле, отказ электромотора, обрыв в цепи управления и т.п. С целью предупреждения и ликвидации неисправностей проводят ежесменное, периодическое и сезонное техническое обслуживание. Ежесменное ТО проводят в начале каждой смены. Оно заключается в общем осмотре машины, проверке крепления узлов и механизмов электрической станции.

Периодическое ТО проводят через 480 ч работы машины, при этом проверяют, регулируют и смазывают узлы и механизмы машины и электрической станции.

Сезонное ТО заключается соответственно в расконсервации и консервации машины перед началом поливного сезона и после него.

Самоходная многоопорная широкозахватная машина ЭДФ-800 “Кубань” (рис. 5.5) представляет подвесной трубопровод с насадками, который передвигается фронтально на колесных опорах с помощью дизель-генератора, установленного на центральной тележке. Предназначена для полива на крупных орошаемых массивах. Состоит из двух крыльев, каждое из которых включает семь шарнирно соединенных между собой пролетов, опирающихся на колесные тележки. Ширина захвата всего трубопровода составляет 800 м, по 400 м в каж-

дую сторону от канала. Одна машина обслуживает площадь 160 га и рассчитана на полив всех культур, в том числе высокостебельных.

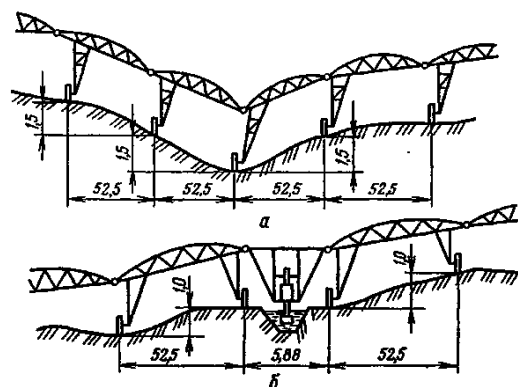


Рис. 5.5. Дождевальная машина “Кубань”: а – уклон между тремя соседними тележками до 0,03; б – уклон в центральной части машины между двумя пролетами (жесткими) по длине 112 м до 0,02 (размеры в м).

Вода в подвесной трубопровод подается установленным на центральной тележке насосом с забором из открытого канала. Центральная тележка движется вдоль канала по специально устроенной дороге.

“Кубань” имеет сложную автоматику и насыщена электрооборудованием. Она может работать в автоматическом режиме. Для этого на щите управления машиной набирают определенную программу, которая обеспечивает полив заданной нормой, следит за удержанием секций пролетов в одной линии, перпендикулярной к оси канала, останавливает машину в заданном месте по ходу движения, выдает сигнал остановки при аварийных ситуациях.

В соответствии с заводским руководством по эксплуатации ЭДМФ “Кубань” при длительном (зимнем) хранении необходимо демонтировать и хранить в складских помещениях при температуре воздуха не ниже 1°C блок с электромеханическим реле прибора времени, двигатель, центробежный насос, синхронный трехфазный генератор.

При необходимости ремонта опорных тележек и ферм в середине пролета машину перегоняют на край поля, чтобы не вытаптывать посевы автокранами. Для организации нормального и своевременного ремонта на любой позиции целесообразно включить в комплект машины переносной домкрат грузоподъемностью 5 т, легкую разборную стремянку с площадкой, комплект металлических подставок под опорные тележки для разгрузки резиновых шин.

Внедрение широкозахватных фронтальных дождевальных машин типа “Кубань”, работающих в движении, позволят поднять на новую ступень механизацию полива и обеспечить рациональное использование природных, энергетических и трудовых ресурсов.

Двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-100 МА (рис. 5.6) используют для полива трав, овощных, зерновых и технических культур. Основными элементами агрегата являются двухконсольная ферма (с консолями по 55 м), смонтированная на базе трактора, центробежный насос, всасывающая линия, бачок для внесения удобрений.

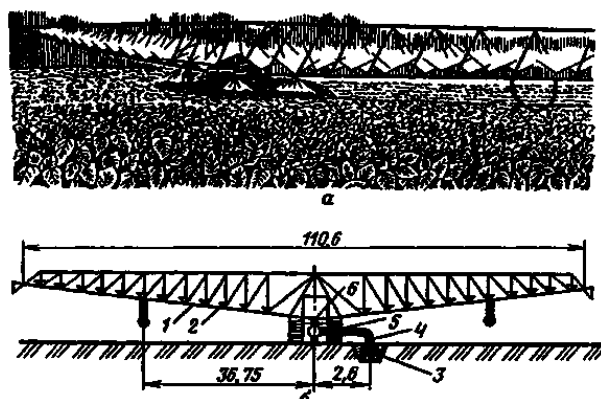


Рис. 5.6. Дождевальный агрегат ДДА-100 МА: а – в работе; б – схема; 1 – ферма; 2 – короткоструйная дефлекторная насадка; 3 – всасывающий клапан; 4 – всасывающая линия; 5 – консольный центробежный насос; 6 – напорный патрубок (размеры в м).

При поливах забор воды осуществляют из каналов, расположенных строго параллельно друг другу через 120 м. Нормальная работа насоса агрегата возможна при расходе воды в канале 130 л/с и глубине 50...70 см. Для поддержания в оросителе требуемой глубины воды его разбивают на отдельные участки и создают подпор с помощью переносных щитов. Полив начинают с головы канала-оросителя. По окончании полива участка на одном оросителе агрегат переводят в транспортное положение и перегоняют на начало следующего оросителя. Наличие открытой оросительной сети – наиболее существенный недостаток в использовании ДДА-100МА, так как теряется 5...7% орошаемой площади и потери воды на фильтрацию составляют 5...10%.

Монтаж, техническое обслуживание и хранение ДДА-100 МА, агрегируемого с трактором, мало чем отличается от системы планово-предупредительного обслуживания и ремонта тракторных агрегатов сельскохозяйственного назначения. Возможные неисправности агрегата приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1. **Возможные неисправности агрегата ДДА-100 МА и способы их устранения**

Неисправности	Способы устранения
Сильно греется вал насоса. Ухудшается качество дождя	Ослабить затяжку, предварительно набив сальник, установить правильно кронштейн насоса; отвернуть и прочистить насадки, при необходимости промыть консоли фермы
Всасывающая линия и насос не заполняются водой	Проверить работу механизма поворота заслонки и перекрытие ею выходного отверстия вакуум-аппарата. Подтянуть все болтовые соединения, заменить прокладки, проверить клапан. Очистить плоскости прилегания створок клапана от грязи, при необходимости сменить резину
Насос заметно уменьшает или прекращает подачу воды	Погрузить клапан глубже в ороситель, повторно заполнить водой насос и всасывающую линию; очистить сетку клапана или заменить ее; увеличить частоту вращения двигателя; разобрать насос и очистить колесо; заменить кольца
Шарнирные муфты всасывающей линии вращаются с большим трудом	Очистить муфту, внутреннюю полость заполнить свежим солидолом; ослабить затяжку болтов, при необходимости заменить резиновые прокладки
Стойки и распорки фермы изогнулись	Ослабить натяжение стержней, не допуская нарушения прямолинейности поясов фермы
Одна из консолей постоянно перетягивает другую	Отвернуть концевую насадку и промыть консоли водой при форсированных оборотах насоса
Вода не поступает в приспособление для внесения минеральных удобрений	Отсоединить и прочистить подводящие трубопроводы

Для предупреждения и устранения возникающих неисправностей проводят ежесменное, периодическое (после 240 ч работы машины) и сезонное техническое обслуживание (при подготовке к поливам и зимнему хранению).

Плановые ремонты проводят по окончании поливного сезона, в осенне-зимний период. Двухконсольную ферму ремонтируют на месте хранения на специально отведенной площадке, трактор – в ремонтной мастерской.

Дождевальные машины хранят на специально отведенных ровных площадках. Ферму автокраном снимают с трактора и устанавливают центральной частью на деревянные прокладки, а концы расчаливают проволокой. Снятые насадки, шланги гидросистемы сдают на склад. Трактор с насосным агрегатом хранят в закрытом помещении.

Дальнеструйные дождевальные машины ДДН-70 и ДДН-100 (рис. 5.7 и 5.8) представляют собой конструкции, все узлы которых

смонтированы на специальной раме, навешиваемой на трактор. Этими машинами забирают воду из открытой или закрытой оросительной сети, работают они позиционно по кругу и по сектору. Если скорость ветра превышает 2...3 м/с, то полив проводят по сектору.

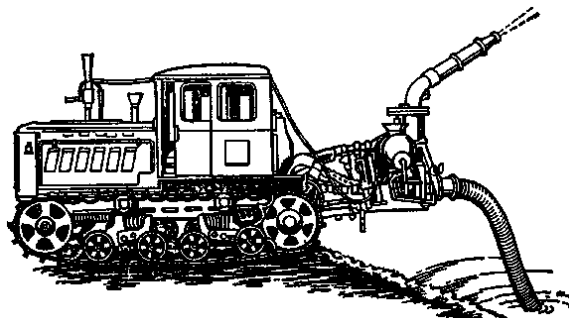


Рис. 5.7. Дальнеструйная дождевальная машина ДДН-70.

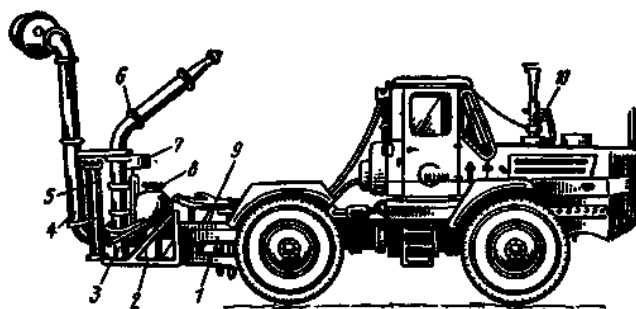


Рис. 5.8. Дальнеструйный навесной дождеватель ДДН-100 на тракторе Т-150 К: 1 – разгрузочные цепи; 2 – рама; 3 – насос-редуктор; 4 – всасывающий трубопровод; 5 – гидроцилиндр; 6 – ствол; 7 – механизм поворота ствола; 8 – приспособление для внесения удобрений; 9 – карданный вал с кожухом; 10 – газоструйный вакуум-аппарат.

В отличие от других конструкций дальнеструйные дождевальные машины отличаются компактностью, большой маневренностью и проходимостью. Средняя интенсивность дождя у дальнеструйных машин в 2...5 раз меньше, чем у короткоструйных, что позволяет вести полив на тяжелых по гранулометрическому составу почвах без образования луж и на землях с неровным рельефом.

Кроме того, эти машины можно использовать для вегетационных поливов высокорастущих однолетних и многолетних растений во все фазы развития без их механического повреждения.

Техническое обслуживание агрегатов проводят при подготовке к поливному сезону, при ежесменном и периодическом уходе, а также при подготовке к зимнему хранению. Хранить рекомендуется в закрытых помещениях или под навесом. При хранении дождевателей на открытых площадках необходимо подложить деревянные прокладки, открыть все сливные отверстия, сопла дождевальных аппаратов закрыть чехлами или деревянными пробками. При установке агрегатов на хранение следует провести их смазку и покраску.

В состав комплекта входят магистральный и два распределительных трубопровода, четыре дождевальных крыла, каждое из которых имеет четыре среднеструйных аппарата (рис. 5.9). Магистральный трубопровод укладывают на поверхность орошаемого участка на весь оросительный сезон.

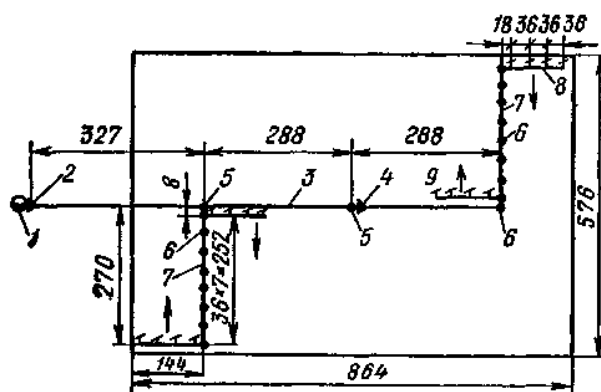


Рис. 5.9. Примерная схема при поливе установкой КИ-50 “Раду-га”: 1 – насосная станция; 2, 4 – переходники 180×150; 3, 7 – магистральный и распределительный трубопроводы; 5, 6 – трубы-гидранты диаметром 150 и 125 мм; 8, 9 – дождевательные крыло и аппарат (размеры в м).

Эксплуатация дождевальных установок КИ-50 предусматривает ежегодный монтаж и демонтаж всего оборудования. Во время подготовки к поливному сезону осуществляется осмотр и доукомплектование установок, проводятся необходимые исправления и монтаж.

При монтаже КИ-50 “Радуга” выполняют операции, приведенные ниже:

1. Разбивают орошаемый участок вешками, устанавливают насосную станцию и к напорному патрубку присоединяют переходник 180×150 мм.

2. Монтируют магистральный трубопровод: укладывают 54 трубы диаметром 150 мм, затем трубу-гидрант и еще 47 труб и трубу-гидрант того же диаметра. Далее присоединяют переходник 150×125 мм и собирают участок магистрального трубопровода из 47 труб диаметром 125 мм. В конце трубопровода устанавливают трубу-гидрант диаметром 125 мм и заглушку.

3. Перпендикулярно к магистральному по обе стороны его монтируют распределительные трубопроводы, чтобы один из них был в створе первого гидранта, а другой – в конце магистрали. Сборку начинают от гидранта. К корпусу гидранта крепят колонку, затем соединительную трубу, две проходные трубы и трубу-гидрант. Остальную часть трубопровода собирают из расчета расположения гидрантов через 36 м. В конце трубопровода устанавливают заглушку.

4. Монтируют дождевальные крылья в той же последовательности, что и распределительные трубопроводы. При этом вместо труб-гидрантов укладывают рабочие трубы и к их отверстиям присоединяют дождевальные аппараты.

Опоры на трубах укрепляют со стороны сферических раструбов на расстоянии 100 мм.

Полив проводят следующим образом: открывают рабочие гидранты на магистральном и распределительных трубопроводах и включают насосную станцию. В начале пуска воды двигатель должен работать на средних оборотах. Задвижку на напорном патрубке открывают не полностью. После заполнения системы водой частоту вращения двигателя увеличивают, головную задвижку открывают до отказа.

Для нормальной работы установки напор воды на входе в распределительный трубопровод должен быть не менее 48...50 м. После выдачи поливной нормы открывают гидранты на очередные дождевальные крылья и только после этого закрывают гидранты на отработавших крыльях.

Затем дождевальные крылья разбирают, переносят на новую позицию и подготавливают к поливу. После полива со всех позиций распределительные трубопроводы разбирают и переносят (или перевозят) к следующим гидрантам магистрального трубопровода, присоединяют дождевальные крылья и поливают другую часть участка.

Время полива дождевального крыла на позиции зависит от поливной нормы; продолжительность полива при норме $100 \text{ м}^3/\text{га}$ составляет около 44 мин.

В процессе проведения поливов наблюдают за работой установок, очищают забившиеся сопла, подтягивают крепления в соединениях труб и задвижек, проводят замену уплотнителей и т.п.

При эксплуатации установки не допускается: бросать на землю трубы и другие детали установки, загрязнять и повреждать их;

садиться на трубы, ходить по ним, наваливать на них грузы, сбрасывать с высоты, держать возле костра и т.п.;

держат манжеты и клапаны задвижек длительное время на солнце и на морозе, подвергать их воздействию нефтепродуктов;

вставлять трубы в муфты и вынимать их под большим углом.

По окончании поливного сезона дождевальную установку разбирают, очищают от загрязнения. Дождеальные аппараты, стояки и уплотнительные манжеты следует хранить в сухом помещении, предохраняя резиновые детали от соприкосновения с нефтепродуктами, а также от воздействия прямых солнечных лучей, тепла батарей и отопительных приборов.

Трубы укладывают под навесом друг против друга рядами, муфтами в противоположные стороны. Под нижний ряд труб укладывают прокладки из досок, чтобы муфты нижнего ряда труб не касались пола или почвы. По бокам труб устанавливают стойки, ограничивающие их от раскатывания в стороны.

Резиновые уплотнительные манжеты трубопроводов и аппаратов хранят в связках в сухих помещениях при температуре $10...20^{\circ}\text{C}$.

Наиболее сложный и требующий бережного обращения узел – это дождевальный аппарат. Он должен быть смазан, а механизм поворота и сопла очищены от загрязнения на период хранения.

Дождевальный шлейф ДШ-25/300 (рис. 5.10) предназначен для позиционного полива сельскохозяйственных культур и кормовых угодий. Состоит из стального трубопровода длиной 150 м, трех карусельных дождевателей “Тимирязевец”, расположенных через 50 м друг от друга по длине трубопровода. С позиции на позицию шлейф перемещают трактором без разборки. Расстояние между гидрантами составляет 60 м, между трубчатыми оросителями – 300 м. Рабочий напор на гидранте – 50 м. Расход воды дождевального шлейфа составляет 25 л/с.

Карусельный дождеватель “Тимирязевец” состоит из двух алюминиевых трубчатых стволов, один из них оканчивается короткоструйной дождевальной насадкой с конусным дефлектором, второй конец имеет струйное сопло, которое имеет отклонение от оси ствола на 3° . За счет такого отклонения при выбросе струи создается реактивное усилие, достаточное для вращения карусели с частотой до одного обо-

рота в минуту. Опыт эксплуатации шлейфов показывает, что их выгодно применять на длинных прямоугольных участках.

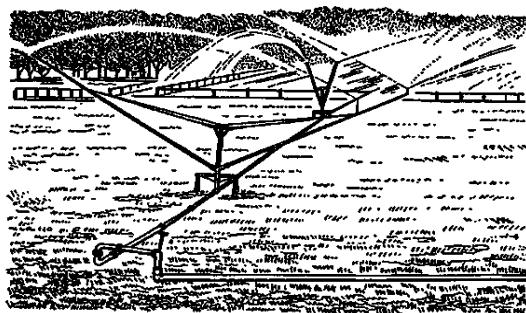


Рис. 5.10. Дождевальнй шлейф ДШ-25/300.

Техническое обслуживание дождевальных шлейфов основано на ежегодном монтаже и демонтаже всего оборудования. В начале сезона проводят осмотр установки и доукомплектование. В процессе работы ведут наблюдение за состоянием оборудования и устраняют замеченные недостатки, такие, как течь в соединениях труб, засорение дождевальных аппаратов и т.п. По окончании поливного сезона элементы дождевальной установки очищают от загрязнений, консервируют и хранят под навесом. Съемные детали сдают на склад.

Дождевальная машина “Ока” (ДКГ-80) создана на базе ДКШ-64. Состоит из двух крыльев, работает позиционно с забором воды от гидрантов закрытой оросительной сети. Для перевода машины с позиции на позицию в середине крыла имеется тележка с гидроприводом. Конструктивной особенностью машины является поочередная работа дождевателей, что обеспечивает более равномерное распределение воды по площади и возможность увеличивать поливную норму без образования стока. Переключение групп дождевателей при поливе осуществляется в автоматическом режиме через 15 мин. Расход воды двумя крыльями составляет 100 л/с. Эксплуатационное обслуживание машины “Ока” такое же, как машины “Волжанка”.

Многоопорный дождевальный трубопровод ДКН-80 используют для орошения кормовых культур, лугов и пастбищ водой в смеси с подготовленными животноводческими стоками, а также чистой водой с внесением минеральных удобрений при помощи гидроподкормщика. Машина ДКН-80 разработана на базе ДКШ-64 и выполнена в трех модификациях: ДКН-80-600, ДКН-70-500, ДКН-60-400, которые отличаются расходами воды (80, 70, 60 л/с) и шириной поливаемой полосы

(600, 500, 400 м). Передвижение по позициям обеспечивается двигателем внутреннего сгорания или электроприводом.

Во время эксплуатации ДКН-80 проводят техническое обслуживание сезонное, ежесменное, ТО-1, ТО-2. Первое сезонное обслуживание выполняют перед началом поливного периода. При этом машину консервируют, устанавливают снятые на зиму детали, проверяют соединительные узлы, делают пробный запуск в работу, устраняют выявленные неполадки.

Ежесменное техническое обслуживание проводят через 7...10 часов работы машины. Проверяют состояние двигателя и пополняют смазочные и топливные материалы, подтягивают крепление двигателя и реверс-редуктора, проверяют состояние устройств самоустановки дождевальных аппаратов и сливных клапанов, выравнивают трубопровод и корректируют направление его движения.

Техническое обслуживание ТО-1 выполняют через 60 ч работы машины. Проводят операции ежесменного обслуживания и дополнительного регулируют натяжение цепей трансмиссии.

Техническое обслуживание ТО-2 осуществляют через 240 ч работы дождевального устройства. Оно включает операции ТО-1 и дополнительно проводят замену масла в реверс-редукторе, регулировку натяжения спиц колес, замену изношенных деталей механизмов самоустановки дождевальных аппаратов, подтягивание болтовых соединений трубопровода.

Второе сезонное обслуживание проводят по окончании поливов при подготовке машины на зимнее хранение. В этом случае снимают, консервируют и сдают на склад двигатель, реверс-редуктор, дождевальные аппараты, манжеты, присоединительные колонки. Отверстия трубопровода закрывают пробками. Очищают и красят поврежденные коррозией места. Машину закрепляют на месте растяжками. В период хранения делают осмотр один раз в месяц, проверяют состояние и сохранность.

Более современной дождевальной машиной является **трубопровод колесный унифицированный ТКУ-100**. Этот многоопорный колесный трубопровод позиционного действия предназначен для полива низкостебельных сельскохозяйственных культур чистой водой и подготовленными животноводческими стоками. Выпускались десять модификаций ТКУ-100: ТКУ-100-01...ТКУ-100-10. Смена позиций при поливе выполняется электроприводом с питанием от передвижной электростанции.

Полосовые шланговые дождеватели относятся к устройствам, с помощью которых полив осуществляется при перемещении дождевального аппарата по орошаемой площади за счет энергии оросительной воды. Применяют их для полива овощных, кормовых и технических культур, сенокосов, пастбищ, садов и ягодников.

Дождеватель шланговый типа ДШ-10 представляет собой одноосное шасси на пневматических колесах, на котором смонтированы два барабана с гидроприводами и другие детали. На барабанах намотан гибкий трубопровод, заканчивающийся дождевальным аппаратом. Аппарат обеспечен перемещающейся двухколесной тележкой. При подготовке к работе дождеватель подвозят к гидранту и устанавливают так, чтобы оси барабанов были параллельны линии гидрантов закрытой оросительной сети. Гибкий трубопровод разматывают с барабанов в противоположные стороны с помощью трактора, к которому предварительно присоединяют тележку с дождевальным аппаратом. Потом дождеватель подключают к гидранту, открывают задвижку и включают механизм вращения барабанов. По гибкому трубопроводу вода поступает к дождеальному аппарату и разбрызгивается по полосе шириной 50 м. Гидропривод с заданной скоростью вращает барабан, при этом шланг с дождевальным аппаратом подтягивается к барабану и наматывается на него. Когда аппарат подходит вплотную к барабану, подача воды автоматически прекращается. Скорость движения тележки с дождевальным аппаратом зависит от нормы полива и находится в пределах 5...15,6 м/ч. Площадь орошения с одной позиции составляет 2,5 га.

Аналогичное устройство имеют шланговые дождеватели ДДС-30, PZT-67, PZT-75 и др. Основное отличие PZT-67, PZT-75 – возможность поворачивать барабан на любой угол.

Комплект синхронного импульсного дождевания КСИД включает насосную станцию, генератор командных сигналов, сеть трубопроводов, импульсные дождеватели, электромеханическое и контрольно-измерительное оборудование (рис. 5.11). Наибольшее распространение получили КСИД-10 и КСИД-30. КСИД-10 применяют на участках со сложным рельефом. Один комплект обслуживает площадь 10,48 га и обеспечивает качественный полив при скорости ветра не более 5 м/с. Комплект дождевания КСИД-30 обеспечивает полив на площади 30 га и не имеет принципиального отличия от КСИД-10.

Импульсные аппараты работают одновременно на всей площади в режиме чередующихся циклов (пауза-выплеск). Для обеспечения подачи воды, равной водопотреблению сельскохозяйственных растений, продолжительность пауз накопления воды в дождевателе может быть в 50...200 раз больше периода ее выплеска. Во время паузы вода, подаваемая насосом по сети трубопроводов, одновременно заполняет все гидropневмоаккумуляторы импульсных дождевателей до расчетного объема и давления. После этого срабатывает система автоматики и происходит выплеск воды под действием сжатого воздуха. Затем циклы повторяются и следуют один за другим.

Синхронное импульсное дождевание имеет ряд преимуществ, обеспечивающих агрофизиологический и организационно-хозяйственный

эффекты. При этом влажность активного слоя почвы и приземного воздуха поддерживается в оптимальных пределах без резких колебаний, обеспечиваются почти полностью контролируемые условия роста растений и т.п. Один работник обслуживает три комплекта.

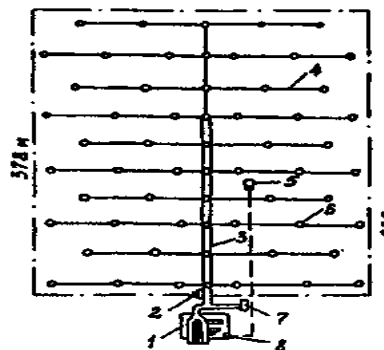


Рис. 5.11. Схема синхронного импульсного дождевания: 1 – насосная станция; 2 – гидроподкормщик; 3 – 4 – трубопроводная сеть; 5 – датчик; 6 – аппараты импульсного дождевания; 7 – генератор командных сигналов; 8 – пульт управления.

В последнее время в России разработан ряд технических средств для орошения небольших участков в условиях крестьянских (приусадебных) и фермерских хозяйств: комплект малоинтенсивного дождевания “Росинка” (для орошения садовых и огородных культур на площади 6 соток); переставной дождеватель “Радуга” (дождевательный аппарат на стойке, орашаемая площадь 6 соток); шланговый дождеватель позиционного действия “Кооператор” (для полива овощных культур и ягодников на площади 0,30...0,50 га за сезон).

Для микроорошения закрытого грунта разработаны: комплект локально-импульсного полива КЛИП-18 для орошения овощных культур в теплицах и парниках площадью до 36 м²; комплект импульсно-локального орошения ИЛО-0,3 для применения в теплицах площадью до 1000 м²; комплект импульсного микродождевания КМИД-0,1.

5.5. Эксплуатация самотечных оросительных систем

Под эксплуатацией самотечных оросительных систем понимают комплекс мероприятий по поддержанию гидромелиоративных устройств в исправном состоянии, планированию и осуществлению водопользования и водораспределения, предупреждению засоления и заболачивания орошаемых земель, внедрению автоматизации производст-

венных процессов и других мероприятий с целью получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Эксплуатацию оросительных систем организуют по участкам и узлам системы. Выделяют головной участок и распределительные узлы. В состав головного участка входит отрезок реки, прилегающий к головной части оросительной системы в границах полосы отвода земель; сооружения, обеспечивающие и регулирующие поступление воды в магистральный канал; отстойники и другие сооружения, ограничивающие поступление наносов в систему; головной участок магистрального канала с имеющимися на нем сооружениями, начиная от места водозабора до головного гидрометрического поста; подъездные пути, средства автоматизации и связи, служебные и жилые здания, склады, геодезические знаки, контрольно-измерительные устройства, транспортные средства и т.п.

Отрезок реки, который относится к головному участку, состоит из верховой и низовой частей по отношению к месту отвода магистрального канала. Минимальная величина участка реки должна быть по 200 м выше и ниже места водозабора, а на водоисточниках со слабо закрепленными и размываемыми берегами длину русловой части принимают не менее 20 ширин русла.

Для выполнения наблюдений за состоянием и работой головных водозаборных сооружений их оборудуют опорными реперами и марками, гидрометрическими постами, промерными створами выше и ниже головного сооружения, знаками, позволяющими определить распространение кривой подпора, а также границы особо опасных мест размыва и обрушений.

Штат эксплуатационных работников головного участка устанавливают в соответствии со штатным расписанием. Содержание участка осуществляют по специально разработанной инструкции. В перечень основных работ на головном участке входят:

- регулирующие операции в русле реки по поддержанию рабочих уровней перед головным регулятором и пропуск необходимых расходов в магистральный канал;

- пропуск промывных расходов через головной регулятор, отстойник, сбросные и промывные шлюзы;

- гидрометрические наблюдения за уровнями и расходами воды, динамикой наносов в русле реки и магистральном канале;

- наблюдение за состоянием и устойчивостью всех сооружений, русла реки и каналов;

- содержание элементов головного участка в исправном состоянии, своевременный ремонт;

- содержание аварийных запасов материалов и оборудования в мобильной готовности;

руководство эксплуатационным персоналом, повышение уровня его технической квалификации;
охрана участка.

В состав распределительного узла системы входят часть канала, подводящего воду с вышележащего узла; группа распределительных каналов, подающих воду к точкам выдела в хозяйства; отрезок канала, подающего воду на нижерасположенный узел; распределительные сооружения на узле; линейные сооружения на транзитной части каналов, причисленных к узлу; точки выдела, которые получают воду из узла. На каждый распределительный узел заводят технический паспорт, в котором приводят схему узла, характеристики каналов и сооружений, указывают очаги фильтрации, места обвалов и оползней. На крупные сооружения оформляют технические паспорта.

Исправное состояние оросительных каналов на всем протяжении до точек выдела воды хозяйствам обеспечивает эксплуатационный персонал, обслуживающий узел системы. Работа по содержанию и уходу за каналами и сооружениями включает подготовку к поливам, эксплуатацию в поливной и осенне-зимний периоды. За состоянием каналов и сооружений организуют постоянное наблюдение, их охраняют от повреждений. Показателями нормального технического состояния каналов служат своевременный пропуск расчетных расходов, низкие величины потерь на фильтрацию, отсутствие растительности и наносов, размывов и обрушений откосов.

Участки каналов, проходящих вблизи населенных пунктов, специально оборудуют для различных целей пользования водой (водопой, купание и т.п.) – без такого оборудования каналы будут сильно деформироваться. Нельзя на каналах устраивать запруды, перемычки, допускать выработку грунта в полосе отвода или организацию свалок.

Сбросная и коллекторная сети на протяжении всего года должны находиться в исправном состоянии, чтобы обеспечивать отвод поступивших вод. Водосбросную сеть очищают от наносов, растительности, обвалов.

Сооружения и гидрометрические устройства содержат в нормальном рабочем состоянии. Особое внимание следует обращать на недопущение подпоров на входной части линейных сооружений оросительных систем (труб-переездов, дюкеров, акведуков, перепадов, быстотоков). Их систематически очищают от наносов, своевременно обнаруживают и ликвидируют появляющиеся трещины, воронки, каверны и т.п.

На вододельных сооружениях особое внимание уделяют исправности рабочего оборудования, металлических конструкций, подъемных механизмов, аппаратуры автоматического управления. Перед каждым подъемом или опусканием затворов осматривают механизмы, оценивают состояние пазов и уплотнений, проверяют тормозные уст-

ройства. Затворы необходимо поднимать постепенно и равномерно по всему фронту. Металлические части сооружений периодически красят, а все трущиеся детали смазывают.

Эксплуатация внутрихозяйственной оросительной сети сводится в основном к следующим мероприятиям:

- проведение поливов сельскохозяйственных культур согласно плану водопользования, в требуемые сроки и необходимыми нормами, обеспечивающими получение высоких урожаев;

- поддержание внутрихозяйственных оросительных и дренажных устройств и сооружений в исправном состоянии;

- предупреждение потерь воды из каналов, обеспечение своевременного отвода избыточных вод для предохранения земель от заболачивания и засоления;

- проведение эксплуатационной планировки поверхности полей с целью ликвидации микропонижений и для равномерного увлажнения почвы.

Обводнительно-оросительные системы строят для водоснабжения сельских населенных пунктов и пастбищ маловодных районов и попутно для орошения небольших земельных участков, на которых можно выращивать, например, страховой запас кормов. Крупными такими системами вблизи городов и сел орошают участки под овощи, картофель, виноград. Распределительную сеть обводнительно-оросительной системы приспособляют к нуждам водоснабжения. Для ее расчетов используют нормы и графики потребления воды на питьевые и хозяйственные нужды с учетом расхода на орошение. Водообеспеченность обводнительно-оросительной системы должна быть выше, чем обычной оросительной, так как перебои в подаче воды на водоснабжение пастбищ и населенных пунктов недопустимы. Чтобы повысить надежность обеспечения водой, на системах создают сеть прудов и копаней, которые выполняют роль резервов для водоснабжения и поливов в критические периоды. Сеть запасных водоемов позволяет отключать систему на зимний период, который является неблагоприятным для работы каналов и сооружений.

При эксплуатационном обслуживании обводнительно-оросительной сети и сооружений руководствуются теми же положениями, которые разработаны для обычных оросительных систем. Однако для обводнительных систем санитарные требования более строгие: проводят обсадку каналов древесной растительностью, устраивают перепады с целью лучшей аэрации воды, обособляют места для разных целей (купание, хозяйственные нужды и т.д.).

В зимний период при отрицательных температурах воздуха в каналах образуются заторы из шуги и льда, что может вызвать подъем уровней и размыв откосов и дамб. Во время прохода шуги и льда на каналах организуют дежурство эксплуатационного персонала. Лед у

сооружений и вдоль креплений каналов окалывают, чтобы предупредить их повреждение.

В состав эксплуатационных мероприятий по предупреждению заболачивания и засоления почвы входят:

строгое соблюдение планового водопользования на системе, недопущение излишних расходов подаваемой воды;

правильная эксплуатация оросительных каналов, сооружений, дамб, коллекторно-дренажной сети, совершенствование техники полива;

уменьшение потерь воды и повышение коэффициента полезного действия системы путем организации круглосуточных поливов, своевременного удаления из каналов наносов и растительности, применения противофильтрационных мероприятий на оросительных каналах;

своевременная (срочная) ликвидация прорывов дамб, недопущение сброса воды на орошаемую территорию;

правильное применение режима орошения сельскохозяйственных культур с учетом достижений науки и практики.

Чтобы рационально организовать борьбу с заболачиванием и засолением почвы, необходимо изучить причины подъема грунтовых вод и степень их засоленности, организовать наблюдения и составить графики колебания уровней грунтовых вод, разработать агротехнические, лесомелиоративные и эксплуатационные мероприятия по недопущению их подъема.

Ремонт самотечных оросительных систем. Задача ремонта оросительной системы – восстановить ее до проектного состояния. В проект ремонта можно включать также улучшение и развитие системы (повышение насыщенности сооружениями, эксплуатационными устройствами, средствами механизации и автоматизации и т.д.).

Для определения вида и объемов ремонтных работ комиссия проводит осмотр каналов и сооружений после окончания поливов. На основе обследований составляют дефектные ведомости, которые используют при разработке проекта текущего или капитального ремонта.

При текущем ремонте выполняют ежегодные работы по очистке каналов от заиления, растительности, оползней; проводят подсыпку дамб, исправляют мелкие повреждения каналов, лотков, сооружений, зданий и других устройств. Разновидностью текущего ремонта является профилактический (предупредительный), при котором систематически очищают отдельные участки каналов и берм от грунта и растительности, ликвидируют ходы землеройных животных, окалывают лед у сооружений, подтягивают болтовые соединения конструкций, проводят утеплительные работы, очищают сооружения от мусора, удаляют плавающие предметы, смазывают подшипники и т.д. Этот ремонт осуществляют без остановки работы оросительной системы.

Капитальный ремонт проводят периодически через установленное нормативами число лет. Он может быть комплексным (по всей системе) или выборочным (по отдельным участкам). Выбор вида ремонта зависит от ряда факторов, этот вопрос решается индивидуально по каждой системе.

Капитальный ремонт следует начинать после окончания вегетационных поливов и заканчивать весной. Ремонт по очистке каналов от наносов и растительности осуществляют осенью и весной, а сооружений, от которых зависит подача и распределение воды по системе, – в осенне-зимний период и весной до поливов. Линии связи, дороги, здания и вспомогательное оборудование ремонтируют на протяжении года в предусмотренные производственным планом сроки.

Аварийный (восстановительный) ремонт проводят в случае возникновения аварии (прорыв дамбы, разрушение сооружения и т.п.) под воздействием стихийных явлений (паводки, ледяные заторы) или нарушений правил технической эксплуатации. Чтобы ускорить ликвидацию аварии, работают круглосуточно при максимальной мобилизации техники, материалов, людских ресурсов.

Состав ремонтных работ на оросительных системах зависит от видов возникающих деформаций.

Одна из распространенных деформаций – заиливание каналов наносами, приносимыми оросительной водой. Ежегодный объем наносов, поступающих в оросительную систему, иногда достигает значительных размеров. Распределяются наносы по сети по-разному. Наиболее крупные отлагаются на головном участке магистрального канала, средние транспортируются в распределительную сеть и даже в хозяйственные каналы, мелкие попадают на поля. В течение года наносы поступают неравномерно.

Сравнительно эффективной мерой борьбы с наносами является закрепление размываемых участков на водосборе реки путем лесных посадок и проведения мероприятий по сохранению растительного покрова. Необходимо также снижать излишние поступления воды в систему, изменять время водозабора с перемещением его на период пониженной мутности воды. Высокая мутность в реке бывает относительно недолгой и соответствует моменту прохода первых паводков. В этот период следует снизить забор воды. Чтобы наносы не оседали в каналах, нужно обеспечить незаиляющие скорости движения воды в них.

Для правильной организации борьбы с наносами необходимо заранее наметить те места в каналах и на участках, где можно с наименьшими затратами осуществить их удаление на основе календарного плана очистки. Крупные наносы обычно отлагаются в головной части магистрального канала. Чтобы отклонить их от головной части канала, в водоисточнике устраивают донные пороги (рис. 5.12) высотой от 1/4

до $1/3$ глубины потока. Накапливающиеся перед порогом наносы следует периодически удалять.

При бесплотинном водозаборе применяют водозахватные шпоры: простые, улучшенные, улучшенные с промывным отверстием. Простые шпоры (рис. 5.13, а) предназначены для увеличения захвата воды, одновременно они уменьшают поступление донных наносов в канал за счет частичного отклонения придонных слоев воды в сторону русла и снижения скорости потока. Улучшенные водозахватные шпоры (рис. 5.13, б) более эффективны по сравнению с простыми. Действие их усиливается, если в продольной стенке устроено отверстие (рис. 5.13, в). Необходимо, чтобы сбросное отверстие пропускало расход, составляющий 80...100% расхода магистрального канала. В этом случае наибольшее количество наносов будет отведено через отверстие обратно в реку. Перед входом в канал можно устраивать горизонтальные разделные полки на сваях или в виде козырьков (рис. 5.14). Они не позволяют донным наносам подниматься в канал и уносятся вниз по течению. Режим донных наносов искусственно регулируется также струенаправляющими установками системы М. В. Потапова.

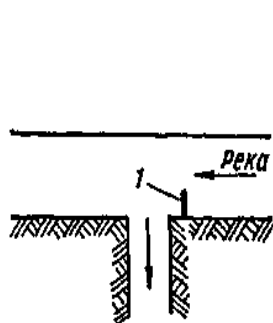


Рис. 5.12. Донный порог (1) перед головной частью магистрального канала.

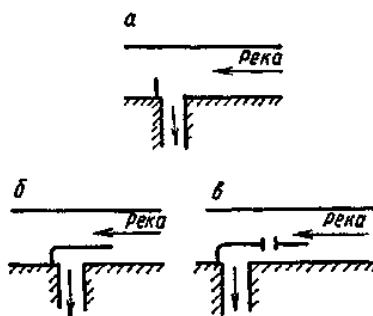


Рис. 5.13. Водозахватная шпора: а – простая; б – улучшенная; в – с промывным отверстием.

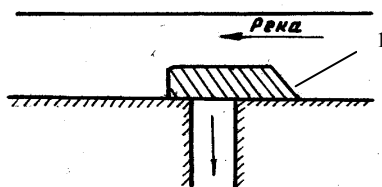


Рис. 5.14. Горизонтальная разделная полка (1).

Несмотря на применение перечисленных сооружений в месте забора воды средний и мелкий песок поступает в оросительную сеть. Для облегчения очистки каналов от этих наносов в холостой части магистрали организуют отстойники, габариты которых определяют расчетами.

Независимо от наличия отстойников часть наносов оседает в каналах. Их удаляют механизмами и вручную. Очистку каналов проводят в основном один раз в год. Работы по очистке распределительных каналов должны завершаться к началу весеннего сева. Для удаления наносов применяют различные машины. Недостаток заключается в растянутости фронта работ при малом объеме наносов на погонный метр канала. В таких условиях более эффективны легкие и подвижные каналоочистительные машины. В настоящее время применяют одноковшовые и многоковшовые экскаваторы, каналоочистители, прицепные и навесные каналокопатели, землесосные установки. Каналокопатели используют для очистки неглубоких каналов от наносов и сорной растительности.

Следующим распространенным видом деформации является зарастание оросительных каналов травяной и сорняковой растительностью. Среди способов борьбы с зарастанием каналов наиболее распространены механический и биологический. При механическом способе растения подрезают у корня и затем удаляют. Подрезают их ручными косами и специальными каналоокашивающими машинами. К биологическим способам относятся затенение каналов древесными растениями, посев по откосам и бермам многолетних злаковых трав (с целью ликвидации сорняков), использование растительоядных рыб (белый амур, толстолобик).

Оползни и обрушения откосов появляются на участках с неправильно заложенными откосами. Чтобы предохранить канал от разрушения, необходимо придать откосам более пологую форму и увеличить бермы. В отдельных случаях нужно закрепить откосы.

Размывы откосов и отложение наносов в виде кос происходят при отклонении оси потока от оси канала. Устанавливают причины отклонения и устраняют их путем более тщательной очистки и профилировки размываемого участка. Иногда откосы размываются на поворотах канала при малом радиусе закругления. В таком случае либо увеличивают радиус поворота, либо закрепляют размываемый откос, либо устанавливают щиты для отклонения потока в нужном направлении.

Оросительные каналы могут заноситься песками, которые способны передвигаться под воздействием ветра. Для предотвращения этого явления нужно закреплять подвижные пески, засевая участки их распространения травой (песчаный овес) и высаживая кустарниковую растительность (облепиха, желтая акация и др.).

Просадка ложа каналов возникает в местах залегания грунтов, способных к выщелачиванию, в местах нахождения землеройных животных. Сплошные просадки образуются в старых каналах, долгое время бывших без воды, а также на новых при пуске первых расходов. Ликвидируют просадки подсыпкой, перелопачиванием и уплотнением грунта или заполнением пустот жидким раствором грунта.

Оползни и обрушения откосов земляных дамб наиболее опасны, если они появляются со стороны сухого откоса. Эта деформация свидетельствует о наличии фильтрации сквозь тело дамбы. Обнаруживают ее по внешнему виду откоса и зондировкой металлическим щупом и ликвидируют путем дренирования, усиления профиля дамбы, изменения механического состава грунта добавлением песка.

Просадка дамбы свидетельствует о наличии пустот, образовавшихся местным выносом грунта или деятельностью землеройных животных. Ремонт заключается в перелопачивании, подсыпке и трамбовке грунта в траншеях, заложенных параллельно гребню дамбы. Можно заполнить пустоты инъекцией жидкой смеси песка и глины или тощего цементного раствора. Нужно вести борьбу с землеройными животными и не допускать поселения их в теле дамбы и поблизости.

Прососы (местная фильтрация) дамб возникают в результате просачивания воды через ходы землеройных животных или остатки корней растений и другие случайные пустоты. Ремонт предусматривает заполнение их грунтом и цементирующими растворами.

В теле земляных дамб могут появляться продольные и поперечные трещины (осадочные, температурные). Ликвидируют их отрывкой шурфов глубиной на 0,5 м больше глубины проникновения трещины с обратной засыпкой и трамбовкой грунта в траншее. Иногда при ликвидации поперечной трещины прибегают к забивке шпунтовой стенки, располагая ее в зоне мокрого откоса.

Деформации гидротехнических сооружений оросительных систем проявляются в виде вертикальных и горизонтальных трещин в отдельных частях; просадки понура, образования в нем трещин и раскрытия швов; искривления фронтовых линий сооружений; размыва и выпучивания водобойного пола; размыва рисбермы; размыва и разрушения плоскостей быстротоков и перепадов; просадки труб, дюкеров и др. Мелкие исправления выполняют при текущем ремонте. Для ликвидации более крупных (серьезных) деформаций разрабатывают проект ремонта сооружения.

Переустройство и улучшение оросительных систем. В процессе эксплуатации необходимо совершенствовать оросительные системы с целью улучшения организационно-хозяйственного и технического их состояния, внедрения новой техники полива, проведения эксплуатационных работ на индустриально-промышленной основе, повышения эффективности использования земельных и водных ресурсов, сниже-

ния себестоимости эксплуатационных работ и сельскохозяйственной продукции. Переустройство и улучшение оросительных систем – не единовременное мероприятие и проводить его нужно с учетом экономических условий районов.

Для каждой оросительной системы должен быть перспективный план ее совершенствования. На старых системах ведется коренное переустройство, на новых – улучшение и дооборудование. Перспективный план ежегодно уточняют. При разработке его в основу кладут материалы, характеризующие современное состояние системы и сооружений, подробный анализ недостатков и положительных сторон работы системы, анализ требований и запросов производства к ней, степень соответствия технического состояния уровню современного развития оросительных устройств. В перспективном плане прорабатывают следующие вопросы:

- состав мероприятий по улучшению работы и использованию резервов системы;

- показатели системы после проведения мероприятий по переустройству и улучшению;

- эффективность системы после выполнения мероприятий;

- очередность работ, сроки их проведения;

- мероприятия, выполняемые силами и средствами эксплуатационной службы в процессе обслуживания системы;

- мероприятия, проводимые за счет капитальных вложений.

На основе перспективного плана разрабатывают проекты переустройства с необходимыми рабочими чертежами. Переустройство может проектироваться как полное, так и частичное.

Основные задачи перспективного планирования и осуществления переустройства оросительных систем заключаются в следующем:

- повысить коэффициент земельного использования;

- улучшить водообеспеченность системы;

- повысить коэффициенты полезного действия системы и каналов за счет противозаболачивания и эксплуатационных мероприятий;

- улучшить мелиоративное состояние земель;

- уменьшить объемы очистки каналов от наносов;

- дооборудовать системы недостающими, более совершенными гидротехническими сооружениями с автоматическим и телемеханическим управлением, эксплуатационным оснащением системы (гидропосты, лаборатории, мастерские, здания, связь, энергоснабжение, машины и т.п.);

- расширить лесные посадки по каналам и отдельным массивам, улучшить дорожную сеть;

- внедрить диспетчеризацию в управлении работой узловых сооружений и точек выдела воды при водораспределении;

- обособить подачу воды на орошение приусадебных участков;

перевести систему на закрытые водоводы, железобетонные лотки, внедрить более совершенную поливную технику;

устроить дренаж для борьбы с засолением и заболачиванием почв.

В процессе работ по переустройству на головном участке улучшают условия водозабора, укрепляют берега и углубляют дно реки, строят струнаправляющие, водорегулирующие, сбросные и вспомогательные сооружения, оснащают гидрометрическими устройствами, устраивают подъездные пути, освещение, строят служебные и жилые здания, склады и т.д. На магистральном канале и межхозяйственных распределителях предусматривают сокращение излишних пробегов воды, усиление профилей дамб, строительство узловых и линейных сооружений, мероприятия по борьбе с фильтрационными потерями, оснащение гидрометрическими и эксплуатационными устройствами, сокращение точек выдела воды в одно хозяйство, электрификацию сооружений для подъема щитов и автоматического регулирования расходов. На внутрихозяйственной сети работы по переустройству включают укрупнение поливных участков, уменьшение протяженности постоянных каналов путем перехода на закрытую сеть, устранение внутри участков дорог и открытых каналов-осушителей, строительство дренажной сети для улучшения мелиоративного состояния земель, планировку поверхности полей и другие мероприятия.

В составе эксплуатационных работ одно из важных мест занимает планировка поверхности поля. К переустройству внутрихозяйственных систем приурочивают капитальную планировку поверхности. Эксплуатационную планировку проводят через 2...3 года, текущую и предпосевную – ежегодно как обязательное агротехническое мероприятие. Перед капитальной и эксплуатационной планировкой обязательны нивелирная съемка участка и разработка технологии работ.

Объемы капитальных вложений на работы по переустройству и улучшению систем в 3...5 раз меньше затрат, необходимых на новое орошение. Поэтому приведение в порядок действующих оросительных систем, улучшение мелиоративного состояния земель, повышение водообеспеченности, коэффициентов полезного действия системы и полезного использования воды, совершенствование техники полива и водораспределения имеют большое экономическое значение.

5.6. Эксплуатация систем при использовании сточных вод и животноводческих стоков на орошение

Сточные воды населенных пунктов, городов и промышленных предприятий могут использоваться для орошения сельскохозяйственных угодий путем устройства земледельческих полей орошения (ЗПО).

Практика показала значительную эффективность использования сточных вод в сельском хозяйстве. Круглогодичное орошение такими водами имеет две цели: повышение плодородия почв и очистка сточных вод. Одновременно обеспечивается надежная охрана поверхностных вод от загрязнения, так как поля орошения исключают возможность сброса сточных вод в реки и водоемы. При орошении сточными водами в почве происходит разрушение органического вещества и превращение его в соединения, доступные растениям.

Земледельческие поля орошения могут быть трех видов: с круглогодичным приемом сточных вод и круглогодичным орошением (на легких, хорошо фильтрующих почвах); с круглогодичным приемом сточных вод в регулирующие емкости и орошением сельскохозяйственных культур только в вегетационный период; с приемом сточных вод и орошением только в вегетационный период.

Последний тип полей орошения не является полноценным водоохраным объектом, так как для доочистки сточных вод во вневегетационный период требуется устройство специальных сооружений.

Сточная вода перед использованием на полях орошения подвергается механической очистке: проходит через решетки, песколовки и отстойники. Решетками освобождают стоки от крупных примесей (тряпки, бумага и т.п.). В песколовках очищают сточную воду от песка и других примесей.

Отстойники предназначены для освобождения сточной воды от яиц гельминтов, которые увлекаются взвешенными частицами и осаждаются на дно. Хорошие результаты дают простейшие отстойники. Для улучшения технических условий работы дно и откосы отстойника покрывают бетоном или асфальтом. Образующийся осадок регулярно транспортируют на специальное поле для заправки. Лучшее время внесения осадка в почву – перед вспашкой. После механической очистки сточную воду направляют на поля орошения.

Оросительная система при поливах сточными водами включает следующие элементы:

- стационарную транспортирующую сеть – закрытые трубопроводы с гидрантами и постоянные каналы;

- передвижную или временную оросительную сеть – поливные трубопроводы, выводные борозды, временные оросители, ложбины;

- поливную сеть – поливные борозды, поливные полосы, контурные валики и т.п.;

- буферные устройства – оградительные валики, буферные площадки.

Принципиально техника полива на земледельческих полях орошения не отличается от поверхностно-самотечных поливов, принятых в орошаемом земледелии, но подготовку поливной сети выполняют бо-

лее тщательно с учетом того, что сброс воды с полей орошения совершенно недопустим.

Планировка поверхности поливных участков создает условия для применения поверхностно-самотечного полива. При орошении сточной водой на местах срезов быстро восстанавливается плодородие почв.

Техника проведения поливов, обеспечивающая выполнение графика водопользования, следующая: сточная вода поступает на поля непрерывно в течение всего года; в ночное время воду направляют в регулирующие емкости или распределяют по заранее отрегулированным трубопроводам и поливной сети так, чтобы полив шел автоматически; расчетная единица оросительного графика – площадь суточного полива сельскохозяйственных культур.

На ЗПО возделывают технические, зерновые, кормовые культуры, древесно-кустарниковые насаждения. Наиболее целесообразен посев многолетних трав, которые в севообороте могут занимать 40...60% всей площади. Запрещается выращивать культуры, идущие на потребление в сыром виде: овощи, ягоды, бахчевые, картофель.

Плановое водопользование при круглогодичном использовании сточных вод предусматривает непрерывный прием их на протяжении всего года в накопители или распределение по полям севооборота в намеченные сроки, а при сезонном использовании – подачу и распределение стока в сроки, намеченные поливным режимом. Оросительные нормы в зависимости от вида культур, почв и других условий изменяются в значительных пределах.

При подготовке полей к вневегетационным поливам после уборки урожая проводят глубокую вспашку, нарезку борозд, кротование, устройство временных валиков для чеков и т.п. Весной валики и борозды заравнивают и поля готовят к вегетационным поливам в соответствии с требованиями возделываемых культур.

Поверхностно-самотечные поливы отвечают санитарно-гигиеническим и агрономическим требованиям: стоки поступают непосредственно на поверхность почвы, а не на растения; запах далеко не разносится; меньше потерь аммиачного азота в процессе полива.

Техническое обслуживание межхозяйственных систем ЗПО, а также руководство эксплуатацией внутрихозяйственных осуществляют предприятия оросительных (осушительных) систем или эксплуатационные участки. Эксплуатационные службы обязаны выполнять следующие работы:

планировать в обслуживаемой зоне все мероприятия по эксплуатации ЗПО, учитывать их выполнение и представлять установленную отчетность в соответствующие организации;

разрабатывать и осуществлять плановое водопользование;

осуществлять эффективное сельскохозяйственное использование сточных вод, их доочистку или очистку и контроль за проведением водоохранных и санитарных мероприятий;

содержать в исправности оросительные и осушительные сети, сооружения и устройства на них;

оказывать организационную и техническую помощь хозяйствам по планированию и проведению эксплуатационных работ на внутрихозяйственных системах, улучшению мелиоративного состояния почвы;

осуществлять техническое совершенствование систем, внедрять достижения передового опыта и науки по эксплуатации ЗПО.

При проведении работ на полях орошения должны соблюдаться правила техники безопасности и охраны труда, установленные специальными инструкциями, а также действующие санитарные правила для земледельческих полей орошения. Наряду с полезными веществами сточные воды содержат и болезнетворные. Поэтому сточные воды надо подвергать предварительной механической очистке в отстойниках, где они освобождаются от яиц гельминтов. Яйца гельминтов сохраняют в почве жизнеспособность в течение одного года и более. Поэтому поливы неосветленной водой допускаются только осенью и зимой. Во время вегетации такой водой разрешается поливать в основном кормовые и технические культуры.

При работе на полях орошения необходима хорошая организация труда, соблюдение технологической и производственной дисциплины. Каждый сотрудник обязан строго и четко выполнять правила внутреннего трудового распорядка.

Работы, требующие специальной подготовки, могут выполнять только лица, имеющие соответствующую квалификацию и права (механик, слесарь, дежурный электрик, тракторист, шофер).

К работе на полях орошения допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр, ознакомленные с правилами и нормами техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной охраны, а также со способами оказания первой помощи при несчастных случаях.

Работники, занятые на работе по приему и распределению сточных вод, а также по уходу и ремонту оросительных систем и сооружений на полях орошения, должны обеспечиваться соответствующей спецодеждой.

Для соблюдения личной гигиены работающих должны быть предусмотрены следующие помещения: душ-пропускник с сушилкой спецодежды и местом ее хранения; помещения для приема пищи и умывания.

При эксплуатации земледельческих полей орошения необходимо строго придерживаться Правил эксплуатации земледельческих полей орошения.

Для орошения сельскохозяйственных угодий также используют стоки животноводческих ферм и комплексов. Жидкий навоз из помещения ферм удаляют скребковыми транспортерами или гидросмывом. По самотечным каналам навоз поступает в жижеборник, где происходит предварительное расслоение навозной жижи на три части: на дно оседают тяжелые частицы, затем идет слой жидкости, а на поверхность всплывают остатки корма и другие примеси.

Плотный остаток вывозят на поля, а жидкая часть направляется в отстойники для осветления. Для поливов осветленные стоки используют непосредственно, либо в сочетании с чистой водой (в соотношении 1:3...1:10) или с хозяйственно-бытовыми и промышленными стоками, пригодными для орошения сельскохозяйственных культур. При этом концентрация общего азота в стоках для зоны избыточного и достаточного увлажнения не должна превышать:

для многолетних злаковых трав второго и последующих лет после посева – 1500 мг/л;

для многолетних злаковых трав спустя 60 дней после всходов, для люцерны, клевера красного, смеси однолетних трав без бобовых – 1000 мг/л;

для зерновых и кукурузы – 800 мг/л;

для свеклы – 500 мг/л.

Концентрация калия и фосфора в стоках для сельскохозяйственных угодий не лимитируется.

Оросительная система для подачи на поле животноводческих стоков в общем случае включает насосную станцию чистой воды, трубопровод для подачи чистой воды, насосную станцию для подачи животноводческих стоков, трубопровод для подачи стоков, пруд-накопитель, насосную станцию для подачи в оросительную сеть смеси животноводческих стоков с чистой водой, оросительную сеть, поливную технику (поливные борозды, полосы, внутрипочвенное орошение, дождевание).

На полях с поверхностным самотечным поливом и внутрипочвенным орошением можно выращивать такие же сельскохозяйственные культуры, как на сельскохозяйственных полях орошения. Дождевание стоками применяют, как правило, при выращивании трав.

Поверхностное и внутрипочвенное орошения могут быть рекомендованы при использовании стоков свиноводческих комплексов. Подготовленные стоки с комплексов (ферм) крупного рогатого скота мало пригодны для внесения поверхностным и внутрипочвенным способом, так как при движении эта масса расслаивается и взвесь оседает в головной части борозды, полосы или чека.

Наиболее перспективным способом орошения животноводческими стоками в вегетационный период для условий Беларуси является дождевание с применением дождевальных машин и установок, стационар-

ных автоматизированных систем. Это связано с рядом преимуществ дождевания по сравнению с поверхностными поливами:

возможно более точное регулирование водного и питательного режимов почвы;

можно применять на участках со сложным рельефом и с близким залеганием грунтовых вод;

не разрушается структура почвы;

отсутствуют эксплуатационные затраты на ежегодное устройство оросительной сети (временные оросители, выводные борозды, способы поливов);

имеется возможность полной автоматизации поливов, что исключает контакт человека со сточными водами.

Однако этот способ орошения имеет ряд недостатков:

имеются значительные ограничения в подборе орошаемых культур;

поверхность почвы и растений загрязняется яйцами гельминтов;

далеко распространяется неприятный запах от сточных вод;

увеличиваются потери аммиачного азота во время полива;

требуются затраты механической энергии.

Для орошения трав сточными водами можно использовать дождевальные машины ДКШ-64 “Волжанка”, ДКН-80, ДФС-120 “Днепр”, ДМУ и ДМУ-Асс “Фрегат”. При орошении животноводческими стоками применяют ДКН-80, ДМУ-Асс “Фрегат”, ДФС-120 “Днепр”, ДД-30-1, ДД-50-1, ДД-80-1.

При использовании дождевальных устройств технологический процесс организуют в два этапа: полив чистой (природной) водой для улучшения впитывающей способности почвы, полив стоками и вновь чистой водой для промывки трубопроводов и смыва стоков с растений.

Нормальная работа дождевателя ДКН-80 будет обеспечена, если животноводческие стоки содержат твердые включения размерами не более 10 мм и влажностью не менее 98%. Для дождевальной машины ДМУ-Асс “Фрегат” содержание сухого вещества в сточных водах и стоках не должно превышать 1%, размер твердых органических включений – 2,5 мм, количество неорганических частиц – 1 г/л при размере не более 0,5 мм. Для нормальной работы дождевальной машины ДФС-120 “Днепр” содержание сухого вещества в стоках и сточных водах не должно превышать 2 г/л, а размер твердых частиц – 3 мм.

В процессе эксплуатации оросительных систем с использованием сточных вод и животноводческих стоков необходимо обеспечивать плановый прием, распределение и рациональное использование стоков на определенной площади; охрану поверхностных и подземных вод от загрязнений; нормальную работу всех элементов оросительной системы; высокие урожаи сельскохозяйственных культур и рост плодородия почв. Все операции по орошению проводят в соответствии с планом водопользования, который включает оперативный план регулирования

водного режима почвы (сроки, нормы полива), план проведения агротехнических мероприятий, план технического обслуживания и ремонта оросительной системы, дождевальной техники.

6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДОРОГ

6.1. Автомобильные дороги и их значение для сельскохозяйственного производства

Под автомобильной дорогой понимают комплекс инженерных сооружений, предназначенных для обеспечения безопасного и удобного движения транспортных средств с установленными скоростями, нормативными нагрузками и габаритами, определяемыми действующими правилами дорожного движения, государственными стандартами и другими нормативными актами. В состав комплекса инженерных сооружений входят: земляное полотно, дорожная одежда, верхний слой которой называется покрытием, мосты, путепроводы, трубы, система водоотвода, защитные устройства, дорожные знаки, площадки отдыха, средства связи, здания и сооружения дорожной службы и другие элементы благоустройства.

Автомобильные дороги подразделяются на дороги общего пользования и ведомственные. К дорогам общего пользования относятся республиканские и местные. Республиканские предназначены для соединения столицы Республики Беларусь (г. Минск) с административными центрами областей, областных центров с районами и между собой и для других целей в соответствии с показателями классификации дорог. К местным относятся автомобильные дороги, соединяющие административные центры сельсоветов, сельские населенные пункты между собой и с районными центрами, ближайшими железнодорожными станциями и дорогами республиканского значения. К ведомственным относятся технологические автомобильные дороги внутри лесных массивов для производственно-технологических перевозок; служебные дороги вдоль каналов, трубопроводов, подъезды к гидротехническим и другим сооружениям; внутрихозяйственные дороги, соединяющие населенные пункты с сельскохозяйственными угодьями, животноводческими фермами и иными сельскохозяйственными объектами, находящимися вне населенных пунктов. На территории сельскохозяйственных объектов устраивают внутриплощадочные дороги, располагаемые в пределах животноводческих комплексов, птицефабрик, ферм, тепличных комбинатов и других подсобных объектов. Эти дороги предназначены для технологических и хозяйственных перевозок в пределах площадки сельскохозяйственного объекта, а также для выезда на внутрихозяйственную дорогу.

Внутрихозяйственные автомобильные дороги в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях и организациях в зави-

симости от их назначения и расчетного объема грузовых перевозок подразделяют на категории согласно показателям, приведенным в табл. 6.1. (СНиП 2.05.11 – 83).

Предприятия агропромышленного комплекса используют дороги для внутрихозяйственных, межхозяйственных и других видов перевозок. Внутрихозяйственные перевозки обуславливаются тем, что поля, фермы, населенные пункты, перерабатывающие и обслуживающие предприятия размещены на удалении друг от друга. Межхозяйственными и другими перевозками ведется доставка в хозяйства горючего, удобрений, вывозка из хозяйств молока, мяса на перерабатывающие предприятия.

Таблица 6.1. Категории внутрихозяйственных автомобильных дорог

Назначение внутрихозяйственных дорог	Расчетный объем грузовых перевозок, тыс. тонн нетто в месяц "пик"	Категория дороги
Дороги, соединяющие центральные усадьбы колхозов, совхозов и других сельскохозяйственных предприятий и организаций с их бригадами и отделениями, животноводческими комплексами, фермами, полевыми станами, пунктами заготовки, хранения и первичной переработки продукции и другими сельскохозяйственными объектами, а также автомобильные дороги, соединяющие бригады отделения и фермы колхозов и совхозов и другие сельскохозяйственные объекты с дорогами общего пользования и между собой, за исключением полевых вспомогательных и внутриплощадочных дорог	>10	I-с
	< 10	II-с
Дороги полевые вспомогательные, предназначенные для транспортного обслуживания отдельных сельскохозяйственных угодий или их составных частей		III-с

Отсутствие в достаточной степени благоустроенных дорог и неудовлетворительное состояние имеющихся приводит к значительному удорожанию сельскохозяйственной продукции, потере ее из-за несвоевременного вывоза, недобору урожая в результате нарушения плановости и технологии производства сельскохозяйственных работ, запыленности посевов. Исследованиями установлено, что при плохой обеспеченности дорогами доля транспортных издержек в себестоимости сельскохозяйственной продукции значительно возрастала. Каждый исправный автомобиль простаивал из-за бездорожья в среднем около 40 дней в году даже при острой необходимости в перевозке грузов. Около 60% тракторного парка колхозов и совхозов было занято производительной работой на буксировке автомобилей и перевозке грузов, в том числе и на большие расстояния.

Эффективность работы автомобильного транспорта во многом зависит от технического уровня и состояния автомобильных дорог. Благодаря улучшению дорожных условий уменьшается расход горючего, снижается стоимость автомобильных перевозок, улучшается культурно-бытовое обслуживание сельского населения.

Внутрихозяйственные дороги и подъезды к сельским населенным пунктам имеют важное экономическое и социальное значение. Сеть улиц и дорог сельского поселка и сельской территории в целом должна представлять единую систему путей сообщения. Хорошие дороги способствуют закреплению кадров на селе. В селах, обеспеченных надежной связью с городом, средний возраст трудоспособного населения почти в 1,5 раза ниже по сравнению с селами, находящимися в плохих дорожных условиях. Наличие дорог с твердым покрытием и развитие автобусного движения положительно влияют на демографическую структуру села.

Важно не только обеспечить колхозы и совхозы внутрихозяйственными и межхозяйственными дорогами, но и добиться, чтобы они были достаточно высокого качества и надежности. Качество и надежность обеспечиваются, как известно, при проектировании, строительстве и правильной эксплуатации дорог. Благодаря хорошей эксплуатации можно обеспечить устойчивую многолетнюю их работу.

6.2. Требования к автомобильным дорогам

Для внутрихозяйственных дорог характерно наличие подвижных нагрузок не только в виде грузовых или легковых автомобилей и автобусов, но также в виде тракторов, тракторных и автомобильных поездов. Для эффективного использования авто- и тракторных поездов должны быть предусмотрены специальные площадки для их маневрирования в местах погрузки, разгрузки и у складов. В последние годы происходит увеличение грузоподъемности транспортных средств в сельском хозяйстве. Тракторные прицепы сейчас используют разной грузоподъемности. По внутрихозяйственным дорогам перемещаются также гусеничные тракторы, сельскохозяйственные машины.

Режим движения по дорогам в течение года характеризуется неравномерностью с максимумом в период сева и уборки урожая. Если период уборки частично совпадает с неблагоприятными погодными условиями, то для прочности дорожной конструкции создается критическая ситуация.

Внутрихозяйственные дороги во все периоды года должны обеспечивать производственные, пассажирские и другие перевозки, удобную связь с населенными пунктами, с автомобильными дорогами общего пользования. Расчетные скорости движения транспортных средств допускаются в соответствии с табл. 6.2 (СНиП 2.05.11 – 83).

Таблица 6.2. Расчетные скорости транспортных средств

Категория дорог	Расчетные скорости движения, км/ч		
	Основные	Допускаемые на участках дорог	
		трудных	особо трудных
I-с	70	60	40
II-с	60	40	30
III-с	40	30	20

Примечание. К трудным и особо трудным относятся участки дорог, располагаемые в сложных или особо сложных топографических, геологических, планировочных условиях, когда выполнение основных норм связано с большим объемом и стоимостью строительных (реконструктивных) работ.

Внутрихозяйственные дороги, по которым осуществляется движение широкогабаритных сельскохозяйственных машин, должны оснащаться площадками для разъездов за счет уширения одной из обочин. Расстояние между площадками должно быть в пределах видимости встречного транспорта, но не менее 0,5 км. Площадки желательно совмещать с местами съездов на поля.

Для проезда тракторов и других машин на гусеничном ходу требуется либо устройство отдельного земляного полотна (при интенсивности движения в среднемесячные сутки наиболее напряженного в году месяца более 10 единиц), либо использование одной из укрепленных обочин автомобильной дороги (при интенсивности не более 10 единиц в сутки). Ширина обочины при этом должна быть не менее 4,5 м.

Возвышение проводов над верхом внутрихозяйственных дорог при пересечении с линиями электропередач должно быть при напряжении до 110 кВ не менее 7,0 м, при 150 — 7,5, 330 — 8,5, 500 — 9 м. Расстояние от бровки земляного полотна до опор воздушных телефонных и высоковольтных линий электропередач принимают не менее высоты опор, увеличенной на 5 м.

Автомобильные дороги категорий I-с и II-с, на которых предусмотрено автобусное движение, обустраивают остановочными и посадочными площадками, павильонами для ожидания. У административных, общественных и торговых зданий, медицинских пунктов, перед въездами на территорию производственных комплексов должны быть предусмотрены площадки для остановки и стоянки автотранспорта.

Обеспечение безопасности движения по автомобильным дорогам в настоящее время является первоочередной задачей. Обустройство дороги и создание необходимых удобств водителям повышает производительность транспорта и снижает его аварийность. Каждый водитель заинтересован в использовании всех технических возможностей транспортного средства: его скорости и грузоподъемности для перевозки груза с наименьшими затратами времени. Поэтому на автомобилях обычно движутся, не считаясь ни с категорией дороги, ни с ее

обустройством, с наибольшей возможной для них скоростью, что приводит обычно к дорожно-транспортным происшествиям. Аварийность значительно снижается, когда автомобильная дорога удовлетворяет требованиям по ее конструкции и содержанию. В состав работ по содержанию входит наблюдение за состоянием дороги и сооружений, своевременное выполнение необходимых ремонтов, обеспечение безопасности движения и удобств для проезжающих по дорогам.

Безопасность движения автомобилей по мостам и другим сооружениям считается обеспеченной, если их габариты и состояние покрытия соответствуют требованиям категории дороги, а ограждения находятся в исправном состоянии.

Обочины дороги должны быть укреплены с учетом местных грунтовых, гидрологических и климатических условий и способствовать быстрому отводу поверхностных вод. Прочность слоев укрепления должна соответствовать составу транспортного потока и обеспечивать заезд и остановку транспорта без существенных деформаций и разрушений обочин.

Откосы насыпей и выемок укрепляют с учетом грунтов, условий эксплуатации, они должны обладать стойкостью к воздействию климатических факторов.

Системы дренирования, сбора и отвода поверхностных и грунтовых вод должны находиться в работоспособном состоянии, обеспечивать отвод и пропуск расчетных объемов воды.

Требования к автомобильным дорогам (геометрические параметры, вид дорожного покрытия и т.п.) определяются их назначением в зависимости от категории. Эти требования учитывают при проектировании и строительстве дорог. Успешно выполнять свои функции может только дорога высокого качества.

Общие требования к автомобильной дороге состоят в обеспечении наиболее возможной безопасной скорости как отдельных автомобилей, так и потока их различного состава. На обеспечение наибольшей скорости движения влияют геометрические параметры дороги и дорожное покрытие. Для благоприятных условий движения покрытие должно быть ровным, шероховатым, а сцепление с ним колес должно быть достаточным для обеспечения безопасности движения. Состояние дорожного покрытия зависит от прочности всей дорожной одежды и устойчивости земляного полотна. На прочность и сроки службы дорожной одежды в значительной степени влияет нагрузка от колес транспорта, поэтому она должна быть рассчитана по наибольшей нагрузке, передаваемой через ось (обычно заднюю) автомобиля.

С увеличением грузоподъемности транспорта возрастают требования к прочности дорожной конструкции, и в процессе эксплуатации существующих дорог приходится усиливать дорожные одежды путем утолщения покрытия. Постепенно должна решаться задача увеличения

протяженности дорог с твердым покрытием. К твердым покрытиям, кроме усовершенствованных, относят покрытия переходного типа из щебня и гравия. Усовершенствованные капитальные, облегченные и переходные типы покрытий создают неодинаковые условия движения, требуют разных расходов на их строительство, содержание и ремонт. Выбор оптимального варианта конструкции дорожной одежды и покрытия проводят на основе сравнения технико-экономических показателей конкурентных вариантов. В вариантах предусматривается максимальное использование местных материалов, отходов промышленности и грунтов, укрепленных вяжущими. Толщина дорожной одежды зависит от количества проездов за срок ее службы до капитального ремонта. Тип покрытия, его прочность, ровность и шероховатость, наличие разрушений, трещин существенно влияют на надежность и безопасность движения транспорта.

6.3. Эксплуатационные качества дорог и критерии их оценки

К основным показателям эксплуатационных качеств автомобильных дорог относятся: обеспеченная скорость движения транспорта, пропускная способность, уровень загрузки движением, непрерывность, комфортность и безопасность движения, способность пропускать автомобили и автопоезда с осевой нагрузкой и грузоподъемностью (общей массой) в соответствии с категорией дороги. Основными параметрами и характеристиками, определяющими эксплуатационные показатели дороги, являются геометрические параметры (ширина проезжей части и краевых укрепленных полос, общая укрепленная ширина обочин, продольные уклоны, радиусы кривых в плане и профиле, уклоны виражей и расстояние видимости); прочность и состояние дорожной одежды проезжей части и обочин; ровность и сцепление покрытий проезжей части и обочин; состояние земляного полотна; состояние и работоспособность водоотвода; габариты, грузоподъемность и состояние элементов обустройства дороги.

В процессе пользования дорогой показатели ее эксплуатационного состояния непрерывно изменяются, так как под действием движущегося транспорта, природно-климатических факторов и мероприятий по ремонту и содержанию происходят перемены параметров и характеристик дороги. Эти перемены происходят как в годовом, так и более длительном периоде. Характер сезонного внутригодового изменения зависит в основном от климатических условий. В более длительном периоде эксплуатационные показатели зависят от режимов дорожного движения, прочности покрытия и слоев одежды, водно-теплого режима дороги.

Важной характеристикой качества дороги служит оснащенность ее инженерным оборудованием и обустройством, к которым относят тех-

нические средства организации движения (ограждения, разметка, знаки), защитные сооружения (снегозащитные лесонасаждения, щиты, сетки).

К эксплуатационным качествам дороги следует отнести и такие показатели, как психофизиологическое восприятие дороги водителем, уровень шума и вибрации, отражающая способность покрытий, эстетичность.

С целью определения эксплуатационных качеств дороги и соответствия их предъявляемым требованиям проводят оценку ее состояния и имеющихся на ней дорожных сооружений. При оценке выполняют текущие, периодические, сезонные осмотры, а также специальные или детальные обследования.

Осмотры проводят, как правило, визуально, используя при необходимости простейшие мерные инструменты и приборы. Приборы могут быть установлены как на передвижной тележке или автомобиле, так и стационарно на определенном месте дороги. По ним берут необходимые показания для оценки состояния дорожной конструкции и движения транспорта.

Обследования ведут с применением специального оборудования и передвижных лабораторий, смонтированных на базе легкового или грузового автомобиля или автобуса.

Оценка геометрических параметров дороги включает измерение ширины проезжей части, краевых укрепленных полос и обочин на каждом характерном участке дороги: на прямых и кривых в плане и профиле, в местах сужений и изменения ширины, на мостах, над трубами, на высоких насыпях, в местах установки ограничения и т. п. (но не реже, чем одно измерение на 1 км). Определяют также состояние земляного полотна, уклоны обочин, крутизну откосов, продольные и поперечные уклоны дорожных покрытий. Для этих целей используют различные приборы, в том числе угломерные линейки типа КП-135.

Для комплексного определения радиусов горизонтальных и вертикальных кривых, длин прямых и кривых, продольных и поперечных уклонов проезжей части можно использовать установку типа "Трасса". Измерения перечисленных параметров с помощью этой установки проводят проездами со скоростью 20...30 км/ч челночным способом в прямом и (для контроля) в обратном направлениях по обследуемым участкам дорог. Измерение расстояния геометрической видимости поверхности дороги можно провести с помощью устанавливаемого в автомобиле дорожного дальномера типа КП-213 (ВСН 24-88).

Прочность дорожной конструкции – это способность сопротивляться разрушению при воздействии на нее нагрузки от колес транспорта, при воздействии переменных температур, при пучении в результате накопления влаги и т.д. Прочность конструкции зависит от качественного состояния земляного полотна и дорожной одежды.

Оценку состояния земляного полотна выполняют визуальными и инструментальными обследованиями в полевых и лабораторных условиях. Службе эксплуатации дорог необходимо систематически изучать состояние земляного полотна и водоотводных сооружений на протяжении всей дороги и в особенности на участках, подверженных зимнему пучению и деформациям. Эти данные фиксируют в паспорте дороги и затем используют их при проектировании ремонтных работ.

Обследования и измерения более целесообразно проводить в периоды наименьшей прочности грунтов, во время переувлажнения земляного полотна весной или осенью. В эти периоды более заметны деформации дорожной одежды, свидетельствующие о недостаточном сопротивлении земляного полотна нагрузкам.

При оценке состояния земляного полотна и системы водоотвода исследуют модуль упругости грунта, его прочность (сопротивление сдвигу, угол внутреннего трения, сцепление), коэффициент фильтрации, влажность, плотность. Полная номенклатура определяемых показателей регламентируется действующими нормативными документами по оценке состояния земляного полотна.

Модуль упругости определяют по величине прогиба дорожной конструкции статическим или динамическим нагружением в зависимости от наличия оборудования. Другие параметры грунта исследуют с применением разных приборов и методов.

Важной характеристикой состояния дороги совместно с другими данными служит коэффициент пучения $k_{пуч} = H_{под} / H_{пр}$, выражающий отношение высоты поднятия дорожного покрытия $H_{под}$ при морозном вспучивании весной к наибольшей глубине промерзания $H_{пр}$ земляного полотна. Коэффициент пучения грунта на участке определяют нивелировкой по оси дороги в начале замерзания и начале оттаивания грунтов земляного полотна. Разность в отметках будет соответствовать величине морозного пучения $H_{под}$ в данном году. Глубину промерзания определяют мерзлотомерами, изготавливаемыми гидрометеослужбой. Эти приборы устанавливают осенью на участках, склонных к морозному пучению.

Оценка состояния водоотводных сооружений включает определение целостности устройств, степени сохранности заданных геометрических форм, целостности конструкции укрепления, стоковой способности. При этом выявляют места заиления, засорения или зарастания боковых канав травой и кустарником, места разрушения водоотводных сооружений, застоя воды. При оценке дренажных устройств отмечают места засорения устьев оплывшим по откосу грунтом, места возможного заиления и разрушения дрена, засорения отстойников.

В процессе эксплуатации дороги прочность ее одежды постепенно снижается. Вначале снижение прочности происходит без видимого изменения поверхности покрытия, и уменьшение прочности до пре-

дельно допустимых размеров иногда обнаруживают поздно, когда уже появляются очаги разрушения одежды (выбоины, просадки, трещины, колеи и т. п.). Поэтому в процессе эксплуатации необходимо не ограничиваться визуальными наблюдениями, а периодически оценивать прочность одежды с применением специальных приборов.

Для оценки прочности дорожных конструкций с нежесткими дорожными одеждами на каждом характерном участке (отличающемся конструкцией дорожной одежды, грунтом земляного полотна, типом местности по условиям увлажнения, технологией устройства и качеством материалов одежды, интенсивностью движения, приведенной к интенсивности расчетного автомобиля) выбирают одну контрольную точку в таком месте на покрытии, где его состояние по видам дефектов является характерным для данного участка. Если в пределах характерного участка развито несколько видов дефектов, занимающих примерно одинаковые площади, контрольную точку располагают в зоне распространения дефекта, соответствующего худшему состоянию покрытия. Контрольную точку обозначают краской в виде круга диаметром 10 см на ближайшей к кромке покрытия полосе наката.

Для испытания дорожной конструкции используют грузовой автомобиль, у которого нагрузка на колесо и давление на покрытие близки к расчетным для данной дороги.

В соответствии с ВСН 46-83 прочность дорожной одежды с усовершенствованным типом покрытия проверяется по трем критериям: упругому прогибу, сопротивлению сдвигу и растяжению при изгибе.

Прогибы дорожной поверхности измеряют специальными приборами и установками. Относительный упругий прогиб не должен превышать значений, при которых в одежде возникают остаточные деформации от многократного воздействия на нее движущимся транспортом. Прочность дорожной одежды с измерением прогиба определяют в период, когда одежда расположена на переувлажненном грунте и прочность ее наименьшая.

Для измерения упругого прогиба под колесом неподвижного расчетного автомобиля можно использовать длиннорычажный рычажный прогибомер или рычажный прогибомер конструкции МАДИ-ЦНИЛ.

Длиннорычажный рычажный прогибомер (рис. 6.1) имеет составной рычаг, который за счет шарикоподшипников свободно вращается на оси, закрепленной в корпусе опорной части 5. Рычаг представляет собой пространственную трубчатую ферму переменной высоты с треугольным поперечным сечением.

Соотношение длин грузового 8 и измерительного 4 плеч рычага 2:1. Длина грузового плеча составляет 2,5 м. Конец грузового плеча рычага снабжен щупом 10, который с помощью шарового шарнира соединен с подпятником 11. Соединение щупа и рычага резьбовое. Конец измерительного рычага снабжен кронштейном 2 для крепления

индикатора 3. Для избежания погрешностей при измерении прогибов дорожной одежды, связанных с неравномерным нагреванием фермы рычага в солнечную погоду, все ее элементы покрыты теплоизоляционными материалами.

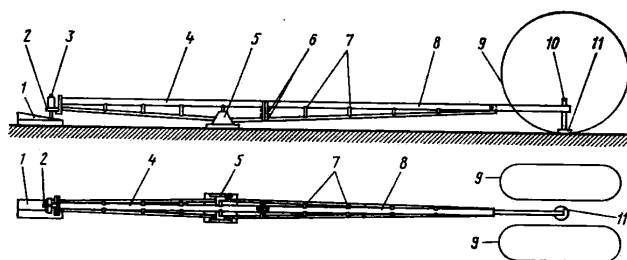


Рис. 6.1. Схема длиннобазового рычажного прогибомера: 1 – клиновидная опорная подкладка; 2 – кронштейн; 3 – индикатор; 4 – измерительное плечо рычага; 5 – опорная часть; 6 – закрепительные болты; 7 – ребра жесткости; 8 – грузовое плечо рычага; 9 – чехол; 10 – шуп; 11 – подпятник.

В транспортном положении рычаг расчленен на две части. Последовательность приведения длиннобазового рычажного прогибомера в рабочее положение и порядок работы с ним приведены ниже.

1. Соединить составные части рычага и стянуть их с помощью закрепительных болтов 6.
2. Ввинтить шуп 10 в отверстие на конце грузового плеча рычага.
3. Закрепить индикатор 3 на кронштейне 2.
4. Поднять прибор за верхнюю трубу фермы рычага и, придерживая его в горизонтальном положении, переместить так, чтобы шуп 10 с подпятником 11 разместился между скатами заднего сдвоенного колеса автомобиля точно под центром задней оси.
5. Установить клиновидную опорную подкладку 1 на покрытие таким образом, чтобы ее наклонная поверхность вошла в контакт с концом измерительного стержня индикатора.
6. Выдерживать автомобиль на точке измерения до тех пор, пока отсчет по индикатору (i_0) не изменится за 10 с более чем на 0,005 мм, и записать его в журнал измерений.
7. Продвинуть автомобиль вперед на расстояние не менее 5 м.
8. Дождаться, пока отсчет по индикатору (i) после съезда автомобиля с точки измерения в течение 10 с не будет изменяться более чем на 0,005 мм, и записать его в журнал наблюдений.
9. Удвоенная разница отсчетов по индикатору до съезда испытательного автомобиля с точки и после него будет соответствовать прогибу покрытия в этой точке:

$$\ell = 2 (i - i_0).$$

Закончив измерение прогиба на одной точке, переезжают на следующую. При переезде на следующую точку прибор можно не переводить в транспортное положение. Следует только снять индикатор и осторожно погрузить прибор в кузов автомобиля.

Одним из видов изменения дорожных покрытий является износ, в результате чего уменьшается толщина покрытия от потери материала под действием движения транспорта и природных факторов. Ежегодный износ усовершенствованных покрытий невелик и составляет иногда меньше 1 мм в год. Для измерения износа применяют различные приборы, а также марки, закладываемые в покрытие. Наиболее простой способ определения износа – заделывание в покрытие пластин трапециевидальной формы из известняка, истирающегося одновременно с покрытием (рис. 6.2). Откосы трапеции имеют крутизну 1:1. Износ определяют по формуле

$$h = \frac{L_1 - L}{2}.$$

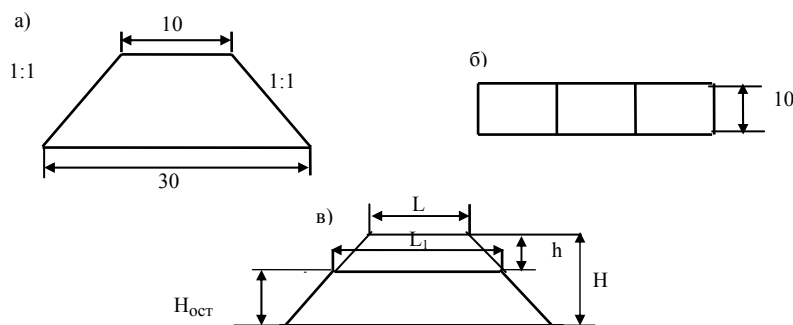


Рис. 6.2. Марка известняка для определения износа дорожного покрытия:

а) – марка в разрезе; б) — марка в плане; в) – схема расчета величины износа; L_1 – длина марки, измеренная при износе; L – первоначальная длина марки; H – первоначальная толщина покрытия; $H_{ост}$ – остаточная толщина покрытия; h – износ покрытия.

Износ можно определять путем измерения толщины покрытия различными приборами. Для этого при строительстве покрытия на определенных поперечниках, на которых намечено проводить измерения (их отмечают на обочинах столбами), закладывают реперы в виде металлических стаканчиков или колец. Глубина закладки должна быть несколько большей толщины слоя покрытия, предназначенного на износ. Отверстия реперов закрывают пробками или цветной пластичной

мастикой. При замере износа пробку извлекают и измерительный прибор устанавливают над репером. Затем опускают в репер мерную рейку прибора и по мессуре снимают отсчет (рис. 6.3). Разница между отсчетом в данный момент и полученным при предыдущем определении дает величину износа за прошедший период.

Для определения износа можно использовать электромагнитный прибор, работающий по принципу отражения электромагнитных волн (рис. 6.4). В этом случае при строительстве покрытия между его слоями укладывают металлическую пленку (фольгу), служащую рефлектором. При определении износа над рефлектором устанавливают прибор и включают обмотку возбуждения. Электромагнитное поле под влиянием рефлектора, в зависимости от расстояния между ним и зондом, вызывает ток различной величины, фиксируемый индикатором. По шкале индикатора определяют толщину покрытия.

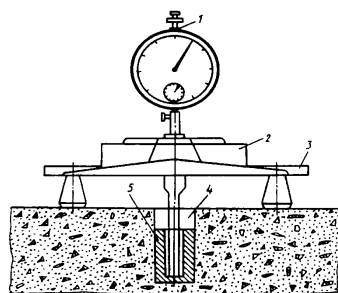


Рис. 6.3. Прибор МАДИ для определения износа покрытия: 1 – мессура с точностью измерения 0,01 мм; 2 – компас; 3 – опорная площадка с тремя ножками; 4 – место для пробки; 5 – репер.

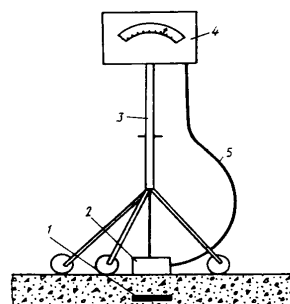


Рис. 6.4. Схема электромагнитного прибора для определения толщины покрытия: 1 – рефлектор (фольга); 2 – зонд с обмоткой возбуждения; 3 – подставка; 4 – индикатор; 5 – кабель.

Ровность дорожного покрытия нарушается в результате появления выступов и впадин на его поверхности. Неровности приводят транспортные средства в колебательное состояние при движении. Колебания бывают вертикальные, продольные и поперечные, которые передаются водителю и пассажирам транспортного средства. При колебаниях кузова 0,7...4,0 Гц пассажиры испытывают неприятное ощущение, а при 5...20 Гц создаются опасные ситуации. Неровности чаще всего обуславливаются низким качеством строительных работ, а также некачественной эксплуатацией и содержанием дорог.

Для измерения неровностей асфальтового покрытия применяют мерные рейки, профилографы, толкомеры и другие приборы. Про-

стейшим способом определения ровности дорожных покрытий является применение трехметровой рейки (рис. 6.5). Ровность покрытия оценивают по величине зазоров между нижней плоскостью рейки, уложенной на проезжую часть, и поверхностью покрытия. Измерения ровности проводят на расстоянии 0,5...1,0 м от каждой кромки покрытия или края полосы движения на участках (захватках) дороги с неблагоприятной по ровности поверхностью, устанавливаемых с помощью приборов либо путем проезда на автомашине по каждой полосе движения. Длина захватки для внутрихозяйственных автомобильных дорог сельскохозяйственных предприятий принимается 100...150 м. Просветы под нижней кромкой трехметровой рейки и поверхностью дорожного покрытия измеряют мерным клином в пяти контрольных точках, расположенных на расстоянии 0,5 м от концов рейки и друг от друга. В пределах исследуемого участка дороги должно быть замерено не менее 100...130 просветов (25...30 приложений рейки). Считается, что асфальтобетонное покрытие находится в хорошем состоянии, если 95% замеренных просветов имеют величину до 5 мм и не более 5% — до 10 мм (СНиП 3.06.03 – 85).

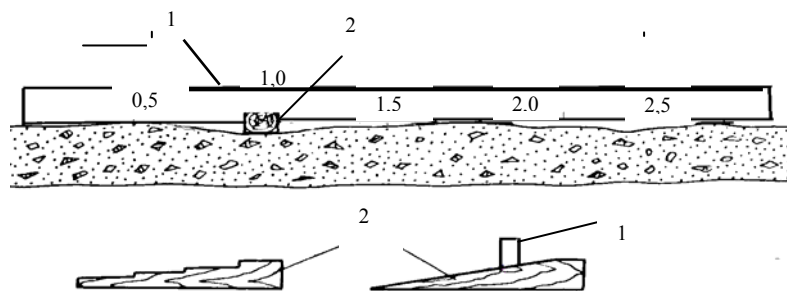


Рис. 6.5. Рейка с мерным клином для измерения ровности дорожного покрытия:
1 – рейка; 2 – мерный клин.

Для оценки ровности покрытия можно использовать трехметровую колесную рейку (рис. 6.6). Неровность копируется контрольным колесиком, а ее величину определяют по шкале прибора.

Для получения продольных профилей покрытия с более точным измерением неровностей применяют многоколесные виографы (рис. 6.7). Опорная часть прибора соприкасается с поверхностью дороги во многих точках, из-за чего положение главной жесткой рамы 3 в пространстве мало изменяется при проезде опорных колес 2 по неровному покрытию и служит базой для измерения неровностей.

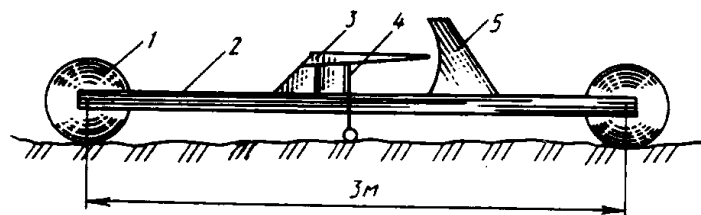


Рис. 6.6. Колесная рейка: 1 – опорное колесо; 2 – рейка; 3 – стрелка; 4 – шток с контрольным колесиком; 5 – шкала.

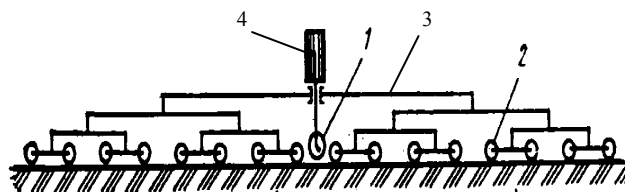


Рис. 6.7. Схема многоколесного виографа: 1 – мерное колесо; 2 – колесо тележки для передвижения прибора; 3 – рама; 4 – регистрирующее устройство.

Такими приборами можно снимать несколько параллельных продольных профилей на расстоянии 20...25 см один от другого. Благодаря этому можно получать более точную характеристику продольного профиля проезжей части в различных местах по ширине. Неровность покрытия копируется мерным колесом, и величина ее записывается регистрирующим устройством 4 на бумаге. Неблагополучными по ровности являются те участки дорог, на которых “пики” выходят за пределы, установленные для данной дороги или типа покрытия (рис. 6.8).

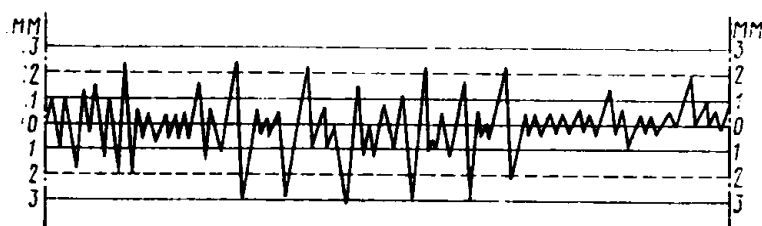


Рис. 6.8. Профиль, снятый виографом, и схема его анализа.

Изменение во времени поперечного профиля дороги можно определить с помощью профилографов (рис. 6.9). Поперек проезжей части устанавливают на опорах доску 1 на ребро. По доске вручную прокатывают тележку профилографа, соприкасающуюся роликами с доской в вертикальной 2 и горизонтальной 3 плоскостях. Колесо 4 связано с рейкой 5, двигающейся вертикально вверх и вниз между роликами 6.

При движении колеса 4 поперек покрытия его колебательные движения воспроизводит рейка 5, на конце которой прикреплен самописец 7, вычерчивающий поперечный профиль в масштабе 1:10 на миллиметровой бумаге на барабане 8. Во время движения тележки барабан вращается. Примеры получаемых с помощью профилографа поперечных профилей показаны на рис. 6.10.

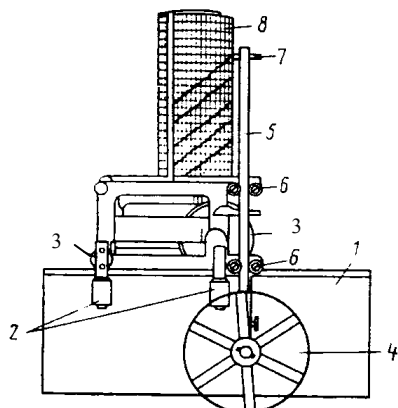


Рис. 6.9. Профилограф для снятия поперечных профилей дороги: 1 – доска; 2 – ролики вертикальные; 3 – ролики горизонтальные; 4 – рабочее колесо; 5 – рейка; 6 – направляющие ролики; 7 – пишущее устройство; 8 – барабан.

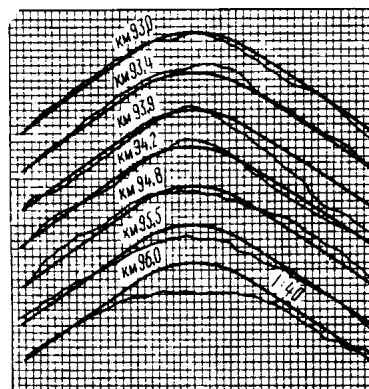


Рис. 6.10. Поперечные профили дороги, снятые профилографом.

Для оценки ровности и коэффициента сцепления дорожных покрытий используют передвижную лабораторию ПКРС-2У (рис. 6.11), состоящую из специально оборудованного автомобиля и прицепного прибора, на котором установлены датчики для измерения ровности и тормозной силы. В автомобиле смонтированы устройства управления, измерительная и регистрирующая аппаратура, а также бак для воды,

используемой для поливки дороги при измерении коэффициента сцепления покрытия с колесом транспорта. Ровность покрытия оценивают проездом лаборатории по каждой полосе движения со скоростью 50 км/ч. Показатель ровности при этом регистрируется в виде графика на бумажной ленте самописца. При оценке ровности и сцепных качеств покрытий применяют сплошной или выборочный контроль. Сплошной предназначен для обследования участков дорог протяженностью более 1 км, а выборочный – менее 1 км. Выборочный контроль проводят при обследовании опасных участков дорог, выяснении причин дорожно-транспортных происшествий и т. д.

Состояние дорожных покрытий можно оценивать как по ровности покрытия, так и по условиям проезжаемости, т.е. по величине и характеру влияния их на автомобили, водителей и пассажиров. Условия проезжаемости при движении автомобиля оценивают по величине амплитуд колебаний его кузова и колес. Для этого применяют приборы-толчкомеры. Работа толчкомера основана на измерении относительного перемещения заднего моста и кузова автомобиля при движении его с постоянной скоростью 50 км/ч по рассматриваемому участку дороги. При сплошном контроле ровность покрытия оценивают с помощью толчкомера ТХК-2. На особо опасных участках, где коэффициент безопасности движения менее 0,4, а итоговый коэффициент аварийности более 20, рекомендуется применять суммирующий толчкомер ХАДИ (ВСН 24 – 88). На основании показаний толчкомера устанавливают допустимые скорости движения автомобилей, определяют экономическую эффективность эксплуатации дороги в данных условиях и необходимость проведения ремонтных работ.

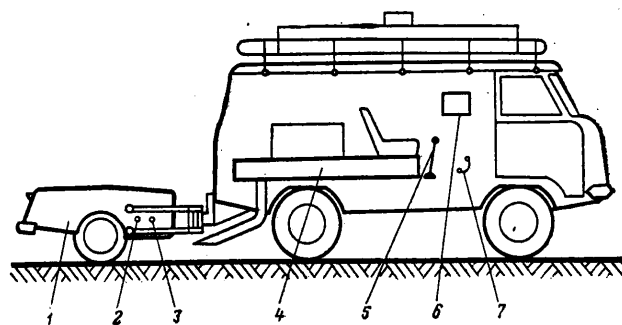


Рис. 6.11. Передвижная лабораторная установка ПКРС-2У:

1 – прицеп с измерительным колесом; 2 – датчик ровности; 3 – датчик коэффициента сцепления; 4 – бак для воды; 5 – рукоятка управления подачей воды под измерительное колесо; 6 – регистрирующий прибор; 7 – педаль тормоза измерительного колеса.

Шероховатость дорожного покрытия – наличие на его поверхности мелких неровностей. Для оценки шероховатости применяют приборы игольчатого типа ПКШ - 4 (рис. 6.12), метод “Песчаное пятно” и др. Игольчатый прибор ПКШ - 4 состоит из тонких игл, заще姆ленных между зажимными планками. Внизу планки имеют ограничительные опоры. Для измерения шероховатости прибор устанавливают на покрытие и слегка нажимают сверху. При этом иглы прибора копируют поверхность дорожного покрытия. Затем полученный микропрофиль переносят на миллиметровую бумагу и определяют среднюю высоту выступов, средний шаг и средний угол при вершине. Шероховатость в намеченных точках створа определяют дважды, устанавливая прибор вдоль оси дороги и перпендикулярно к ней. При расхождении результатов средних показателей более чем на 10% проводят дополнительное измерение с установкой прибора под углом 45° к оси дороги. Необходимое сцепление колес с дорогой обеспечивается, если средняя высота выступов превышает 1,5...3,5 мм, среднее расстояние между выступами – не более 12,5 мм, а число выступов с углом при вершине более $70...110^\circ$ составляет 2...30% и менее $150...180^\circ$ – 76...45%.

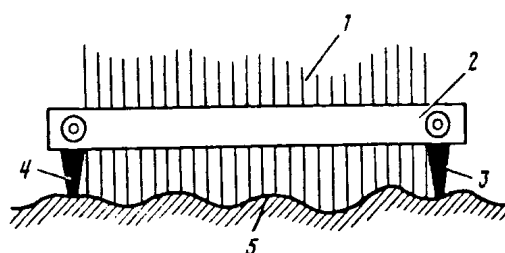


Рис. 6.12. Прибор ПКШ-4: 1 – иглы; 2 – зажимная планка; 3, 4 – опоры; 5 – поверхность покрытия.

Простейшим методом оценки шероховатости покрытия является “Песчаное пятно”. При этом методе берут 10, 25 или 50 см^3 (V) сухого мелкозернистого песка, распределяют по покрытию специальным диском диаметром 10 см (площадь F) и определяют среднюю глубину впадин $h = V / F$. Значение h должно быть не менее 1,0 мм, а на опасных участках – не менее 1,8 мм. Для контроля шероховатости на каждой полосе движения проводят 5 измерений на 1000 м по одной полосе наката (СНиП 3.06.03 – 85).

Для оценки сцепных качеств покрытия можно использовать маятниковый прибор (рис. 6.13), портативный прибор ППК (рис. 6.14). При измерении коэффициента сцепления маятниковый прибор устанавливают на поверхность покрытия. Груз M поднимают на высоту H_0 и

отпускают. При падении груз касается поверхности покрытия и останавливается на высоте H противоположной стороны прибора. Действие прибора основано на том, что секторный маятник при опускании задерживается на покрытии трением о его поверхность. По углу отклонения маятника β определяют коэффициент сцепления.

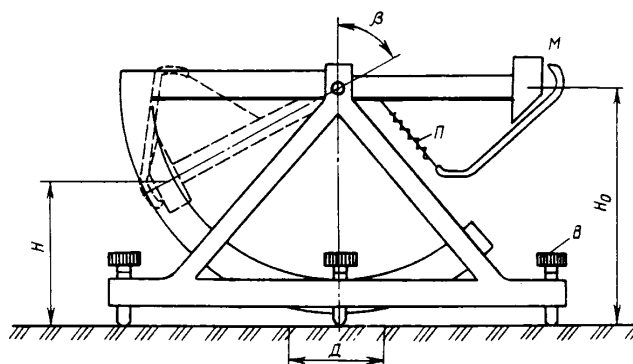


Рис. 6.13. Прибор для определения сцепления колес автомобиля с покрытием: М – груз; В – регулировочный винт; П – пружина; H_0 – начальная высота подъема груза; D – диаметр следа колеса; β – угол отклонения маятника.

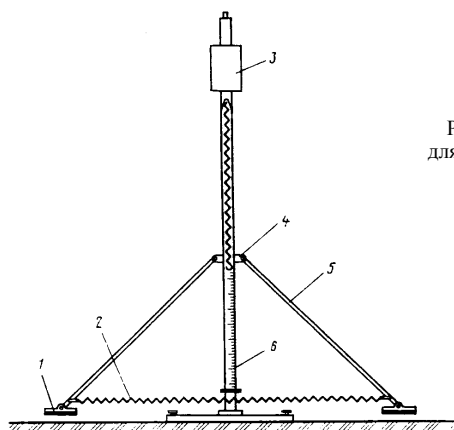


Рис. 6.14. Портативный прибор ППК для оценки скользкости покрытий.

Портативный прибор ППК служит для оценки скользкости покрытия. При работе с прибором резиновые имитаторы 1 находятся на 10...12 мм выше покрытия. При падении груза 3 он ударяет о муфту 4,

которая с помощью толкающих тяг 5, преодолевая пружины 2, заставляет имитаторы 1 скользить по покрытию. Конечное перемещение имитаторов, характеризующее скользкость покрытия, определяют по измерительной шкале на опорной штанге 6.

Косвенно о шероховатости дорожных покрытий можно судить по величине коэффициента сцепления шин автомобиля с увлажненной поверхностью проезжей части. Величину коэффициента сцепления определяют с помощью установки ПКРС- 2У (см. рис. 6.11) или других приборов, показания которых могут быть приведены к показаниям установки ПКРС- 2У. Установка с прицепом позволяет оценивать коэффициент сцепления по величине реактивного тормозного момента на опорном диске тормоза колеса. Она снабжена устройством нормированного увлажнения покрытия под колесом прицепа. Коэффициент сцепления измеряют на каждой полосе движения при скорости автомобиля-лаборатории 60 км/ч путем полного затормаживания измерительного колеса прицепного прибора. В момент измерения коэффициента сцепления толщина водной пленки на покрытии должна быть не менее 1мм. При проведении измерений необходимо фиксировать температуру воздуха и получаемые значения коэффициента сцепления приводить к расчетной положительной температуре 20°С путем введения поправок (ВСН 24-88):

Температура воздуха, °С	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Поправки	-0,06	-0,04	-0,03	-0,02	0	+0,01	+0,01	+0,02	+0,02

Эксплуатационные качества дороги характеризуются также системой эксплуатационных коэффициентов.

Коэффициент запаса прочности – отношение фактического модуля упругости дорожной одежды (E_{ϕ}) к требуемому ($E_{тр}$):

$$K_{з.пр} = E_{\phi} / E_{тр} \geq 1.$$

Со временем интенсивность движения увеличивается, увеличивается и коэффициент $E_{тр}$, а дорожная одежда изнашивается и коэффициент E_{ϕ} уменьшается. Значение коэффициента $K_{з.пр}$ снижается и на покрытии появляются выбоины, просадки и другие деформации, которые устраняют ремонтом. При $K_{з.пр} = 0,8$ необходимо назначать капитальный ремонт, потому что разрушение дорожной одежды происходит очень интенсивно.

Коэффициент продольного сцепления колеса с покрытием ϕ представляет собой отношение окружного тягового усилия на ободу ведущего колеса к вертикальной нагрузке на него, при котором начинается пробуксовывание колеса ($\phi = T / Q$). Для определения коэффициента сцепления можно использовать динамометрическую тележку, которая

позволяет определить ϕ путем измерения тензометрическим датчиком реактивного тормозного момента на опорном диске колеса.

Коэффициентом скользкости K_c характеризуются сцепные качества и шероховатость дорожных покрытий. Определяется он как отношения фактического коэффициента продольного сцепления ϕ_f к допускаемому значению ϕ_d по условиям безопасности движения, т.е. $K_c = \phi_f / \phi_d$. Покрытие по сцеплению соответствует требованиям безопасности движения, если $K_c \geq 1$. Допустимые значения коэффициента продольного сцепления при скорости 60 км/ч составляют: для легких условий движения – 0,35, затрудненных – 0,40, опасных – 0,45 (ВСН 24-88). По значению коэффициента K_c судят о необходимости повышения шероховатости покрытия.

Коэффициент износа – отношение полного размера износа покрытия в момент измерения (h_f , мм) к той части толщины покрытия, которая предусмотрена на износ (H_o , мм), т.е. $K_{изн} = h_f / H_o < 1$. По значению коэффициента $K_{изн}$ судят о необходимости проведения работ по восстановлению слоя износа.

Коэффициент обеспеченности расчетной скорости — отношение фактической максимальной скорости одиночного автомобиля на каждом участке $V_{ф.макс}$ к расчетной для дороги данной категории V_p , принятой в соответствии со СНиП 2.05.11 – 83, $K_{р.с} = V_{ф.макс} / V_p$. В благоприятных условиях (отсутствие дождя, снегопада, метели, гололедицы, сильного ветра, тумана) $K_{р.с.} \geq 1$. В неблагоприятных условиях допускается снижение обеспечиваемой скорости: в осенне-весенний и зимний периоды $K_{р.с.} \geq 0,75$, во время сильных дождей, туманов, гололедицы, штормовых ветров, метелей и сильных снегопадов $K_{р.с.} \geq 0,5$.

Для оценки качества дороги определяют коэффициент соответствия типа покрытия фактической интенсивности движения, который характеризуется отношением фактической интенсивности движения (N_f , авт/сут) к допустимой (расчетной) ($N_{доп}$ по СНиП 2.05.02 – 85) для данной категории дороги: $K_{инт} = N_f / N_{доп}$. Если это отношение меньше единицы, то считают, что имеющийся тип покрытия соответствует существующему движению, в противном случае требуется замена (усиление) покрытия или реконструкция дороги в целом.

Коэффициент ровности (проезжаемости) характеризует состояние поверхности покрытия и влияние его на условия движения. Он определяется как отношение фактического показателя толчкомера, полученного при объезде дороги S_f , к показателю, установленному нормами S_n , $K_p = S_f / S_n$. При $K_p > 1$ необходимо проводить ремонт покрытия. При $K_p < 1$ состояние поверхности считают удовлетворительным.

Оценку технико-эксплуатационного состояния мостов и труб проводят путем их осмотра. При проведении осмотров следует придерживаться регламента, изложенного в ВСН 44 – 93. Существует три вида

номенклатурных осмотров: текущий, периодический, специальный. Целью текущих и периодических осмотров является наблюдение за общим состоянием сооружений с выявлением дефектов, контроль за выполнением работ по содержанию и ремонту, установление порядка последующего надзора за сооружением. Текущие осмотры мостов и труб проводят мостовые или дорожные мастера на вверенном им участке дороги. Периодические осмотры проводит начальник, заместитель начальника, главный инженер дорожного эксплуатационного подразделения совместно с мостовым (дорожным) мастером. Если при текущем или периодическом осмотре на сооружении обнаружены дефекты, снижающие его грузоподъемность, то такое сооружение подлежит специальному осмотру.

Целью специального осмотра является определение технического состояния сооружения, выявление дефектов и оценка их влияния на грузоподъемность, долговечность конструкций и безопасность движения; выявление отрицательных тенденций в техническом состоянии искусственных сооружений, контроль за своевременностью устранения дефектов, выявленных в процессе предыдущих осмотров, проверка наличия и качества ведения технической документации; определение грузоподъемности сооружения и назначение режима эксплуатации сооружения, разработка предложений по устранению дефектов; экспертиза аварийной ситуации на сооружении, связанная с отказами его несущих конструкций. Специальные осмотры мостов и труб выполняют специализированные организации, имеющие лицензию, выданную в установленном порядке. Методы осмотра – освидетельствование конструкций сооружения в натуре, а в необходимых случаях испытания сооружения.

Испытания эксплуатируемых сооружений проводят в случаях, когда решение вопросов, связанных с эксплуатацией сооружений, не может быть получено только расчетным путем по данным обследований. Потребность в испытании сооружений может возникнуть также после их капитального ремонта или реконструкции, при наличии в частях или элементах неисправностей, в случае уточнения расчетной грузоподъемности и других обоснованных случаях. Испытания мостов и труб проводят в соответствии со СНиП 3.06.07 – 86.

Материалы специальных осмотров служат для разработки мероприятий по содержанию и ремонту сооружений, проведению их усиления или реконструкции, назначению режима эксплуатации, пропуску тяжеловесных автотранспортных средств, а также для введения или отмены ограничений по пропуску нагрузок.

6.4. Воздействие транспортных средств на дорогу

Взаимодействие автомобиля с дорогой представляет собой сложный процесс. Анализ этого взаимодействия позволяет оценить устойчивость автомобиля, влияние внешней среды на условия движения и механические воздействия на дорожное покрытие. Взаимодействие автомобиля и дороги можно характеризовать такими показателями, как величина нагрузки, среднее давление по площади отпечатка колеса, частота приложения нагрузки, прогиб покрытия, сопротивление качению, сцепление колеса с покрытием. Колеса передают на дорогу статические нагрузки при остановке транспорта и кратковременные – при его движении. Среднее контактное давление колеса на дорогу P зависит от нагрузки на колесо Q и площади отпечатка колеса S ($P = Q / S$). Различают площадь отпечатка по контуру в форме эллипса и по выступам протектора. При определении среднего давления обычно в расчет принимают площадь отпечатка по выступам протектора. Чем больше площадь отпечатка, тем меньше удельное давление.

Вертикальные силы воздействия транспорта на дорогу имеют переменный характер. Во время стоянки они являются постоянными. При движении колебания поддрессоренных и неподдрессоренных масс транспорта приводят к значительному варьированию вертикальных сил. Повторность приложения их от потока машин сопровождается накоплением деформаций в дорожной одежде и земляном полотне.

При движении ведущего колеса на него также действует крутящий момент, вызывающий в плоскости следа окружную силу (силу тяги), направленную в сторону, обратную движению.

На горизонтальном участке основная часть силы тяги расходуется на преодоление сил сопротивления качению, которое оценивается затратами энергии на деформирование дорожной конструкции и сжатие шины. Чем больше сопротивление, тем выше расход топлива, смазочных материалов и, следовательно, выше себестоимость перевозок. Поэтому одна из задач дорожной службы – создать такие дорожные одежды и покрытия, при которых сопротивление качению было бы наименьшим. На ровных покрытиях сопротивление качению снижается с возрастанием давления воздуха в шинах и прочности дорожных покрытий.

Реализация силы тяги зависит от силы трения между протекторами и поверхностью покрытия. При торможении транспорта сила трения зависит от площади контакта шины с покрытием и состояния покрытия. Движение автомобиля и другого транспорта возможно, если сила сцепления в зоне контакта равна или больше силы тяги. Сцепные качества обеспечиваются шероховатостью и другими эксплуатационными свойствами дорог.

Воздействие колеса на дорогу зависит также от поперечных касательных сил, которые возникают при движении по кривой траектории и при заносе задней оси. Поперечные касательные силы могут достигать максимального значения, равного максимально возможной силе сцепления. Касательные силы воздействуют на поверхность дорожных покрытий, отличаются кратковременностью приложения на данном участке и вызывают дополнительные напряжения в верхних слоях дорожной одежды и покрытий. Касательные силы вызывают деформации, разрушения и износ верхнего слоя дороги, а также износ шин.

Движение транспорта по неровным дорогам происходит при его непрерывных колебаниях. Неровности оказывают большое влияние на устойчивость транспорта. При движении на участке дороги с периодически повторяющимися неровностями происходит отрыв колес от поверхности дороги, что может привести к выезду на встречную полосу движения или за пределы проезжей части, к заносу и опрокидыванию транспорта, особенно на мокрой и скользкой дороге. На ровном, но шероховатом покрытии условия движения существенно улучшаются, однако комфортабельность поездки снижается из-за некоторого увеличения шума.

На внутрихозяйственных дорогах агропромышленного комплекса имеют место некоторые специфические виды воздействия транспорта на дорогу. Так, на подъездных дорогах и площадках животноводческих комплексов происходит воздействие на покрытие агрессивной среды, возникающей при удалении и транспортировке навоза, а также при беспривязном содержании животных, что приводит к интенсивному разрушению покрытий (истирание, шелушение). В местах съездов сельскохозяйственной техники и других транспортных средств на полевые дороги происходит значительное количество разрушений откосов, кромок проезжей части вследствие неукрепления обочин. Повреждаются дорожные покрытия при проезде гусеничной техники. В большинстве случаев на внутрихозяйственных дорогах отсутствует устройство съездов и пересечений, что ведет также к загрязнению дорог. По длине маршрута дороги загружены транспортным потоком неравномерно. На подходах к населенному пункту интенсивность движения возрастает. Распределение транспорта по ширине проезжей части зависит от интенсивности его движения. Обычно отдельные автомобили и автопоезда стремятся двигаться посередине полосы. Однако при небольшой интенсивности наблюдается тенденция к движению посередине проезжей части. В связи с таким распределением движения отдельные части дорожной одежды по ширине недогружены, а на других сосредоточивается действие нагрузки от транспорта. Это способствует образованию колеи, а также повышенному износу покрытия в осенне-весенний период. На полосах наката образуются неровности и выбоины.

6.5. Влияние природных факторов на эксплуатационное состояние дорог

Дороги постоянно находятся под влиянием природных факторов, снижающих прочность дорожной одежды. Наибольшее влияние на эксплуатационное состояние дорог и движение транспорта оказывают рельеф местности, грунтово-геологические, гидрологические и климатические факторы.

Рельеф местности определяет положение проектной линии, тип поперечного профиля земляного полотна, а также вид водоотводных устройств.

Из грунтово-геологических и гидрологических факторов выделяют тип и характеристики грунтов земляного полотна и подстилающих слоев, которые влияют на прочность дорожного основания; уровень залегания грунтовых вод; условия стока поверхностной воды.

К климатическим факторам относятся атмосферные осадки, температура и влажность воздуха, испарение, солнечная радиация, атмосферное давление, ветер, высота и продолжительность снежного покрова, метель, глубина промерзания грунтов, гололедица, туман, а также их сочетание. Климатические факторы формируют водно-тепловой режим земляного полотна. Под их воздействием в дорожной конструкции протекают сложные процессы: нагревание, охлаждение, промерзание, оттаивание, испарение, конденсация и т.д. Изменения температуры (суточные, годовые) вызывают изменения объема покрытий и, как следствие, приводят к возникновению температурных напряжений и образованию трещин. Солнечная радиация вызывает преждевременное старение асфальтобетонных покрытий. С температурным режимом связано изменение влажности грунта земляного полотна и материала дорожной одежды. Уменьшение температуры воздуха приводит к ослаблению испарения, и в осенний период дорожная конструкция может переувлажняться, что снижает прочность грунта земляного полотна. Морозный период, или период промерзания, характерен перераспределением и накоплением влаги в земляном полотне. Вода из нижних слоев полотна, особенно парообразная, интенсивно мигрирует снизу и частично со стороны обочин к оси дороги. При скорости промерзания 2,5 см/сут происходит интенсивное влагонакопление и льдообразование. При быстром промерзании (4 см/сут и больше) вода из нижних слоев не успевает поступать и влажность грунта может быть несколько меньше. Вследствие замерзания воды в порах грунта образуются линзы и прослойки льда. При зимних оттепелях наблюдается частичное оттаивание грунта полотна со снижением прочности проезжей части. Интенсивное влагонакопление и промерзание могут привести к образованию пучин. Зимой на дорогах наблюда-

ются снежные заносы, образуется гололедица. Все это приводит к снижению эксплуатационных качеств дороги.

Весной при оттаивании грунта происходит насыщение его водой. Это самый опасный период для устойчивости земляного полотна. Прочность дорожной конструкции в это время минимальная.

Ветровая и водная эрозия происходит на дорогах с грунтовым покрытием, на неукрепленных поверхностях обочин и откосов земляного полотна. Ветровая эрозия вызывает местные разрушения грунта. Ее интенсивность зависит от силы ветра, гранулометрического состава и структуры грунта.

Водную эрозию подразделяют на поверхностную (плоскую) и линейную (овражную). Она может вызываться талыми и дождевыми водами. Наиболее часто на грунтовых дорогах имеет место поверхностная эрозия. Она заключается в смыве верхнего слоя под влиянием стока воды. Линейная эрозия представляет собой более мощный размыв грунта в глубину сосредоточенной струей воды, стекающей с поверхности дороги.

6.6. Деформации и разрушения дорог

В процессе эксплуатации на автомобильных дорогах по различным причинам возникают деформации и разрушения. Под деформацией понимают изменение размеров или формы тела без уменьшения его массы и потери сплошности. Разрушение – изменение размеров и формы тела с уменьшением его массы или с потерей сплошности.

Под совместным воздействием многократно повторяющихся нагрузок от транспорта и природных факторов в дорожной конструкции возникают напряжения и деформации, которые, постепенно накапливаясь, могут привести к ее разрушению.

Дефекты, которые появляются в конструктивных элементах дорог, можно классифицировать следующим образом:

- деформации и разрушения земляного полотна, водопропускных труб и мостов, дорожной одежды, инженерного обустройства;

- деформации и разрушения в результате физического износа, химического выветривания, коррозии, усталости материала, чрезмерных нагрузок, воздействия климатических факторов;

- специфические деформации, связанные с зимним, весенним, летним и осенним периодами;

- деформации незначительные, допустимые, значительные, сильные и катастрофические.

При деформациях и разрушениях земляного полотна неизбежно деформируется и разрушается дорожная одежда. Деформации земляного полотна могут быть упругими (обратимыми) и пластичными (необратимыми). При упругих деформациях происходит восстановление

его первоначальных геометрических размеров. Если нагрузки на земполотно превосходят допустимые значения, то возникают необратимые деформации и происходит его разрушение.

Для земляного полотна наиболее типичны осадки, просадки, пучины, деформации обочин, сползание и размывы откосов и др.

Осадки возникают вследствие недостаточного уплотнения или переувлажнения грунтов. Появляются они в виде равномерного или неравномерного вертикального понижения земляного полотна.

Просадки образуются на участках со слабыми подстилающими грунтами (на болотах, просадочных грунтах и т.д.).

Сползание земляного полотна происходит на косогорных участках из-за недостаточного сопротивления сдвигу основания насыпей. Причинами этих деформаций являются некачественная подготовка основания (отсутствие уступов, недостаточное уплотнение), наличие в основании слабopочных грунтов, повышенное увлажнение и недоуплотнение нижних слоев насыпи.

Оползание откосов наблюдается при недостаточном их уплотнении и укреплении, во время переувлажнения грунтовыми или поверхностными водами. Кроме того, оползание может возникать при несоблюдении норм крутизны откосов, присыпки земляного полотна при уширении без устройства уступов или недостаточного уплотнения.

Размывы и выдувание обочин и откосов происходят под воздействием воды и ветра, когда земляное полотно возведено из несвязных или слабосвязных грунтов при недостаточно эффективном их укреплении.

Деформации и разрушения дорожных одежд и покрытий во многом зависят от конструкции дорожной одежды, типа покрытия и свойств материала, из которого оно выполнено. Наиболее характерными деформациями являются шелушение, выкрошивание, трещины, обламывание кромок проезжей части, износ, сдвиги, вмятины, выбоины, волны, гребенка, колеиность, просадки, проломы.

Шелушение представляет собой отслаивание мелких частиц материала покрытий под действием колес транспорта, воды, отрицательных температур воздуха и вследствие недостаточного качества работ.

Выкрошивание – отделение зерен минерального материала из покрытий и образование мелких раковин. Происходит это в результате отсутствия или ослабления в процессе эксплуатации необходимой связи между частицами материала покрытия. Постепенно развиваясь, выкрошивание распространяется на значительную площадь и является признаком начала поверхностного разрушения покрытия.

Трещины на покрытиях бывают различной формы и размеров. На асфальтобетонных и других покрытиях, построенных с применением органического вяжущего вещества, трещины могут быть одиночные, поперечные, продольные, косые и в виде сетки. Появляются они от

внешней нагрузки, температурных напряжений, усталости материала, просадок земляного полотна или подстилающих грунтов. Увеличение числа и протяженности трещин предшествует разрушению дорожной одежды.

Обламывание кромок проезжей части происходит по причине пониженной прочности прикромочных полос проезжей части из-за уменьшения их толщины, повышенной влажности грунта основания под кромкой, вымывания и выветривания грунта обочины. Повреждение кромок возникает при переезде через дорогу тяжеловесного транспорта, при ударах колес на стыках и неровностях покрытия вблизи кромок. В процессе эксплуатации дорог необходимо проводить ремонт поврежденных мест и устранять причины, способствующие разрушению кромок. Для предупреждения разрушений устраивают бордюры, краевые полосы, укрепляют обочины.

Износ – уменьшение толщины покрытий по площади. На износ существенное влияние оказывает движущийся транспорт. Под нагрузкой шина деформируется: в зоне контакта с покрытием сжимается, а вне контакта расширяется. Колесо проходит по покрытию с некоторым проскальзыванием протектора вместо одного качения. Под воздействием возникающих касательных напряжений плоскости следа истираются покрытия и шины. Наибольшие касательные усилия возникают при торможении. Наблюдения показывают, что гравийные покрытия за год изнашиваются больше, чем щебеночные или асфальтобетонные. С увеличением вязкости битума износ асфальтобетонных покрытий уменьшается. На износ существенное влияние оказывает вид транспорта и его общая масса. Так, при движении грузовых автомобилей износ примерно в два раза больше, чем при движении легковых. Шипованные шины приводят к повышенному износу покрытия. Увеличение содержания щебня в покрытиях уменьшает износ. Износ покрытий с макрошероховатой поверхностью проявляется в уменьшении высоты и шлифовании неровностей. Уменьшение макрошероховатости покрытий под действием колес транспорта происходит в два этапа. На первом этапе сразу после окончания строительства шероховатость покрытия уменьшается за счет погружения щебня в нижележащий слой. Размер этого погружения зависит от интенсивности и состава движения, крупности щебня и твердости покрытия, которую оценивают глубиной погружения иглы твердомера.

Сдвиги – это смещение материала покрытия по поверхности нижнего слоя под действием касательных или горизонтальных сил от колес транспорта. Чаще всего они возникают при торможении на крутых спусках, подъездах к остановкам и пересечениям, при избытке в покрытии вяжущего вещества (в жаркий период года). Смещаемый колесом поверхностный слой формируется в складки и наплывы, образуются трещины и разрывы. Для предупреждения сдвигов следует по-

вышать сдвигоустойчивость асфальтобетона и органоминеральных смесей, используемых для строительства дорожной одежды.

Вмятины – углубления значительного размера, образовавшиеся в результате накопления остаточных деформаций от внешних нагрузок. Они часто переходят в волны, сдвиги, колеи и т.д.

Выбоины представляют собой местные поверхностные разрушения покрытий в виде углублений с резко очерченными и крутыми краями. Они возникают в местах недоуплотнения покрытия, загрязнения смеси, укладки недоброкачественных материалов (пережог асфальтобетонной смеси, попадания в смесь необработанного битумом щебня или песка и т.п.). Особенно активно процесс образования выбоин происходит весной в условиях наличия воды в порах и трещинах, а также чередования замерзания и оттаивания покрытия. Наезжая на выбоину, колесо получает толчок, что приводит к повторному динамическому удару на некотором расстоянии за выбоиной. При многократном повторении такой нагрузки образуется следующая раковина или трещина, которые потом преобразуются в одну большую выбоину. Для предотвращения развития разрушений нужно срочно проводить ямочный ремонт.

Волны и гребенка проявляются в виде чередующихся поперечных гребней и понижений, которые располагаются через 0,5...2 м. Они формируются в местах излишней пластичности материала, низкой теплоустойчивости смеси, недостатка уплотнения, а также систематического воздействия на покрытие транспорта одинаковой массы при одинаковой скорости движения. Наиболее интенсивно происходит образование волн на сельских дорогах с гравийным покрытием в период уборки и вывоза урожая при интенсивном движении однотипных машин, а также в периоды повышенного увлажнения дорожной конструкции. На гравийных и щебеночных покрытиях частые волны образуют гребенку – правильные четко выраженные поперечные выступы, чередующиеся с углублениями. Гребенка затрудняет движение транспорта, снижает безопасность и комфортность движения.

Колейность на дорогах представляет собой понижения в местах прохода транспорта по одному следу. Колеи образуются при накоплении остаточных деформаций в слоях дорожной одежды и при сильном износе верха покрытия. При интенсивном тяжелом движении колеи могут превратиться в проломы. Более часто колея образуется на покрытиях переходного и низшего типов.

Просадки – заметное искажение профиля покрытия, имеющее вид впадины с округлыми краями. Они возникают в местах пониженной прочности слоев одежды и грунта земполотна при увлажнении. Просадки могут появиться в первые же годы эксплуатации дороги при неблагоприятных грунтово-геологических условиях и недостатках, до-

пущенных при строительстве (малое уплотнение грунтов земляного полотна и слоев одежды, недостаточная толщина дорожной одежды).

Проломы – разрушение дорожных одежд на всю толщину с резким искажением профиля покрытия. Обычно они возникают на гравийных и щебеночных покрытиях дорог в неблагоприятные периоды года и на участках со слабыми грунтами в основании.

Деформации и разрушения дорожных сооружений (водопропускные трубы, мосты, лотки и т.п.) происходят под действием транспорта и погоднo-климатических факторов. Для водопропускных труб присуще появление раковин, выщелачивание раствора, появление трещин, вымывание грунта засыпки, сдвиги звеньев, деформации оголовков и отделение их от трубы, просадки и засорение.

Деформации мостов проявляются в износе покрытия на проезжей части, разрушении откосов береговых опор, коррозии металлических элементов, появлении трещин, обнажении арматуры, повреждении опор и др. На мостах имеют место механические разрушения перильных ограждений, тротуарных плит и бордюров.

Грунтовые канавы и лотки подвергаются размыву в первую очередь в местах больших продольных уклонов, заиляются и зарастают травяной растительностью при малых уклонах. Канавы и лотки, укрепленные плитами, камнем и другими материалами, могут размываться водой в стыках плит, между камнями и т.п.

6.7. Содержание дорог в летний и осенний периоды

В состав работ по эксплуатации и содержанию дорог входят наблюдение за состоянием дорожных сооружений и их охрана; содержание дорожных сооружений в чистоте и исправности, своевременное проведение ремонтов; изучение и анализ условий работы дороги; обеспечение безопасности движения транспорта и удобств для проезжающих по дорогам; организация и регулирование движения на дорогах; озеленение дорожной полосы.

Под содержанием дорог понимают также работы по систематическому уходу за дорожными одеждами, полосой отвода, земляного полотна и водоотвода. Содержание земляного полотна и водоотвода включает планировку обочин и откосов насыпей и выемок, удаление обвалов; пропуск воды по канавам и другим водоотводящим сооружениям с очисткой их от ила, снега и льда; уход за защитными и укрепительными сооружениями, окашивание травы и вырубка кустарника на обочинах, утюжка и профилировка летних и тракторных путей.

При содержании дорожных одежд проводят очистку от грязи, снега, льда, устраняют гололед и скользкость путем посыпки песком и противогололедными смесями, осуществляют уход за пучинистыми и слабыми участками.

На сооружениях выполняют очистку от грязи, пыли, наносов, льда, снега; проводят скалывание льда у опор, свайных кустов и ледорезов; осуществляют пропуск паводковых вод и ледохода через сооружения; устраняют отдельные мелкие повреждения.

Сельскохозяйственные дороги на протяжении года загружены автотранспортом неравномерно. Особо важное время для внутрихозяйственных дорог — период весеннего сева и уборки урожая. К этим периодам устраняют имеющиеся дефекты, выставляют необходимые указательные и предупреждающие дорожные знаки, организуют хорошее содержание и своевременный ремонт дорог от зернотоков на хлебоприемные пункты, подъездных путей к животноводческим фермам и откормочным пунктам, проводят обеспыливание гравийных и грунтовых дорог.

Для нормального содержания обустройства дорог и обеспечения безопасного движения необходимо периодически вести окраску опор дорожных знаков, направляющих столбиков, оформления дороги; наносить разметку проезжей части; следить за исправностью средств регулирования и организации движения, заменять неисправные знаки.

Работы по содержанию дорог проводят в течение всего года и разделяют на летние, осенние, зимние и весенние.

В летний период содержание земляного полотна и водоотвода заключается в планировке, срезке грунта на обочинах, откосах земляного полотна, исправлении мелких повреждений, прочистке водоотводных каналов, дренажных сооружений.

При содержании грунтовых и грунтовых улучшенных дорог мелкие неровности на них устраняют утюжкой. Появившиеся ямы, волны, колеи, гребенку и нарушения поперечного профиля устраняют грейдерами или автогрейдерами. Для уменьшения износа гравийного покрытия рекомендуется поддерживать на нем защитный слой из мелкого гравия или крупнозернистого песка толщиной 1...2 см.

Выравнивание (утюжку) поверхности дороги выполняют 1...4 раза в месяц в зависимости от интенсивности движения и погодных условий. Систематическая утюжка обеспечивает нормальный отвод дождевых вод и ровность гравийного покрытия. Профилирование выполняют 2...4 раза в сезон, что обеспечивает движение автомобилей с повышенными скоростями и значительно увеличивает срок службы покрытия.

На щебеночном покрытии в сухую погоду происходит его разуплотнение, на поверхности появляется много несвязного щебня (катуна). При содержании таких дорог проводят уборку катуна, покрывают поверхность каменной мелочью толщиной 1...2 см, выполняют обеспыливание. Перед началом обеспыливания грунтовые, гравийные и щебеночные поверхности дорог профилируют автогрейдером, заделывают ямы и неровности. Для обеспыливания применяют технический хлористый кальций, техническую соль сильвинитовых отвалов и дру-

гие хлористые соли в сухом виде или растворенными в воде. Из органических материалов применяют жидкий битум, битумные эмульсии, сырую нефть и т.п.

При летнем содержании покрытий усовершенствованных типов их очищают от пыли и грязи, особенно в пределах населенных пунктов и местах примыкания грунтовых дорог. Очистку выполняют комбинированными дорожными машинами с цистернами для воды и механическими щетками.

На покрытиях с органическими вяжущими веществами в жаркие дни может выступать вяжущий материал. Такие места необходимо присыпать высевами или крупнозернистым песком.

В летнее время дорожной службой проводятся работы по устранению травяной и сорной растительности вдоль дорог, по уходу за древесными и кустарниковыми насаждениями. Наиболее распространенным способом борьбы с травяной и сорной растительностью является скашивание трав перед их цветением 3...5 раз за сезон. Посев культурных трав способствует уничтожению сорняков. В летнее время большое внимание уделяют содержанию в хорошем состоянии обстановки и обустройства дорог, проводят покраску и побелку этих элементов, делают разметку проезжей части.

Многие осенние работы являются продолжением летних и имеют целью предохранить дорогу от переувлажнения, а также подготовить ее к работе в зимнее время. С целью создания условий для свободного стока и недопущения осеннего переувлажнения земляного полотна скашивают травы, очищают откосы и водоотводные каналы от кустарника и мелкой поросли, очищают выпуски из дренажа и трубчатых воронок. Обочины планируют, ямы и колеи засыпают, формируют поперечные уклоны. Особенно тщательно выполняют работы на участках дорог, подверженных пучению.

Отверстия труб и малых мостов необходимо закрыть щитами, чтобы не допустить закупорку их снегом, так как очистка от снега затруднена, а смерзшийся снег весной на длительное время задерживает работу сооружений.

Работники дорожной службы осенью создают запасы противогололедных материалов (песок, соль, шлак и т.п.), очищают поверхность дорог от грязи, опавших листьев. В местах с большими снеговыми заносами устанавливают вежи, чтобы при очистке дороги от снега знать положение бровок земляного полотна. Осенью ведут посадку и уход за древесными насаждениями.

6.8. Содержание дорог зимой

Зимний период года является самым сложным для эксплуатации дорог и организации движения. Снегопады и метели образуют на дорогах снежные отложения разной толщины и структуры, возникает

гололедица в виде тонкой стекловидной пленки толщиной 1...3 мм, образуются наледи, которые деформируют трубы и мосты. Все это снижает скорость и безопасность движения транспорта, повышает себестоимость перевозок. Сельскохозяйственные дороги чаще всего относят к средне- и сильнозаносимым участкам, так как они имеют малую высоту насыпи (до 0,8 м) и часто проходят в нулевых отметках.

Зимнее содержание автомобильных дорог представляет собой комплекс мероприятий, направленных на защиту и очистку дорог от снега, борьбу со скользкостью, наледями. Дорожная служба должна обеспечивать высокий уровень зимнего содержания, основными показателями которого являются ширина чистой дороги без снега и льда; толщина слоя рыхлого снега, накапливающегося между чистками; толщина уплотненного слоя снега на проезжей части и обочинах; сроки очистки дороги от снега, ликвидация гололедицы и зимней скользкости.

Методы содержания дорог зимой разделяют на пассивные и активные. К пассивным методам относят снегозадержание, направленное на недопущение заносов на дорогах, а к активным – очистку дорог от снега.

Снегозадержание проводится с помощью снегозащитных устройств, которые могут быть временными и постоянными. К временным относятся заборы, щиты, снежные валы и траншеи, создающие препятствия снеговетровому потоку.

Для снегозадержания часто используют снежные траншеи, которые прокладывают бульдозером на расстоянии 25...50 м от дороги. Траншеи устраивают параллельно дороге. Они могут быть одиночными и парными с расстоянием 12...15 м между ними. Наиболее эффективны переносные решетчатые щиты, которые при меньшем расходе древесины (в сравнении со сплошными заборами) собирают в 1,5 раза больше снега. Число перестановок щитов и расстояние от дороги до щитовой линии зависит от объема снегопереноса. При его объеме до 25 м³/м – не ближе 30 м, более 75 м³/м – не ближе 60 м. Максимальное удаление щитов не должно превышать 100 м.

К постоянным снегозащитным устройствам относятся древесно-кустарниковые насаждения вдоль дорог. Размещение снегозащитных насаждений, их ширина и конструкция должны быть рассчитаны на полное задержание переносимого снега и отложение шлейфа до полотна дороги. Недостатками снегозащитных лесонасаждений является то, что для их создания необходимы значительные земельные площади, что они медленно растут и вступают в работу, требуют постоянного ухода.

Активным методом борьбы с заносами является удаление снега с проезжей части, обочин, откосов насыпей. Выбор типа снегоочистителя зависит от сроков уборки и толщины убираемого снега (бульдозер, автогрейдер, роторный снегоочиститель и т.д.). К снегоочистке при-

ступают сразу же с началом метели или снегопадов. Основным видом должна быть патрульная очистка, выполняемая автомобильными однотоковыми снегоочистителями со скоростью 35...40 км/ч при толщине снежных отложений 0,2...0,3 м. При малой интенсивности метелей или снегопадов и небольшой интенсивности движения очистку ведут одиночными снегоочистителями. В остальных случаях, как правило, очистку следует вести отрядом машин, движущихся уступами на расстоянии 30...60 м одна от другой. Число машин в отряде зависит от ширины очищаемой полосы. Начинают очистку от оси дороги, и за один проход звено очищает половину ширины проезжей части и обочину. Вторая половина дороги очищается при обратном проходе звена снегоочистителей.

При толщине снежных отложений 0,5...0,6 м для очистки дорог применяют автогрейдеры. Косы и перемыты, достигающие толщины 0,6...0,7 м, пробивают двухтоковыми плужными автомобильными снегоочистителями, а при толщине снега 1...1,2 м – двухтоковыми снегоочистителями на колесных тягачах или тракторах. Для удаления снежных валов и отложений большой толщины применяют роторные снегоочистители, фрезерно-роторные (при прочных снегоотложениях), бульдозеры. При отсутствии снегоочистителей дорогу можно очищать с помощью угольников, прицепленных к трактору.

При морозах после оттепели, туманах, в случаях выпадения дождя зимой, а также сильном уплотнении снеговой корки может произойти обледенение дороги. Образование гололеда снижает коэффициент сцепления шин с поверхностью дороги до 0,05...0,08, что приводит к большому числу дорожно-транспортных происшествий.

Для предупреждения и удаления образований гололеда служба эксплуатации дорог проводит ряд мероприятий: осенью сухие покрытия обрабатывают гидрофобными материалами, которые снижают сцепление льда с покрытием в 3...4 раза; удаляют ледяной или снежно-ледяной слой с помощью химических материалов или машин; рассыпают по проезжей части фрикционный материал (песок, шлак и т.п.) с добавлением соли (отходы предприятий калийной и поваренной соли, соли хлористого кальция). Приготовленную смесь рассыпают пескo-разбрасывателями прицепными или монтируемыми на автомобилях. Остатки образующейся растопленной снежно-ледяной корки удаляют с покрытия механической щеткой. Использование химических веществ для борьбы с гололедом повышает безопасность зимнего движения транспорта. Однако систематическое применение их отрицательно сказывается на состоянии придорожной растительности и загрязняет близлежащие водоемы.

6.9. Содержание дорог в весенний период

Наиболее ответственными в весенний период являются работы, связанные с обеспечением водоотвода. Особое внимание уделяют дренажным и водоотводным сооружениям на переувлажняемых и пучиноопасных участках.

Весной, до начала таяния снега, открывают отверстия водопропускных сооружений, которые были закрыты снегозащитными щитами осенью. На участках протяженностью 20...30 м перед сооружениями и за ними очищают русла от снега на ширину отверстий сооружений. Одновременно удаляют снег и лед с мостов, конусов, обочин и откосов над трубами.

Проезжую часть дороги и обочины очищают от снега, льда, грязи. Откосы земляного полотна при невысоких насыпях очищают от снега автогрейдерами с откосниками. На высоких насыпях и в глубоких выемках на откосах прокапывают в снегу канавы глубиной 0,5...0,6 м для ускорения отвода воды с поверхности и откосов земляного полотна.

В период наиболее интенсивного таяния снега и льда организуют дежурство рабочих, которые расчищают канавы от наносов и заторов, обеспечивают пропуск воды и льда через трубы и мосты. У свай и водопропускных отверстий проводят скалывание льда.

В случае значительного ослабления дорожной одежды пучинами на покрытие насыпают слой песка или шлака и укладывают колеиные настилы из деревянных щитов, чтобы давление от проходящего транспорта распределялось на большую площадь. Можно на таких участках ограничивать проезд тяжеловесного транспорта. По окончании пучинообразования с проезжей части убирают колеиные настилы, песок или шлак, выполняют ремонт покрытий.

В конце весеннего периода тщательно проверяют систему водоотвода, очищают ее от наносов, засыпают промоины, убирают оплывший грунт с откосов. Одновременно с этим снимают и складывают снегозащитные щиты, выполняют посадку декоративных и снегозащитных деревьев и кустарников, осуществляют уход за существующими посадками. Проводят утюжку гравийных и грунтовых покрытий для ликвидации неровностей. Принимают меры к обновлению и замене дорожных знаков; окрашивают бордюры, парапеты, оградительные тумбы; обновляют разметку проезжей части дороги.

6.10. Ремонт дорог и сооружений

Для того чтобы автомобильная дорога в течение всего периода ее эксплуатации удовлетворяла предъявляемым требованиям, необходимо своевременно проводить текущий и капитальный ремонт, а также реконструкцию дороги.

Текущий ремонт – это ликвидация появившихся незначительных разрушений или устранение предпосылок их возникновения. Он может проводиться в течение всего года и на всем протяжении дороги. Текущий ремонт бывает плановый и предупредительный. Плановый проводят весной с целью устранения всех появившихся зимой повреждений и осенью для подготовки дороги к эксплуатации в зимний период. Предупредительный (профилактический) ремонт осуществляют в остальное время года. При этом ремонте оперативно устраняют возникшие под действием транспорта или природных факторов разрушения, а также проводят комплекс мероприятий, исключающих или уменьшающих вероятность появления разрушений.

Текущий ремонт выполняют отдельные рабочие (ремонтёры), специализированные или комплексные механизированные бригады. В настоящее время для выполнения текущего ремонта созданы необходимые машины, а также сменное оборудование (щетка, косилка, бур, планировочный отвал, распределитель вяжущих и др.) к тракторам, грузовым автомобилям, автогрейдерам.

При текущем ремонте земляного полотна устраняют отдельные мелкие его повреждения; исправляют водоотводные, защитные и укрепительные сооружения; усиливают устойчивость геометрических форм насыпей, выемок, откосов, водоотводных канав; улучшают качество обочин.

В процессе текущего ремонта дорожной одежды выполняют работы по ликвидации выбоин, колеи, ям, просадок, проломов, наплывов, трещин, выкрошиваний кромок, устранению других деформаций и разрушений. Покрывания при ремонте отдельных разрушений очищают щеткой, вскирковывают и удаляют разрыхленный материал. Поврежденные участки покрывают материалом, близким по составу к материалу ремонтируемого слоя. Текущий ремонт щебеночных и гравийных покрытий следует проводить не реже двух раз в год, в том числе осенью – за 2...3 недели до наступления низких температур. Устранение возникших деформаций проводят профилировкой автогрейдером за 4...5 проходов по каждому участку. Предварительно покрытие увлажняют из расчета 6...12 л/м². Спрофилированное покрытие уплотняют катком за 2...3 прохода от обочин к оси дороги. Если эти покрытия обработаны вяжущими материалами, то выбоины, вмятины и другие деформации устраняют ямочным ремонтом холодным или горячим способом.

Ремонт асфальтобетонных и цементных покрытий на дорогах, подъездах, площадках можно проводить асфальтобетоном, горячим или холодным черным щебнем. При этом место ремонта очищают от грязи и пыли, обрубая кромки выбоин, обмазывают жидким битумом из расчета 0,3...0,5 л/м², заполняют новой смесью и уплотняют. Тре-

щины в асфальтобетоне заделывают весной и осенью битумом или мастикой.

В практике ремонтов накоплен опыт использования влажных органоминеральных смесей, приготовленных на основе гудрона с добавлением 4...5% воды. Для таких смесей могут быть использованы местные материалы, которые при длительном хранении не слеживаются и не теряют своих свойств, могут складироваться на обочинах. Движение транспорта можно открывать по уплотненному покрытию сразу с ограничением скорости до 40 км/ч. Эти смеси можно использовать при капитальном ремонте внутрихозяйственных дорог.

При текущем ремонте сборных и монолитных цементобетонных покрытий особое внимание уделяют заделке швов и трещин. Ремонт раковин на покрытии выполняют полимербетонами, приготовленными на основе эпоксидных смол.

Текущим ремонтом водоотводных сооружений предусматривается прочистка их, заделка трещин и щелей цементным раствором, восстановление креплений дна и откосов канав. При ремонте ограждающих сооружений, мостов, подпорных стенок и инженерного обустройства дорог устраняют повреждения перил, стоек, парапетов; заделывают выбоины на проезжей части мостов, ликвидируют просадки в зоне сопряжения моста с земляным полотном дороги; выполняют ремонт ограждающих конструкций и подпорных стенок; проводят исправление, окраску и замену дорожных знаков и ограждений.

Средним называется ремонт, который выполняется в плановом порядке и на основе специально разработанной проектно-сметной документации с целью восстановления изношенных или замены морально устаревших элементов, улучшения транспортно-эксплуатационных качеств дорог и дорожных сооружений. Средний ремонт проводят, как правило, на отдельных участках дороги. Основной его задачей является восстановление слоя износа дорожного покрытия и эксплуатационных качеств дороги и дорожных сооружений. Сроки службы разных типов покрытий до среднего ремонта можно принимать следующими: для цементобетонных – 10 лет, мостовых – 8, асфальтобетонных – 6, щебеночных и гравийных – 3 года.

При среднем ремонте земляного полотна поднимают небольшие по протяженности его участки на сырых или снегозаносимых местах, ликвидируют небольшие пучинистые участки; ведут подсыпку, срезку, планировку и укрепление обочин; выполняют уположение откосов насыпей и выемок, убирают отвалы оползней, засевают травами откосы для создания устойчивого дернового покрова; проводят в необходимых местах уширение земляного полотна; ведут сплошную очистку водоотводных канав, при необходимости устраивают новые канавы, устраняют неисправности дренажных и защитных устройств, водоотводных сооружений, подводящих и отводящих русел у мостов и труб.

Средний ремонт дорожных одежд включает работы по возмещению изношенных верхних слоев покрытий, улучшению ровности, обеспечению в необходимых местах шероховатости поверхности дороги, восстановлению поперечного профиля, улучшению проезжей части вяжущими и обеспыливающими материалами, перемощению отдельных участков мостовых, сплошному профилированию грунтовых дорог, устройству виражей на опасных для движения кривых и т.д.

Слой износа возмещают повышением износостойкости оставшегося покрытия или увеличением толщины покрытия с устройством нового слоя износа с учетом типа ремонтируемого покрытия, но не обязательно той же конструкции и из тех же материалов.

Средний ремонт щебеночных и гравийных покрытий выполняют сплошным выравниванием поперечного профиля с добавлением нового материала. Проезжую часть тщательно увлажняют, рыхлят и профилируют автогрейдером. Дополнительный материал (примерно 500 м³ на 1 км дороги) отсыпают в валик и затем равномерно распределяют на всю ширину. Уплотнение выполняют сначала легкими, а затем тяжелыми катками. В процессе уплотнения покрытие поливают раствором хлористого натрия или хлористого калия из расчета 2...3 л/м².

В случае, когда щебеночные и гравийные покрытия обработаны вяжущими материалами, ремонт их осуществляют в несколько этапов. Сначала автогрейдером ликвидируют выбоины, колеи, волны, а затем с помощью специальных разогревателей разогревают участки покрытия. После этого добавляют новый материал, распределяют его по поверхности и уплотняют. Ямочный ремонт таких покрытий проводят при заделке выбоин глубиной до 3 см холодным способом и свыше 3 см горячим. На подготовленную поверхность наносят тонкий слой битума, затем засыпают щебнем (гравием) фракции 5...15 мм и уплотняют катками. При холодном способе используют щебень 15...25 мм и поверх добавляют черный щебень фракции 5...15 мм или черные высевки. Ремонт кромки проезжей части выполняют также ямочным способом, обеспечивая упор со стороны обочин.

При среднем ремонте искусственных сооружений проводят восстановление покрытия на проезжей части, ремонт ограждений, перил, бордюров, деформационных швов, устройств водоотвода, подпорных стен. Выполняют полную или частичную перестройку мостов, водопропускных труб с доведением габаритов и допустимых на них нагрузок до норм, соответствующих установленной для ремонтируемой дороги категории. Проводят восстановление, усиление, замену отдельных звеньев и оголовков труб, изоляцию труб и стыков. Осуществляют нанесение защитных покрытий на элементы сооружений.

К среднему ремонту сооружений дорожного обустройства по организации и безопасности движения относятся работы по устройству новых и ремонту имеющихся тротуаров и пешеходных троп на участ-

ках дорог, проходящих через населенные пункты, замене и установке новых дорожных знаков, благоустройству транспортных развязок и т.п.

Капитальным называют такой ремонт дорог и сооружений, при котором заменяют изношенные конструкции и детали на более прочные и экономичные. В результате ремонта должны быть улучшены транспортно-эксплуатационные характеристики объектов, повышены технические нормативы дорог, увеличена прочность дорожных одежд и сооружений в пределах требований интенсивности движения, которая запланирована на дороге к моменту следующего капитального ремонта.

Капитальный ремонт назначают, если фактическая прочность дорожной одежды ниже допустимой. При планировании ремонтов руководствуются следующими проектными сроками службы: дорожных покрытий из цементобетона – не менее 25 лет, из асфальтобетона – 20, дорожных одежд облегченного типа – 15, дорожных одежд переходного типа – не менее 6 лет (СНиП 2.05.11 – 83).

Капитальный ремонт должен проводиться комплексно по всем сооружениям и элементам дороги на всем протяжении ремонтируемого участка. Он выполняется в соответствии с проектом по договору с подрядной дорожно-строительной или ремонтно-строительной организацией.

При капитальном ремонте земляного полотна на отдельных участках при необходимости изменяют план и продольный профиль дороги, проводят уширение, подъем, замену грунтов, обеспечение видимости, увеличение радиусов закруглений, смягчение продольных уклонов, спрямление дороги до 25% общего ее протяжения. На пучинистых участках проводят замену пучинистого грунта песчаным или супесчаным, улучшают отвод избыточных вод, в том числе с применением трубчатых дренажей. Создают эффективный отвод поверхностных вод путем планировки обочин и обеспечения надлежащей работоспособности водоотводных сооружений. Все мероприятия по ремонту земляного полотна обосновывают в проекте.

Капитальный ремонт дорожной одежды проводят с целью восстановления износа, усиления и уширения в соответствии с требованиями, предъявляемыми к дороге данной категории. Ширину проезжей части и прочность покрытия назначают с учетом интенсивности движения и расчетных габаритов автомобилей.

Ремонт асфальтобетонных покрытий может быть выполнен путем укладки нового слоя асфальтобетона поверх существующего или же удалением старого асфальтобетона с последующей его регенерацией и укладкой. Уплотнение нового слоя осуществляют с помощью пневмокатаков или катков с гладкими вальцами.

Капитальный ремонт цементобетонных покрытий проводят с целью повышения их прочности и устранения значительных разрушений. При этом может выполняться укладка асфальтобетона поверх подверженного разрушению покрытия, замена изношенных плит новыми, укладка нового слоя бетона. Ремонт проводят с таким расчетом, чтобы прочность новой дорожной одежды отвечала требованиям возрастающей грузонапряженности и дорога надежно работала в течение расчетного срока.

При капитальном ремонте гравийных и щебеночных дорожных покрытий могут выполняться различные работы в зависимости от состояния проезжей части. Здесь возможно утолщение покрытия, уширение проезжей части в связи с изменением интенсивности движения. К капитальному ремонту зачастую приурочивают усовершенствование покрытия с использованием старого в качестве основания.

При капитальном ремонте водопропускных и других сооружений проводят перестройку полностью или частично труб, мостов с доведением габаритов и расчетных нагрузок до норм, соответствующих технической категории дороги. Во время капитального ремонта дороги выполняют работы по восстановлению и улучшению сооружений дорожного обустройства, средств регулирования движения. Здесь возможно устройство остановочных площадок, пешеходных переходов; строительство новых и переустройство существующих пересечений и примыканий автомобильных дорог, переездов, съездов, подъездных дорог; восстановление тракторных путей; установка технических средств организации и регулирования движения и т.д.

Все работы по капитальному ремонту дорог и сооружений выполняют в соответствии с техническими проектами, которые разрабатывают на основе материалов изысканий и обследований элементов дорожных конструкций, устройств и сооружений.

Полную перестройку дороги на всем протяжении с повышением ее категории называют реконструкцией. Необходимость реконструкции возникает, когда интенсивность движения превышает расчетную, установленную для дороги данной категории, а пропускная способность и безопасность снизились. В этом случае все геометрические параметры дороги доводят до норм, соответствующих той категории дороги, к которой она может быть отнесена в расчете на повышение интенсивности движения на перспективу до 20 лет. Реконструкцию выполняют по проектам, составленным на основании специальных проектно-изыскательских работ. Работы по реконструкции имеют более сложный и объемный характер, чем при капитальном ремонте, который обычно проводят на небольших участках.

Работы по ремонту и содержанию автомобильных дорог общей сети, включая дороги областного значения, выполняют дорожные организации. Внутрихозяйственные дороги обычно ремонтируют и содер-

жат заинтересованные организации в пределах их землепользования. Правление колхозов и директора совхозов несут ответственность за правильную организацию работ по ремонту и содержанию закрепленной за ними сети дорог.

Работы по содержанию и текущему ремонту дорог в колхозах и совхозах проводят по годовому плану, который включается в общепроизводственный план хозяйства. Для выполнения работ по обслуживанию внутрихозяйственной сети дорог целесообразно организовать постоянные механизированные бригады (отряды, звенья). Каждая бригада обеспечивается бульдозером (автогрейдером, грейдером), трактором “Беларусь” с комплектом дорожного оборудования (прицеп, отвал, скребки, щетка и т.п.).

В период интенсивных перевозок зерна и других сельскохозяйственных грузов дороги и сооружения должны находиться под постоянным наблюдением, появляющиеся неисправности необходимо устранять в срочном порядке. Для четкой организации движения на сложных участках дорог нужно установить такие режимы, которые отвечают требованиям безопасности движения.

Средний и капитальный ремонты, а также обслуживание внутрихозяйственных автомобильных дорог лучше выполнять силами специализированных дорожно-строительных организаций на основе подрядных договоров.

6.11. Контроль качества и приемка дорожно-ремонтных работ

Некачественное выполнение ремонтных работ влечет преждевременное появление на отремонтированных участках деформаций и разрушений, затрудняющих движение автомобильного транспорта. Оценку качества проводят на основании действующих законоположений, требований проекта, строительных норм и правил и других нормативно-технических документов. Качество отдельных видов ремонтных работ оценивают при освидетельствовании скрытых работ, промежуточной приемке ответственных конструкций, законченных этапов работ и элементов объекта, окончательной приемке в эксплуатацию отремонтированного участка. Оценка качества работ по капитальному и среднему ремонтам осуществляется комиссией и заносится в общие журналы работ, акты промежуточной и окончательной приемки участка в эксплуатацию.

Оценку “отлично” получают работы, выполненные с особой тщательностью и мастерством, обладающие техническими показателями, которые превосходят показатели, требуемые нормативными документами и стандартами, или работы, улучшающие предусмотренные проектом эксплуатационные показатели без увеличения сметной стоимости соответствующих видов работ и сданные с первого предъявления

при условии, что в процессе приемки работ количество фактических отклонений, равных крайним значениям установленных допусков, составляет до 5% от общего числа промеров для работ первой группы (ответственные работы) и до 10% для работ второй группы (менее ответственные).

Оценку “хорошо” – работы, выполненные в полном соответствии с проектом, нормативными документами и стандартами, и сданные с первого предъявления при обязательном условии, что в процессе их приемки число фактических отклонений, равных крайним значениям установленных допусков, для работ первой группы составляет 5,1...8% от общего числа промеров, а для работ второй группы – 10,1...25%.

Оценку “удовлетворительно” – работы, выполненные с незначительными отклонениями от технической документации, согласованной проектной организацией и заказчиком, которые не снижают показателей надежности, прочности, устойчивости, долговечности, внешнего вида и эксплуатационных качеств, при обязательном условии, что при приемке работ количество фактических отклонений, равных крайним значениям установленных допусков, составляет 8,1...10% от общего числа промеров для работ первой группы и 25,1...50% для работ второй группы.

Техническому контролю и оценке качества подлежат подготовительные работы, земляное полотно, дорожные одежды (основания и покрытия), искусственные сооружения, обстановка автомобильных дорог, здания и сооружения, входящие в комплекс автомобильной дороги.

При контроле качества подготовительных работ проверяют соответствие проекту геодезической разбивочной основы, расчистки территории под карьеры, устройства временных объездов и т.п.

При оценке качества ремонта земляного полотна проверяют высотные отметки продольного профиля в местах подсыпки грунта, ширину земляного полотна, поперечные уклоны, крутизну откосов, поперечные размеры восстановленных кюветов, качество работ по исправлению системы дренажа, пригодность грунта для ремонта земляного полотна, плотность грунта насыпи, толщину слоя растительного грунта на откосах.

При контроле качества слоев дорожной одежды проверяют высотные отметки по оси дороги; ширину, толщину и плотность слоев; поперечные уклоны и ровность поверхности; шероховатость покрытия и коэффициент сцепления колес автомобиля с поверхностью.

Качество ремонта искусственных сооружений оценивают по соответствию значений отдельных параметров элементов и сооружения в целом требованиям проекта.

При контроле качества работ по устройству обстановки дороги проверяют соответствие проекту и нормативам местоположения уста-

новленных ограждений, дорожных знаков и указателей, нанесение разметки проезжей части.

Система контроля качества дорожно-ремонтных работ включает несколько его разновидностей. Различают производственный контроль и технический надзор. Производственный контроль осуществляет ежедневно линейный персонал, который непосредственно руководит работами: мастер, бригадир и др. Этот контроль может проводиться в форме осмотра, инструментального обмера и инструментальной проверки. Разновидностью производственного контроля является инспекторский, который проводят инженерно-технические работники соответствующих управлений.

Технический надзор осуществляют работники технического отдела автодорожного предприятия-заказчика.

Приемка работ по капитальному и среднему ремонтам автомобильных дорог и сооружений на них подразделяется на месячную, квартальную приемку скрытых работ и окончательную. Целью месячной и квартальной приемки является определение качества и объема работ, выполненных за месяц или квартал. Приемку скрытых работ осуществляют с целью проверки правильности выполнения отдельных работ или элементов, которые будут частично или полностью скрыты при последующих работах. Окончательную приемку проводят для проверки соответствия качества и объема завершенных ремонтных работ утвержденной документации и требованиям нормативов (СНиП, ГОСТ, ВСН).

Ремонтные работы (в том числе скрытые) принимаются комиссиями. Месячная приемка в соответствии с РД 0219.1.02 – 97 и РД 0219.1.13 – 99 оформляется актом промежуточной приемки. Приемка скрытых работ оформляется актом освидетельствования скрытых работ. Окончательная приемка ремонтных работ автомобильной дороги (участка) также оформляется соответствующими актами.

6.12. Организация и управление движением на дорогах

Организация дорожного движения – система мероприятий, направленных на более эффективное передвижение транспорта по дорогам и улицам.

Работа автомобильного транспорта может быть организована по расписанию (пассажирский транспорт), по графику (транспорт сферы торговли, обслуживания населения, хозяйственных организаций), по оперативному плану перевозок (транспорт сельскохозяйственных, строительных и других организаций).

Работа по графику обеспечивает своевременное прибытие автомобилей в определенные точки, максимальное использование грузоподъемности машин, способствует рациональной эксплуатации транспорта.

Оперативный план перевозок утверждается промышленными, сельскохозяйственными, строительными и другими организациями. Он имеет четко выраженные направления и объемы перевозок.

Проблема организации дорожного движения решается по-разному в зависимости от интенсивности потока транспорта, места, времени и дорожных условий. Во всех случаях организация дорожного движения обеспечивается:

- правилами дорожного движения, которые обязательны для всех участников движения;

- дорожными знаками, информирующими водителей об особенностях ситуации и условиях движения на находящихся впереди участках дорог;

- разметочными линиями, нанесенными на проезжей части дороги, окраской предметов и конструкций, примыкающих к проезжей части, которые позволяют разделить и локализовать транспортные потоки;

- оборудованием перекрестков, пересечений и других мест повышенной опасности светофорами с режимом работы, наиболее полно учитывающим особенности складывающейся в данном месте дорожной ситуации.

Госавтоинспекция (ГАИ) разрабатывает планы организации дорожного движения на местных дорогах и внутри населенных пунктов, ведет работы по изготовлению и установке дорожных знаков, осуществляет контроль за соблюдением правил дорожного движения. В организации дорожного движения принимают участие местные советы и дорожно-эксплуатационные организации. Служба эксплуатации обследует условия движения на дороге, выявляет опасные участки, устанавливает причины снижения пропускной способности дороги в целом и отдельных ее участков, принимает действенные меры по устранению недостатков и улучшению условий движения.

При осуществлении ремонтных работ составляют схему ремонтируемого участка дороги с указанием протяженности участка, искусственных сооружений, элементов обустройства, съездов и въездов. На схеме наносят направление объезда, ширину проезжей части дороги, обочин, наличие сужений, радиусы кривых, уклоны, тип покрытия. Отдельно составляют схему организации движения на участке проведения работ с перечнем дорожных знаков. Объезды должны соответствовать требованиям интенсивности и скорости движения и устраиваться с покрытием из укрепленных грунтов, а также с использованием местных гравийных, песчано-гравийных и щебеночных материалов. В случае, когда устройство объезда нецелесообразно или невозможно, производство ремонтных работ осуществляют на одной половине проезжей части, а движение транспорта организуют по другой.

Ремонтируемый участок ограждают и обеспечивают расстановку дорожных знаков в соответствии со схемой организации движения

(рис. 6.15). При этом необходимо руководствоваться инструкцией по ограждению места работ и расстановкой дорожных знаков при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог.

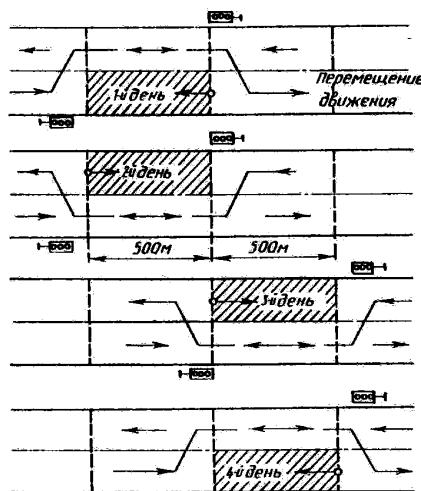


Рис. 6.15. Схема организации движения при ремонте дорог.

При организации движения на внутрихозяйственных дорогах следует учитывать, что при массовых перевозках сельскохозяйственной продукции существенно увеличивается интенсивность и состав транспортных потоков по сравнению с остальным периодом. На дорогах с ярко выраженными пиками объемов перевозок во время уборочных работ приходится большая часть дорожно-транспортных происшествий. Оценка сложности движения автомобилей на грунтовых и гравийных дорогах показала более высокую напряженность работы водителей по сравнению с работой на дорогах с усовершенствованным покрытием. Организацию движения на таких дорогах следует осуществлять с помощью дорожных знаков. На опасных участках дорог необходимо запрещать остановку и стоянку транспортных средств соответствующими знаками. Для предупреждения водителей об интенсивном пылеобразовании рекомендуется устанавливать временные предупреждающие щиты с надписями.

Дорожные знаки предназначены для организации движения и повышения его безопасности. Виды знаков, их размеры, цвета и обозначения определены СТБ 1140 – 99 “Знаки дорожные”. В соответствии с этим стандартом дорожные знаки подразделены на семь групп: предупреждающие, приоритета, запрещающие, предписывающие, информа-

ционно-указательные, сервиса, дополнительной информации (таблички). Они могут иметь светоотражающую поверхность, внутреннее или внешнее освещение.

Предупреждающие знаки устанавливают для информирования участников дорожного движения о характере опасности и расположения опасного участка дороги. Водитель обязан повысить внимание и принять меры безопасности, соответствующие дорожной обстановке.

Знаки приоритета служат для указания очередности проезда перекрестков, пересечений отдельных проезжих частей, а также узких участков дорог.

Запрещающие знаки предназначены для введения ограничений движения и их отмены.

Предписывающие знаки служат для обозначения необходимых направлений, условий и режимов движения.

Информационно-указательные знаки устанавливают для информирования участников дорожного движения об особенностях режимов движения или о расположении на пути следования населенных пунктов или других объектов.

Знаки сервиса – для информирования участников дорожного движения об объектах обслуживания.

Знаки дополнительной информации – для уточнения или ограничения действия других дорожных знаков.

Дорожные знаки устанавливают на определенном расстоянии их действия в соответствии с ГОСТ 23457 – 86. Так, предупреждающие знаки вне населенных пунктов устанавливают на расстоянии 150...300 м, а в населенных пунктах – на расстоянии 50...100 м от начала опасного участка. При необходимости они могут быть установлены и на ином расстоянии, которое в этом случае указывается в табличке дополнительной информации к знаку. Для установки знаков используют железобетонные или металлические столбы, которые размещают на удалении 0,5 м от бровки. На снегозаносимых участках дорог знаки устанавливают на присыпных бермах, примыкающих к обочине. На одном столбе допускается размещение двух знаков, если они несут одну и ту же информацию или дополняют друг друга. Дорожные знаки располагают вдоль дороги с учетом наилучшей видимости их участникам движения в любое время суток. Они не должны закрываться какими-либо предметами и препятствиями (зеленые насаждения, столбы освещения и т.п.), должны быть защищены от непреднамеренного повреждения и удобны в обслуживании. При последовательной расстановке знаков вдоль дороги расстояния между ними должны быть не менее 25 м в населенных пунктах и не менее 50 м вне населенных пунктов.

Ограждения дорог устанавливают в опасных местах: на насыпях высотой более 2 м, у берегов рек и озер, обрывов, на подъездах к мос-

там, над дорожными трубами, на сопряжениях пересекающихся в одном уровне дорог. Дорожные ограждения по условиям применения подразделяются на две группы (СНиП 2.05.02 – 85). К ограждениям первой группы относятся барьерные конструкции высотой не менее 0,75 м и парапеты высотой не менее 0,6 м. Они предназначены для предотвращения вынужденных съездов транспортных средств на опасных участках дороги, с мостов, а также столкновений с встречными транспортными средствами и наездов на массивные препятствия и сооружения. К ограждениям второй группы относятся конструкции перильного типа, сетки и другие высотой 0,8...1,5 м, предназначенные для упорядочения движения пешеходов и предотвращения выхода животных на проезжую часть.

Конструкции ограждений зависят от места их установки, наличия строительных материалов и требований, которые к ним предъявляются. По функциональному назначению ограждения разделяют на ориентирующие и удерживающие.

Ориентирующие ограждения служат для ориентации водителей о направлении дороги на опасных участках. К таким ограждениям относятся ребристые бордюры с блестящей светоотражающей поверхностью, хорошо видимые ночью и в дождливую погоду; бордюры из бетонных блоков, окрашенных в белый цвет; направляющие (сигнальные) столбики. Бордюры из бетонных блоков, окаймляющие проезжую часть, не допускают в гололедицу соскальзывания автомобилей с проезжей части. Для этой цели на мостах их ставят высотой до 50...60 см. Сигнальные столбики устанавливают на обочинах дорог на расстоянии не менее 0,5 и не более 0,85 м от бровки земляного полотна через 50 м на прямых участках при высоте насыпи не менее 2 м. В других случаях расстояние между столбиками может быть в пределах 3...50 м в зависимости от условий и рекомендаций СНиП 2.05.02 – 85. У мостов, например, рекомендуется устанавливать по три столбика до и после сооружения с двух сторон дороги через 10 м, а у водопропускных труб – по одному с каждой стороны по оси трубы. На столбиках с правой стороны дороги прикрепляют красные, а с левой – белые светоотражающие марки для лучшей видимости направления движения в ночное время.

Удерживающие ограждения служат для удержания автомобиля от съезда с земляного полотна. Устраивают их из массивных железобетонных тумб, на которые навешивают предохранительные заграждения, способные выдержать удар автомобиля и удержать его от падения под откос (рис. 6.16 – 6.18).

Желательно, чтобы ограждения обладали достаточной эластичностью и погашали силу удара автомобиля без его повреждения. Этим требованиям в определенной мере удовлетворяют ограждения из плотной посадки кустарника. Для устройства ограждений применяют фа-

сонные стальные полосы, проволочные стальные ленты и решетки. На насыпях высотой более 3 м и в горной местности могут устраиваться каменные, бетонные или бутобетонные парапеты, представляющие собой стенку высотой 0,7...1,2 м и толщиной 0,3...0,4 м. Такая стенка опирается на столбы или сплошное бетонное основание, имеет значительную массу и может противостоять косому удару автомобиля.

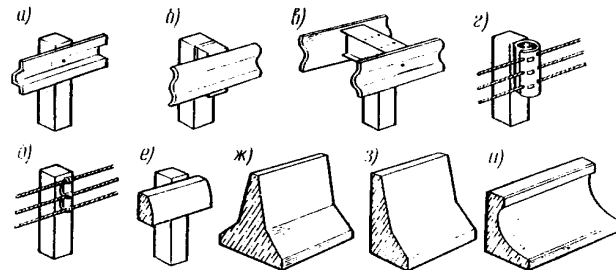


Рис. 6.16. Конструкция ограждающих устройств на автомобильных дорогах: а, б, в – из стальных профилей полос; г, д – тросовые; е, ж, з – бетонные; и – железобетонные парапетного типа.

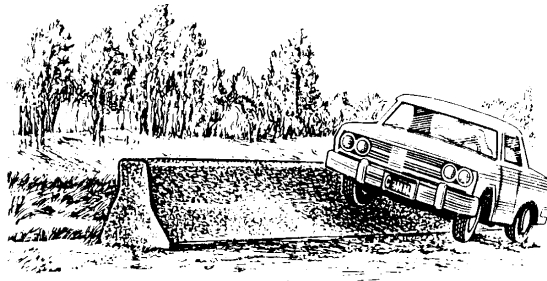


Рис. 6.17. Бетонное ограждение, изменяющее направление движения автомобиля.

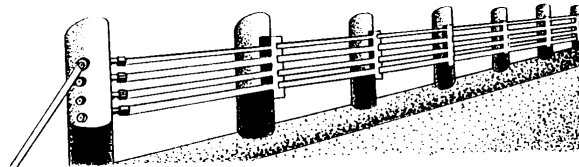


Рис. 6.18. Ограждение из стальных проволочных лент.

В дорожной практике известны ограждения из бетонных блоков, имеющих колесоотбойную плоскость и относительно большую массу, что позволяет исключить съезды автомобилей с проезжей части и предотвратить удары в примыкающие к дороге конструкции.

Ограждения всех видов не должны задерживать и накапливать снег. В процессе эксплуатации они подвергаются повреждениям, разрушениям, коррозии и т.п. Поэтому следует проводить работы по ремонту, восстановлению и установке (при необходимости) дополнительных ограждений. Для обеспечения хорошей видимости и предупреждения коррозии необходимо периодически проводить покраску ограждений.

Разметочные линии, надписи и иные обозначения, нанесенные на проезжей части дороги, устанавливают порядок дорожного движения транспорта. Различают горизонтальную (рис. 6.19, 6.20) и вертикальную (рис. 6.21) разметки. Горизонтальная включает продольную, поперечную и другие виды разметок. Продольная применяется для раз

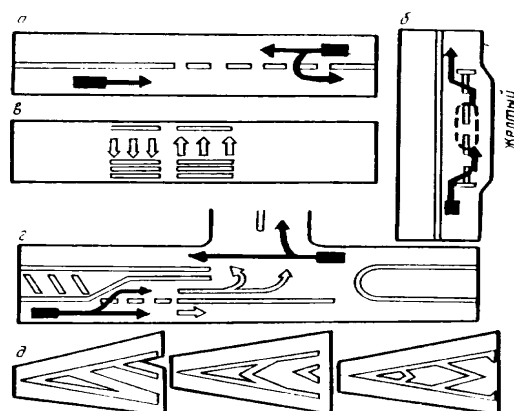


Рис. 6.19. Разметка проезжей части: а – направление движения; б – остановка автобусов; в – пешеходный переход; г – перестроение потоков; д – направление движения по полосам.

деления встречных потоков транспорта, разделения проезжей части на полосы движения, обозначения направлений движения (стрелы, изогнутые линии и т.д.). Вертикальную разметку наносят на элементы инженерных сооружений и обстановки дороги для предупреждения водителей о наличии препятствий и указания направления их объезда, а также информирования о направлениях дороги.

В населенных пунктах на перекрестках (пересечениях) дорог в одном уровне часто создаются особо сложные условия для движения

автомобилей. Наиболее успешно здесь можно регулировать движение с помощью светофоров. По способу подачи сигналов светофоры бывают трехцветные – с зеленым, желтым и красным свечением и одноцветные мигающие – с желтым свечением. При необходимости светофоры дополняют боковыми секциями.

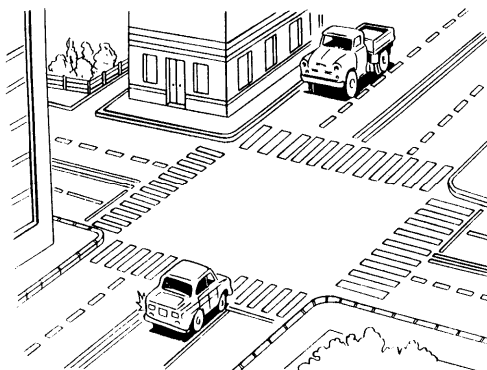


Рис. 6.20. Разметка проезжей части на перекрестке улиц.

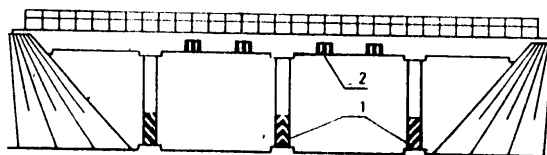


Рис. 6.21. Вертикальная разметка: 1 – на опорах моста; 2 – на нижнем крае пролетного строения.

7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

7.1. Организация и задачи службы эксплуатации систем сельскохозяйственного водоснабжения

Эксплуатацией водопроводно-канализационных систем в городах и городских поселках занимается служба жилищно-коммунального хозяйства. В сельских населенных пунктах эксплуатацию водопроводной сети осуществляют сельскохозяйственные предприятия через службу

инженера по трудоемким процессам. В настоящее время многие хозяйства передают водопроводно-канализационные сети на баланс и обслуживание районным объединениям жилищно-коммунального хозяйства.

Задачи службы эксплуатации систем водоснабжения определяются “Правилами технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест”. К основным задачам относятся:

- контроль и обеспечение качества подаваемой потребителям воды;
- обеспечение бесперебойной и надежной работы источников и всех сооружений системы водоснабжения;
- подача воды потребителям в необходимом количестве и снижение ее себестоимости;
- проведение текущего и капитального ремонтов, обнаружение и ликвидация аварий;
- организация наблюдений за состоянием и работой всех уличных водоразборных устройств, сетей и водопроводной арматуры;
- своевременная подготовка системы водоснабжения к зимним условиям работы;
- проведение работ по устранению утечек воды и нерационального ее использования;
- проведение паспортизации и инвентаризации всех устройств, регистрация и изучение причин нарушений в работе и аварий;
- организация рациональных режимов эксплуатации сетей и сооружений, внедрение передовой технологии на основе достижений науки и практики;
- разработка положений, должностных инструкций и правил по эксплуатации водопроводно-канализационных систем;
- подготовка и повышение квалификации эксплуатационного персонала;
- разработка планов организационно-технических мероприятий по повышению надежности, экономичности, качества водоснабжения и водоотведения;
- технический контроль и надзор за использованием водой, учет количества потребляемой и отводимой воды;
- разработка мероприятий по предупреждению аварий, улучшению техники безопасности, учет неисправностей и случаев травматизма;
- заключение договоров с потребителями на отпуск им воды и прием сточных вод;
- приемка в эксплуатацию новых и реконструированных сооружений и сетей;
- технический надзор за строительством водопроводных и канализационных сетей, сооружений;
- разработка заданий на реконструкцию и расширение систем и сооружений, выдача заданий на проектирование;

составление и передача вышестоящим органам отчетных документов по соответствующим формам.

Конечной задачей технической эксплуатации является обеспечение высокой рентабельности (прибыльности) систем водоснабжения и канализации путем внедрения механизации и автоматизации производственных процессов, рациональной организации труда, экономии трудовых и материальных ресурсов.

7.2. Технический персонал и его обязанности

Нормальная работа систем водоснабжения и водоотведения во многом зависит от уровня подготовки и персональной квалификации технических работников службы эксплуатации. Состав, численность и квалификация обслуживающего систему персонала устанавливается штатными нормативами. Штатные нормативы работников утверждаются управлениями коммунального хозяйства, исполкомами местных советов. Лица, принимаемые на работу в систему водоснабжения, проходят медицинскую комиссию и первичную проверку знаний. Первичной проверке знаний подвергаются все работники, включая руководящий и инженерно-технический персонал. Очередную проверку знаний проводят для рабочих ежегодно, а для инженерно-технического персонала один раз в 3 года. Лица, нарушающие правила эксплуатации систем водоснабжения и техники безопасности, подлежат внеочередной проверке знаний, сроки которой назначает руководитель предприятия. Проверку знаний проводит квалификационная комиссия, в состав которой включаются представители инспекций санитарного и технического надзора.

Если при очередной проверке работник получает неудовлетворительную оценку, ему назначается повторный экзамен не позднее, чем через месяц. При повторном неудовлетворительном уровне знаний работник понижается в должности (разряде) сроком до 3 месяцев с правом пересдачи экзамена в этот срок. Если экзамен не сдан в течение 3 месяцев, он может быть уволен с занимаемой должности. Лицам, прошедшим проверку знаний, выдается удостоверение. За уровнем подготовки эксплуатационного персонала следят руководитель предприятия и главный инженер. Для обучения рабочих они организуют производственно-технические курсы, курсы обучения вторым и совмещенным профессиям, школы по изучению передового опыта и подготовки мастеров; создают учебно-технические кабинеты; проводят занятия и инструктаж по технике безопасности.

Инженерно-технические работники обязаны руководить работой эксплуатационного персонала, обеспечить рабочие места инструкциями по обслуживанию оборудования, охране труда и пожарной безопасности, по гражданской обороне, указаниями по предотвращению

аварий. Они также обязаны изучать и контролировать режимы работы сооружений, установок и оборудования; планировать и осуществлять внедрение новой техники, более совершенных технологических процессов. Должны следить за правильностью ведения журналов учета работы сооружений, за наличием технических паспортов и своевременным внесением в них происшедших в процессе эксплуатации изменений; оформлять дефектные ведомости на ремонт, заявки на материалы, оборудование и запчасти, составлять отчеты о работе систем.

Персонал водопроводно-канализационной сети работает постоянно, круглосуточно, включая выходные и праздничные дни. В обязанности дежурного входит систематический обход и осмотр оборудования, сооружений, контроль за их работой по контрольно-измерительным приборам и запись результатов показаний в журналы по эксплуатации. Дежурный работник должен обеспечивать наиболее экономичный и надежный режим работы сети и сооружений.

При вступлении на дежурство рабочий обязан оформить приемку и сдачу смены в специальном журнале. При приемке смены нужно в соответствии с инструкцией ознакомиться с состоянием и режимом работы сооружений и оборудования на своем участке; проверить наличие инструмента, смазочных материалов, принять ключи от помещений и имеющуюся документацию; убедиться в исправности противопожарных средств, аварийного освещения, связи, точность часов.

При возникновении аварий во время дежурства следует срочно доложить об этом руководителю предприятия, главному инженеру принять меры для устранения аварии. Приемка и сдача смены во время ликвидации аварий либо в период ответственных переключений, при неисправном оборудовании или недостаточном обеспечении эксплуатационными материалами запрещается.

Аварии, брак и нарушения в работе сооружений и оборудования тщательно расследуют для установления причин. Работники, нарушившие Правила эксплуатации, подвергаются наказанию.

Для обеспечения нормальной эксплуатации и оперативного управления работой всех сооружений системы водоснабжения и канализации необходимо иметь в полном объеме технические и эксплуатационные документы. Обычно все изменения конструкций, схем, условий эксплуатации сооружений и оборудования, которые возникли в процессе эксплуатации, оформляются актом и вносятся в исполнительную документацию.

В перечень необходимой документации входят технический проект на строительство или реконструкцию; оперативные схемы систем водоснабжения и водоотведения. Дополнительно к оперативным схемам готовят планшеты, на которых показывают строения, подземные коммуникации и сооружения. На планшетах также обозначают диаметр, длину, материал и год постройки трубопроводов, полное оборудование

и номера колодцев с отметками земли, пожарные гидранты, аварийные выпуски, абонентские присоединения и их регистрационные номера. Технические паспорта бывают следующих видов: общий паспорт водного хозяйства предприятия, паспорт на основные сооружения, паспорта на вспомогательные сооружения.

В общем паспорте указывают производительность водопровода, насосных станций и очистных сооружений, схемы системы водоснабжения и водоотведения, генплан водозаборных сооружений, ведомость основных и исполнительных чертежей, общую характеристику водопотребления, мощность источника, перечень паспортов сооружений и оборудования.

Паспорта на основные сооружения оформляют на водозаборные сооружения из открытых или подземных источников, насосные станции, очистные сооружения, магистральные водопроводы и канализационные коллекторы, резервуары для хранения запаса воды и водонапорные башни.

Паспорта на вспомогательные сооружения составляют на систему электроснабжения, электrorаспределительные устройства при насосных станциях, колодцы переключения и камеры задвижек.

Персонал эксплуатационной службы обязан своевременно вносить в документацию исправления, отражающие проводимые в процессе эксплуатации изменения конструкций, схем, условий эксплуатации сооружений, оборудования коммуникаций и т.п. Изменения вносят сразу после оформления актов о приемке работ по проведенным изменениям.

В составе технической документации должны находиться акты приемки всей системы в эксплуатацию после ее строительства или ремонта. К актам прилагаются следующие документы:

- акты на скрытые работы по устройству оснований, фундаментов, упоров, уплотнений грунтов, изоляции и др.;
- сертификаты и паспорта на трубы, оборудование, конструкции;
- ведомости испытаний бетонных кубиков на прочность, если применялся товарный бетон;
- акты санитарной обработки магистралей;
- сварочная ленточка с указанием фамилии сварщика и номера его удостоверения;
- акты гидравлических испытаний коммуникаций и сооружений на прочность и герметичность;
- акты на эффективность действия выпусков;
- исполнительные чертежи, согласованные с управлением;
- ведомости отступлений от проекта, согласованные с проектной организацией, заказчиком и другими заинтересованными организациями;
- ведомости недоделок и сроков их устранения;

гарантийные паспорта строительной организации с указанием срока ее ответственности за скрытые дефекты;

журнал производства работ.

Техническая документация должна включать полный комплект паспортов и инструкций заводов-изготовителей на эксплуатируемое оборудование, агрегаты, механизмы, контрольно-измерительную аппаратуру, подъемно-транспортное оборудование.

Помимо наименований технической документации на основных объектах (насосная станция, распределительные устройства и др.) необходимо иметь наглядные эксплуатационные схемы, указания и инструкции.

В составе документации должны быть правила технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения, СНиПы и ГОСТы, технические условия и другие нормативные документы; полный комплект должностных инструкций, инструкции по эксплуатации и устранению аварий. Должностные и эксплуатационные инструкции определяют права, обязанности и ответственность обслуживающего персонала. Знание и выполнение должностных инструкций обязательны для всех работников эксплуатации водопроводно-канализационной системы.

Подразделения службы эксплуатации обязаны ежемесячно составлять отчеты по установленной форме. В пояснительной записке указывают достижения и недостатки в эксплуатации, проведение работ по совершенствованию сооружений, технологии и внедрению новых схем и оборудования. На основе месячных отчетов составляют годовые, которые затем являются основой для разработки перспективных планов развития систем водоснабжения и канализации, совершенствование их эксплуатации.

Общее оперативное руководство эксплуатацией систем водоснабжения районных центров и сельских населенных пунктов может возлагаться на службу районного производственного объединения жилищно-коммунального хозяйства (ПОЖКХ). В задачи службы входят следующие мероприятия:

управление и руководство эксплуатацией систем водоснабжения и водоотведения в целом, а также отдельных предприятий и сооружений;

обеспечение нормативных режимов работы систем водоснабжения и водоотведения;

контроль за ведением аварийных работ в сетях и сооружениях;

прием заявок на устранение повреждений и аварий, распределение аварийных бригад, автотранспорта и аварийных материалов;

осуществление мероприятий по обеспечению максимальной водоотдачи системой водоснабжения в районе возникшего крупного пожара.

7.3. Характеристика водозаборов для водоснабжения

В качестве источников водоснабжения могут использоваться водотоки (реки, каналы), водоемы (озера, водохранилища, пруды), подземные воды. Водоснабжение сельских населенных пунктов осуществляют преимущественно с забором подземных вод.

Одной из главных задач водообеспечения является, с одной стороны, охрана водных ресурсов, защита источников водоснабжения от загрязнения и истощения, поддержание экологического равновесия в водной среде, а с другой – обеспечение устойчивым водоснабжением населения и отраслей экономики, сельскохозяйственных предприятий.

Предприятия, учреждения и организации, пользующиеся водным источником, должны организовать учет забираемой воды, вести регулярные наблюдения за состоянием воды в источниках и сообщать в соответствующие органы об отклонении качества от установленных нормативов.

Согласно СНиП 2.04.02 – 84 “Водоснабжение. Наружные сети и сооружения” подземные воды питьевого качества запрещается использовать для других целей. В районах, где отсутствуют поверхностные водоисточники и имеются достаточные запасы подземных вод питьевого качества, допускается использование их для других нужд с разрешения соответствующих учреждений по регулированию использования и охране вод. Выбор источника для целей водоснабжения проводится на основании материалов изысканий: топографических, гидрологических, гидрогеологических, гидрохимических, гидробиологических и санитарных обследований. Для промышленных предприятий источник подбирают с учетом требований производства к качеству воды.

Забор подземных вод для нужд водоснабжения осуществляют с помощью шахтных колодцев, скважин, горизонтальных и комбинированных водозаборов, лучевых водозаборов и каптажа родников.

Шахтные колодцы применяют при наличии неглубоко залегающих малodeбитных водоносных пластов для удовлетворения нужд мелких водопотребителей (небольшие населенные пункты, полевой стан). Глубина их обычно бывает до 20...30 м.

Буровые скважины применяют для забора воды с больших глубин (более 50 м). Характерной особенностью этих трубчатых колодцев является относительно малый диаметр и большая длина водоприемной части, достаточно высокая производительность, возможность каптирования нескольких водоносных пластов, соответствие основным санитарным требованиям.

Горизонтальные водозаборы применяют при неглубоком залегании водоносного пласта (до 8 м) и незначительной его мощности (2...3 м) преимущественно вблизи поверхностных водотоков. Выполняются они в виде каменно-щебенчатой или трубчатой дрены, водосборной

галереи или штольни. Вода из дрен направляется в водосборный колодец, откуда забирается насосами и подается к месту обработки и потребления.

Комбинированные горизонтальные водозаборы также применяют в двухпластовых водоносных горизонтах с верхним безнапорным и нижним напорным пластами. Верхний пласт каптируется горизонтальными трубчатыми дренами, к которым сбоку или снизу подключаются патрубки фильтровых колонн вертикальных скважин, заложенных в нижнем напорном водоносном пласте.

Лучевые водозаборы представляют собой комбинацию шахтного колодца с несколькими горизонтальными лучами из стальных перфорированных или щелевых труб. Лучи длиной более 60 м идут с постепенным уменьшением диаметра труб. Лучевые водозаборы применяют при маломощных водоносных пластах, которые находятся на малой глубине от поверхности.

Лучевые водозаборы служат также для забора подрусловых (инфильтрационных) вод речных долин (рис. 7.1). Они более эффективны при заборе значительного количества воды. Возможно бурение наклонных лучей (скважин), захватывающих многослойные водоносные пласты, благодаря чему зона захвата резко увеличивается. Шахта служит для приема и хранения подземных вод. В напольном павильоне располагают оборудование для привода насосов, механизмы для управления забором и подачей воды.

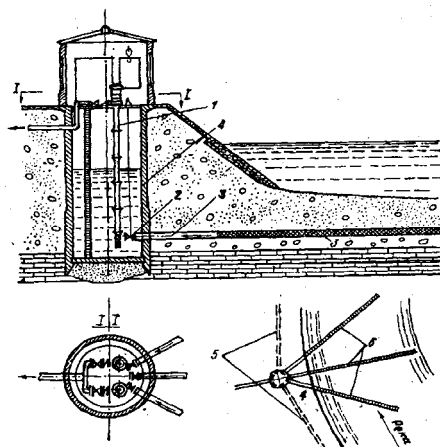


Рис. 7.1. Подрусловой лучевой дозатор: 1 – вертикальный насос; 2 – задвижка; 3 – фильтровая перфорированная труба; 4 – водосборная шахта; 5 – береговые лучи; 6 – речные

Для забора родниковых вод устраивают каптажные сооружения. Родники бывают восходящие (выход на поверхность земли напорных вод) и нисходящие (выклинивание на поверхность земли безнапорных

водоносных горизонтов, находящихся на водонепроницаемых пластах). Вода восходящих родников поступает в водосборную камеру через дно, выполненное в виде обратного фильтра. Каптажные сооружения нисходящих источников представляют собой приемную камеру, расположенную в месте наиболее интенсивного выхода подземной воды. Камера оборудуется разборной, сливной, спускной и вентиляционными трубами.

Состав и конструкция сооружений для забора воды из открытых водоисточников (рек и водохранилищ) зависят от природных условий, гидрологического режима источника, качества воды в них и производительности водозаборов. В практике водозаборов из открытых водоисточников более широкое распространение получили водозаборы берегового (рис. 7.2) и руслового (рис. 7.3) типов. Водозаборы берегового типа устраивают при наличии у берега достаточной глубины для обеспечения надежной работы водоприемника. Эти водозаборы применяют при средней и большой производительности сооружений. При этом насосная станция может быть совмещена с водоприемником (совмещенный тип) или расположена отдельно (раздельный тип сооружений). Совмещенный тип насосной станции облегчает обслуживание водозаборного узла, уменьшает высоту всасывания.

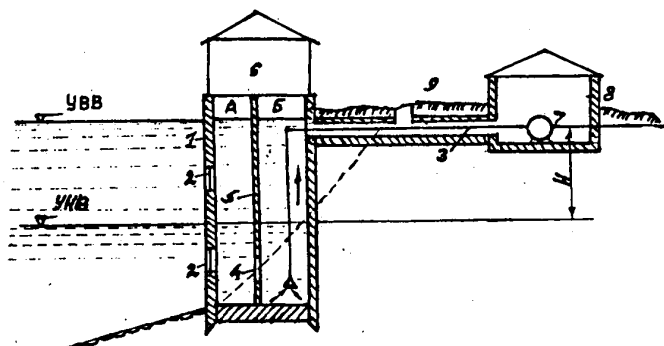


Рис. 7.2. Раздельный водоприемник берегового типа: А – водопроводное отделение; Б – всасывающее отделение; 1 – водоприемный колодец; 2 – водоприемные окна; 3 – всасывающие трубы; 4 – сетки; 5 – перегородка; 6 – служебный павильон; 7 – насосы; 8 – насосная станция; 9 – галерея.

Русловые водозаборы применяют при небольших уровнях воды в источнике. Если уровни воды имеют значительные колебания, могут применяться комбинированные водоприемники, состоящие из двух типов водозаборов – берегового (для забора воды при высоких уров-

нях) и руслового (для забора воды при низких уровнях). В практике коммунального водоснабжения, когда уровни в источнике резко колеблются, могут применяться плавучие водоприемники, совмещенные с насосной станцией (понтонные, легкие суда). При незначительных глубинах воды в реке прибегают к устройству водоподпорных плотин.

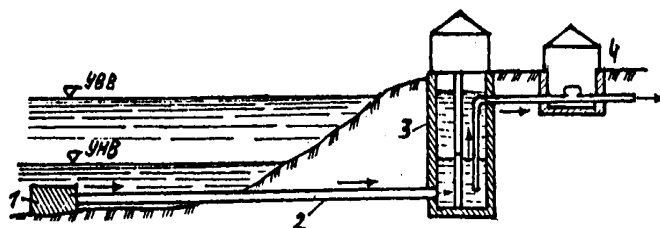


Рис. 7.3. Русловой водоприемник: 1 – оголовок; 2 – самотечная линия; 3 – береговой колодезь; 4 – насосная станция.

Одним из распространенных поверхностных источников для водоснабжения являются водохранилища. Для забора воды из водохранилищ или озер могут быть использованы речные водоприемные устройства, инфильтрационные, комбинированные, плавучие. Для приема воды более высокого качества во многих случаях водоприемные оголовки выносят далеко в озеро в виде незатопляемых сооружений островного типа, которые соединяют трубами по дну озера с водоприемным колодезем на берегу.

Зачастую для подачи воды из источника к месту потребления устраивают водопроводные каналы. Вдоль этих каналов организуют зоны санитарной охраны для предотвращения загрязнения воды. Типы и конструкции водозаборов из каналов аналогичны водозаборам из рек.

7.4. Эксплуатация сооружений для забора подземных вод

Все вновь построенные или капитально отремонтированные подземные водозаборные сооружения принимаются в эксплуатацию. Перед этим осуществляется их наладка. По окончании бурения скважины поры водоносного слоя могут быть заилены буровым шламом, который удаляют предварительной откачкой воды. Чтобы избежать излишнего выноса породы из скважины, необходимо снизить производительность предварительной откачки, которая может превышать эксплуатационную не более чем на 10...20 %. После этого удельный дебит при эксплуатационном режиме, как правило, увеличивается. Промывка скважины от шлама осуществляется эрлифтной установкой, форсунка

которой может быть опущена почти до забоя. Пробноэксплуатационные откачки проводят не менее чем при двух понижениях с проектным дебитом. Продолжительность откачек должна составлять 1...2 сут на каждое понижение после установления постоянного динамического уровня и полного осветления воды. Если после 1...2 сут непрерывных откачек мелкие песчаные фракции продолжают выноситься из фильтровых засыпок или водоносного пласта, то продолжительность откачек увеличивают. Непрерывность откачек является одним из основных требований. Наблюдение за положением уровня воды в скважине после пуска насоса ведут через каждые 10...15 мин. После его стабилизации время между замерами может быть увеличено до 30 мин.

Откачки, замеры уровней и расходов, время пуска и остановки насосов заносятся в специальный журнал. Завершающим этапом пуска-наладочного периода является дезинфекция водозаборных устройств.

Приемка в эксплуатацию подземного водозабора осуществляется специальной приемочной комиссией, которая проверяет правильность размещения на местности вновь построенных сооружений и соответствие всех размеров, а также конструкций вновь построенных или отремонтированных устройств с проектом; соответствие производительности водозаборных сооружений и водоподъемной установки с проектной, наличие зоны санитарной охраны водоисточника; наличие и состояние технической документации на сооружения и оборудование; визуально проверяют наличие необходимого оборудования на скважине (уровнемеров, водосчетчиков, крана для отбора проб, контрольно-измерительных приборов и автоматики); а также отметки низа и верха обсадных труб, крепление насосного агрегата, труб, качество бетонных фундаментов; определяют статический и динамический уровни воды.

При сдаче в эксплуатацию водозаборных сооружений должна быть представлена следующая техническая документация: генеральный план водозаборных сооружений с нанесением всех подземных коммуникаций; рекомендации по режиму эксплуатации колодца или скважины; схема автоматизации и телемеханизации; технологическая схема коммуникации агрегатов и переключений; паспорта на водозаборные сооружения и установленные агрегаты; журналы учета воды, контроля и учета работы сооружений и оборудования; буровые журналы; исполнительные гидрогеологические и технические разрезы скважин. Должны быть также данные анализа воды во время испытаний колодцев, акты об отклонениях, происшедших при их бурении, данные о причинах изменения проекта. К акту приемки в эксплуатацию подземных водозаборов прилагается паспорт колодцев (скважин) с наземными сооружениями; заключение по дебиту колодца; паспорт и инструкция по эксплуатации насосно-силового оборудования; заключение санитарно-эпидемиологической службы о возможности использования

воды для водоснабжения; журнал эксплуатации колодца с наземными сооружениями; акты на скрытые работы. Вся документация должна храниться у владельца водозаборных сооружений на протяжении всего периода их эксплуатации.

Нарушение в работе подземных водозаборных сооружений характеризуется изменением производительности, статического и динамического уровней, удельного расхода, качества воды, характерными шумами при работе оборудования и др. Нарушению работы водозабора может способствовать занос фильтра породой при повреждении сетки, проволоочной обмотки фильтра и его каркаса; недоведение обсадных труб до водоупорных пород; наличие низкого качества сальника, который расположен в кольцевом зазоре между потайной и фильтровой рабочими колоннами в колодце; отсутствие или неправильное выполнение затрубной и межтрубной цементации; зазоры между отдельными блоками (при блочных фильтрах); недостаточная длина надфильтровых труб; нарушение правил технической эксплуатации колодцев (частые остановки водоприемника, несоответствие производительности по сравнению с проектной, установка более мощного агрегата по сравнению с проектом и др.); коррозия и зарастание фильтров продуктами коррозии, образование песчаной пробки в водоприемной части колодца.

Основными общими задачами эксплуатации водозаборных сооружений являются:

- обеспечение эффективной, бесперебойной и надежной работы комплекса водозаборных сооружений при низкой себестоимости подачи воды;

- систематический лабораторно-производственный контроль за качеством воды, состоянием источников водоснабжения и работой водозаборных сооружений;

- учет забираемой из источника воды;

- проведение своевременных осмотров и ремонтов сооружений и оборудования, устранение нарушений и аварий.

Для проведения наблюдений за работой сооружений эксплуатационный персонал должен быть обеспечен необходимыми контрольно-измерительными приборами, оборудованием, транспортом. О всех изменениях в состоянии источника водоснабжения и ухудшении качества воды в нем, связанных с возможным поступлением сточных вод, токсичных веществ или других загрязнений, работники эксплуатации должны немедленно сообщить в местную администрацию, учреждение по регулированию использования и охране вод, гидрометслужбу, территориальное геологическое управление, Госсаннадзор. При значительном ухудшении качества воды создается комиссия для выяснения причин ухудшения качества и решения вопроса о возможности дальнейшего использования водозаборного и очистных сооружений. При

возможности использования водоисточника для дальнейшего водоснабжения после ликвидации причин загрязнений осуществляют дезинфекцию надводной и подводной частей скважин.

Состав работ по эксплуатации подземных водозаборов зависит от их конструкции. Эксплуатационные работы по содержанию шахтных колодцев включают комплекс организационно-технических мероприятий по надзору, уходу и ремонту. В шахтных колодцах не реже одного раза в месяц необходимо проводить контроль за качеством и уровнем воды, дебитом колодца. Ведется журнал учета работы колодца. Необходимо следить за его состоянием, поддерживать в исправности стенки ствола колодца, отмостку, водоотводную канаву вокруг колодца. Нужно своевременно ликвидировать норы землероев, делать утепление оголовка.

Шахтные колодцы один раз в год подлежат техосмотру, во время которого выявляют повреждения, определяют объемы ремонтных работ и намечают мероприятия по их выполнению. Но прежде чем приступить к осмотру или ремонтным работам, шахту необходимо проветрить путем быстрого спуска и подъема дощатого диска или крупного снопа соломы диаметром, близким к диаметру колодца. Затем в колодец спускается квалифицированный рабочий в каске и спецодежде. Находящиеся над шахтой двое рабочих помогают ему и страхуют с помощью прочного каната. Результаты осмотра оформляют соответствующим актом.

Ремонтные работы подразделяются на текущие (планово-предупредительные), капитальные и аварийно-восстановительные. Цель текущего ремонта – обеспечение нормальной и бесперебойной работы шахтного колодца, предохранение его от преждевременного износа и выхода из строя. Текущий ремонт выполняют по графикам, утвержденным руководителем службы эксплуатации или хозяйства.

К капитальному ремонту относятся работы по исправлению крупных повреждений и разрушений шахтных колодцев. При этом может проводиться частичная или полная разборка с заменой конструкций сооружений. Ремонт может быть комплексным, охватывающим все узлы колодца, и выборочным по отдельным конструкциям. Капитальный ремонт выполняется по мере надобности.

Необходимость аварийно-восстановительных работ возникает при стихийных воздействиях и при несоблюдении правил эксплуатации.

Средства на ремонтные работы планируют из норм отчислений на амортизацию, капитальный и текущий ремонты. Если в результате осмотра колодца выявлена непригодность его к дальнейшей эксплуатации, то он ликвидируется, о чем составляют соответствующий акт.

Ремонтные работы в шахтных колодцах выполняют квалифицированные рабочие с соблюдением правил техники безопасности. Спускаться в колодец необходимо в каске и спецодежде с металлическими

наплечниками. Инструмент и материалы спускают в бадье, прикрепленной к тросу, который наматывают на ворот. Спуск груза весом более 50 кг запрещается. Во время спуска или подъема бадьи рабочий, находящийся в шахте, становится под небольшой навес. Для освещения рабочего места применяют электролампы, питающиеся от источника тока напряжением не более 36 В, или используют батарейный электрофонарь.

При заилении водоприемной части колодца проводят удаление отложений механизированным или ручным способом. Перед очисткой вручную тщательно проверяют исправность подъемных приспособлений, прочно закрепляют на канате опускаемые предметы, вокруг колодца очищают площадку диаметром не менее 5 м, чтобы избежать падения каких-либо предметов в шахту. Рабочего в колодце постоянно предупреждают о подъеме или опускании грузов. Воду из колодца откачивают с использованием ведер, бадьи или насоса. Производительность при подъеме воды вручную из колодца глубиной 10 м составляет примерно 1 м³/ч. Поэтому данный способ применим тогда, когда дебит колодца не превышает этой величины. Во всех других случаях нужно применять насос.

Механизированное удаление наносов осуществляют гидромеханическим (рис. 7.4) и механическим способами. Гидромеханический основан на взмучивании донных наносов с последующей транспортировкой образовавшейся пульпы на поверхность с помощью насоса или гидроэлеватора. При очистке шахтных колодцев путем создания пульпы необходимо, чтобы в колодце постоянно была вода. Практика показывает, что многие колодцы, требующие очистки, либо безводны, либо имеют очень мало воды. В таких случаях организуют подвозку ее цистернами.

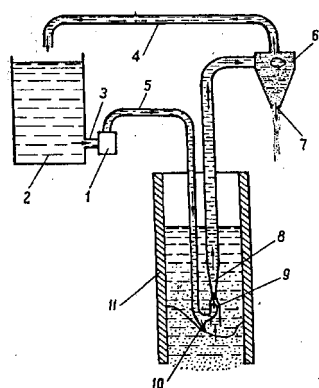


Рис. 7.4. Схема гидромеханической очистки шахтного колодца: 1 – насос; 2 – бак-отстойник; 3 – всасывающая труба насоса; 4 – сливная труба; 5 – напорный трубопровод; 6 – гидроциклон; 7 – отверстие для сброса песка; 8 – гидроэлеватор; 9 – насадка гидроэлеватора; 10 – размывающая насадка; 11 – очищаемый колодец.

Для образования пульпы и ее транспортировки применяют гидроэлеваторы. Они просты по устройству, надежны в работе, пригодны для транспортировки жидкостей, содержащих механические примеси, устойчиво работают при засасывании воздуха и нет необходимости предварительно заливать воду в насос. Принцип работы установки основан на предварительном размыве наносов через специальную насадку на гидроэлеваторе и подаче полученной пульпы на поверхность. Установка оснащена гидроциклоном для отделения твердых частиц от воды, которая вновь используется для работы гидроэлеватора. Кроме того, в комплекте установки имеется бак емкостью 1 м³ с отстойником, в котором постоянно находится вода, необходимая для пуска гидроэлеватора в работу, а во время работы в емкости происходит дополнительная очистка воды, поступающей из гидроциклона. Установка смонтирована в комплекте с трактором, который обеспечивает ее транспортировку и работу.

Механическая очистка шахтных колодцев, основанная на периодическом заглублении очистителя (бадьи) в наносы и подъеме на поверхность, выполняется очистителями шахтных колодцев ОШК-30. Установка смонтирована на базе автомобиля. Основным рабочим оборудованием машины является бадья для подъема донных наносов. Установка снабжена также грейфером для подъема камней, металлических и других предметов и насосом для откачки и осветления воды.

Трубчатые колодцы (скважины) состоят из трех основных частей: устье (оголовок), ствол (эксплуатационная колонна труб) и водоприемная часть. Эксплуатация скважин, водоприемного оборудования и наземных сооружений ведется специально обученными лицами. Они должны регулярно присутствовать на строительстве водозаборных и наземных сооружений, знакомиться с их конструкцией, знать глубину установки фильтров, статический и динамический уровни воды, знакомиться с правилами и инструкциями эксплуатации водозаборов и насосного оборудования. В период эксплуатации сооружений обслуживающий персонал ведет журнал работы, в котором отмечают режим эксплуатации трубчатых колодцев, показания измерительных приборов, сведения о режиме водоносного горизонта (пласта). Необходимо регулярно следить за исправностью оборудования насосных станций, качеством воды (не реже одного раза в месяц). При изменении качества воды выявляют причины и приступают к немедленному их устранению. В случае появления изменений в работе трубчатого колодца или прекращения его работы необходимо сначала проверить исправность насоса и только после этого проверять сам колодец. При появлении в воде песка, глины нельзя останавливать насос до полного ее осветления. Если вынос песка наблюдается длительное время, нужно постепенно уменьшать производительность насоса до полного исчезновения твердых частиц в воде.

Если примесь песка не уменьшается, следует остановить насос, поднять его на поверхность, выявить и устранить причины. Незначительное помутнение откачиваемой воды в момент пуска трубчатого колодца не является признаком его неисправности и не влияет на работу насоса. Режим эксплуатации трубчатых колодцев должен быть постоянным, так как некоторые водоносные пласты чувствительны к повышению водоотбора.

Нормальная работа трубчатых колодцев (скважин) во многом зависит от проницаемости водоносного пласта, а также от технического состояния и надежности водоприемной части. Водоприемная часть состоит из трех основных узлов: рабочей части, отстойника, расположенного ниже рабочей части и надфильтровой трубы с замком. Фильтры должны обладать противокоррозионной устойчивостью, пропускать только чистую воду, не подвергаться зарастанию и иметь достаточную механическую прочность. При эксплуатации скважин в пористой среде пород прифильтровой зоны накапливается осадок. В результате изменяются структурные показатели пористой среды и уменьшается водопроницаемость пласта. При этом степень изменения производительности скважины зависит от степени насыщения порового пространства колюматизирующими частицами. Колюматаж скважин прослеживается в относительно небольшой по размерам зоне (обычно не более 1 м).

Образование колюматизирующих отложений происходит в результате химических и биологических процессов. Химический колюматаж интенсифицируется в зоне фильтра в условиях контакта подземных вод с воздухом, в результате чего происходит окисление железа и других элементов, выпадающих в осадок. Поэтому при заборе подземных вод, склонных к выделению колюматизирующих образований, следует избегать неравномерного режима эксплуатации скважин, при котором происходит аэрация подземных вод. Следует надежно герметизировать устья скважин, исключать использование эрлифтных водоподъемников.

Процессы химического колюматажа, происходящие в прифильтровых зонах скважин, интенсифицируются микробиологическими процессами. Основной причиной этого являются железо- и марганцевые бактерии, которые в нескольких видах присутствуют во всех водоносных породах, подземных водах и в результате жизнедеятельности осаждают железо и марганец из подземных вод. Возможность биологического колюматажа определяется на основе комплексных биологических и химических исследований. При получении положительных результатов следует предусматривать профилактические мероприятия по поддержанию стабильной работы скважин. Наиболее доступным способом является периодическое хлорирование, которое проводят путем подачи в скважину воды с хлором из напорного водовода при снятом

обратном клапане погружного насоса. Периодичность хлорирования устанавливают конкретно для каждого объекта водозабора.

При значительном накоплении кольматирующих отложений необходимо проводить ремонтные работы. При этом главная трудность заключается в удалении кольматажа с наружной поверхности фильтра и из прилегающей зоны водоносных пород или гравийной обсыпки. Решение этой задачи достигается растворением кольматирующих отложений при подаче реагента в призабойную зону скважины либо импульсным разрушением кольматажа и цемента обрастания, при котором размер образующихся кольматирующих частиц становится меньше размера пор и они выносятся при последующей или одновременной с импульсным воздействием прокачке.

Вид реагента и его количество подбирают в зависимости от гидрогеологических условий и конструкции скважины, надежности метода контроля хода обработки и критерия для оценки ее окончания. Наиболее распространенным реагентом является соляная кислота. Устойчивость фильтров в кислотах приводится в технических характеристиках по их производству и применению. В целях предотвращения коррозии фильтров в процессе обработки в соляную кислоту добавляют ингибиторы катапин - А или катапин - Б в концентрациях соответственно 0,5 и 0,05 %. Эти ингибиторы допущены к использованию в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения. Для обработки одной скважины требуется от 300 до 1100 кг кислоты в зависимости от диаметра и длины фильтра. Технология реагентного восстановления производительности скважин может проводиться по типу реагентной ванны и циклического задавливания, обеспечивающего возвратно-поступательное движение реагента в прифильтровой зоне.

Способ реагентной ванны применяют при залегании подземных вод на глубине более 30 м. Продолжительность обработки скважины при этом составляет 10...12 ч. Восстановление производительности герметизированных скважин более эффективно обеспечивается циклической обработкой. При этом возвратно-поступательное движение реагента в околофильтровой зоне создается путем последовательного повышения и снятия давления или вакуумированием скважины с последующей ее разгерметизацией. Время окончания обработки определяют по стабилизации данных о восстановлении уровня воды в стволе скважины. Время прокачки скважины после обработки находится в пределах двух часов.

Импульсное разрушение кольматирующих отложений характеризуется простотой применяемого оборудования и достаточно ощутимым эффектом. Для восстановления производительности водозаборных скважин импульсным воздействием используют взрыв торпед из детонирующего шнура, пневмовзрыв, электрогидравлический удар. Импульсное воздействие скважина испытывает также при пульсирующей

прокачке эрлифтом, пусках-остановках погружных насосов, гидравлических ударах в фильтре, создаваемых сбрасыванием в него желонки или какого-либо другого груза. При оборудовании скважин сетчатыми фильтрами, блочными и пластмассовыми конструкциями применять взрыв детонирующего шнура не рекомендуется.

Электрогидравлическая обработка осуществляется с использованием специальных установок, обеспечивающих создание электрогидравлического удара по длине фильтра. Возможность регулирования величины импульсов и их количества расширяет область применения этого метода в том числе в пластмассовых фильтрах с сетчатой водоприемной поверхностью.

Пневмоимпульсное воздействие обеспечивается установками, создающими с помощью сжатого воздуха при высоком давлении в стволе скважины волны повышения давления до 4 МПа. Опыт импульсной регенерации велик и позволяет сделать вывод о возможности восстановления производительности скважин до 40...70% от первоначальной.

По сложности и трудности ремонты трубчатых колодцев подразделяют на текущие, капитальные и аварийные. При текущем проводят технический осмотр, профилактические мероприятия, демонтаж водоподъемного оборудования, текущий ремонт насоса (разборка, ревизия, замена износившихся деталей), проверку водоподъемных труб. Предварительные и детальные обследования водозаборных сооружений осуществляются комиссиями. Результаты осмотра оформляют актами по каждому колодцу. При детальном обследовании может быть вскрыто устье колодца, сделан демонтаж водоподъемного оборудования, проведено извлечение его на поверхность и подробный осмотр. Работы по текущему ремонту проводят по графику в течение всего года.

В капитальный ремонт входят работы по ликвидации крупных дефектов. При этом проводится замена отдельных частей или конструкций на более прочные, более совершенные и долговечные.

Для восстановления трубчатых колодцев, разрушенных или частично поврежденных вследствие стихийных явлений или несоблюдения правил эксплуатации, проводят аварийный ремонт. Основная его задача – оперативное восстановление нормальной работы трубчатых водозаборных сооружений.

В составе ремонтных работ одной из трудоемких является замена фильтров. Фильтры с длиной рабочей части до 5 м и механически прочные извлекаются захватом за верхний конец специальным ключом, который заводится в Г-образные выемки муфт надфильтровой трубы или использованием специальной металлической “груши” с обсыпанием ее гравием. Подъем выполняют лебедкой. Если фильтр не поддается извлечению, его разрушают рейбером (при вращательном бурении), долотом (при ударном). Остатки фильтра извлекают желон-

кой или магнитным фрезером. При необходимости колодцы углубляют буровыми станками с одновременной их промывкой.

При непригодности к дальнейшей эксплуатации проводят ликвидацию трубчатых колодцев с целью охраны подземных вод от загрязнений, проникающих через устье и затрубное пространство. Тампонаж скважины проводят глинистым раствором. Все работы по ликвидации скважины должны быть согласованы с территориальным геологическим управлением и местными органами санитарной службы.

Основная задача при эксплуатации горизонтальных водозаборов – обеспечение надежной и бесперебойной работы водоприемной части и водопроводов, предотвращение проникновения загрязненных вод, своевременное выявление деформаций отдельных узлов и конструкций. Для облегчения надзора и ремонта на водоприемной части предусматривают смотровые колодцы. Эксплуатация и виды ремонтных работ горизонтальных водозаборов аналогичны с обслуживанием шахтных колодцев.

Основными причинами снижения дебита лучевого водозабора являются заиливание русла реки, занос фильтровых труб песком и зарастание их солями кальция, железа. Следует с первых дней эксплуатации лучевых водозаборов организовать постоянные наблюдения за режимом работы всех горизонтальных скважин. Очистку фильтровых труб от песка и зарастания солями проводят механическим способом и промывкой (механическая чистка ершом, подача воды под давлением). Для устранения закольматированного слоя грунта в русле реки можно использовать земснаряды, водоструйные установки.

Уход за каптажными сооружениями родников сводится к очистке камеры от наносов, восстановлению разрушенной части сооружений и водопроводов, дезинфекции газообразным хлором или раствором хлорной извести. Следует вести наблюдение за расходом воды источника. Уменьшение дебита родника может быть в результате ухода его от каптажного устройства. Нужно обращать внимание на возможный контакт каптируемых и поверхностных вод.

7.5. Эксплуатация сооружений для забора воды из открытых водоемов

Техническая эксплуатация водозаборных сооружений из поверхностных источников должна обеспечить забор расчетного количества воды для водопотребителей. Проверка водозаборов после их строительства или ремонта включает определение высотных отметок расположения и размеров водоприемных отверстий. Низ водоприемных отверстий должен быть не менее чем на 0,2 м ниже нижней кромки льда при ледоставе. Самый низкий уровень воды в реке должен закрывать верх окна не менее чем на 0,3 м.

Затем проверяют защитные решетки и возможность их свободного движения по направляющим стойкам для подъема и периодической очистки. Между приемным и всасывающим отделением располагаются плоские (подъемные) или вращающиеся (ленточные) сетки.

Испытанию подлежат устройства для подвода воды и промывки сетки, а также для отвода загрязненной воды за пределы места водозабора вниз по течению или в канализацию.

Проверяется возможность свободного доступа к запорной и регулировочной арматуре, к подъемным механизмам, апробируются приборы и автоматика. Проверяют также правильность прокладки самотечных и всасывающих линий, диаметр их должен соответствовать проектному.

Оборудование для учета забираемой воды опробовывают при участии ведомственной службы метрологии, о чем делают запись в акте Госприемки. Отдельно проверяют соответствие проекту выполненных рыбозащитных устройств и мероприятий по рыбозащите.

При сдаче в эксплуатацию сооружений для забора воды из открытых водоисточников должна быть оформлена следующая техническая документация: генеральный план площадки водозаборных сооружений; технологическая схема всех коммуникаций, агрегатов и переключений; схемы автоматизации и телемеханизации; технические паспорта на сооружения и оборудование; журнал учета забираемой воды из источника; журнал контроля и учета работы сооружений и оборудования.

В процессе эксплуатации в паспорта вносят изменения, связанные с заменой и модернизацией оборудования, переналадкой контрольно-измерительных приборов и автоматики.

Эксплуатация поверхностных водоисточников заключается в систематическом наблюдении за уровнем воды, возможными изменениями русла и берегов, движением наносов и заилением русла, цветением и зарастанием, ледовыми явлениями. Осуществляют контроль за качеством воды (по физико-химическим, биологическим и бактериологическим показателям), за пропуском паводковых вод, своевременным выполнением ремонтов. По результатам наблюдений за уровнем воды в реке определяют расход, а в водохранилище – объем и площадь зеркала воды. Кроме того, можно определить сток с водосборной площади и расход воды на фильтрацию, испарение, водопотребление, т.е. рассчитать баланс объема воды. Величину потерь на испарение устанавливают с помощью испарителей.

Определенное количество воды в открытых источниках теряется на образование ледяного покрова. Поэтому в зимний период приходится исключать этот объем из водного баланса. Обычно ледяной покров уменьшает расход воды в реке на 35...40%. Наблюдение за ледяным покровом нужно вести постоянно.

Служба эксплуатации периодически изучает процессы заиления и зарастания русла реки и ложа водохранилища. Частота наблюдений зависит от качества поступающей в водохранилище воды и интенсивности процесса. Заиление водохранилищ может вызвать значительные затруднения в водоснабжении. Оно может сократить срок службы водохранилища, вызывать образование мелководий, уменьшить полезный объем. К мероприятиям по борьбе с заилением водоисточников можно отнести лесные посадки на площади водосбора, запрещение распашки вблизи водоема и др.

Борьба с цветением воды и зарастанием озер, водохранилищ и прудов проводится механическим и химическим способами. Механический заключается в применении плавучих косилок, протаскивании цепей, неводов. При химической обработке растений применяют медный купорос. Нормы внесения согласовывают с местными санитарными службами.

Изменения качества воды контролируют лабораторными анализами проб. При использовании источника для хозяйственно-питьевого водоснабжения лабораторный анализ воды следует проводить не реже одного раза в месяц. Рекомендуется отбор проб осуществлять в весенний паводок, летом при наиболее низком уровне воды, во время дождей и в середине зимы, а из озер и водохранилищ дополнительно после длительного волнения.

Ухудшение качества воды зачастую происходит за счет повышения ее минерализации. Поверхностные воды растворяют ряд веществ почвы и, стекая с водосборной площади, приносят их в водохранилища, реки. Необходимо предотвратить поступление таких вод в поверхностные водоисточники разными способами: перехват и сброс в нижний бьеф, организация зон санитарной охраны и строгое соблюдение правил их обслуживания.

Водозаборные сооружения обслуживают операторы защитных решеток и машинисты насосных станций. Количество работающего персонала зависит от производительности водозабора. Обслуживание водозаборных сооружений начинается с рыбозащитных устройств. Следующее устройство – это мусорозадерживающие решетки и сетки на водоприемном сооружении. Решетки и сетки, установленные в приемных отверстиях и в стенке, разделяющей приемное и всасывающее отделения, подвергаются загрязнению и требуют их периодической очистки и ремонта. Поднятую решетку очищают стальными граблями.

Сетки служат для механической очистки и осветления воды, предотвращения засорения труб и насосов. Очистка от загрязнений проводится под давлением струи воды. Вода для промывки подается от напорного водовода. Периодически следует очищать сетки на всасывающих клапанах и сами клапаны.

Среди элементов водозаборного узла оголовки представляют значительную трудность в отношении эксплуатации. При интенсивных руслоформирующих процессах оголовки могут заноситься отложениями и подмываться паводковыми водами. Наносы могут отлагаться в оголовках и самотечных линиях, береговых колодцах, проникать в напорные трубопроводы. Уменьшение глубины потока в месте забора воды может привести к обнажению оголовка и захвату воздуха.

Самотечные линии являются также важным элементом водозаборных сооружений и требуют постоянного ухода. Наиболее часто происходит заиливание труб, которое можно устранить промывкой одним из следующих способов:

обратным током напорной воды от насоса;

обратным током воды в реку за счет разности уровней в приемном колодце и реке. Этот способ возможен при низких уровнях в реке. Колодец максимально заполняется водой из напорного трубопровода. Затем быстро открывают затвор на самотечной линии и вода с большой скоростью обратным ходом вымывает наносы;

прямым током воды из реки в колодец с повышенной скоростью. Для этого из берегового колодца вода полностью откачивается насосами, затем быстро открывают клапан самотечной линии. Этот метод не совсем удобен, так как наносы выносятся в колодец и промывка проводится при высоких уровнях воды в реке, что бывает в паводок при более высокой мутности потока.

Для обеспечения бесперебойной работы водозаборных сооружений необходимо их обслуживание проводить не менее двух раз в год – после весеннего половодья и осенью при подготовке сооружений к зимнему периоду.

Очистку водоприемного колодца от наносов и биологического обрастания выполняют не реже одного раза в год с применением эжектора и вручную. К ручным работам в колодце допускаются специально обученные рабочие и водолазы.

Всасывающие линии насоса следует периодически (не реже двух раз в год) проверять на герметичность. Проверка заключается в том, что всасывающую линию заполняют водой и, убедившись в отсутствии избыточного давления, включают вакуумметр. Если клапан и трубопровод в исправном состоянии, то стрелка вакуумметра должна быть на нуле.

7.6. Содержание зон санитарной охраны водоисточников

Согласно правилам технической эксплуатации зоны санитарной охраны устанавливают на всех системах водоснабжения. Границы зон, санитарные мероприятия и режим их содержания согласовывают с органами Государственного санитарного надзора и утверждают исполкомами местных советов. Согласно СНиП 2.04.02 – 84 “Водоснабжение. Наружные сети и сооружения” зоны санитарной охраны делятся на три пояса – строгого режима (первый пояс) и ограничений (второй и

третий). Первый пояс зоны санитарной охраны поверхностного источника водоснабжения (реки, канала) включает участок 200 м вверх против течения и 100 м вниз по течению от места водозабора, а также полосы по 100 м вдоль обоих берегов, считая от уреза при уровне высоких вод. На территории первого пояса зоны:

- запрещаются все виды строительства, кроме водопроводных сооружений; размещение жилых и общественных зданий любого назначения; прокладка трубопроводов различного назначения, кроме обслуживающих водопроводные сооружения; выпуск сточных вод, купание, водопой и выпас скота, стирка белья, рыбная ловля, применение ядохимикатов для растений;

- все здания должны быть канализованы в ближайшую систему водоотведения с расположением очистных сооружений сточных вод за пределами первого пояса; при отсутствии канализации должны быть построены водонепроницаемые выгребы с учетом санитарных требований вывоза нечистот;

- допускаются санитарные рубки леса и уход за ним.

Границы второго пояса реки устанавливаются:

- вверх против течения (включая притоки) – расстоянием, исходя из времени протекания воды от границы пояса до водозабора не менее 3 – 5 сут;

- вниз по течению – не менее 250 м;

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

Границы третьего пояса зоны вверх и вниз по течению устанавливают такими же, как для второго пояса, а боковые – по водоразделу, но не более 3 – 5 км от водотока.

На территории второго пояса реки запрещается:

- загрязнение территории нечистотами, мусором, навозом, промышленными отходами;

- размещение складов ядохимикатов и минеральных удобрений, горюче-смазочных и других материалов, способствующих загрязнению водотоков;

- размещение скотомогильников, кладбищ, полей ассенизации и фильтрации, силосных траншей, животноводческих и птицеводческих объектов;

- применение удобрений и ядохимикатов;

- добыча местных строительных материалов (песок, гравий);

- расположение пастбищ в прибрежной полосе шириной 300 м.

На территории третьего пояса зоны санитарной охраны надлежит выполнять требования первых трех пунктов второго пояса.

При использовании хорошо защищенных подземных вод граница первого пояса зоны санитарной охраны устанавливается на расстоянии 30 м от водозаборных сооружений и не менее 50 м при использовании безнапорных и недостаточно защищенных подземных вод. При подрусловых водозаборах – аналогично зоне первого пояса поверхностного источника водоснабжения.

Границу второго пояса для водозаборов подземных вод устанавливают с учетом времени продвижения загрязненной воды от места загрязнения (микробного, химического) до водозабора на протяжении от 100 до 400 сут.

Граница третьего пояса зоны санитарной охраны подземного источника определяется временем продвижения химических загрязнений до водозабора, равным принятой продолжительности эксплуатации водозабора, но не менее 25 лет.

На территории первого пояса зоны охраны подземных вод запрещаются все виды строительства, проживание людей, выпуск стоков, применение для растений ядохимикатов и удобрений. Не допускается захламливание территории, стоянка транспорта. Все здания и сооружения в поясе строгого режима должны быть благоустроены.

На территории второго пояса запрещается строительство предприятий, содержащих токсичные и ядовитые стоки; промышленные предприятия и населенные пункты благоустраивают для исключения загрязнений почвы и источников; хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды должны иметь повышенную степень очистки; запрещаются химические методы борьбы с сорняками, выпас и стойбища скота.

На территории третьего пояса зоны подземного источника распространяются требования, предусмотренные для территории второго пояса зоны поверхностного источника водоснабжения.

7.7. Эксплуатация очистных сооружений системы водоснабжения

Состав вод поверхностных источников водоснабжения формируется климатическими и геоморфологическими факторами, почвенно-геологическими условиями, а также гидромелиоративными мероприятиями. В состав воды входят соли (преимущественно в виде ионов, молекул и комплексов), органические вещества (в виде молекулярных соединений и в коллоидном состоянии), газы, диспергированные примеси, гидробионты (планктон, бентос, нейстон, пагон), бактерии и вирусы. Во взвешенном состоянии в природных водах содержатся глинистые, песчаные, гипсовые, известковые частицы, а в коллоидном состоянии – различные вещества органического происхождения. Химический состав воды представлен сложным комплексом минераль-

ных и органических веществ в разных формах ионно-молекулярного и коллоидного состояния.

Подземные воды характеризуются небольшим количеством органических веществ, повышенным содержанием минеральных солей, а иногда наличием железа, повышенной жесткости и растворенных газов (H_2S , CO_2).

Концентрация отдельных примесей в воде определяет ее качество. Различают показатели качества физические (температура, взвешенные вещества, цветность, запах, вкус и др.), химические (жесткость, щелочность, активная реакция, окисляемость, сухой остаток и др.), биологические (гидробионты) и бактериологические. Для определения качества воды выполняют лабораторные анализы.

Прозрачность, мутность и взвешенные вещества характеризуют наличие в воде мелких частиц песка, глины, ила, планктона, водорослей, которые попадают в нее при эрозии берегов, с поверхностным стоком, при взмучивании осадка со дна.

Цветность воды обусловлена присутствием гумусовых и дубильных веществ, белковых соединений, жиров, органических кислот, наличием соединений железа, цветением водоемов.

Привкусы и запахи могут быть естественного происхождения (присутствие железа, марганца, сероводорода) и искусственного (сброс производственных стоков). Различают следующие основные показатели вкуса воды: соленый (присутствие хлорида натрия); горький (сульфат магния); кислый вкус в большинстве случаев объясняется избытком растворенной углекислоты (минеральные воды); железный привкус придают соли железа и марганца; щелочной – поташ, сода, едкие щелочи; вязущий – сульфат кальция.

К запахам естественного происхождения относятся: землистый, рыбный, гнилостный, сероводородный, болотный, ароматический, глинистый, тинистый. Естественные запахи бывают от водорослей. К запахам искусственного происхождения относятся: хлорный, камфорный, аптечный, фенольный, запах нефтепродуктов и др. Запах и вкус определяют дегустированием при комнатной температуре и повторно при температуре $+60^\circ\text{C}$, при которой они усиливаются.

Качество воды характеризуется также общим, сухим и прокаленным остатками, по которым судят о количестве солей и концентрации примесей в воде. Общий или плотный остаток характеризует примеси неорганического происхождения. Сухой или растворенный остаток свидетельствует о содержании минеральных солей. Этот остаток получается при выпаривании известного объема воды, предварительно профильтрованной через бумажный фильтр. Прокаленный остаток характеризует содержание в испытуемой воде неорганических примесей.

В Республике Беларусь часть сельского населения проживает в домах с водопроводом и канализацией, а остальная часть пользуется водой из колодцев или из водопроводных колонок. Используемая для целей водоснабжения вода нередко содержит в своем составе повышенные концентрации железа, нитратов, загрязнений органического характера. Вода с такими загрязнениями должна подвергаться обязательной, специальной обработке.

Определенную проблему на селе представляет водоотведение. Всего в сельской местности отводится примерно 400 тыс.м³ в сутки сточных вод, из них только 50 % очищается, а остальная часть сбрасывается без очистки и является источником загрязнения рек, водоносных горизонтов и почв.

На ухудшение качества водопроводной воды существенное влияние оказывает санитарно-техническое состояние водозаборов и прилегающих к ним территорий. Для большинства групповых водозаборов отсутствуют водоохранные зоны, а там где они есть, режим их эксплуатации не соблюдается.

Хозяйственно-питьевая вода должна иметь хорошие показатели качества и быть пригодной для использования в быту. Обработка воды с целью сделать ее пригодной для питья, хозяйственных и производственных целей представляет собой комплекс физических, химических, биологических методов изменения ее первоначального состава.

Численность обслуживающего персонала очистных сооружений устанавливается в зависимости от производительности водоочистной станции, состава и сложности сооружений, качества исходной и очищенной воды. В состав работников входят лица, ответственные за общее состояние и работу очистных сооружений (начальник), за соответствие качества воды действующим требованиям (технолог), за лабораторные анализы (зав.лабораторией) и инженерно-технические работники. Обслуживающий персонал во время работы на станции должен находиться в спецодежде, систематически подвергаемой дезинфекции.

Работники службы эксплуатации должны входить в состав Государственной приемочной комиссии по приему в эксплуатацию законченных строительством или реконструированных очистных сооружений. Начало пусконаладочных работ приурочивается к окончанию строительства очистной станции.

Продолжительность пусконаладочных работ и пробной эксплуатации водоочистной станции определяется временем достижения качества обработанной воды требованиям ГОСТ 2874 – 82 “Вода питьевая” и обычно составляет более двух месяцев. В период испытаний эксплуатационный персонал совместно с представителями пусконаладочной организации составляют инструкцию по технической эксплуатации сооружений и оборудования и должностные инструкции по каждому рабочему месту. При наладке оборудования нужно провести

ревизию и опробование в соответствии с нормативами и заводскими инструкциями по монтажу. Основными параметрами, подлежащими предпусковым замерам, являются габариты сооружений, отметки и уклоны важнейших коммуникаций станции, отметки всех характерных точек высотной технологической схемы, горизонтальность расположения устройств для распределения и сбора воды, удаления осадка. В период наладки проводят гидравлические и технические испытания сооружений. По результатам испытаний устанавливают водонепроницаемость различных емкостей. При проверке испытываемую емкость заполняют водой до наивысшего проектного уровня. По истечении не менее 3 сут определяют величину понижения уровня воды в емкости. Потеря воды не должна превышать 3 л за сутки на 1 м² смоченной поверхности стен и днища емкости. Распределительную систему фильтров и осветлителей, коммуникации для отбора воды и осадка проверяют на подачу максимального расчетного количества воды под проектным напором. Все сооружения и трубопроводы должны быть испытаны пуском воды, промыты и просушены воздухом от компрессора.

В период пусконаладочных работ проводят загрузку фильтров и контактных осветлителей. Осуществляют это после замеров и испытаний сооружений, устранения выявленных недоделок и дефектов. Загрузка фильтров и укладка слоя поддерживающих материалов являются наиболее трудоемким и ответственным процессом. Горизонтальность укладки каждого последующего слоя фильтра проверяют путем заполнения его водой. По окончании загрузки фильтры и осветлители промывают и дезинфицируют хлорной водой.

После наладки и пробной эксплуатации очистные сооружения вводятся во временную эксплуатацию с подачей воды потребителям при достижении требуемого ее качества. В период временной эксплуатации проводят комплексные испытания всех устройств и постепенно выводят очистные сооружения на нормальный рабочий режим с достижением проектной производительности. После этого Государственная приемочная комиссия осуществляет приемку станции в постоянную эксплуатацию.

В состав сооружений для обеззараживания воды входят хлораторные, электролизные и бактерицидные установки.

Эксплуатация сооружений и установок для обеззараживания воды должна обеспечивать доведение качества обрабатываемой воды по бактериологическим показателям до требований ГОСТ 2874 – 82.

При приемке в эксплуатацию устройств и аппаратов (для обеззараживания воды) заводского изготовления тщательно проверяют их комплектность, наличие запасных частей, паспортной документации. Следует проверить условия и результаты монтажа оборудования.

Хлораторное оборудование (рис. 7.5) должно выполняться из хлоростойких материалов. Чаще всего хлорную воду транспортируют по

резиновым шлангом диаметром 25...50 мм. Шланги прокладывают в местах, доступных для периодического осмотра и ремонта. По эксплуатации сооружений, устройств и приборов разрабатывают инструкции, которые утверждаются администрацией очистной станции и выдаются сменным дежурным.

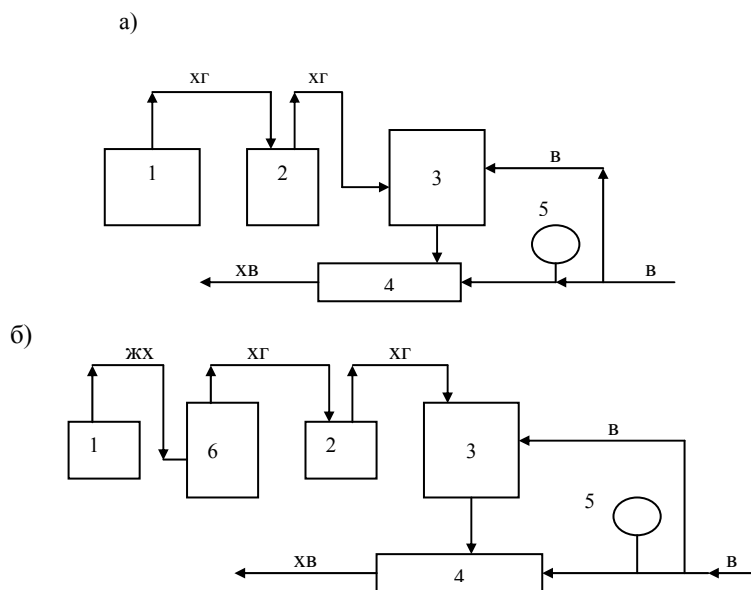


Рис. 7.5. Принципиальные схемы оборудования хлораторных: а – без испарителя; б – с испарителем; 1 – баллоны на весах; 2 – промежуточный баллон (грязевик); 3 – вакуумный хлоратор; 4 – эжектор; 5 – манометр на водопроводе; 6 – испаритель змеевиковый, подогреваемый водой с $t=40 - 50^{\circ}\text{C}$; хг – трубопровод с хлор-газом; жх – трубопровод с жидким хлором; хв – трубопровод с хлорной водой; в – трубопровод с водой.

Основными реагентами для обеззараживания воды являются хлор и хлорсодержащие вещества. Они обладают высокой окислительной способностью, в результате чего разрушается органическое вещество. Продолжительность контакта реагента с водой сказывается на эффективности обеззараживания. Расход хлора или хлоропоглощаемость зависит от состава воды и особенно от наличия органических веществ. Наибольший расход происходит в первые минуты взаимодействия его с веществами, находящимися в воде.

Величина остаточного активного хлора в питьевой воде должна составлять в наиболее удаленных точках водоразбора не менее 0,1 мг/л. Время контакта хлора с водой при хорошем перемешивании должно

быть не менее 30 мин. Дозируется хлор в обрабатываемую воду специальными хлораторами, которые обеспечивают получение хлорной воды заданной концентрации. Пуск в работу и выключение хлораторов-дозаторов, регулирование их производительности по заданному режиму работы станции выполняет дежурный хлораторщик. Величина остаточного активного хлора в воде строго нормируется, что требует надежного оперативного контроля. Для контроля используют автоматические концентомеры, предназначенные для непрерывного определения остаточного хлора.

Обеззараживание воды проводят также озоном. Озон представляет собой газ O_3 с неустойчивой структурой молекул, который получают ионизацией кислорода в электрическом поле высокого напряжения. Для предотвращения образования дуги один или оба электрода покрывают изоляционным материалом равномерной толщины. Разность потенциалов на электродах составляет от 10 до 20 тыс. вольт. Поток воздуха или кислорода пропускают между электродами.

Вода для обеззараживания озоном должна быть прозрачной от природы или искусственно осветленной путем фильтрования. Доза озона устанавливается в зависимости от содержания в воде органических веществ, температуры воды, реакции pH, продолжительности контакта воды с озоном.

Озонирование позволяет удалить из воды привкусы, запахи, железо, марганец, способствует обесцвечиванию. Для производства озона используют пластинчатые и трубчатые озонаторы. Пластинчатые состоят из горизонтальных диэлектриков и металлических электродов. Все устройство смонтировано в герметическом кожухе и имеет систему водяного охлаждения.

Трубчатые озонаторы состоят из двух основных электродов и трубки из диэлектрика. Они могут быть с горизонтальным или вертикальным положением электродов и диэлектрика по отношению к системе охлаждения.

Для обеззараживания питьевой воды могут применяться установки по обработке ее ультрафиолетовыми лучами. Они проще в эксплуатации и более безопасны для обслуживающего персонала по сравнению с хлораторными и озонаторными установками. Размещают бактерицидные установки, как правило, на напорном трубопроводе за насосом, но допускается и на напорной и всасывающей линии насосов. При эксплуатации установок необходимо вести учет продолжительности горения ламп. Замена их проводится через 4,5...5 тыс. часов. Не реже одного раза в месяц проводят профилактический осмотр бактерицидных установок. Необходимо следить за чистотой наружной поверхности кварцевых чехлов и проводить очистку их не реже одного – двух раз в месяц; обеспечивать подачу на установку заданных количеств воды, не превышая допустимой производительности установки. Всю

эксплуатацию бактерицидных установок осуществляют в соответствии с инструкцией завода-изготовителя. Обслуживающий персонал должен пройти специальную подготовку, в том числе и по технике безопасности для каждого типа установок.

7.8. Эксплуатация резервуаров и водонапорных башен

Емкости в системах водоснабжения предназначены для регулирования потребления воды в течение суток, хранения пожарного и аварийного объема и создания напора воды в сети. По назначению и способу подачи воды емкости бывают регулирующие, запасные, запасно-регулирующие, напорные и безнапорные. Напорные подразделяются на водонапорные башни, напорные резервуары, пневматические водонапорные установки. Наличие в системе водоснабжения запасных емкостей способствует бесперебойной подаче воды потребителям, равномерной работе насосной станции и уменьшению диаметра водоводов. Общий объем резервуара для регулирования и хранения воды состоит из регулирующего и пожарного объемов, аварийного запаса и объема воды на промывку фильтров.

Для нормальной эксплуатации резервуары и баки водонапорных башен должны быть оборудованы переливным устройством, спускным трубопроводом, вентиляционным устройством, скобами и лестницами, люками и лазами для прохода людей и транспортирования оборудования. Кроме того, должны быть предусмотрены устройства для измерения уровня воды, световые люки, промывочный водопровод, средства автоматики для регулирования уровня воды в баке. В резервуарах для воды питьевого качества устанавливают устройства для обмена и очистки воздуха. Резервуары для питьевой воды должны иметь полную герметизацию, а крышки люков оборудованы устройством для запираания и пломбирования.

Приемка напорно-регулирующих емкостей в эксплуатацию осуществляется технической комиссией. Комиссия проверяет соответствие проекту всех внутренних и внешних размеров, правильность монтажа и действие системы сигнализации, правильность монтажа трубопроводов, задвижек, вентиляционного оборудования. Проверяется наличие устройств для запираания входов и лазов в резервуары и водонапорные башни, наличие гидравлических запоров на переливных трубах, возможность отбора проб воды на анализ из резервуаров и баков башен. Результаты проверки и приемки сооружений оформляются актом.

В процессе эксплуатации резервуаров и водонапорных башен периодически проверяется качество воды. Периодичность контроля качества устанавливается органами санитарного надзора. При эксплуатации резервуаров осуществляют наблюдение за уровнем воды в них; следят за исправностью запорно-регулирующей арматуры, трубопроводов, люков, вентиляционных стояков. Систематически проверяют

утечку воды из резервуара, периодически их промывают, предупреждают и устраняют поступление поверхностных или грунтовых вод внутрь резервуара.

Резервуары для хранения воды должны иметь зону санитарной охраны строгого режима и доступ к ним посторонних лиц категорически запрещается. Эта зона ограждается и освещается в ночное время. Резервуары чистой воды и водонапорной башни очищают от отложений не реже одного раза в два года. Перед очисткой их опорожняют. Инструменты для чистки обрабатывают 1%-ным раствором хлорной извести и также обеззараживают резиновую обувь, используемую для работы в резервуаре. Очистку начинают с того, что через грязевой выпуск самотеком или откачкой насосом удаляют осадок. Затем очищают поверхности стен и колонн металлическими щетками с промывкой водой из брандспойта. После очистки резервуар обрабатывают хлорной водой и примерно через 2 ч промывают чистой. При хороших показателях бактериологических анализов резервуары включают в работу. Наряду с очисткой обычно проверяют состояние стен, днища, перекрытия и при необходимости проводят ликвидацию трещин, ремонт штукатурки. Результаты выполненных работ на резервуарах оформляют актом с указанием времени снятия пломб, времени начала и окончания работ, перечислением ответственных лиц за выполнение работ. Эксплуатация водонапорных башен аналогична работам, проводимым при эксплуатации резервуаров для хранения воды. Переполнение бака водой весьма нежелательно, так как кроме бесполезной потери воды может произойти осадка грунта под фундаментом, что вызовет разрушение или опрокидывание башни. Металлические баки башни рекомендуется окрашивать не реже одного раза в 3 года. Окраску внутренних поверхностей выполняют в два приема железным суриком на олифе.

При подготовке башен к зиме проверяют отопительные приборы и устройства обогрева воды. Территория вокруг башни в радиусе 50 м должна быть ограждена, благоустроена и находиться в постоянной чистоте.

В населенных пунктах часто устраивают противопожарные емкости-колодцы, резервуары, водоемы-копани, каналы, водохранилища. При их эксплуатации регулярно проверяют положение уровня воды, поддерживают в исправности водозаборные устройства.

7.9. Эксплуатация водопроводных сетей

Водопроводные сети выполняют из металлических (чугунных, стальных) или неметаллических напорных труб (железобетонных, пластмассовых). Водопроводные сети могут быть тупиковыми или кольцевыми, их оснащают необходимой арматурой и сооружениями.

Надежная работа водопроводных сетей во многом зависит от качества строительства. Технический надзор за строительством осуществляет представитель водопроводно-канализационного хозяйства. Он имеет право приостановить работу и потребовать ее переделки, внести изменения в проект по согласованию с проектной организацией, участвовать в приемке скрытых работ и в работе приемочных комиссий. Технический надзор осуществляется также по качеству труб, плотности и надежности их стыковки, обеспечению правильной установки компенсирующих устройств, качественному выполнению противокоррозионной и тепловой изоляции. Нужно строго контролировать испытание трубопроводов на прочность и герметичность. Приемка водоводов в эксплуатацию осуществляется комиссией. Подготовительные работы по приемке, наладке и пуску в эксплуатацию проводятся еще до окончания строительства системы водоснабжения. Строительная организация готовит к моменту сдачи объекта всю необходимую документацию: технический проект, акты на скрытые работы, журналы сварочных и изоляционных работ, акты испытаний трубопроводов и промывки, санитарной обработки трубопровода и т.п.

Приемочная комиссия делает сверку материалов с натурой путем осмотров, обмеров, контрольного шурфования, инструментальных проверок и после всего оформляет документы о приеме объекта в эксплуатацию.

Эксплуатация водопроводных сетей включает обход и технический осмотр магистральных водоводов, распределительных сетей, колодцев и камер, пожарных гидрантов, водоразборных колонок, сетевой арматуры и других сооружений, оборудования и приборов. На основе результатов обходов и осмотров разрабатывают мероприятия по техническому обслуживанию. Для выполнения эксплуатационных работ могут создаваться дежурные бригады, которые оснащаются транспортом, водоотливными средствами, инструментами, ремонтным оборудованием. Успешное обслуживание водопроводных сетей во многом зависит от наличия хорошей технической документации: плана сети с полной детализацией, диаметра и материала труб, фасонных частей и арматуры (задвижек, вантузов, компенсаторов, водоразборных колонок, пожарных гидрантов). Каждое сооружение, оборудование, арматура на сети должны иметь свои номера и опознавательные знаки. Для быстрого их обнаружения на стенах зданий, сооружений устанавливаются указатели. Осмотры системы нужно проводить весной, летом и осенью в сухое время после просыхания земли. Обход и осмотр наружных трасс линии водопроводов проводят 1 – 2 раза в 2 месяца. При этом проверяют состояние колодцев, целостность люков, крышек, скоб, лестниц, наличие в колодце воды, просадок, работу колонок, пожарных гидрантов.

Профилактическое обслуживание водоводов и сетей проводят два раза в год. При этом выполняют следующие виды работ: откачку воды и очистку колодцев, профилактическое обслуживание раструбных и фланцевых соединений, разгонку шпинделей задвижек, осмотр вантузов и других устройств. Проводятся мероприятия по предохранению устройств и оборудования от замерзания. Служба эксплуатации должна регулярно вести контрольные испытания водопроводных магистралей с целью определения их технического состояния. Проводят измерение гидравлических сопротивлений трубопроводов, определяют утечки, снимают фактические характеристики насосов, определяют свободные напоры. Это позволяет выявить участки сетей, работающих с отклонением от нормы. На карте-схеме сети с нанесением пьезометрических напоров легко установить перегруженные и слабонагруженные линии. Измерение гидравлических сопротивлений позволяет определить степень зарастания труб и их пропускную способность.

Контрольные проверки на утечку воды проводят с помощью водометров, манометров, по падению уровня воды в водонапорном баке.

Во время работы водопроводные трубы подвергаются загрязнению. На внутренней поверхности образуются отложения, которые уменьшают сечение и увеличивают гидравлическое сопротивление трубопровода. При этом снижается пропускная способность. Для обеспечения подачи расчетного объема воды требуется увеличить напор, что ведет к увеличению расхода электроэнергии. В ряде случаев приходится прокладывать дополнительные водопроводные линии и нести дополнительные капитальные затраты. Обрастание внутренней поверхности и коррозия трубопроводов зависят от качества воды. Борьбу с зарастанием проводят периодической механической очисткой, химическим и гидروпневматическим способами. Предупредить обрастание можно внутренним антикоррозионным лакокрасочным покрытием, оцинковкой.

Механическая очистка применяется тогда, когда другие способы не дают положительных результатов из-за плотных отложений. Для механической очистки используют скребковые и щеточные трубоочистители (рис. 7.6) или другие приспособления, которые при помощи троса и лебедки протаскивают внутри трубопровода. Трубоочиститель вводится в трубу через фасонные части или вырезают часть трубы с последующей установкой фасонной части или арматуры. Через отверстие пропускают поплавков со шнуром, который под напором воды проходит на другой конец очищаемого участка. Затем с помощью шнура протягивают трос очистителя, на конце которого прикреплен трубоочиститель. Разрушенные отложения вымывают водой.

В последние годы разработаны различные конструкции гидромеханических устройств для очистки труб от обрастания (рис. 7.7). Они продвигаются по трубе за счет давления воды и могут выполнять очи-

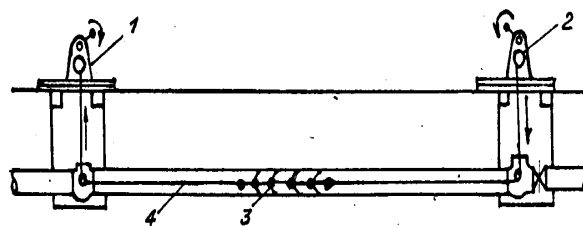


Рис. 7.6. Схема очистки водопровода скребковым или щеточным трубоочистителем: 1 – лебедка; 2 – ролик; 3 – трубоочиститель; 4 – трос.

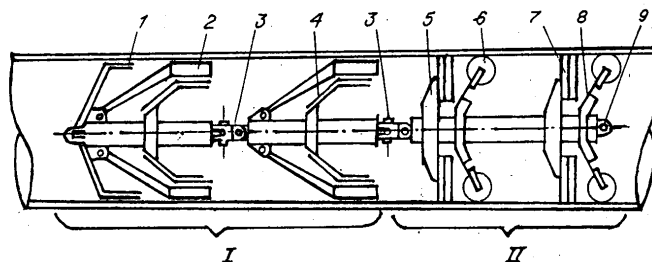


Рис. 7.7. Устройство для гидромеханической очистки внутренней поверхности трубопровода: I – очистительный механизм; II – движительный механизм; 1 – центрирующие рессоры; 2 – нож; 3 – шарнирное соединение; 4 – прижимные рессоры; 5 – поршень; 6 – ролик; 7 – манжета; 8 – упругий элемент; 9 – место установки контролирующего прибора.

стку за один цикл на значительной длине участка. Для прочистки можно использовать поролоновый поршень, проталкиваемый по трубе водой (рис. 7.8). Он легко проходит повороты и отдельные сужения трубопровода, хорошо снимая отложения. После прочистки трубопровод промывают и дезинфицируют.

Химический способ прочистки трубопровода заключается в обработке его 20%-ным раствором ингибированной кислоты. Раствор прокачивают через очищаемый участок специальным насосом до полного растворения отложений. Процесс заканчивают тогда, когда концентрация кислоты перестает заметно изменяться. Затем осуществляют промывку трубопровода водой до прекращения кислой реакции.

Гидропневматический способ предусматривает пропуск через трубы одновременно воды и воздуха в пропорции от 1 : 1 до 1 : 6 (рис. 7.9). В результате образуется турбулентное движение, которое приводит к отрыву от поверхности труб отложений. Промывку ведут до полного осветления воды. Одновременно промываемый участок может приниматься длиной 500 – 700 м.

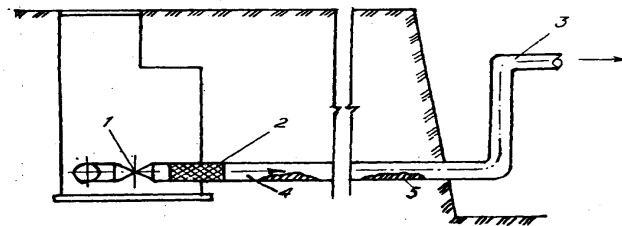


Рис. 7.8. Схема прочистки трубопровода поролоновым поршнем: 1 – задвижка, через которую вводится поршень; 2 – поролоновый поршень; 3 – выпуск; 4 – промываемый трубопровод; 5 – засорения.

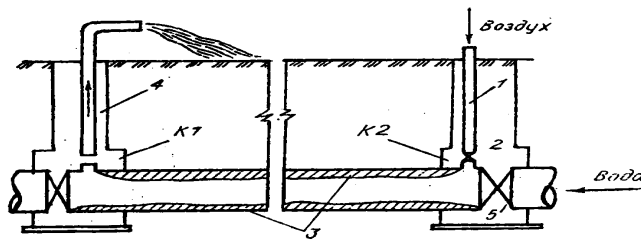


Рис. 7.9. Схема гидropневматической промывки трубопровода: 1 – воздухопровод; 2 – задвижка для впуска воздуха в промываемый участок; 3 – отложения на стенках трубы; 4 – отвод промывной воды; 5 – задвижка.

Деформация стальных и чугунных труб возникает также за счет коррозионного воздействия почвы (соли, кислоты, щелочи) и блуждающих токов вследствие утечки их в землю от источников постоянного тока. Защита от почвенной коррозии – покрытие защитными веществами (полиэтиленом, поливинилхлоридом, эпоксидной смолой, битумом).

Для предохранения от коррозии токами применяют катодную защиту (рис. 7.10). Вся поверхность трубопровода делается катодом, т.е. анодные участки превращаются в катодные. В такой схеме разрушению подвергается анод (заземление), а разъедание труб практически прекращается. Для защиты трубопровода от действия блуждающих токов применяют устранение самих блуждающих токов или устройство усиленной изоляции: засыпка трубопровода песком и изолирование стыков резиновыми прокладками с целью разрыва электрической непрерывности трубопровода.

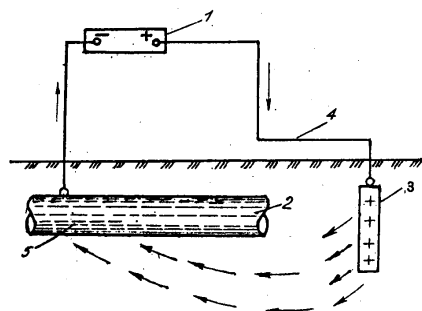


Рис. 7.10. Схема катодной защиты трубопровода от коррозии: 1 – источник постоянного тока; 2 – стальная труба; 3 – заземление (аноды); 4 – соединительные провода; 5 – катодная зона.

Для обеспечения нормальной и бесперебойной работы водоводов периодически проводят текущие и капитальные ремонты. При текущем ремонте проводят восстановление колодцев и находящегося в нем оборудования, ремонт водоразборных колонок, водомерных узлов. Руководство ремонтом и приемка работ осуществляется работником службы эксплуатации. Текущий ремонт выполняется за счет эксплуатационных расходов.

Капитальный ремонт водоводов включает сооружение новых или реконструкцию старых колодцев; перекладку отдельных дефектных участков, ремонт или замену пожарных гидрантов, водоразборных колонок, задвижек, вантузов и предохранительных клапанов, выпусков; противокоррозионную защиту наружных трубопроводов; ремонт водовыпускных колодцев. Капитальный ремонт проводится эксплуатационной или другой организацией.

При производстве ремонтных работ часто возникает необходимость немедленного выключения участка трубопровода, когда вода разрушает дорожное покрытие, затопляет улицу и подвальные помещения. При перекрытии участков трубопроводов для планового ремонта эксплуатационная организация должна поставить в известность водопотребителей, пожарную службу не позже, чем за сутки.

В процессе эксплуатации водопроводной сети иногда возникает необходимость проводить аварийные ремонты. Аварией считается любое самопроизвольное нарушение работы водопровода или сооружений сопровождающееся перерывом или уменьшением подачи воды потребителям. Нарушение нормальной работы водопровода, не вызывающее перерыва или сокращения подачи, принято называть повреждением. К авариям обычно относят нарушение стыковых соединений и повреждение стенок трубопровода; поломку водопроводной арматуры; разрушение сооружений и оборудования. Аварийные ремонты нужно вы-

полнять безотлагательно с привлечением необходимых средств и рабочих службы эксплуатации, а при необходимости и средств других организаций.

Переломы чугунных труб возникают при неравномерной осадке грунта. При ремонте применяют разъемные муфты, состоящие из двух половин и соединяемые болтами, заменяют сломанную трубу новой.

Ликвидация трещин в трубах проводится накладными муфтами, а при значительном повреждении – заменой дефектного участка. Повреждения сварных стыков на стальных трубах ликвидируют путем переварки. При большом расхождении сварного стыка (более 3,5 мм) весь стык вырезают и на его место приваривают кольцо двумя швами. Так можно заменить и более длинный поврежденный участок трубы.

Свищи на стальных трубах устраняют путем приварки заплаток или накладными муфтами с резиновой прокладкой. Потолочные стыки стальных труб заваривают внутренним швом через временный вырез, который позже заваривают. Поврежденные асбестоцементные трубы и муфты заменяют новыми.

После завершения ремонтных работ технический персонал обязан проверить качество устранения повреждений. Затем проводят промывку и дезинфекцию восстановленного участка в три приема: предварительная промывка, дезинфекция хлорной водой и окончательная промывка чистой водой. При включении в работу восстановленного участка его медленно заполняют водой с одновременным удалением воздуха через вентузы или гидранты.

7.10. Водосбережение и сокращение потерь воды из водопроводной сети

В последние годы проблема рационального использования водных ресурсов приобрела исключительно важное значение. Развитие населенных пунктов, промышленности, сельского хозяйства, рост численности населения увеличили водопотребление. Обследования показали, что немалая часть запасов воды в той или иной форме уже вовлечена в сферу использования и в густонаселенных и индустриально развитых районах наблюдается напряженный водный баланс. Экономия ее расхода приобретает все более важное значение, так как это ведет к экономии материальных и энергетических ресурсов, способствует защите водисточников от истощения.

Потеря воды в большинстве случаев является одной из главных причин неудовлетворительной эксплуатации систем водоснабжения. Уровень технологий водопользования в коммунальном хозяйстве значительно ниже уровня рациональных показателей. Это приводит к

большим объемам утечек воды в быту и на предприятиях. Удельный расход воды в республике составляет в среднем 280...370 л/сут на человека, в то время как при организации рационального водопользования этот показатель может быть снижен до 150...200 л/сут. Высокий уровень потребления питьевой воды на производственные нужды промышленными предприятиями из-за отсутствия на них систем оборотного водоснабжения и слабого внедрения безотходных технологий. Забор питьевой воды на производственные нужды промышленности составляет в среднем по республике 16 %. Если учесть, что на добычу, очистку и доставку к водопотребителю 1 м³ воды расходуется порядка 3 кВт·ч электроэнергии, то за счет экономного использования воды в коммунальном хозяйстве можно высвободить около 1,4 млрд. кВт·ч электроэнергии, или 430 тыс. тонн условного топлива, что для Республики Беларусь является чрезвычайно актуальным.

Проблема устранения потерь воды не нова, она возникла одновременно с созданием систем водоснабжения. Над решением проблемы устранения потерь работают специалисты всех стран. Наиболее значительным достижением в этой области следует считать создание приборов учета воды и электронной аппаратуры для обнаружения утечек из подземных трубопроводов.

До последнего времени подавляющее большинство специалистов обычно отождествляло с потерями воды показатель статистической отчетности “неучтенные расходы и потери воды”, который определяется как разница между поданной и реализованной потребителям воды. Однако этот показатель далеко не исчерпывает всех видов потерь, возникающих при эксплуатации систем коммунального водоснабжения. Это упрощение не позволяет вскрыть и расшифровать все причины потерь, а следовательно, определить меры борьбы с ними. Имеются населенные пункты, в которых объем подачи воды, как минимум, вдвое превышает уровень рационального водопотребления. Несмотря на это, из-за больших потерь водоснабжение населения осуществляется с перебоями, нерегулярно или даже по графику. При уменьшении потерь уменьшается забор воды из источника, улучшается водоснабжение, экономятся энергоресурсы.

Большое количество воды нерационально расходуется на технические цели различными предприятиями. До недавнего времени бытовало представление, что нет большой беды в том, что часть воды теряется в жилых зданиях или нерационально используется на технические цели – ведь при этом она полностью учитывается водосчетчиками абонентов и оплачивается ими как за израсходованную. Однако такой подход наносит большой экономический и экологический вред. Экономия воды тождественна увеличению объема ее производства и позволяет расширить сферу обслуживания населения без нового строительства.

При производстве и использовании любого вида продукции неизбежны определенные потери как сырья, так и самой продукции. Водоснабжение также сопровождается потерями как исходной воды (сырья) из источника водоснабжения, так и готовой продукции – питьевой воды. Для воды, как природного ресурса или продукции отрасли коммунального водоснабжения, к сожалению, нет четких нормативов по потерям и не вполне ясным представляется само понятие “потери воды”. К потерям следует относить все виды расходования и убыли сверх рациональной потребности независимо от количества бесполезно израсходованной воды, а также от того, оплачено или не оплачено это количество потребителями. Потери воды можно классифицировать на следующие две основные группы: потребительские, т.е. потери реализованной товарной продукции, и технологические, т.е. потери в процессе ее добычи, производства и транспортирования к потребителям.

Утечки воды – это самопроизвольное истечение воды из различных элементов систем водоснабжения (трубопроводов, оборудования, арматуры, резервуаров и т.п.) под действием напора и гравитации. Утечки воды обуславливаются техническим состоянием элементов систем водоснабжения и могут быть практически полностью устранены.

Потребительские потери включают нерациональное использование воды, которое зависит от действий водопользователя. Полностью устранить нерациональное использование в жилых зданиях невозможно, но его можно значительно снизить. То же самое и на промышленных и других предприятиях.

В жилищном фонде причины потерь воды обусловлены главным образом утечками из-за неудовлетворительного качества санитарно-технической арматуры, недостатков эксплуатации водоразборных и водозапорных устройств. Нерациональное использование в быту проявляется через применение воды для охлаждения продуктов питания, постоянного тока ее в период приготовления пищи, мытья посуды, стирки белья, купания и в других случаях. Все эти виды расходов сопряжены с бесхозяйственным отношением к воде, что является следствием укоренившегося неправильного представления о воде как о бесплатном даре природы.

При перебоях в водоснабжении нерациональное использование питьевой воды резко возрастает. Оно обусловлено тем, что население в периоды ее наличия запасает излишне большие объемы впрок, а используют потом не полностью. При возобновлении подачи оставшаяся вода выливается в сток и затем вновь запасается в тех же количествах.

Нерациональное использование проявляется, например, от длительного процесса регулировки смесителей до получения комфортной температуры смеси, сброса из систем горячего водоснабжения охладившейся воды.

На коммунально-бытовых и промышленных предприятиях, а также на предприятиях строительства, транспорта вода используется не только для хозяйственно-питьевых нужд персонала этих предприятий, но и на технологические цели. Соответственно этому потери воды должны рассматриваться отдельно по видам ее потребления.

Нерациональное использование в технологических производственных процессах вызывают различные причины, например, несовершенство схем использования воды, неоптимальные режимные параметры работы производственного оборудования. Технологические потери на предприятиях по производству питьевой воды определяются, с одной стороны, качеством исходной воды и принятой технологической схемой ее очистки, а с другой – требованиями саннадзора к периодичности технического обслуживания очистных сооружений.

На водопроводной сети имеют место также неучтенные расходы воды. Сюда относятся скрытые утечки из наружных трубопроводов, не выходящие на поверхность земли; потери при авариях на трубопроводах; расходы не учитываемые измерительными приборами абонентов из-за недостаточной чувствительности водосчетчиков в зоне небольших расходов; расходы на пожаротушение и пожароучения. Все эти расходы представляют собой неоплаченную предприятию водоснабжения товарную продукцию и их относят к издержкам производства.

Утечки и нерациональное использование воды обычно сопутствуют полезному водопотреблению. В связи с этим нормы водопотребления можно разделить на три составляющих потребления: полезный расход, нерациональный расход и утечки воды. Ныне действующие нормы водопотребления наряду с полезным водопотреблением учитывают долю нерационального использования и утечек воды.

Утечки воды в жилых зданиях зависят от технического состояния систем внутреннего водоснабжения зданий. Они происходят главным образом через водоразборную и водозапорную арматуру, через различные виды неплотностей и дефектов на трубопроводах. Утечки обычно обнаруживают по появлению в помещениях сырости, подтеков на стенах и потолках, подтоплению подвалов, шуму просачивающейся воды. Основная часть утечек, как показали наблюдения, происходит через смывные бачки.

Потери воды на внешних водопроводных сетях появляются также вследствие аварий, опорожнения системы для производства каких-либо работ и утечки из резервуаров.

Утечки воды из трубопроводной сети и сооружений можно разделить на два вида: видимые и скрытые. К видимым относят утечки из водоразборных колонок и пожарных гидрантов, подтекание воды через неплотности и дефекты в арматуре, установленной в колодцах или камерах. К видимым также относят такие, когда вода выходит на поверхность, заливает подвалы близлежащих зданий и других подземных

сооружений. Скрытые утечки остаются длительное время необнаруженными. Выявление их крайне затруднено и требует проведения сложных и трудоемких работ. Мероприятия по профилактическому обследованию проводятся периодически и носят характер единовременных кампаний. Они должны выполняться специально подготовленными бригадами путем их передвижения вдоль трасс трубопроводов и использования различного специального оборудования и приборов (манометры, расходомеры, акустические приборы для выявления шумов утечки).

Для снижения и предотвращения потерь и утечек необходимо организовать хорошо продуманную систему регулирования напоров в трубопроводной сети. Исследованиями установлено, что существует прямая связь между размером водопотребления и величиной напора. При частичном снижении напора на вводе в здание суточный расход воды уменьшается на 5...8 % при прочих равных условиях. Для предупреждения утечки воды, преждевременного старения сооружений и оборудования, предотвращения аварий, своевременной замены отслуживших свой расчетный срок элементов проводят планово-предупредительные ремонты (ППР). Порядок и сроки проведения ППР регламентируются правилами технической эксплуатации водопроводной сети.

7.11. Эксплуатация систем водоотведения

Системы водоотведения (канализации) предназначены для приема, отвода и переработки сточных вод, образующихся на территории населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Сточные воды можно отводить двумя способами: вывозом и сплавом. При первом способе сточные воды собирают в специальные резервуары-выгребы, откуда периодически вывозят на поля ассенизации, поля запахивания или на сливные станции ближайшей канализации.

При сплавном способе сточные воды удаляют по трубам и каналам, очищая их, после чего отводят на поля орошения или в водоем. Система мероприятий по удалению и очистке сточных вод называется водоотведением (канализацией). Комплекс инженерных сооружений, машин и аппаратов, служащих для приема, отвода, очистки и сброса сточных вод, – системой канализации (водоотведения).

Благоустройство существующих и строительство новых сельских населенных пунктов, современных животноводческих ферм и агропромышленных комплексов невозможно без инженерных систем канализации.

Система водоотведения состоит из следующих основных элементов: внутренней водоотводной сети в зданиях, включая приемники

сточных вод; наружной дворовой и уличной водоотводной сети; главных коллекторов, отводящих воду за пределы населенного пункта; приемных резервуаров, насосных станций и напорных водоводов; сооружений для очистки и обеззараживания сточных вод; выпусков очищенных сточных вод в водоемы или на поля.

Сточные воды бывают бытовые, производственные и дождевые. Бытовые поступают из жилых домов, административных зданий, столовых, здравпунктов, бань, прачечных. Эти воды содержат минеральные и органические вещества и много различных микроорганизмов.

Производственные сточные воды весьма многообразны по составу и концентрации загрязнений и зависят от профиля деятельности предприятия. Вопрос подключения производственных стоков в общую канализацию населенного пункта решается организацией водопроводно-канализационного хозяйства по согласованию с санитарной службой. При наличии в стоках загрязнений, которые не могут быть приняты в общую канализацию, предприятие проводит их очистку на локальных очистных сооружениях до допустимой степени концентрации этих загрязнений.

Дождевые и снеговые воды загрязняются отбросами и веществами, имеющимися на поверхности территории населенного пункта или предприятия. Сброс этих вод в водоемы без очистки или после очистки должен решаться в каждом конкретном случае в зависимости от вида и степени загрязнения.

Животноводческие стоки по составу похожи на хозяйственно-фекальные и содержат большой перечень питательных веществ, необходимых для развития сельскохозяйственных растений (азот, фосфор, калий, кальций, магний и др.) Стоки животноводческих помещений поступают в канализацию от мытья молочной посуды, оборудования для дойки и транспортировки молока, от санитарных приборов для обслуживающего персонала, вода после уборки помещений и санитарной обработки животных, навозная жижа. Навозная жижа отделяется от навоза решетками и направляется в жижесборник или на очистные сооружения. Вместимость жижесборников обычно устраивается такой, чтобы их можно было чистить не реже одного раза в месяц.

Сточные воды могут отводиться как по одной водоотводной системе, так и отдельно по нескольким. Системы, на которых на очистные сооружения сплавляют все сточные воды (бытовые, производственные, дождевые) по одной общей сети труб и каналов, называют общесплавными. В случае, когда дождевые и условно чистые производственные воды отводят по одной сети труб и каналов, а бытовые и загрязненные производственные стоки по другой, то такие системы называют раздельными. Схемы водоотведения могут быть децентрализованные и централизованные. Децентрализованные устраивают в тех случаях, когда местность сильно пересечена или имеет плоский рельеф.

еф, не обеспечивающий отвод стоков самотеком, и для объектов с малой плотностью застройки.

Централизованная сельскохозяйственная система водоотведения позволяет отводить сточные воды от жилого поселка, животноводческих помещений и производственных предприятий.

Для строительства внешней водоотводной сети используют керамические, асбестоцементные и безнапорные железобетонные трубы. Напорные линии монтируют из стальных, чугунных водопроводных, напорных железобетонных или пластмассовых труб. С целью осмотра, прочистки и промывки водоотводных сетей и коллекторов устраивают смотровые колодцы.

Канализационные выпуски предназначены для соединения стояков здания с дворовой сетью. Выпуск заканчивается смотровым колодцем дворовой сети канализации. Смотровые колодцы на водоотводных сетях подразделяются на линейные, поворотные, узловые, контрольные, промывные, перепадные и специальные. Линейные колодцы устраивают на прямых участках сети на расстояниях, зависящих от диаметра труб (с увеличением диаметра увеличивается расстояние). Поворотные колодцы предусматривают во всех точках поворота трассы трубопровода. Узловые сооружают в местах соединения двух и более канализационных линий. Контрольные смотровые колодцы строят в местах присоединения дворовой, внутриквартальной или производственной сети к уличной. Промывные предусматривают на тех участках сети, где возможно выпадение осадка. Перепадные колодцы сооружают в местах присоединения притоков к основной канализационной сети, при резком изменении рельефа местности. Специальные предназначены для прочистки сети различными приспособлениями.

В местах пересечения водоотводной сети с реками, оврагами и другими препятствиями сооружают дюкеры, эстакады, переходы.

Строительство водоотводных сетей и коллекторов, как правило, ведут специализированные подрядные организации. Технический надзор за строительством осуществляется заказчиком. Сотрудники, выделенные для технадзора, имеют право и обязаны: приостановить работы и потребовать переделки при обнаружении дефектов, отклонений от проекта, низкого качества работ; вносить изменения в проект по согласованию с проектной организацией; участвовать в приемке скрытых работ и всего объекта.

Перед сдачей в эксплуатацию законченных строительством объектов или участков сети должна быть подготовлена следующая документация: исполнительные чертежи на построенные сооружения; акты на разбивку сооружений в натуре; акты на скрытые и специальные работы (основание под трубы, заделка стыков, обмазка битумом, сварочные и другие работы); согласования на все изменения проекта; акты на

гидравлические испытания; паспорта на трубы, стройматериалы и детали.

Для приемки в эксплуатацию водоотводных сетей и сооружений назначают приемочную комиссию. Приемка объектов сопровождается инструментальной проверкой элементов системы путем осмотров, обмеров, контрольного шурфования, опроса лиц, осуществлявших строительство и технический надзор. Осмотру подлежат все камеры, колодцы, выпуски, водостоки. После окончания работы комиссии акт приемки со всеми материалами передают производственно-эксплуатационному предприятию.

Водоотводная сеть должна обеспечить бесперебойный и надежный прием и отвод сточных вод на очистные сооружения. При необходимости ее разбивают на эксплуатационные участки.

В задачи технической эксплуатации водоотводной сети входят надзор за состоянием и сохранностью сети, устройств и оборудования на ней; техническое обслуживание сети и сооружений, устранение засоров и затоплений; ведение технической документации и отчетности; надзор за строительством и приемка в эксплуатацию новых линий сети, сооружений на ней и абонентских присоединений; текущий и капитальный ремонты, ликвидация аварий; изучение работы сети, составление перспективных планов реконструкции и развития сети.

Надзор за сетью осуществляют обходчики по закрепленным за ними маршрутам. В процессе наружного осмотра определяют состояние координатных табличек; внешнее состояние колодцев, наличие люков, крышек, скоб, лестниц; режим работы сети (подпор, затопления); наличие просадок грунта, течей по трассе или из колодцев; наличие обнаженных участков труб, ведение неразрешенных земляных работ или присоединений, не имеющих согласований; случаи сброса в канализационную сеть поверхностных или других вод без разрешения.

Технический осмотр водоотводной сети предусматривает обследование внутреннего ее состояния телевизионной установкой (рис. 7.11) или путем просвечивания на зеркало. Проводят также обследование колодцев и камер, осмотр аварийных выпусков, обследование дюкеров. Периодичность технического осмотра для смотровых колодцев и аварийных выпусков – один раз в год, для коллекторов и каналов – один раз в два года.

Открытие крышек смотровых колодцев, проверка наличия газа, спуск рабочих в колодцы и работа в них должны проводиться в присутствии бригадира. На поверхности у колодца в соответствии с правилами техники безопасности должны находиться не менее двух рабочих. Один из них держит в руках конец веревки от спасательного пояса и наблюдает за работающим в колодце, чтобы в случае необходимости оказать ему помощь. Находящийся внутри колодца (камеры) рабочий обследует состояние стенок, перекрытия, ходовых скоб, лотков и

устьев трубопроводов. Одновременно с осмотром колодцы или камеры очищают от отложений, накопившихся на дне и стенках.

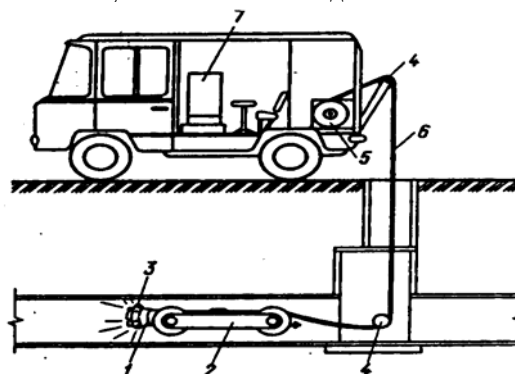


Рис. 7.11. Схема обследования канализационной сети телевизионной установкой: 1 – телекамера; 2 – самоходная тележка; 3 – осветительная насадка; 4 – направляющие ролики; 5 – лебедка; 6 – телекабель; 7 – пульт.

Перед наступлением весеннего снеготаяния и особенно в зонах возможного затопления местности проводят осмотр всех крышек смотровых колодцев (камер). Неисправные крышки заменяют новыми, а за 4...5 сут до ожидаемого подъема воды крышки ставят на войлок.

Устранение засорений и профилактическая прочистка на линиях канализационной сети являются наиболее трудоемкими эксплуатационными работами. Основными причинами засорения и закупорки сети являются нарушения правил пользования санитарно-техническими приборами, когда осуществляют сброс воды совместно с крупными отбросами или частицами, выпадающими в осадок; сброс в открытые смотровые колодцы бытового и строительного мусора, слежавшегося снега; дефекты, возникающие в процессе эксплуатации и не обеспечивающие нормальный гидравлический режим работы сети.

Профилактическую прочистку канализационной сети проводят в соответствии с годовым планом работ, составленным с учетом опыта эксплуатации конкретной системы, технического ее состояния, условий гидравлической работы тех или иных участков. Периодичность прочистки может колебаться от одного раза в несколько лет до 2...3 раз в год. Профилактическая прочистка проводится гидравлическим, гидродинамическим и механическим способами.

Гидравлическая промывка (рис. 7.12) основывается на размывающей и транспортирующей способности потока сточной или привозной воды, протекающей по сети с повышенными скоростями. Повышенные скорости потока в канализационных трубах обеспечивают подачей

залповых расходов при резком открытии временного затвора на выходной трубе из смотрового колодца после полного заполнения его водой. Повышение скорости создают также за счет введения в трубопровод шаров, цилиндров, имеющих диаметр на 7...10% меньше, чем диаметр труб на прочищаемом участке. В этом случае осадок разрушается как под действием потока, так и под механическим воздействием движущегося снаряда и прочистку называют гидромеханической.

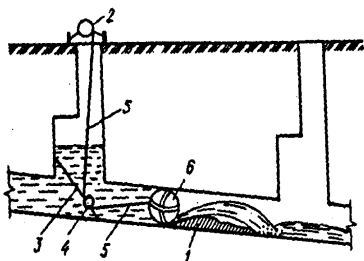


Рис. 7.12. Схема гидравлической (гидромеханической) промывки сети шарами: 1 – скопление осадка; 2 – лебедка; 3 – опорная скоба; 4 – блок; 5 – трос; 6 – резиновый мяч в каркасе.

Гидродинамическая промывка (рис. 7.13) заключается в размыве и выносе осадка струей воды, подаваемой в трубу под большим напором по шлангу от специальной машины. Шланг с реактивным насадком, имеющим одно фронтальное отверстие и несколько под углом 15...45° к оси назад, заводится в канализационную трубу через низовой смотровой колодец прочищаемого участка. После включения высоконапор-

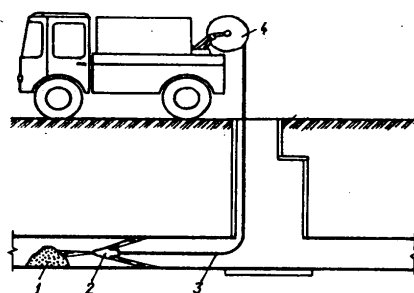


Рис. 7.13. Схема гидродинамической промывки сети каналоочистительной машиной: 1 – осадок; 2 – реактивный насадок; 3 – шланг; 4 – лебедка.

ного насоса благодаря создаваемой струями реактивной силе насадок вместе со шлангом, сматываемым с барабана, быстро продвигается вперед, разрушая и смывая осадок. Когда насадок пройдет участок, соответствующий длине шланга, включается привод барабана и шланг

наматывается обратно. Движущийся в обратном направлении насадок мощными струями воды окончательно смывает уже взмученный осадок. Этот способ прочистки наиболее прогрессивен, так как позволяет полностью механизировать работу.

Механическую прочистку канализационной сети специальными снарядами (ковшами, совками, корнерезами, рыхлителями) применяют тогда, когда невозможно использовать гидравлическую, гидромеханическую или гидродинамическую прочистку из-за значительной твердости осадков. Прочистка осуществляется протаскиванием снарядов по направлению движения жидкости между двумя смежными колодцами. В нижнем колодце протекающий осадок задерживают решеткой, ковш извлекают на поверхность, осадок грузят в контейнеры и вывозят на утилизацию. На рис. 7.14 схематично показано извлечение осадка из канализационной трубы с помощью ковшового снаряда с раскрывающимися створками.

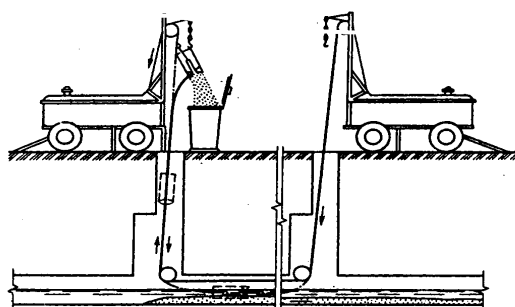


Рис. 7.14. Схема извлечения осадка из канализационной сети ковшовым снарядом.

В случае возникновения на сети закупорки она должна быть ликвидирована в возможно короткие сроки, чтобы исключить излив сточных вод на поверхность через люки смотровых колодцев. Для выявления места закупорки первоначально обследуют лоток первого затопленного колодца с помощью специальных вилок или шестов с наконечниками и удаляют имеющиеся там предметы. Закупорка на участке между колодцами может быть устранена гибким валом или жесткой проволокой (рис. 7.15), обратным давлением сточной или привозной воды (рис. 7.16). В сложных случаях прибегают к вскрытию трубопровода.

При особо твердых засорениях, требующих пробивки образовавшейся пробки, используется специальное переносное пневматическое устройство, которое благодаря цилиндру и поршню в нем может ритмично подавать к месту засорения пробивной гибкий вал с ударником на конце.

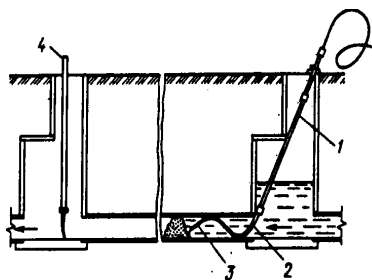


Рис. 7. 15. Схема прочистки сети гибким валом: 1 – штанга; 2 – направляющая; 3 – гибкий вал; 4 – сетка

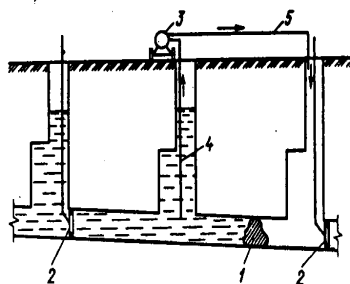


Рис. 7. 16. Схема удаления засора методом обратного давления: 1 – засор; 2 – щитовые пробки; 3 – насос; 4 – всасывающий трубопровод; 5 – подающий трубопровод.

Дождеприемники очищают специальными илососами, смонтированными на автомобиле. При отсутствии илососов очистку выполняют вручную металлическими черпаками.

При эксплуатации канализационной сети периодически выполняют текущий, капитальный и аварийный ремонты. Сметно-техническую документацию составляют на основе дефектных ведомостей.

При текущем ремонте выполняют работы по предохранению сетей и сооружений от преждевременного износа и аварий, устраняют мелкие повреждения и неисправности, проводят ремонт горловин колодцев, замену люков и т.п.

Во время капитального ремонта строят новые или реконструируют старые колодцы, частично или полностью перекладывают отдельные участки трубопроводов, проводят замену задвижек, шиберов и других устройств.

Особое место занимает ликвидация аварий: внезапное разрушение труб или колодцев, закупорка сети. При аварии прежде всего нужно организовать отвод сточных вод путем перекачки их в обход поврежденного участка, отключить подвальные помещения зданий задвижками или пробками. Для устранения аварий желательно создавать ава-

рийные бригады, оснащенные специальными машинами, оборудованием и инвентарем.

7.12. Эксплуатация очистных сооружений системы водоотведения

Сточные воды подразделяют на бытовые и промышленные. К бытовым относятся стоки населенных пунктов, к промышленным – ливневые, собираемые с территории промышленных предприятий, условно чистые и химически загрязненные сточные воды. Химически загрязненные в свою очередь могут быть органически загрязненные, минерализованные и специфически загрязненные. Химически загрязненные образуются на разных этапах технологического процесса. Такие воды загрязнены органическими и минеральными веществами различного состава и концентрации. К минеральным веществам сточных вод относятся частицы грунта, соли и др.

Органические примеси образуются из остатков сырья, реагентов, продуктов производства, отходов жизнедеятельности животных, человека. Из органических примесей можно выделить группу биологических и бактериальных веществ (дрожжи, грибки, бактерии, в том числе болезнетворные), которые встречаются в водах кожевенных заводов, боев, шерстемоек, предприятий биохимической промышленности и в бытовых сточных водах.

Классификация примесей сточных вод позволяет для каждой группы предложить свои методы очистки – регенеративные, связанные с извлечением примесей, и деструктивные, обуславливающие их разрушение.

Степень очистки сточных вод определяется разностью между концентрацией загрязняющих веществ, поступивших на очистные сооружения, и концентрацией, с которой они могут быть сброшены в водоем при полном соблюдении нормативов качества воды водоема. Пользование водными объектами для сброса сточных вод может осуществляться только на основании разрешений на специальное водопользование, выдаваемых органами государственного управления по природным ресурсам и охране окружающей среды по согласованию с органами государственного санитарного надзора и другими заинтересованными органами государственного управления.

Отведение сточных вод в водные объекты допускается только в случае, если оно не приведет к превышению установленных норм предельно допустимых концентраций веществ в водном объекте или при условии очистки водопользователем сточных вод до пределов, установленных органами государственного управления по природным ресурсам и охране окружающей среды. Сброс в водные объекты ве-

ществ, для которых не установлены предельно допустимые концентрации их содержания в водном объекте, запрещается.

Запрещается отведение сточных вод в водные объекты, относящиеся к природным лечебным ресурсам; водные объекты, отнесенные к особо охраняемым; первый пояс зон санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения; места нереста и зимовки ценных и особо охраняемых видов рыб; места обитания водных и околоводных животных, занесенных в Красную книгу; в балки, овраги, карьеры, болота.

При нарушении предъявляемых требований отведение сточных вод может быть ограничено, приостановлено или запрещено органами государственного управления по природным ресурсам и охране окружающей среды. В случаях, угрожающих безопасности и здоровью населения, органы государственного санитарного надзора вправе немедленно приостановить отведение сточных вод вплоть до прекращения эксплуатации производственных или иных объектов.

Не допускается сбрасывать в водоемы сточные воды, которые после очистки могут быть использованы в замкнутых системах оборотного водоснабжения или для орошения в сельском хозяйстве.

Для очистки сточных вод создают сооружения механической и биохимической очистки. В состав сооружений и устройств по очистке стоков городов и крупных населенных пунктов могут входить решетки, песколовки, усреднители, отстойники (первичные и вторичные), илоуплотнители, биокоагуляторы, осветлители, окислительные сооружения (биофильтры, аэротенки), метантенки, иловые площадки (либо сооружения по обезвоживанию и термической сушке осадка), сооружения для доочистки сточных вод (микрофильтры, зернистые фильтры, биологические пруды), сооружения для обеззараживания сточных вод, вспомогательные сооружения (административно-бытовой корпус, котельная, механические мастерские, гаражи, складские помещения, лаборатории).

Механическая очистка предусматривается для задержания крупных предметов на решетках, улавливания песка в песколовках и осветления воды в первичных отстойниках. Загрязнения, задерживающиеся на решетках, дробятся на специальных дробилках и возвращаются в поток очищаемой воды. Песок складируют на площадках, а осадок из отстойников направляют для сбраживания в метантенки.

При эксплуатации решеток необходимо поддерживать скорость потока между прутьями решеток 0,8...1,0 м/с; следить за состоянием прозоров решетки, не допуская засорения и подпора сточной жидкости; вести постоянный надзор за работой механического очистителя решетки; не допускать попадания в дробилку твердых предметов, которые могут вызвать ее поломку.

При контейнерной вывозке следует своевременно удалять отбросы. В теплое время отбросы нужно обрабатывать хлорной известью. Помещения решеток должны постоянно вентилироваться (открывать окна, двери).

Песколовки должны на 85 – 90% обеспечить выделение из сточных вод песка и других минеральных примесей с крупностью фракций более 0,25 мм. При эксплуатации песколовок необходимо контролировать расход поступающей на них сточной жидкости и регулировать нагрузку на отдельные песколовки; измерять слой задержанного песка; удалять из песколовок отложения по мере накопления, но не реже чем через 1...2 сут, отмывать песок и обезжиривать, а также контролировать вывоз его с территории очистных сооружений. Для осмотра, очистки и ремонта оборудования песколовки опорожняют не реже одного раза в 1...1,5 года.

Для дальнейшей очистки стоков их направляют в первичные и вторичные отстойники. Первичные размещают перед сооружениями биохимической очистки, а вторичные после них. Отстойники бывают периодического и непрерывного действия. В отстойниках периодического действия заполнение стоками и осветление их происходит в состоянии покоя. В отстойниках непрерывного действия осветление стоков происходит при медленном их движении (5...7 мм/с).

При эксплуатации первичных отстойников нужно постоянно контролировать время пребывания сточной жидкости в сооружениях и обеспечивать равномерность ее подачи; лотки и каналы, подводящие воду к отстойникам, очищать от отложения тяжелых осадков и отбросов; своевременно удалять с поверхности отстойников плавающие вещества; контролировать эффект осветления стока и предупреждать вынос осадка; содержать в исправности и чистоте задвижки, щиты и другое оборудование; удалять осадок не реже двух раз в сутки; при выпуске осадка для чистки и ремонта сооружения задвижку на илопроводе необходимо открывать постепенно; по окончании выпуска осадка колодец и илопровод следует промывать.

Осадок из первичных отстойников удаляют скребковыми механизмами в бункер, а из бункера – самотеком по специальной трубе под гидростатическим напором 1,5 м. При эксплуатации вторичных отстойников следует принимать меры против повышения выноса из отстойников активного ила биопленки, обеспечивать заданный режим выпуска активного ила, не допускать образования залежей и уплотнения активного ила в отстойниках, своевременно удалять с поверхности отстойников плавающую пленку или пену и направлять в метантенки или на иловые площадки.

Сооружения биохимической очистки обеспечивают окисление и минерализацию органических веществ, содержащихся в сточных водах. Биологический фильтр состоит из фильтрующей загрузки, распре-

делительных устройств, обеспечивающих равномерное орошение поверхности загрузки очищаемой водой и дренажного устройства, сбрасывающего очищенную воду. Загрузочным материалом для биофильтров служит щебень, галька, керамзит, пластмассы. По высоте биофильтры загружаются материалом одинаковой крупности, только нижний слой толщиной 0,2 м отсыпается из более крупного материала. Разбрызгивание стока осуществляется спринклерными или реактивными вращающимися рассеивателями.

На загрузке работающего биофильтра образуется биологическая пленка, густо заселенная микроорганизмами. При очистке сточных вод на зернах фильтрующей загрузки выделяются органические (растворенные и нерастворенные) загрязнения, которые затем окисляются микроорганизмами от биологической пленки. Отмершая биопленка смывается водой и улавливается вторичным фильтром. Биологическая пленка постоянно регенерируется, благодаря чему вода непрерывно очищается. При появлении на поверхности биофильтров мест застоя жидкости следует разрыхлить загрузочный материал и промыть его струей воды под напором. Не реже одного раза в 1,5...2 года следует промывать или проводить замену верхнего слоя загрузки биофильтра. Полную замену всей загрузки выполняют через 6...8 лет.

При эксплуатации биофильтров нужно обеспечивать подачу допустимых количеств сточной жидкости и ее равномерное распределение; контролировать подачу воздуха при искусственной аэрации; вести наблюдение за температурой сточной жидкости, которая должна быть не ниже $+6^{\circ}\text{C}$, обеспечивать своевременную промывку поддонного пространства и каналов; принимать меры к устранению повышенного выноса взвешенных частиц, биопленки и образования на поверхности биофильтра заболоченных мест.

В составе очистных сооружений имеют место аэротенки, представляющие собой длинные железобетонные прямоугольного сечения резервуары глубиной 2...5 м и шириной, равной двойной глубине, по которым протекает сточная жидкость, смешанная с активным илом, представляющим собой хлопья с большим количеством микроорганизмов. В аэротенках изъятие и окисление органических веществ осуществляет активный ил, состоящий из колоний аэробных микроорганизмов. Смесь ила и сточной жидкости по всей длине резервуара интенсивно аэрируется воздухом, обеспечивая окисление значительной части загрязнений, не осевших при первичном отстаивании. После очистки сточную воду направляют во вторичные отстойники. Сточные воды в аэротенках очищаются по двум характерным схемам: одноступенчатой без регенератора и одноступенчатой с регенератором. По второй схеме осуществляется окисление трудноокисляемых веществ и восстановление активного ила.

При эксплуатации аэротенков работники обязаны обеспечивать подачу в аэротенк заданных количеств сточных вод и воздуха. Необходимо поддерживать заданную концентрацию сточной жидкости (взвешенных веществ не более 100 мг/л) активного ила (7...8 г/л) и содержание растворенного кислорода в аэротенке (не менее 2 мг/л). Следует контролировать состояние ила, проводить чистку пористых пластин по мере их засорения или неисправности, но не реже одного-двух раз в год.

Обезвоживание и сушка осадка, как правило, проводится на иловых площадках – спланированных участках земли (картах), огражденных валиками земли и имеющих дренирующее основание. На иловых площадках нужно своевременно освобождать площадки от подсушенного осадка с последующим выравниванием поверхности карт и подсыпкой при необходимости песком. Нужно следить за состоянием ограждающих валиков, своевременно удалять растительность на валиках и откосах дорог, обеспечивать своевременный отвод дренажной воды на очистные сооружения, не допуская сброс ее в водоем.

Для переработки твердой фазы сточных вод применяют метантенки. Они представляют собой герметические железобетонные резервуары, в которых осадок сбраживается при температуре 30...35⁰С (мезофильное сбраживание) и 50...55⁰С (термофильное сбраживание). При таких температурах распад органических веществ происходит всего за 5...12 сут. Осадок в метантенках при необходимости подогревают паром или горячей водой. Для интенсификации сбраживания осадок перемешивают специальными мешалками. Сбраживание сопровождается выделением метана (8...15 м³ газа на 1 м³ осадка). Для предотвращения образования взрывчатой смеси (1 часть метана и 5...15 частей воздуха) требуется соблюдение правил техники безопасности. Образовавшийся газ из метантенка направляют в газопровод или “на свечу” в атмосферу. Курить, отогревать замерзшие участки трубопровода паяльной лампой запрещается. Дежурный персонал обязан следить за плотностью соединений, не допуская утечки газа и засасывания воздуха в газопроводы. Спускаться в метантенки можно только в изолирующем шланговом противогазе, со спасательным поясом с веревкой, конец которой у рабочего вне резервуара. Продолжительность работы за один заход составляет 10 мин с последующими перерывами по 30 мин.

Сброженный осадок промывают очищенной сточной водой и обезвоживают на вакуумфилтрах. В результате механической и биохимической очистки в сточных водах погибает 91...98 % болезнетворных бактерий. Оставшееся количество уничтожают дезинфекцией, т.е. хлорированием. Для дезинфекции полностью очищенных стоков требуется 3...5 г хлора на 1 м³ сточных вод, а для 1 м³ отстаиванной сточной жидкости – 10 г хлора.

Перед сбросом обработанных стоков в водоем иногда требуется их доочистка с целью надежной защиты водоемов от загрязнений и при использовании вод в системах промышленного водоснабжения. Для доочистки применяют фильтрацию через зернистые материалы, коагуляцию, отстаивание и т.п.

Биологическая очистка стоков в естественных условиях может осуществляться на полях орошения или фильтрации и в биологических прудах. Она основана на способности самоочищения почвы и водоемов. Поля орошения – это специально подготовленные и спланированные участки, используемые не только для очистки сточных вод, но и для выращивания сельскохозяйственных культур. Земельные участки, используемые только для очистки сточных вод, называются полями фильтрации.

Очистка сточных вод на полях орошения или фильтрации состоит в том, что при фильтрации стоков через почву в ее верхнем слое задерживаются взвешенные и коллоидные вещества, образующие на поверхности почвы заселенную микроорганизмами пленку. Эта пленка адсорбирует на своей поверхности растворенные органические вещества, находящиеся в сточных водах, используя кислород, проникающий из атмосферы в поры почвы. Микроорганизмы переводят органические вещества в минеральные соединения.

Процесс очистки сточных вод на полях орошения и фильтрации замедляется в зимнее время в силу замедления или прекращения биологических процессов. В этот период поля орошения и фильтрации работают как накопители, задерживая в почве сточные воды и находящиеся в них вещества путем поверхностного намораживания.

Биологические пруды – это искусственно создаваемые водоемы. Пруды используют как самостоятельные сооружения для очистки сточных вод, а также для их доочистки в сочетании с другими сооружениями. При глубине 0,5...1,0 м они позволяют создать значительную поверхность соприкосновения стоков с воздухом, обеспечивают хороший прогрев воды, благодаря чему активно развиваются планктонные водоросли, которые ассимилируют биогенные элементы, обогащая воду кислородом, необходимым для окисления органических веществ.

В биологических прудах без разбавления сточная вода последовательно проходит несколько ступеней (прудов) очистки. Степень очистки с каждой последующей ступенью повышается. Сточные воды, прошедшие пруды, можно использовать для орошения.

Хозяйства, использующие сточные воды для орошения, организуют эксплуатацию оросительных систем. Они выполняют мероприятия по содержанию в исправном состоянии сети и сооружений, осуществляют поливы сельскохозяйственных культур согласно графикам. Поливы проводят по бороздам, полосам, затоплением чеков, дождеванием и подпочвенным способом. При выполнении работ на полях орошения

должны соблюдаться правила техники безопасности и охраны труда, устанавливаемые специальными инструкциями и санитарными правилами.

При эксплуатации биологических прудов необходимо постоянно контролировать режим их наполнения, не допуская переполнения и просачивания воды через ограждающие валики. Следует вести систематический надзор за состоянием ограждающих валиков, за процессом очистки сточных вод, контролировать содержание кислорода в воде и состав очищенных стоков, выпускаемых в водоем или используемых для орошения. Необходимо удалять травяную и сорняковую растительность с ограждающих валиков и других мест территории биологических прудов, своевременно устранять появившиеся деформации валиков и других устройств.

В малых населенных пунктах для очистки сточных вод можно использовать установки заводского изготовления малой производительности. В установках используется биохимическая очистка на основе свойств активного ила. Исследованиями установлено, что состояние активного ила зависит от количества органических загрязнений, приходящихся на единицу его массы. В зависимости от этого развитие активного ила и прежде всего интенсивность его роста могут быть условно разделены на три фазы.

В первой фазе (постоянного роста) происходит быстрое размножение микроорганизмов в связи с наличием в сточной жидкости большого количества органических веществ.

Во второй фазе (замедленного роста) несколько задерживается размножение микроорганизмов по причине уменьшения количества органических веществ в стоках.

В третьей фазе (эндогенного дыхания) размножение микроорганизмов активного ила замедляется из-за недостатка органических веществ: ил как бы находится в “голодном” состоянии. Это заставляет микроорганизмы активного ила использовать не только органические вещества сточных вод, но и значительную часть органических веществ отмерших микроорганизмов, т.е. происходит минерализация частиц ила.

Для очистки сточных вод малых населенных пунктов представляет интерес переходная область между второй и третьей фазами, а также третья фаза развития активного ила. В переходной области между указанными фазами устанавливается постоянство количества живых клеток бактерий и микроорганизмов, возникающее в результате равновесия между числом рождающихся и умирающих клеток. Высокая степень минерализации исключает необходимость дополнительной обработки ила (подсушка на иловых площадках или механическое обезвреживание).

Таким образом, создавая условия, при которых активный ил будет находиться в указанной области развития, можно обеспечить технологию полного окисления стоков и отсутствие отходов.

В третьей фазе состояние активного ила при полном прекращении подачи питания происходит постепенное отмирание микроорганизмов и минерализация активного ила. Такая обработка названа методом аэробной стабилизации, так как ил теряет способность к загниванию, т.е. приобретает стабильные свойства. Обработка ила осуществляется при подаче воздуха, необходимого для дыхания микроорганизмов, и минерализации органических веществ.

Таким образом, для очистки сточных вод малых населенных пунктов можно применять установки, работающие по методу полного окисления и аэробной стабилизации.

Установки заводского изготовления для очистки сточных вод, работающие по методу полного окисления, рекомендуются для производительностей 12...200 м³/сут (КУ-12, КУ-25, КУ-50, КУ-100, КУ-200). Установки, работающие по методу аэробной стабилизации избыточного активного ила, применяют для очистных станций производительностью 200, 400, 700 м³/сут. Они изготавливаются в виде секций на производительность 200 м³/сут, т.е. на очистных сооружениях производительностью 400 и 700 м³/сут монтируются соответственно две или три секции. Установки представляют собой блок, объединяющий аэротенк, вторичный отстойник и стабилизатор избыточного активного ила. Система аэрации принята пневматическая.

Технология очистки сточных вод по методу полного окисления сводится к освобождению стоков крупных загрязнений с помощью решеток, очистке в аэротенках на полное окисление и отстаиванию (отделению активного ила).

Перед пуском установок в эксплуатацию проверяют наличие актов их испытания на герметичность, скрытые работы и на проверку оборудования при работе вхолостую, а также наличие смазки в редукторах и подшипниках. Контроль за качеством очистки сточной жидкости осуществляется по прозрачности воды в отстойнике, запаху, внешнему виду. Концентрацию активного ила в аэротенке и стабилизаторе рекомендуются контролировать на местах по объему за 30 мин отстаивания. Определение ила по объему проводят через день с записью результатов наблюдений и проведенных операций по технологическому, механическому и электромеханическому регулированию. При достижении объема ила до 70% объема отобранной пробы необходимо удалять избыточно активный ил путем опорожнения установки на 1/2...2/3 объема аэрационной зоны.

В установках, работающих по методу аэробной стабилизации избыточно активного ила, контроль за дозой ила производят в аэротенке и стабилизаторе. В аэротенке поддерживается доза ила по объему

20...30% объема взятой пробы. Увеличение дозы ила в аэротенке вызывает на недостаточное удаление избыточного активного ила в стабилизатор, а уменьшение – на слишком большое удаление избыточного активного ила.

В стабилизаторе контролируют дозу ила для определения момента сброса его на иловые площадки. Достижение объема ила свыше 70...80% означает необходимость удаления, при этом стабилизатор полностью опорожняется.

Техническое обслуживание установок сводится к периодической смазке подшипников и шестеренок воздухоудвки, подшипников аэрата, заливке масла в редуктор, проверке и замене сальниковых колец, шайб, а также к своевременному восстановлению защитного покрытия на установке.

Повседневная эксплуатация сводится к наблюдению за состоянием установки, ее техническому обслуживанию; технологическому обслуживанию установок и контролю качества очистки сточных вод; поддержанию общей чистоты на установке и на территории очистной станции. Установку обычно обслуживает один человек, работающий в одну смену. В остальное время очистная станция работает без обслуживающего персонала с достаточной степенью надежности, что обеспечивается автоматическим переключением воздухоудвок при выходе из строя одной из них.

При обслуживании установок должны соблюдаться правила техники безопасности, рекомендуемые для канализационных очистных сооружений.

8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

8.1. Общие сведения о насосных станциях и приемка их в эксплуатацию

Насосные станции устраивают для орошения, осушения, водоснабжения, а также для канализационных предприятий. Их классифицируют по следующим показателям:

- по назначению – осушительные, оросительные, для водоснабжения, канализационные и др.;

- по виду водоисточника – речные, водохранилищные, с забором из подземных водоисточников;

- по расположению оборудования относительно поверхности земли – наземные (стационарные, плавучие, передвижные), полузаглубленные, заглубленные;

- по характеру управления – с ручным управлением, автоматические, автоматические дистанционные;

- по режиму работы – сезонные и с круглогодичной работой.

Оборудование насосных станций подразделяется на основное и вспомогательное. Основное включает насосы, двигатели к насосам, аванкамеру, всасывающий и напорный трубопроводы с необходимой аппаратурой. Вспомогательное оборудование обеспечивает нормальную эксплуатацию основного оборудования и сооружений насосной станции (вакуум-насосные установки, подъемные механизмы, системы автоматизации, вентиляции, отопления и т.д.).

Вакуум-насосные системы предназначены для заполнения всасывающего трубопровода и основного насоса водой за 3...5 минут (не более 10...15 мин). При эксплуатации вакуум-систем необходимо следить за состоянием приборов автоматики, чистотой воды, чистотой и проходимость трубопроводов системы. Запуск основных насосных агрегатов с помощью вакуум-систем осуществляют последовательно при помощи переключающей арматуры.

Система технического водоснабжения обеспечивает подачу воды на охлаждение, на смазку подшипников и подпятников с водяной смазкой, к вакуум-насосам. Эта система включается перед пуском насосных агрегатов. Вода должна быть технически чистой, иметь температуру не выше $+25^{\circ}\text{C}$ и не ниже $+1^{\circ}\text{C}$. При эксплуатации системы технического водоснабжения систематически проверяют исправность устройств автоматики, отключающих насосные агрегаты при прекращении подачи воды на смазку и охлаждение узлов насосных агрегатов и других элементов.

Вентиляционные и отопительные устройства насосных станций создают нормальные условия для работы обслуживающего персонала и эффективной работы оборудования. Зимой температура в производственных помещениях не должна опускаться ниже $+5^{\circ}\text{C}$, а там где работают люди – ниже $+16^{\circ}\text{C}$. Оптимальная влажность воздуха для сохранности электромашин и электрооборудования должна быть в пределах 40...60%. Производственные помещения обогреваются теплом, выделяемым электродвигателями при работе, а в период ремонта – электронагревательными приборами. Включение и выключение вентиляции и отопления происходит автоматически в зависимости от температуры воздуха в помещениях.

Подъемно-транспортное оборудование предназначено для транспортировки и монтажа насосов, двигателей, подъема затворов, решеток и т.п. При его эксплуатации следят за тем, чтобы были надежно закреплены неподвижные оси барабанов, катков, блоков; проверяют целостность канатов; регулярно смазывают трущиеся части; предохраняют металлоконструкции от коррозии. Перегрузка подъемно-транспортного оборудования не допускается.

Контрольно-измерительными приборами (КИП) осуществляют контроль подачи и давления, развиваемых насосом, протока воды в системе технического водоснабжения, температуры подшипников и т.п.

Эксплуатацию КИП ведут в соответствии с заводскими инструкциями. Осмотры приборов и проверку правильности их работы проводят ежедневно. Ремонт выполняют в специализированных мастерских, а их проверку – на госпредприятиях комитета стандартов. Не менее одного раза в месяц подтягивают крепления приборов, проверяют подвижность стрелок постукиванием по стеклу мягким предметом.

Насосные станции должны обеспечивать надежную и бесперебойную подачу воды потребителям. Насосные агрегаты рассчитывают на подачу заданного расхода при нормальном режиме эксплуатации и при возможных аварийных режимах. К качеству строительно-монтажных работ следует предъявлять высокие требования.

Насосное оборудование и вспомогательные системы после монтажа и ремонта должны быть испытаны и приняты в эксплуатацию по приемо-сдаточным актам, к которым прилагается вся техническая документация. При отклонениях от проекта необходимо приложить документы о согласовании отклонений с проектной организацией или заводом-изготовителем.

В предпусковой период проводят опробование и испытания оборудования, в процессе которых проверяют качество монтажа, выявляют и устраняют неисправности в работе. При подготовке к опробованию и испытаниям проверяют горизонтальность (вертикальность) оси насоса и соосность с электродвигателем, соединение полумуфт передаточного механизма, сальниковые уплотнения на валу насоса, состояние подшипников и систему их смазки, соответствие допусков и зазоров нормативным значениям. Убедившись в правильном и качественном монтаже, приступают к испытаниям насосных агрегатов в работе. При пуске особое внимание обращают на вибрацию агрегатов и температуру подшипников. Вибрацию определяют с помощью индикаторов или вибрографов. Значения допустимой вибрации электродвигателей у стенки корпуса и у подшипников в зависимости от частоты вращения составляют 0,12...0,06 мм при частоте 400...3000 об/мин.

Температура подшипников не должна превышать 80° С. При водяной смазке и охлаждении подшипников температура выходящей воды не должна превышать температуру входящей более чем на 5° С.

При пуске и опробовании насосного агрегата необходимо соблюдать последовательность технологических операций. Так при пуске горизонтального центробежного насоса с положительной высотой всасывания сначала закрывают задвижку на напорном трубопроводе. Затем заливают воду в вакуум-систему и включают вакуум-насос. После заполнения всасывающей линии и полости насоса водой отключают вакуум-систему, перекрывают краны вакуумметра и манометра и включают на 2...3 секунды приводной электродвигатель. При нормальной работе агрегата (отсутствуют посторонние шумы и недопустимые вибрации) проводят вторичный пуск насосного агрегата. Через

1,5...2 мин после пуска открывают задвижку на напорном трубопроводе. Проверяют работу сальниковых уплотнений. При нормальных условиях сальник пропускает воду отдельными каплями или тонкой струей.

При вводе в эксплуатацию крупных насосных агрегатов пробный пуск и обкаточные испытания не разделяют. Испытания под рабочей нагрузкой проводят в течение 8...15 ч, а крупных насосных агрегатов – 72 ч непрерывной работы.

При пуске и испытании погружного насоса придерживаются такой последовательности:

- погружные насосы включают в работу через время, предусмотренное инструкцией, после погружения агрегата в воду;

- пуск насоса проводят при закрытой задвижке на напорном трубопроводе;

- при нормальной работе электронасоса постепенно открывают напорную задвижку и доводят расход воды до рабочего значения, но не превышающего дебит скважины;

- при наличии в воде примесей расход воды уменьшают, прикрывая напорную задвижку;

- во время работы насоса измеряют динамический уровень воды в скважине и при необходимости заглубляют его под уровень. При появлении постороннего шума, вибрации, резкого повышения силы тока агрегат немедленно останавливают.

Погружные насосы обычно не нуждаются в постоянном надзоре и при надлежащем уходе могут работать автоматически.

При приемке насосных станций и насосных агрегатов в эксплуатацию проводят контрольный пуск насосов в присутствии приемочной комиссии. Члены комиссии тщательно осматривают основное и вспомогательное оборудование станции, проверяют его действие и соответствие проектной документации; проводят контрольные испытания оборудования, снимая показания контрольно-измерительных приборов, фиксирующих подачу, напор, потребляемую мощность, частоту вращения и сравнивают их с паспортными данными заводов-изготовителей и проектными материалами. Если рабочие параметры насосных агрегатов соответствуют паспортным данным, вибрационные и температурные режимы узлов агрегатов находятся в нормальных пределах, то комиссия составляет акт о приемке насосной станции в постоянную эксплуатацию.

Для удобства работы эксплуатационного персонала на станции должны быть вывешены правила эксплуатации каждого агрегата в отдельности, эксплуатации подъемно-транспортных механизмов, измерительных приборов и правила по технике безопасности.

Насосные агрегаты необходимо пронумеровать. Рабочие характеристики насосов в процессе эксплуатации нужно проверять 1...2 раза в год путем испытания насосов в производственных условиях.

На каждой насосной станции должна быть в наличии следующая техническая документация:

- генеральный план участка с нанесением всех сооружений подземного хозяйства;

- исполнительные чертежи зданий, размещения оборудования и трубопроводов внутри зданий;

- паспорта насосного, электротехнического и вспомогательного оборудования;

- чертежи каждого насоса и его электродвигателя и номенклатура запасных частей;

- заводские характеристики насосов, электродвигателей и акты их испытания;

- техническая инструкция по обслуживанию и ремонту оборудования станции;

- должностные инструкции для всего обслуживающего и руководящего персонала станции;

- инструкции по технике безопасности;

- акт отвода участка под строительство насосной станции;

- полный комплект инструкций заводов-изготовителей на эксплуатируемое оборудование, агрегаты, механизмы и контрольно-измерительную аппаратуру;

- схема электроснабжения;

- журнал контроля и учета работы оборудования;

- журнал учета забираемой из источника воды (для насосной станции 1-го подъема).

8.2. Техническое обслуживание насосных станций

Эксплуатация насосных станций осуществляется сменными машинистами и электриками под руководством начальника станции и диспетчерской службы (при наличии). Численность персонала устанавливается штатным расписанием в зависимости от производительности и степени автоматизации.

Служба эксплуатации насосной станции должна обеспечивать надежную и безаварийную подачу воды в соответствии с плановым графиком водопотребления, эффективную работу насосной станции, безопасную работу обслуживающего персонала. Плановая система технической эксплуатации (ПСТЭ) предусматривает наблюдение и уход за оборудованием и сооружениями, своевременное выполнение ремонтов, соблюдение правил технической эксплуатации, изучение работы сооружений и оборудования, проведение необходимых испы-

таний и исследований, своевременное выявление поломок, аварий, анализ их причин, учет работы насосной станции, соблюдение техники безопасности и противопожарных мероприятий.

Для совершенствования эксплуатации и повышения ее эффективности ежегодно составляют план организационно-технических мероприятий. Этими мероприятиями предусматривают улучшение или внедрение механизации и автоматизации производственных процессов, улучшение средств водоизмерения, уменьшение потерь воды, снижение затрат энергии, модернизация оборудования и т.д.

Руководство внедрением и осуществлением ПСТЭ входит в обязанности начальника станции. Начальник насосной станции обязан:

- обеспечивать бесперебойную и с наилучшими технико-экономическими показателями работу вверенных ему объектов в соответствии с графиком водоподдачи;

- составлять график работы агрегатов станции для обеспечения плановой водоподдачи;

- участвовать в планировании текущего и капитального ремонтов насосной станции, контролировать своевременность и качество ремонтных работ, содействовать внедрению новой техники и технологий;

- организовывать техническую учебу рабочего персонала станции для повышения квалификации, совершенствования знаний техники безопасности, обучения смежным профессиям;

- устанавливать перечень технической и эксплуатационной документации и контролировать ее наличие.

Состав и объем обязательной эксплуатационной документации регламентируется специальной инструкцией. В эксплуатационную документацию входят: оперативный журнал насосной станции; журнал распоряжений и телефонограмм; журнал учета дефектов, аварий и брака в работе; суточная ведомость дежурного персонала насосной станции; журнал заявок на ремонт и остановку оборудования; журнал работы релейной защиты и автоматики; должностные инструкции оперативного персонала.

Перечень технической и эксплуатационной документации может изменяться в зависимости от типа и мощности насосной станции и местных условий эксплуатации. Основные электротехнические и технологические схемы вывешиваются в помещении насосной станции, где размещено приведенное в схемах оборудование.

В инструкциях по обслуживанию оборудования указывают порядок пуска, остановки и обслуживания при эксплуатации его в нормальных условиях и при аварийном режиме; порядок выполнения ремонтных работ; требования по технике безопасности.

Знание и выполнение правил техники безопасности и противопожарных мероприятий при эксплуатации оборудования и сооружений насосных станций обеспечивают безопасность работы персонала и

безаварийность работы станции. В соответствии с правилами техники безопасности к эксплуатации насосных станций допускаются работники, имеющие соответствующую квалификацию, подтвержденную документом. Эксплуатационный персонал должен знать специфические правила при выполнении специализированных работ и приемы тушения пожаров, возникающих при загорании дизельного топлива, масел, тушения пламени, возникшего у электрических машин и аппаратов. Система пожаротушения всегда должна быть готова к действию. В ней предусматривают не менее двух насосов, один из них резервный. Пожарные насосы включают для опробования ежедневно на 5...10 мин. Все оборудование системы пожаротушения – насосы, трубопроводы, запорную арматуру, гидранты – окрашивают в красный цвет. Подачу воды на пожаротушение принимают: для наружного пожаротушения – две струи расходом по 5 л/с, для внутреннего – две струи расходом по 2,5 л/с для основного здания и одна струя с тем же расходом для подсобных помещений. Пожарные насосы должны обеспечить свободный напор под коньком крыши не менее 12 м. В зданиях, не имеющих противопожарных систем, устанавливают пенные огнетушители из расчета два огнетушителя на электродвигатель мощностью до 100 кВт и три огнетушителя на электродвигатель при большей мощности и на один огнетушитель внутреннего сгорания мощностью до 200 кВт.

Работники насосной станции должны быть обучены приемам первой медицинской помощи пострадавшим от электрического тока, при травмах и ожогах. Все колодцы, котлованы, траншеи перекрывают надежными щитами (крышками) или ограждают перилами. Осмотр и ремонт оборудования допускается при остановленных насосах и полном закрытии напорной задвижки. На рабочих местах обслуживаемых агрегатов вывешивают рабочие схемы и инструкции по эксплуатации с указанием безопасных методов и приемов работы.

Все работники, обслуживающие насосную станцию, относятся к дежурному персоналу и работают по специальному графику. Принимая смену от предыдущего, дежурный обязан ознакомиться с состоянием и режимом работы всего оборудования; проверить наличие инструмента, журналов; ознакомиться с записями и распоряжениями за время предыдущего дежурства; оформить прием и сдачу смены записью в журнале. В процессе дежурства машинист насосной установки поддерживает эксплуатационный режим, осуществляет систематический осмотр и уход за работающим оборудованием. Он также ведет запись в журнале показаний приборов, обнаруженных неполадок, распоряжений вышестоящего руководства.

Техническая эксплуатация насосов и другого оборудования складывается из осмотров и планово-профилактических работ. Такие работы включают техническое обслуживание №1 (раз в месяц) и №2 (раз в шесть месяцев). При проведении обслуживания №1 проверяют цен-

тровку вала насоса с валом двигателя; промывают подшипники насоса и заменяют смазку; проверяют состояние подшипников электродвигателя и при необходимости смазывают их; устраняют неисправности в электрооборудовании.

Во время техобслуживания №2 проверяют подачу насосной установки и определяют потери электроэнергии. Подачу определяют расходомером или заполнением емкости и подача должна быть не менее 70% от паспортной. Расход электроэнергии проверяют по счетчику. Если подача насоса меньше допустимой, проверяют состояние рабочих колес и подшипников. При необходимости заменяют новыми.

Согласно правилам эксплуатации насосных агрегатов запрещается при появлении в агрегате ясной слышимости стука; возникновении искрения или свечения в зазоре между статором и ротором электродвигателя; возникновении повышенной вибрации вала; повышении температуры подшипников, обмоток электродвигателя; подплавлении подшипников скольжения или выходе из строя подшипников качения. Режим работы насосной станции первого подъема системы водоснабжения, подающей воду из источника на очистные сооружения, связан с режимом работы этих сооружений. С целью стабилизации процесса очистки воды режим работы станции назначается равномерным в течение суток. При использовании подземных источников водоснабжения работа насосных станций первого подъема в большинстве случаев назначается равномерной. Режим работы станции второго подъема зависит от графика водопотребления.

При водоснабжении малых населенных пунктов в сеть водопотребителям включают водонапорную башню. В этом случае режим подачи воды потребителю может быть как равномерным, так и ступенчатым. Если емкость башни обеспечивает водой потребителей принимают равномерный режим работы станции, а если не обеспечивает – устанавливают ступенчатый режим.

Пуск насоса в процессе эксплуатации станции может осуществляться на открытую и закрытую задвижку на напорном трубопроводе. Запуск на закрытую задвижку возможен в любом случае. Запуск на открытую задвижку допускается при наличии в сети противодавления. При подготовке к пуску насоса необходимо проверить положение задвижек на всасывающем и напорном патрубках; проверить наличие смазки в подшипниках и узлах, а также давления в системе технического водоснабжения; наличие напряжения на щитах электроснабжения. Пуск насосного агрегата должен вестись в такой последовательности: закрывают задвижку на напорном трубопроводе, отключают манометр, открывают вентили, подающие воду к сальникам, и вентиль на воздухоотводе, включают вакуум-насос. После заполнения всасывающей линии и корпуса насоса водой закрывают вентиль воздухоотвода, открывают кран у манометра и включают двигатель. Когда насос

наберет рабочие обороты и манометр покажет давление, соответствующее его характеристике, открывают кран вакуумметра. Затем открывают напорную задвижку и регулируют подачу воды, добиваясь заданного значения напора.

При остановке насоса надо закрыть напорную задвижку, кран вакуума и выключить двигатель, прекратить подачу воды к сальникам. После остановки агрегата убедиться в отсутствии обратного вращения колеса насоса (что свидетельствует о неплотности обратного клапана).

При работе насосной станции организуют учет работы ее основного механического и энергетического оборудования. Учет работы проводят по следующим показателям: подача воды; расход электроэнергии, топлива; расход воды на собственные нужды; число часов работы и простоя машин и оборудования, их КПД.

Техническое обслуживание погружных электронасосов предусматривает внешний осмотр оборудования; проверку станции управления; проверку технического состояния контрольно-измерительных приборов и погружного электродвигателя; работы по подъему насосного агрегата из скважины; внешний осмотр, частичную разборку и регулировку осевого зазора вала насоса; замену изношенных деталей новыми; сборку насоса и опускание его в скважину; пробный пуск.

Осмотр станции управления проводят не реже одного раза в месяц. При этом устраняют выявленные неисправности и проверяют состояние контактов пускателя и реле, затяжку крепежных деталей. Обгоревшие контакты протирают чистой ветошью, смоченной в спирте, до появления металлического блеска.

Один раз в полгода особо тщательно проверяют станцию управления, датчики уровня воды и “сухого хода” и при необходимости заменяют отдельные элементы автоматики.

Необходимость текущего ремонта погружных электродвигателей определяют по сопротивлению изоляции электродвигателя и токопроводящих проводов. На необходимость ремонта насоса указывают снижение его подачи более чем на 35%, повышенная вибрация, металлический звук при работе.

Перед подъемом насосного агрегата из скважины отключают электропитание, отсоединяют токоподводящий кабель от станции управления и опорное колено от магистрального трубопровода. Затем поднимают агрегат с колонной водоподъемных труб. Если невозможно извлечь колонну вместе с агрегатом за один прием, используют двойной перехват, устанавливая попеременно монтажные хомуты в двух местах. Кабель при подъеме наматывают на барабан. Насосный агрегат отсоединяют от трубы, сливают воду из электродвигателя, проводят частичную разборку, заменяют детали с повышенным износом и собирают агрегат. При сборке осевой свободный ход ротора насоса устанавливают с помощью регулировочных шайб.

Техническое обслуживание погружных капсульных насосов предусматривает полную ревизию и профилактические осмотры. При этом разборку и сборку осуществляют в последовательности, указанной в заводской инструкции. После сборки проводят испытание на герметичность капсулы. Полную ревизию следует проводить не реже одного раза в год. В процессе ревизии заменяют смазку в подшипниках и манжетном уплотнении. При необходимости манжеты заменяют новыми.

8.3. Эксплуатация мелиоративных насосных станций

Насосные станции на осушительных и осушительно-увлажнительных системах предназначены для откачки воды при осушении почв с механическим водоподъемом или для подачи ее на увлажнение (при внутривпочвенном способе или дождевании). Они могут быть передвижными, стационарными и плавучими. Плавучие применяют при большом изменении уровней воды в источнике, а передвижные – при кратковременном их использовании, когда строительство стационарной станции экономически невыгодно. Плавучие насосные станции имеют постоянную высоту всасывания, легко запускаются в работу, забирают воду из верхних осветленных и более теплых слоев водоисточника. Эксплуатация их заключается в поддержании в исправности насосных агрегатов, электрических двигателей или двигателей внутреннего сгорания, трубопроводов, катера (понтон), в котором смонтировано все оборудование. Необходимо периодически осматривать станцию, устранять появившиеся неисправности, проводить покраску для предохранения металла от коррозии. В зимний и весенний периоды нужно принимать меры по предохранению катера от повреждений льдом – скалывать лед зимой, устраивать защитные сооружения.

Передвижные насосные станции смонтированы на специальной тележке с собственным двигателем. В качестве двигателя используют электромотор, двигатель внутреннего сгорания или привод для отбора мощности от трактора. Станция в комплекте с трактором может быть в прицепном или навесном варианте. С помощью передвижных насосных станций обслуживают несколько (2 ... 3) осушаемых или орошаемых участков. Монтажно-демонтажные работы при этом занимают мало времени. Передвижные насосные станции имеют производительность от 18 до 360 л/с с напором от 5 до 110 м. В зависимости от конструкции и способа передвижения различают следующие виды насосных станций.

СНП – станция насосная передвижная, прицепная. Оснащена двигателем внутреннего сгорания, соединенным непосредственно или через редуктор с насосом. Все оборудование смонтировано на рамесалазках или тележке с пневматическими шинами, что позволяет перемещать станцию при помощи трактора. На большие расстояния

станцию с салазками рекомендуется перемещать на автомобиле с погрузкой на него краном соответствующей грузоподъемности.

СНПЭ – станция насосная передвижная, прицепная с электродвигателем. Применяют при наличии электропитания.

ПНС-Т – передвижная насосная станция с отбором мощности от трактора. У этой станции на раме-салазках монтируют насос и редуктор (без двигателя). Насос приводится в движение непосредственно от карданного вала (при совпадении частоты вращения вала трактора и насоса) и через редуктор (при разной частоте вращения). Передвижение станции на другое место работы выполняют трактором.

СНН – станция насосная навесная. У этой станции насос монтируют на специальной раме, которую закрепляют на шасси трактора.

От устройства станции зависит состав эксплуатационных работ. Наиболее распространена передвижная станция СНП-50/80. К работе на этой передвижной насосной станции допускают лишь специально подготовленный персонал. Всасывающий трубопровод и насос заполняют водой при помощи газоструйного вакуум-аппарата. Автоматическая защита позволяет вести эксплуатацию насосной станции без постоянного наблюдения обслуживающим персоналом. Она обеспечивает остановку двигателя при отклонении рабочих параметров от нормы.

Пуск станции осуществляют в такой последовательности:

1. Отключить автоматическую защиту, выключить муфту сцепления.
2. Запустить и прогреть двигатель в соответствии с инструкцией по эксплуатации.
3. Включить газоструйный вакуум-аппарат, открыть кран по линии заливки насоса. Постепенно повысить число оборотов вала двигателя.
4. После заполнения всасывающего трубопровода и насоса водой снизить до минимума число оборотов вала двигателя, включить муфту сцепления.
5. Повысить частоту работы двигателя до номинальной и открыть задвижку на напорной линии.
6. Проверить показания контрольно-измерительных приборов, включить автоматическую защиту.

Остановку работы СНП-50/80 выполняют в таком порядке:

1. Отключить блок автоматической защиты.
2. Закрыть задвижку на напорном трубопроводе.
3. Снизить частоту вращения вала двигателя.
4. Выключить муфту сцепления.
5. Остановить работу двигателя.
6. Включить муфту сцепления.
7. Отключить аккумуляторную батарею.

При эксплуатации насосной станции необходимо строго соблюдать технику безопасности. Перед началом работы следует убедиться в исправности станции и приборов. Запуск в работу можно начинать только

после установки ее на трех опорах. Во время работы запрещается проводить ремонт, смазку, заправку топливом, регулировать затяжку сальников. Нельзя транспортировать насосную станцию с присоединенным всасывающим трубопроводом.

Стационарные насосные станции проектируют для обслуживания больших мелиорируемых территорий. Они выполняют различные функции: осушение, орошение, перераспределение стока между бассейнами рек, закачку воды в водохранилища и др. В стационарную станцию входят здание, основное и вспомогательное оборудование. Основная задача эксплуатации – поддержание в исправном состоянии здания станции и всего оборудования. Для этого необходимо периодически осматривать конструктивные элементы здания, заделывать цементным раствором трещины и места осыпавшейся штукатурки, делать побелку и покраску конструкций. Что касается содержания оборудования, то нужно своевременно проводить ежесменное обслуживание, техническое обслуживание, техническое обслуживание при хранении и текущий ремонт.

Ежесменное обслуживание предусматривает очистку оборудования от загрязнения, проверку наличия смазки, ликвидацию течи в сальниках, проверку надежности креплений, контроль измерительных приборов. Это обслуживание проводят дежурные машинисты при сдаче-приеме смены.

При техническом обслуживании выполняют операции по ежесменному и дополнительно осуществляют регулировку некоторых узлов оборудования, устраняют возникшие неисправности, проверяют соответствие паспортным данным параметров напора, расхода, частоты вращения вала двигателя и насоса, мощности, КПД, $\cos \varphi$ и т. д.

Техническое обслуживание при хранении предусматривает очистку оборудования от загрязнения и коррозии; просушивание и покрытие лакокрасочными материалами деталей электродвигателей; покрытие оборудования и приборов антикоррозионными красками и смазками; доливку или замену масел в узлах смазки; осмотр и покрытие антикоррозионным материалом внутренних полостей корпусов насосов; очистку и смазку рабочих поверхностей контактов и электромагнитов; замену изношенных деталей. При подготовке станции к работе после длительного хранения все оборудование и приборы расконсервируют – очищают от предохранительной смазки, устанавливают снятые для хранения детали и узлы, проводят детальный осмотр и контрольный пуск станции.

Планирование работ по техническому обслуживанию насосной станции осуществляют на основании нормативов, актов осмотра и консервации. Выполнение технического обслуживания и объемы работ отражают в годовых планах-графиках работы станции. На стационарных насосных станциях также необходимо строго выполнять требования техни-

ки безопасности, производственной санитарии и противопожарной безопасности.

Осушительные насосные станции польдерных систем устраивают для своевременной откачки воды с обвалованной территории и поддержания требуемых уровней воды в водотоках и каналах, соответствующих оптимальным уровням грунтовых вод для различных фаз вегетации сельскохозяйственных культур.

Режим работы такой насосной станции характеризуется необходимостью сброса больших расходов и объемов воды при малой высоте подъема (1,5...5 м); большой динамичностью высоты подъема как во время одного цикла работы (до 1...2 м), так и в течение всего года (до 1...5 м); сравнительно небольшой продолжительностью и большой неравномерностью в течение года. Указанным условиям работы наиболее удовлетворяют низконапорные вертикальные пропеллерные насосы.

Осушительные станции, как правило, работают в автоматическом режиме: насосные агрегаты включаются по сигналам датчиков уровня воды в аванкамере. Особое внимание при этом уделяют датчикам-сигнализаторам уровня (электродным, поплавковым и др.), по команде которых включаются и выключаются насосные агрегаты. Эти датчики устанавливают в аванкамере насосной станции. Эксплуатацию их осуществляют в соответствии с заводскими инструкциями.

График работы осушительной насосной станции составляют в соответствии с прогнозами и данными о стоке и корректируют в зависимости от количества осадков. При этом учитывают имеющиеся регулирующие емкости магистрального канала, регулирующего бассейна и др. Для нормальной работы осушительной станции необходима периодическая тщательная очистка от мусора и растительности всех каналов и регулирующих емкостей. При работе на польдерах необходимо вести наблюдение за равномерностью осушения всей территории, для чего периодически проводят планировочные работы (поддержание всех отметок на проектном уровне).

Польдерную насосную станцию и магистральный канал можно рассматривать как единое целое: их совместная работа обеспечивает поддержание на осушаемой территории необходимого водного режима.

Характер работы насосной станции в режиме осушения циклический, за откачкой следует перерыв в работе для последующего наполнения проводящей сети и аванкамеры, поэтому для регулирования водного режима на польдере назначают две рабочие отметки – верхнюю и нижнюю. Верхний уровень воды, при котором должна включаться станция, является рабочим или максимальным эксплуатационным уровнем, а тот, при котором станция должна выключаться, – нижним пределом откачки.

Максимальным эксплуатационным уровнем считается тот, при котором обеспечивается требуемая норма осушения в характерных участках польдера. Отметку этого уровня находят по формуле

$$H_B = H_X - h_m - \sum_1^n i L - 0,1,$$

где H_B – отметка верхнего уровня в аванкамере, м;

H_X – отметка поверхности характерного участка польдера, м;

h_m – норма осушения на характерном участке, м;

i – уклон водной поверхности в канале;

L – расстояние от насосной станции до характерного участка, м.

Уклон водной поверхности принимают равным уклону дна канала на рассматриваемом участке. При редких пусках насосной станции уклон будет равен нулю. Расчетную отметку поверхности характерного участка определяют по его средней отметке.

Минимальный эксплуатационный уровень (амплитуда очистки) определяется эксплуатационными требованиями к насосам. Амплитуду откачки обычно принимают 0,3...0,5 м, но не менее 0,2 м. Насосное оборудование устанавливают с расчетом возможности работы при нижнем пределе откачки, при этом нижняя кромка всасывающей трубы должна быть заглублена под нижний уровень воды на 0,6...0,7 диаметра трубы, но не более чем на 40 см.

Указанные уровни (главным образом максимальный эксплуатационный) назначают в зависимости от использования территории и периода года. Обычно выделяют следующие периоды: весеннего половодья, послепагодковый и вегетационный.

Расчетный расход, который необходимо перекачать насосной станцией, для всех типов польдеров определяют по формуле

$$Q_{nc} = \frac{1}{n} Q_{пр} \cdot K,$$

где Q_{nc} – расчетный расход, м³/с;

n – коэффициент использования суточного времени (0,8...0,96);

$Q_{пр}$ – расчетный приток воды к насосной станции, м³/с;

K – коэффициент, учитывающий влияние регулирующего бассейна. Его определяют по зависимости

$$K = 1 - \sqrt{\frac{W}{W_{ст}}},$$

где W – объем стока, вмещающийся в регулирующем бассейне, м³;

$W_{ст}$ – общий объем стока расчетного периода, м³.

Для незатопляемых (зимних) польдеров расчетный приток воды $Q_{пр}$ (м³/с) определяют по формуле

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{пт}} + Q_{\text{ф}} + Q_{\text{гн}},$$

где $Q_{\text{пт}}$ – расчетный приток воды к насосной станции за счет поверхностных вод и снижения уровня грунтовых вод, $\text{м}^3/\text{с}$;

$Q_{\text{ф}}$ – фильтрационный приток воды через дамбы и их основание, $\text{м}^3/\text{с}$;

$Q_{\text{гн}}$ – приток воды от грунтово-напорного питания, $\text{м}^3/\text{с}$.

Для летних польдеров расчетный приток воды $Q_{\text{пр}}$ ($\text{м}^3/\text{с}$) к насосной станции определяют по формуле

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{г}} + Q_{\text{к}} + Q_{\text{ф}} + Q_{\text{гн}},$$

где $Q_{\text{г}}$ – приток воды за счет выпавших осадков и водоотдачи грунта при понижении уровня грунтовых вод до нормы осушения, $\text{м}^3/\text{с}$;

$Q_{\text{к}}$ – приток воды, оставшейся к началу откачки в каналах, водоемах, на поверхности осушаемой территории, $\text{м}^3/\text{с}$.

Методика расчетов всех составляющих при определении расчетного расхода $Q_{\text{нс}}$ изложена в учебнике [33, с. 162...168].

Механическое оборудование сооружений обеспечивает заданный режим работы насосной станции. К такому оборудованию относятся сороудерживающие решетки, затворы, щиты, сороочистные машины и др. Периодичность осмотра и обслуживания механического оборудования назначают в зависимости от условий работы и загрузки. Для обеспечения безаварийной работы оборудования проверяют надежность всех болтовых, заклепочных и сварных соединений.

Сороудерживающие решетки устанавливают у отверстий всасывающих труб насосов и водоприемных камер. Решетки могут быть наклонными ($70^\circ \dots 80^\circ$) и вертикальными. Наклонные более удобны при ручной очистке. Расстояние между стержнями решеток принимают $0,03 \dots 0,05$ диаметра рабочего колеса, но не менее 30 мм и не более 100...150 мм. Сороудерживающие решетки очищают вручную, если частота очистки не более трех раз в сутки. Расстояние между стержнями при ручной очистке рекомендуют принимать не более 60 мм. При необходимости многократной очистки решеток на протяжении суток следует применять специальные решеткоочистительные машины.

При эксплуатации сороудерживающих решеток устанавливают предельно допустимые перепады уровней. При достижении максимального перепада уровней до и после решетки необходимо проводить ее очистку. Для бесперебойной и эффективной работы щитов и затворов нужно тщательно следить за состоянием опорно-ходовых частей подъемных механизмов и тормозящих устройств, уплотнений по контуру затвора (щита). При вибрации щитов и затворов, находящихся под напором, выявляют и устраняют причины вибрации.

Металлоконструкции не реже одного раза в год покрывают водостойкими красками и лаками. Маневрировать затворами, щитами, решетками, а также обслуживать их во время работы насосов не разрешается. Подъем щитов и затворов, установленных перед всасывающими трубами насосов, осуществляют после заполнения водой всасывающих труб. Перед началом маневрирования щитами и затворами необходимо убедиться в том, что на пути движения воды нет людей и посторонних предметов, в сети питания электродвигателей нормальное напряжение, имеется автоблокировка ручного и электрического приводов, блокирующие устройства в крайних положениях щитов и затворов (конечные выключатели) исправны.

При заборе воды из водоемов рыбохозяйственного назначения на водозаборных сооружениях применяют рыбозащитные устройства, которые могут быть механическими, гидравлическими и физиологическими. К механическим относятся сетчатые полотна и барабаны, плетневые заграждения, каменные наброски, растительные фильтры и каскеты с искусственными и естественными материалами. Сетки очищают от мусора при помощи перемещающейся трубчатой перфорированной рамы, из которой вытекают под давлением струи воды. Плетни, каменная наброска и растительные фильтры применяют на малых водозаборах. Кассеты представляют собой проволочный каркас с искусственным или естественным наполнителем. Их вставляют в специальные пазы водозаборных отверстий. Для очистки кассеты извлекают и промывают водой под напором, а на их место устанавливают запасные.

Гидравлические рыбозащитные устройства выполняют в виде струенаправляющих щитов, которые создают гидравлический режим водотока с критической скоростью, которая ориентировочно (м/с) принимается равной десятикратной длине тела рыбы (м).

Физиологические рыбозащитные устройства представляют собой различного рода поля – электрические, звуковые, световые, которые работают на принципе физиологического воздействия на организм рыбы.

Профилактический осмотр и ремонт рыбозащитных устройств проводят не реже одного раза в месяц в первый год эксплуатации и одного раза в два месяца в последующие годы. В практике гидротехнического строительства наибольшее распространение получили механические рыбозащитные устройства.

На насосных станциях с сезонным режимом работы перед зимним периодом опорожняют все трубопроводы; завершают наружные ремонтные работы по сооружениям; демонтируют установленные вне помещения контрольно-измерительные приборы, требующие хранения при положительных температурах; проводят осмотр оборудования и механизмов и устраняют обнаруженные дефекты. На насосных станциях с круглогодичной работой перед зимним периодом выявляют

места заторов и принимают меры к их устранению; устанавливают устройства для околки льда на сооружениях (подмости, люльки); проверяют исправность систем отопления и электрообогрева; решетки очищают и покрывают битумом или винипластом для предотвращения их обмерзания; утепляют клапаны срыва вакуума, противоударную арматуру, контрольно-измерительные приборы наружной установки.

До наступления ледохода проводят защитные мероприятия у речных водозаборных сооружений – разрезку или взрыв льда, подогрев воды вблизи водоприемных отверстий.

Чтобы не допустить шугу к месту водозабора насосной станции, образующуюся в результате переохлаждения воды, в водопроводящем тракте устраивают разного рода преграды – шугонаправляющие запаны, шугозадерживающие сооружения в реке выше створа водозабора, бассейны для сбора поступающей шуги и др. В некоторых случаях применяют механические способы удаления шуги с использованием экскаваторов, транспортеров. Создание устойчивого ледяного покрова с помощью запаней, устанавливаемых поперек русла, – эффективная мера борьбы с шугообразованием.

Для предохранения сооружений от силового воздействия ледяного покрова следует устраивать незамерзающие проруби (майны).

8.4. Ремонт насосных станций

Для определения состояния оборудования насосной станции, контрольно-измерительной аппаратуры, приборов автоматики проводят профилактические осмотры и проверки. В процессе осмотров проверяют наличие смазки и температуру подшипников, общее состояние агрегата (бой вала, износ и вибрация деталей и т.п.), состояние системы автоматики и электрооборудования, арматуры на трубопроводах. При круглосуточной работе агрегатов разрешается их остановка для осмотров и проверок. Результаты проверки заносят в журнал дефектов и затем используют при составлении плана ремонтных работ.

В процессе эксплуатации основное и вспомогательное оборудование насосной станции, а также сооружения подвергаются физическому и моральному износу. При физическом износе снижаются эксплуатационные качества оборудования, ухудшается его работоспособность и сокращается долговечность. Моральный износ – уменьшение ценности оборудования в результате технического прогресса и появления более совершенной техники. Износ элементов насосных агрегатов, появляющийся вследствие работы сил трения, температурных воздействий и других факторов при нормальных условиях эксплуатации, называется естественным и является неизбежным. Аварийные повреждения возникают, как правило, вследствие нарушения правил технической эксплуатации.

Естественный износ подразделяется на механический, молекулярно-механический и коррозионно-механический. Механический характеризуется истиранием, смятием, хрупким разрушением. Молекулярно-механический износ связан с разрушением окисных и газовых пленок в местах контакта подвижных соединений при таком сближении рабочих поверхностей, когда вступают в действие силы молекулярного сцепления. Коррозионно-механический износ вызывается совместным действием гидродинамических, химических и электрохимических факторов (например, кавитационная эрозия рабочих колес и корпуса насосов, при которых механическое разрушение от гидродинамических факторов сопровождается и усугубляется окислительными процессами). При эксплуатации лопастных насосов чаще всего проявляются абразивный и кавитационный износы.

Абразивный вызывается твердыми частицами, содержащимися в открытых водотоках. Характерная особенность такого износа – появление рисок на рабочих поверхностях насоса, совпадающих с направлением движения воды.

Кавитационный износ проявляется возникновением пористости, раковин и сквозных отверстий на рабочем колесе, полости корпуса.

Детали насосов могут разрушаться при усталости металла, когда под воздействием внутренних напряжений образуются микроскопические трещины, приводящие в конечном итоге к разрушению детали. В результате появления и накопления износов деталей основного и вспомогательного оборудования, появления деформаций сооружений и здания насосной станции возникает необходимость проведения ремонта.

Необходимость ремонта погружного насоса и электродвигателя возникает при снижении его производительности более чем на 35%, появлении металлического звука, повышенной вибрации, снижении сопротивления изоляции электродвигателя и токопроводящих проводов. Для ремонта электронасосный агрегат извлекают из скважины, делают разборку, регулировку и замену деталей, сборку насоса, опускание в скважину и пробный пуск.

Ремонт сооружений и оборудования насосных станций направлен на поддержание и восстановление их первоначальных эксплуатационных качеств. Ремонтные работы (кроме аварийных) должны планироваться и носить планово-предупредительный характер, исключающий возникновение технических аварий. Ремонты бывают текущие и капитальные. При текущем устраняют неисправности, обнаруженные при обслуживании и осмотрах оборудования и сооружений. При этом агрегаты или конструкции частично разбирают и ремонтируют наиболее сработанные или деформированные элементы. При капитальном ремонте проводят полное восстановление первоначальной работоспособности сооружений и оборудования. Ремонт может быть комплекс-

ным, охватывающем весь объект, и выборочным по ремонту отдельных крупных сборочных единиц или конструкций. В капитальный ремонт включают работы по реконструкции и улучшению сооружений и оборудования насосной станции.

Выполненные работы по текущему и капитальному ремонтам принимает технический персонал насосной станции в составе приемочной комиссии. Комиссия оформляет акт приемки, к которому прилагают акты на скрытые работы, документы об испытаниях, исполнительные чертежи и схемы. При обнаружении дефектов окончательную приемку проводят после их устранения и повторной проверки агрегатов под нагрузкой. Приемка объектов с недоделками не допускается.

8.5. Особенности эксплуатации канализационных насосных станций

Канализационные насосные станции должны обеспечивать надежную и бесперебойную перекачку сточных вод при высоких технико-экономических показателях. На насосных станциях, как правило, дежурят механики, а на крупных – и дежурные электрики. Дежурный механик во время работы проверяет наружное состояние агрегатов, состояние болтовых соединений и креплений, правильность работы вала и подшипников, состояние сальников и их набивки, состояние решетки и приемного резервуара. Кроме того, он обязан следить за показаниями измерительных приборов и делать соответствующие записи в журнал, контролировать работу дробилки и уровень воды перед решетками в приемном резервуаре. Дежурный по станции следит за состоянием станции, по окончании смены записывает в журнал расход электроэнергии, смазочных материалов, объем стока, неполадки и проведенные ремонты в течение смены.

При обслуживании канализационных насосных станций повышенное внимание должно уделяться соблюдению санитарных норм и требований техники безопасности. Особые меры предосторожности должны выполняться при обслуживании приемного резервуара, так как со сточными водами могут поступать горючие вещества – нефть, бензин, керосин, метан, углекислота, сероводород и др. Пары воспламеняющихся жидкостей и газы, соединясь с воздухом, образуют взрывоопасную смесь. Поэтому в помещениях очистных решеток и приемных резервуаров вентиляционные устройства должны обеспечивать 12-кратный обмен воздуха в один час.

Вход в эти помещения разрешается только после их проветривания не менее 10 минут. Рабочие, обслуживающие решетки, должны быть обеспечены противогазами, хранящимися у входа в помещение. Состояние воздуха контролируется индикаторами газа. Пользоваться открытым огнем и курить категорически запрещается. Кнопки для вы-

ключения электрических приборов и агрегатов должны иметь взрыво-безопасное исполнение и размещаться перед входом в помещение решеток или приемного резервуара. Полы помещений решеток следует ежедневно мыть водой.

При ручной очистке решеток необходимо использовать грабли. Отбросы складывают в контейнер, обеззараживают их хлорной известью и удаляют из помещения не реже одного раза в сутки. Контейнеры погружают на транспорт и разгружают с помощью подъемных механизмов.

Обслуживающий персонал, контактирующий со сточной жидкостью или отбросами должен работать в спецодежде. Рабочие насосных станций, которые принимаются на самостоятельную работу, должны пройти обучение и стажировку на рабочем месте и сдать экзамен по эксплуатации насосной станции и правилам техники безопасности. Повторная проверка знаний проводится не реже одного раза в год.

9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРУДОВ И ВОДОХРАНИЛИЩ

9.1. Назначение и характеристика прудов и водохранилищ

Пруды и водохранилища – искусственные водоемы, создаваемые для снабжения водой населенных пунктов и промышленных предприятий, орошения земель, разведения и выращивания рыбы, для культурно-оздоровительных целей, регулирования стока реки, получения электроэнергии и т.д. На территории Республики Беларусь в проектах мелиорации земель было предусмотрено строительство 925 водоемов.

На балансе эксплуатационных организаций концерна “Белмелиоводхоз” находится 124 водоема, в том числе 99 с объемом каждого более 1 млн. м³. Водоемы с площадью водного зеркала до 1 км² и объемом до 1 млн. м³ называют прудами, а водоемы с превышением указанных параметров – водохранилищами. Параметры наиболее крупных водохранилищ на территории Беларуси приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1. Основные данные по крупнейшим водохранилищам Беларуси

Наименование водохранилища	Площадь зеркала при НПУ, км ²	Полезный объем, млн. м ³
1. Вилейское	77	235
2. Заславское	27	103
3. Красная Слобода	23,6	50
4. Погост	16,2	44,8
5. Селец	20,7	41,5
6. Любанское	22,5	32,7

Созданием прудов и водохранилищ решается ряд водохозяйственных проблем путем аккумуляции больших запасов пресной воды,

улучшаются климатические условия прилегающей местности и рекреационная обстановка. Положительное значение имеет выравнивание среднегодового стока. Этому сопутствует срезка пиков половодья, вследствие чего уменьшаются затопления в нижнем бьефе. В меженный период дополнительные попуски из водохранилища обеспечивают несколько повышенные по сравнению с естественными условиями уровни и расходы воды в водотоках.

Однако создание водохранилищ имеет не только положительные, но и отрицательные стороны. Особенно ощутимы отрицательные последствия строительства водохранилищ для сельского хозяйства, так как значительные площади используемых угодий затопляются водой и находятся в зоне подтопления. Повышение уровня грунтовых вод в зоне подтопления изменяет ход почвообразовательного процесса, который идет по типу грунтового заболачивания с торфонакоплением и интенсивным оглеением почвенного слоя. Сильное оглеение проявляется при влажности 78...85% от полной влагоемкости, а сплошное или почти сплошное наступает при постоянной или продолжительной влажности около 90%. Повышение уровня грунтовых вод существенно влияет на рост древесной растительности.

На берегах водохранилищ, используемых для целей водоснабжения, создают санитарно-охранные зоны, где запрещается пастба скота, удобрение полей и вводятся другие ограничения, которые дают дополнительные потери сельхозпроизводству.

Водоохранилища многолетнего и сезонного регулирования в нижних бьефах гидроузлов изменяют водный режим заливных лугов и пашен, что ведет к снижению продуктивности сенокосов и пастбищ на значительных территориях.

По берегам водохранилищ имеет место зона временного затопления, расположенная между максимальным и минимальным уровнями воды в водоеме. Временному затоплению подвергаются большие территории. Отмечено, что со временем площадь мелководий увеличивается. Так за 10...13 лет площадь мелководий Каховского водохранилища увеличилась на 12,6%, Цимлянского – на 8,4%. Мелководья в настоящее время практически не используются и зарастают водной растительностью. Однако в качестве частичной компенсации потерь сельскохозяйственного производства возможно использование прибрежно-водной растительности в качестве корма для сельскохозяйственных животных. По биохимическому составу и питательности эта растительность не уступает луговым травам, а ее продуктивность в 2...3 раза выше. Из водной растительности можно приготовить белково-витаминную муку.

Прибрежно-водные растения имеют весьма существенное значение в жизни ряда диких животных, птиц и рыб. Учитывая большую роль прибрежной зоны мелководий, желательно регулировать в ней процесс

формирования растительных сообществ. При создании сообществ кормового значения особое внимание должно быть обращено на подбор культур в зависимости от климатических условий, режима уровня водохранилищ, почвенных условий и приспособленности растений к затоплению и подтоплению. Основная роль при этом принадлежит влаголюбивым злакам с высокой продуктивностью и ценными кормовыми качествами: бекмания обыкновенная, канареечник тростниковидный, манник большой и др. Велика роль мелководных зарослей в самоочищении вод от загрязнения, что особенно важно для водохранилищ питьевого назначения. Например, бытовая сточная вода, пропущенная через заросли водных растений на площади 0,7...0,8 га со скоростью подачи 6 м³/ч при выходе из зарослей полностью очищается от различных загрязнений. Установлена высокая степень поглощения водными растениями солей меди, свинца, цинка. Однако прибрежно-водные растения имеют ценность лишь при своевременной уборке зеленой массы и удалении из воды отмерших частей растений до начала их гниения. При этом улучшается санитарное состояние мелководий, предотвращается заболачивание берегов.

При создании и эксплуатации прудов и водохранилищ часто встает вопрос защиты площадей обвалованием от временного или постоянного затопления и подтопления. Защита от затопления, с одной стороны, приводит к уменьшению ущерба народному хозяйству, с другой – к увеличению стоимости сооружения и его эксплуатации. Затраты на инженерную защиту прибрежных территорий иногда составляют значительную часть в общей сумме затрат на строительство водоема. Опыт эксплуатации защищенных территорий на Каховском водохранилище, а также польдеров в Прибалтике показывает, что обвалование является эффективным при интенсивном использовании осушаемых земель под высокоурожайные культуры.

Значительное влияние оказывает подтопление на состояние берегов водохранилищ. Частые колебания воды и переувлажнение грунта вызывает размывы и обрушение берегов. Эти процессы усиливаются динамическим воздействием волн. Общие потери земель в результате переработки берегов, например вокруг Цимлянского водохранилища, за 12 лет составили около 12 тыс. гектаров.

9.2. Требования к качеству воды в водоемах

Каждый вид водопользования предъявляет определенные требования к качеству воды. Оценка пригодности воды для различных нужд производится по ее физическим, химическим и биологическим показателям.

Наиболее разнообразны требования к воде, используемой для промышленности. Они определяются спецификой отдельных производств

и непрерывно усложняющейся технологией многих из них. В целом можно считать, что потребляемая вода не должна вызывать ухудшение качества продукции и развитие коррозии или различных солевых отложений в аппаратуре, трубопроводах и отдельных сооружениях. Недопустимо применение воды, которая представляет опасность для здоровья работающего персонала или может создать аварийную производственную обстановку. Вода, забираемая для орошения, должна быть безвредной для растений, не ухудшать качество урожая.

Обычно водоемы и водотоки по требованиям к качеству воды разделяют на две категории. К первой из них относятся водоемы или отдельные их участки, используемые для питьевого водоснабжения и обеспечения предприятий пищевой промышленности. Ко второй – участки, предназначенные для купания, спорта и отдыха населения, а также водоемы и водотоки, расположенные в населенных пунктах.

Важнейшими показателями состояния воды в водоемах являются следующие:

Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воде. Нормативы ПДК разработаны для всех возможных веществ, поступающих в водоемы. Например, для бензола ПДК составляет 0,5 мг/л, свинца – 0,1, ртути – 0,05, железа – 0,5, бензина – 0,1 мг/л и т.д. Сточные воды, которые могут вызвать превышение ПДК, отводить в водоемы запрещается.

Биохимическая потребность в кислороде (БПК) указывает на содержание в воде кислорода, необходимого для окисления находящихся в ней загрязняющих, преимущественно органических веществ. Для бытовых сточных вод потребность в кислороде зависит от нормы водопотребления на человека: при 50 л/сут БПК составляет 600...800 мг/л, при 100 л/сут – 300...400, при 200 л/сут – 150...200 мг/л. Для промышленных сточных вод БПК зависит от характера производства и колеблется в довольно широких пределах (от 50 до нескольких тысяч мг/л). Пополнение кислорода происходит за счет соприкосновения воды с атмосферой и зависит от площади ее поверхности и интенсивности перемешивания воды.

Водородный показатель (рН) определяет концентрацию в воде ионов водорода и показывает ее кислотность или щелочность. У мест культурно-бытового водопользования рН желателен в пределах 6,5...8,5. Такая же концентрация необходима для самоочищения воды.

Органолептические свойства воды характеризуют запах, привкус и плавающие примеси. Эти свойства оценивают в баллах. Например, интенсивность запахов определяют по такой шкале баллов: 0 – нет запаха, 1 – очень слабый, 2 – слабый, 3 – заметный, 4 – отчетливый, 5 – сильный. У мест культурно-бытового водопользования запахи не должны превышать 2 балла. Аналогичную шкалу используют для

оценки привкусов воды. Обычно вкусовые свойства определяются при концентрациях, превышающих предельные по запаху.

Возбудители заболеваний. Инфекционными являются сточные воды населенных пунктов, животноводческих хозяйств, боен, кожевенных предприятий, шерстомоек и др. В практике контроль за возбудителями заболеваний в основном проводят по количеству содержания в воде кишечных палочек, которые наиболее приспособлены к неблагоприятным факторам внешней среды. Водоемы, используемые для питьевого водоснабжения с содержанием до 1 тыс. кишечных палочек в 1 л воды, считаются достаточно чистыми по бактериальным характеристикам для водопотребления после соответствующей очистки и дезинфекции воды на водопроводных сооружениях.

Взвешенные вещества ухудшают качество воды, а иногда могут оказаться вредными для организма. Поэтому «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» предусмотрено, что содержание взвешенных веществ не должно превышать 0,25 мг/л в водоемах, используемых для питьевого водопользования, и 0,75 мг/л – в водоемах, используемых для других целей.

Основные требования к качеству воды:

количество растворенного кислорода в воде после смешения с ней сточных вод не должно быть меньше 4 мг/л в любой период года в пробе, взятой до 12 ч дня;

биохимическая потребность в кислороде (БПК) – количество кислорода, потребляемое на биохимическое окисление органических веществ, – при 20° С не должна превышать 3 и 6 мг/л для водоемов и водотоков соответственно первой и второй категорий;

содержание взвешенных веществ в воде после спуска стоков не может увеличиваться более чем на 0,25 и 0,75 мг/л для водоемов и водотоков соответственно первой и второй категорий;

вода не должна иметь запахов и привкусов интенсивностью свыше двух баллов. Кроме того, она не должна придавать посторонний запах и привкус мясу рыб;

после смешения вод водоема или водотока с промышленными и коммунальными стоками кислотность должна находиться в пределах $6,5 \leq \text{pH} \leq 8,5$;

окраска не должна обнаруживаться в столбике воды высотой 20 и 10 см соответственно для водоемов и водотоков первой и второй категорий;

не допускается содержание ядовитых веществ в концентрациях, которые могут оказать вредное воздействие на людей и животных;

на поверхности водоема не должно быть плавающих примесей (пленок, пятен минеральных масел и др.);

не допускается наличие возбудителей заболеваний (сточные воды, содержащие болезнетворные бактерии, подвергаются обеззараживанию после предварительной очистки);

повышение температуры в водоеме или водотоке при выпуске в него различных стоков допускается не более чем на 3° С (по сравнению с максимальной температурой воды в летний период времени);

минеральный осадок не должен быть более 1000 мг/л, в том числе хлоридов – 350 и сульфатов – 500 мг/л.

Более высокие требования предъявляют к водотокам и водоемам, используемым для обитания и искусственного разведения рыб. В частности, не разрешается выпуск сточных вод на участках массового нереста и нагула рыб. Величина БПК при 20° С не должна превышать 2 мг/л. Особое внимание обращается на недопустимость загрязнения ядовитыми веществами.

По литературным данным предельно допустимая концентрация некоторых вредных веществ для таких водоемов не должна превышать следующих значений (в мг/л):

магний	50	медь, никель, цинк	0,01
соли аммония	5	фенолы	0,001
сероуглерод	1	сульфиды, хлор (свободный)	0
аммиак, свинец	0,1		

Эти нормативы являются довольно приближенными, ибо условия для нормального обитания и воспроизводства рыб зависят от их вида, возраста и количества, а также от сочетания концентраций различных вредных соединений, содержащихся в воде.

9.3. Основные источники загрязнения воды в водоемах и меры предупреждения

Под загрязнением понимают такое состояние воды, при котором она становится частично или полностью непригодной для какого-либо вида водопользования.

Под засорением понимают поступление в водоемы посторонних нерастворимых веществ и предметов, практически не изменяющих качество воды (древесина, шлак, металлолом и т.д.).

Степень загрязнения определяется концентрацией в воде вредных примесей и оценивается обычно требованиями разных потребителей. Наиболее жесткими являются требования хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Почти все сточные воды, поступающие от промышленных предприятий, мест стоянки и хранения техники, автомобильных дорог загрязнены в большей или меньшей степени нефтепродуктами. Даже

незначительное содержание нефти (0,2...0,4 мг/л) придает воде специфических запахов.

Большую опасность представляют фенольные соединения, которые, обладая сильными антисептическими свойствами, нарушают биологические процессы в воде, придавая ей резкий, неприятный запах.

Города и другие населенные пункты дают большое количество загрязненных веществ. В составе коммунальных стоков содержится значительное количество вредных соединений от использования химических веществ в быту, а также от предприятий пищевой промышленности, общественного питания, торговли и т.д. Наличие в коммунальных стоках болезнетворных микробов и вирусов, а также яиц гельминтов делает их особенно опасными для здоровья людей. Населенные пункты загрязняют водные объекты поверхностными стоками с улиц и дворов при выпадении дождей или таянии снега. Эти стоки содержат в себе нефтепродукты и другие специфические загрязнения.

Животноводческие фермы и крупные животноводческие комплексы для промышленного производства свинины, говядины и молока являются также существенным источником загрязнения.

Для облегчения водопоя фермы иногда располагают по берегам водоемов или вблизи них. При отсутствии жиесборников и навозохранилищ их отходы легко смываются ливневыми стоками в водоемы и водотоки. Если учесть, что от фермы крупного рогатого скота ежегодно образуется 1 т навозной жижи от каждой сотни голов, то становится ясной степень возможного загрязнения водных источников. На небольших реках ниже ферм при отсутствии природоохранных мероприятий вода становится мутной и приобретает неприятные запахи, рыба погибает. Отходы животноводческих хозяйств опасны тем, что в них содержатся яйца гельминтов (глистов) и патогенные микроорганизмы, являющиеся источником заболеваний. Особенно опасны отходы свиноводческих комплексов. Одна свиноферма на 100 тыс. голов по результатам загрязнения равнозначна городу с населением 250 тыс. человек.

В сельскохозяйственном производстве применяют минеральные удобрения и химические средства защиты растений от сорняков, вредителей и болезней. В результате в окружающую среду поступает много химических веществ, в том числе пестицидов, некоторые из них устойчивы к воздействию внешних факторов и в течение длительного времени сохраняют свои свойства. Пестициды накапливаются в почве, а затем смываются в водоемы. При обработке полей с помощью авиации пестициды могут попадать в водоемы непосредственно.

Особая опасность загрязнения вод удобрениями и пестицидами заключается в том, что стоки с полей невозможно пропустить через очистные сооружения. Кроме того, огромные площади сельскохозяйст-

венных угодий являются основными речными водосборами, с которых вода поступает в водные объекты.

Исследованиями установлено, что из внесенных удобрений в водоем источники попадает около 20 % азота, 2,5 % фосфора и 30 % калия. Таким образом сельское хозяйство стало основным загрязнителем водных объектов биогенными веществами.

Биогенные вещества способствуют интенсивному развитию фитопланктона (“цветению” вод), стимулируют рост нежелательных водных организмов, вызывают прогрессирующую эвтрофикацию (содержание в воде питательных веществ и первичной продукции) водных объектов, приводят к нарушению процессов самоочищения.

Цветение воды – результат развития сине-зеленых водорослей. Сине-зеленые водоросли относятся к группе низших, наиболее примитивных растений. В большинстве случаев это одноклеточные организмы, обычно соединяющиеся в колонии. У некоторых клетки при помощи слизи и выростов соединены в ценобии в виде нитей, давая внешнюю картину многоклеточности. Размножаются они преимущественно путем деления клеток. Живут сине-зеленые водоросли не только в воде, но и на суше (на берегах водоемов, в почвах и на их поверхности). Это самые распространенные растения земного шара. Они первыми заселяют бесструктурные почвы и совместно с бактериями подготавливают их для освоения другими растениями. Эти водоросли вообще аэробные организмы. Они способны к синтезу углеводов, но используют и распадающиеся органические вещества.

В сезоны массового размножения вода кажется окрашенной в зеленый, синий и другие цвета, потому данное явление называют “цветением” воды. “Синяя жидкость” образуется при распаде сине-зеленых водорослей в результате выхода из клеток водорастворимых пигментов – билихромпротеидов. При избыточном развитии водорослей качество воды резко ухудшается. В результате активно протекающих процессов брожения и гниения вода насыщается токсичными продуктами (фенолами, цианидами, высшими спиртами), обедняется кислородом, приобретает неприятные запахи. Это приводит к заболеванию и гибели рыб и других гидробионтов. Биологическое загрязнение воды отмирающими водорослями можно сравнить с загрязнением промышленными сточными водами.

Массовое развитие сине-зеленых водорослей наносит значительный ущерб вследствие нарушения режима водоснабжения населенных пунктов, возникновения заморов рыбы, загрязнения мест отдыха трудящихся и т. д. Сине-зеленые водоросли наиболее интенсивно развиваются в застойных водоемах.

В водохранилищах со значительной изрезанностью береговой линии и большим числом заливов возрастает доля внутриводоемных процессов, характерных для застойных зон, усиливаются процессы

эвтрофирования. Эвтрофирование особенно усиливается под влиянием поступления в водоемы удобрений с полей и сточных вод.

Если в начальный период эвтрофирование приводит к увеличению продуктивности водоема в развитии фитопланктона и рыбы, то в последующем оно является причиной ухудшения качества воды и обеднения видового состава зообентоса и рыб, приводит к развитию сине-зеленых водорослей, менее требовательных к условиям обитания. Сине-зеленые водоросли при малой и средней интенсивности их развития (до 10...20 г/м³ сухого вещества) играют, как и другие фотосинтезирующие организмы, положительную роль, обогащая воду свободным кислородом. Однако в водохранилищах они затем достигают такой интенсивности развития (300...500 г/м³ и более), при которой продукты их распада становятся источником загрязнения воды. В пятнах цветения, где биомасса сине-зеленых водорослей достигает 5...10 кг/м³, содержание аммонийного азота и минерального фосфора повышается в 5...10 раз, органического азота – в 30...150 раз, численность бактерий возрастает в 25...100 раз, а гнилостных бактерий – до 400 раз. В результате экранирующего действия пятен цветения (затенения) подавляются процессы фотосинтеза в толще воды, что сопровождается гибелью кормовых животных и замором рыб. При этом гибнет в основном молодь окуневых рыб (судак, окунь, ерш).

Ущербы от цветения воды значительны. Особенно отчетливо они проявляются в системах коммунального и технического водоснабжения, в рыбном хозяйстве, ограничивают, а иногда и исключают использование водных ресурсов для рекреации, лечения, спорта и туризма.

К мероприятиям, сдерживающим массовое развитие сине-зеленых водорослей в существующих водохранилищах, можно отнести следующие: резкое уменьшение притока дополнительных пищевых ресурсов в водохранилища за счет почвенных смывов и сточных вод; изъятие водорослевых масс с последующим использованием их в различных хозяйственных целях; локальное, в первую очередь в очагах заражения водохранилищ, удаление иловых отложений, аккумулирующих значительные запасы биогенных элементов и органических веществ, и использование их в качестве органических удобрений для улучшения структуры почвы; повышение степени кислородного насыщения придонных слоев воды за счет дополнительной аэрации.

Эти мероприятия не только решают проблему качества воды, но и дадут возможность получения прекрасных органических удобрений, обеспечат сельское хозяйство дополнительным сырьем в виде разнообразной по биохимическому составу растительной массы.

Загрязнение водоемов не является неизбежным спутником интенсификации сельскохозяйственного производства. Более того, при правильном использовании минеральные удобрения – эффективное сред-

ство защиты окружающей среды, так как их применение улучшает структуру почвы, повышает ее устойчивость к водной и ветровой эрозии.

Для предупреждения попадания удобрений в водоисточники необходимо соблюдать соответствие норм внесения удобрений потребностям растений; устанавливать оптимальные сроки внесения удобрений с учетом биохимических особенностей почвы; проводить дробное внесение удобрений в период вегетации (особенно для почв легкого гранулометрического состава); вносить удобрения с оросительной водой, что позволяет уменьшить их дозу вдвое. Следует применять концентрированные формы удобрений для уменьшения внесения в почву балластных веществ; необходимо использовать медленно действующие азотные удобрения в виде гранул с защитной оболочкой или труднорастворимые удобрения типа конденсатов мочевины, отдающих питательные вещества в почву постепенно. Рекомендуется применение ингибиторов нитрификации, снижающих активность почвенных бактерий, переводящих аммонийный азот в легкорастворимую нитратную форму, следует исключить хранение удобрений под открытым небом.

Для ограничения поступления пестицидов в водные объекты предусматривают следующие мероприятия:

- упорядочить системы их применения. Прежде всего нужно сокращать использование стойких препаратов, пестициды следует применять только при сильной зараженности вредителями;

- с целью уменьшения рассеивания пестицидов в окружающей среде применять очаговую, ленточную или краевую обработку вместо сплошной. При такой обработке расход пестицидов снижается в несколько раз при том же производственном эффекте, так как сохраняются естественные враги вредителей (энтомофаги и др.);

- шире применять биологические методы защиты растений вместо пестицидов;

- разрабатывать менее опасные виды пестицидов, отличающиеся минимальной токсичностью, высокой скоростью разложения в воде и минимально возможной миграционной способностью. Последнему требованию отвечают гранулированные формы пестицидов;

- запрещать химическую обработку земель путем авиаопыления. Основным способом применения пестицидов должно стать ультрамалообъемное опрыскивание.

Общей мерой по предотвращению попадания удобрений и пестицидов в открытые водоемы является создание прибрежных водоохранных зон с проведением лесных и гидротехнических мелиораций, а также агротехнических мероприятий.

Лесные мелиорации заключаются в создании защитных полос в пределах верхней и средней частей речных бассейнов, в результате чего уменьшается поверхностный сток и ослабляются процессы вод-

ной эрозии. Число и вид лесных полос определяются климатическими, топографическими, гидрологическими и гидрогеологическими условиями.

Агротехнические мероприятия предполагают соблюдение правильного ведения сельскохозяйственных работ. Так, на участках, подверженных эрозии вспашку проводят поперек склонов с последующим выращиванием растений, обладающих достаточно развитой корневой системой. В прибрежной водоохранной зоне склоны должны быть залужены. Выпас скота на крутых склонах запрещен.

Гидротехнические мелиорации заключаются в основном в поддержании благоприятного водно-воздушного режима почвогрунтов, препятствующего вымыванию питательных веществ из почвы. При орошении не допускать больших поливных норм, приводящих или к смыву удобрений, или к подъему грунтовых вод.

К мелиоративным мероприятиям относятся также работы по предотвращению образования оврагов, оползней и обрушений берегов. Для этого проводят террасирование крутых склонов, крепление откосов и прокладку специальных дренажей и каналов. Организованное проведение комплексных мелиоративных мероприятий позволяет существенно уменьшить загрязнение природных вод.

Характерной особенностью природных вод является способность к самоочищению от загрязнений. Способность воды к самоочищению – одно из наиболее важных и ценных ее свойств. Процессы самоочищения происходят под влиянием солнечной радиации, деятельности микроорганизмов и водной растительности, других факторов. Наиболее интенсивно они протекают летом.

Самоочищение загрязненных вод может происходить лишь при многократном (1 : 7...1 : 12) их разбавлении чистой водой. Самоочищение вод замкнутых водоемов происходит медленно.

Главным фактором процессов самоочищения воды является ее кислородное насыщение. Под влиянием растворенного кислорода происходит окисление органических веществ и выпадение их на дно водоемов в виде минерального осадка.

Вода насыщается кислородом в основном из воздуха. Наиболее интенсивно она насыщается в реках с быстрым течением и в водоемах при сильных ветровых волнениях. Этому способствует жизнедеятельность высших водных растений, насыщающих воду кислородом в результате фотохимических процессов под влиянием солнечной радиации.

Водные растения улучшают качество воды также за счет поглощения ряда растворенных и дисперсных веществ. Таким образом они являются важным компонентом процесса биологической очистки сточных вод.

Самоочищению вод в значительной степени способствует водная растительность. К особо благоприятно действующим на качество воды растениям относятся следующие.

Тростник обыкновенный – это крупное многолетнее и неприхотливое широко распространенное растение. Растет тростник по берегам прудов, водохранилищ, даже если его корни скрыты двухметровым слоем воды. Тростник способен расти в сильно загрязненных промышленными стоками водоемах, на полях фильтрации и др.

Под влиянием жизнедеятельности этого растения качество воды заметно улучшается, так как длинные трубчатые побеги и толстые корневища (до 5...6 см) имеют большие воздушные полости, которые являются своеобразными легкими растения и почвы. Именно поэтому тростник приспосабливается к крайне неблагоприятному газовому составу болотных почв, в которых почти нет кислорода, но содержится до 70% метана, около 10% двуокиси углерода, 2% сероводорода, 17% азота и 1% водорода. Благодаря тростнику водно-почвенная среда непрерывно обогащается кислородом, в ней происходят процессы окисления. На 3...5 нижних узлах побега, покрытых водой, развивается густая мочковатая сеть дополнительных водно-воздушных корней. С их помощью задерживаются находящиеся в воде всевозможные мелкие частицы, в том числе мелкие растительные и животные волокна, жировые и нефтяные эмульсии, хлопья коллоидов и пр. Кроме того, эти корни извлекают из воды различные растворенные в ней питательные для тростника, но балластные и даже токсичные для водоемов и рек вещества и соли. Один гектар тростниковых зарослей извлекает за сезон из воды и почвы до 5...6 т различных солей, присутствующих в сточных водах.

Опыты показали, что многие токсичные вещества (аммиак, фенол, азотнокислый свинец, азотно-кислая ртуть, серно-кислая медь, кобальт хлористый, азотно-кислый хром и некоторые другие) даже в достаточно высоких дозах не оказывают вредного влияния на тростник.

Заросли тростника, затеняя поверхность водоема и понижая температуру воды, а также поглощая биогенные вещества, сильно задерживают развитие сине-зеленых водорослей.

Прибрежные заросли тростника гасят волну и защищают берега от разрушительного прибоя, не дают воде замутняться, защищают от уноса в водохранилище плодородных земель.

Заросли тростника – прекрасная среда для обитания многих промысловых пушных зверей, водоплавающих птиц, а также для нереста и нагула ценных промысловых рыб.

Для эффективной деятельности тростника необходимо лишь ежегодное выкашивание его зарослей на нужной высоте, не повреждая корней.

Камыш и рогоз, как и тростник, относятся к гидрофитам – растениям, погруженным в воду только нижней частью, и обладают теми же положительными свойствами, но в несколько меньшей степени.

Роголистник и рдест являются гидафитами – растениями, полностью или большей частью погруженными в воду. Роголистник – это многолетняя плавающая в толще воды трава без корней. Стебли членистые, длиной 30...100 см, тонкие и ломкие. В верхней части стебли сильно ветвятся. Листья мутовчатые, без прилистников, вильчато рассеченные на нитевидные сегменты длиной 1,5...2 см. Это растение является эффективным помощником в борьбе с сине-зелеными водорослями.

Рдест пронзеннолистный – один из многих видов семейства рдестовых – многолетнее корневищное растение, погруженное в воду. Цветки, собранные в колосья, возвышаются над водой, колос густой, до 3 см длины на коротком цветоносе.

Ряска – очень распространенное плавающее на поверхности воды растение, иногда полностью покрывающее водное зеркало небольших водоемов. Ошибочно это явление называют цветением воды, считая его вредным. Между тем ряска энергично поглощает углекислоту, обильно выделяет кислород и очищает воду от многих вредных веществ. Во многих стоячих водоемах жизнь животных и растений возможна только благодаря ряске.

Большую роль в очищении вод, особенно от фенольных соединений, играют харовые водоросли (хара, нителла, томпелла и др.), обитающие на глубине. Это споровые растения, похожие на хвощи.

Высокую очищающую способность водных растений успешно используют на ряде промышленных предприятий в нашей стране и за рубежом для очистки сточных вод. Для этого создают специальные бассейны с посадкой тростника и другой болотной и приболотной растительности.

При дефиците в воде растворенного кислорода процессы самоочищения резко сокращаются. Возникает необходимость искусственной аэрации, которую осуществляют специальными аэраторами, пропускающим воды через водосливные плотины.

Барботажный аэратор представляет собой горизонтальную трубу, расположенную на глубине до 1 м, с присоединенными к ней пластмассовыми патрубками с отверстиями диаметром 1,5 мм. Нагнетаемый в трубу воздух выходит через отверстия патрубков и при движении к поверхности отдает часть кислорода воде. Эффективность барботажных аэраторов невысока и составляет около 1 кг кислорода на 1 кВт · ч. Использование кислорода воздуха равно всего 2,2%.

Механический аэратор представляет собой систему электрических аэраторов, располагаемых на понтонах, с вертикальными труба-

ми, заглубленными под уровень воды до 1 м. Производительность его составляет 1,14 кг кислорода на 1 кВт · ч электроэнергии.

В качестве аэраторов можно также использовать механические поверхностные аэраторы, разбрызгивающие воду в воздушном пространстве. Достаточно высокую эффективность дает слив воды через плотину. При этом водослив должен быть со свободно падающей струей, а сопряжения бьефов – по типу затопленного прыжка. Для искусственной аэрации целесообразно строительство низких водосливных плотин высотой до 1 м.

9.4. Охрана прудов и водохранилищ от заиления

Среди причин, вызывающих заиление прудов и водохранилищ, можно выделить основные: твердый сток, поступающий с водосбора через основные речные магистрали; твердый сток, образуемый в результате эрозионных процессов на прилегающих к водохранилищу склонах местности; размыв берегов и разрушение их волнобоем; оползневые явления. Объемы поступающих наносов зачастую достигают значительных величин. Так, в Куйбышевское водохранилище, водосборный бассейн которого равен 1,2 млн. км², ежегодно поступает примерно 21 млн. м³ твердых наносов. При наличии на реке каскада водохранилищ, приносимые рекой наносы в основном оседают в верхнем водохранилище. Это нужно учитывать при проектировании, размещении и выращивании различных видов защитных лесных насаждений, а также при применении других мероприятий, направленных на защиту водохранилищ.

Для защиты водоемов от заиления применяют комплекс мероприятий на водосборной площади, у берегов и на прилегающих склонах. В состав комплекса входят лесные насаждения, выращивание на склонах многолетников (сады, ягодные кустарники, травы), агротехнические мероприятия (вспашка поперек склона местности, глубокая вспашка, глубокое рыхление, поделка валиков при вспашке поперек склона).

Использование лесных насаждений является дешевым и экономически целесообразным приемом защиты прудов и водохранилищ от заиления, так как кроме выполнения защитных функций, леса долговечны и дают древесину, которая может использоваться для различных целей. Лес способен переводить поверхностный сток во внутрипочвенный, очищать поверхностные стоковые воды от мелкозема и химических веществ, скреплять почвы корнями и предохранять берега от размыва, снижать скорость ветра над водохранилищем.

В защите берегов водохранилищ от разрушения и заиления продуктами размыва их ложа, кроме древесных посадок, немаловажную роль могут играть полуводные растения – камыши, тростники и др. Наблю-

дения показывают, что заросли полуводных растений уменьшают высоту волн и гасят их энергию.

Естественно, что не все земли, прилегающие к водохранилищу, могут быть заняты лесными насаждениями. Пригодные площади в основном используют в сельскохозяйственном производстве и на этих площадях следует проводить специальный комплекс противоэрозийных мероприятий. На площадях, подверженных сильному смыву, необходимо вводить специальные противоэрозийные севообороты, в которых преобладают многолетние травы. Почвозащитное влияние трав эффективнее зерновых и пропашных соответственно в 100 и 200 раз. При ширине травяной ленты 100...150 м твердый сток может кольматироваться полностью.

Гидротехнические мероприятия направлены на удержание поверхностного стока и перевод его в подземный, для этого устраивают земляные валы и водоотводные борозды над оврагами. Отводимая вода должна направляться на прилегающие залуженные или облесенные площади или равномерно распределяться на полях для поглощения. Возможно устройство отстойников в местах сосредоточенных потоков поверхностных вод, стекающих с прилегающих склонов местности.

9.5. Деформации и повреждения сооружений прудов и водохранилищ

Причины дефектов и разрушений сооружений прудов и водохранилищ разнообразны. Каждый случай разрушений требует всестороннего обследования и изучения. Часто аварии происходят вследствие комплекса причин. При разрушениях сооружений существенную роль играет вода, содержащаяся в грунтах в зависимости от их пористости и влагоемкости. Увеличение влажности уменьшает сцепление между частицами, способствует размоканию, выщелачиванию, а при установлении фильтрации – выносу мелких и затем крупных фракций. С течением времени пути фильтрации расширяются, что приводит к деформации и аварии сооружений.

Причинами деформаций земляных плотин могут послужить недостатки изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации. Так при строительстве возведение тела плотины может проводиться без должного уплотнения, неправильно может быть выполнено сопряжение насыпи с коренными берегами, допускают недостатки при устройстве водосброса, затворов и т.д.

При эксплуатации заполнение прудов иногда проводят сразу после завершения их строительства, т.е. без выдержки срока на осадку грунта, что приводит к появлению осадок с образованием трещин. Допускают несвоевременное открытие затворов для пропуска избыточной

воды, несвоевременная очистка от снега и льда водосбросных сооружений приводит к их повреждениям и разрушениям.

В зимнее время происходит примерзание затвора к ледяному покрову со стороны нижнего и верхнего бьефов, примерзание затвора к пазам. Служба эксплуатации не всегда своевременно проводит скалывание льда. Освобождение и опробывание затворов на подъем и опускание. Сооружения часто разрушаются из-за отсутствия своевременного ремонта.

Во время работы гидротехнических сооружений на них воздействуют вода, волны, шуга и лед, колебания температуры, атмосферные осадки, ветер, солнечная радиация. Кроме того, происходит взаимодействие между сооружениями и их основаниями, а так же воздушной средой.

Воздушная среда насыщена массой химических соединений, пылью и газами, отрицательно влияющими на сооружения. Химические соединения, находящиеся в воздухе в сочетании с влагой, вызывают коррозию элементов сооружений, способствуют разрушению бетонных конструкций и механического оборудования. Основными загрязнителями воздушной среды являются продукты сгорания различного топлива и отбросы химических предприятий.

Вода оказывает на гидротехнические сооружения механическое, физико-химическое и биологическое воздействия.

Механические воздействия подразделяют на статические, динамические и абразивные. К статическим относятся давление воды, льда, грунта в засыпках, наносов, отложившихся перед сооружениями и т. д. Динамические возникают при ударе движущегося потока, льдин, плавающих предметов, волн.

Физико-химическое воздействие воды на сооружения проявляется в коррозии металла и бетона, разрушении бетона при замерзании и оттаивании и под действием агрессивных вод, суффозии грунта или бетона в результате фильтрации потока. При обтекании поверхностей элементов сооружений высокоскоростным потоком на них возникают локальные зоны с пониженным давлением, на которых происходит кавитационная эрозия, образующая каверны.

Биологическое воздействие воды объясняется жизнедеятельностью микроорганизмов, обитающих в водной среде и на элементах сооружений. Их воздействие проявляется в виде гниения различных элементов, зарастания трубопроводов, обрастания отдельных частей сооружений.

Волны оказывают динамическое давление на элементы гидротехнических сооружений. Сочетание нагона и наката волны может привести к переливу воды через гребень грунтовой плотины и ее разрушению.

Шуга и лед образуются в период от начала возникновения отрицательных температур до момента очищения реки от льда. Шуга (мелкие частицы льда, находящиеся в воде) может забивать сечение русла реки, образуя зажор, при этом выше по течению образуется подпор. Лед, скопившийся в зауженной части реки, создает затор, ликвидация которого опасна, так как может привести к значительным навалам ледяных масс на сооружения.

Низкая температура может привести к частичному или полному промерзанию дренажных устройств, появлению трещин на откосах, значительному раскрытию уплотнений, промерзанию труб, пучению глинистого грунта. Кроме того, она вызывает загустевание смазки механического оборудования, снижает прочностные и пластичные качества элементов из искусственных материалов.

Высокая температура вызывает температурные деформации бетона и металлических частей оборудования, в результате чего могут появляться микротрещины. При значительной положительной температуре может вытекать смазка, размягчаться и выступать битумная композиция из уплотнений плит крепления откосов.

Атмосферные осадки в виде продолжительных ливней могут переполнять водохранилище, что иногда сопровождается переливом воды через гребень плотины. Ливни могут размывать и разрушить недостаточно закрепленный низовой откос плотины, лотки для сброса ливневых вод и т. п. Дождь со снегом приводит к обмерзанию сооружений в результате чего затрудняется их эксплуатация.

Солнечная радиация усиливает интенсивность таяния снега, и степень нарастания паводка. Она отрицательно влияет на резиновые материалы, полиэтиленовые пленки и другие искусственные материалы, применяемые в строительстве.

При **взаимодействии сооружения с основанием** меняется их напряженное состояние в зависимости от степени наполнения водохранилища, соотношения их модулей упругости, геологического строения основания берегов и т.д. На слабых основаниях иногда возникают значительные неравномерные осадки отдельных элементов сооружений. Это приводит к трещинам в теле бетонной (грунтовой) плотины или в ее противофильтрационных устройствах, вызывающим недопустимую фильтрацию либо потерю устойчивости сооружения. В отдельных случаях могут появиться перекосы затворов и т.п.

Многообразие воздействий на гидротехнические сооружения требует от эксплуатационного персонала систематических наблюдений за сооружениями и проведения эксплуатационных мероприятий, позволяющих обеспечить надежную их работу.

Во время эксплуатации бетонных сооружений следует проводить визуальные и инструментальные наблюдения за общим состоянием

бетона; фильтрацией через бетонные элементы; уплотнениями швов, их раскрытием и образованием трещин.

При наблюдении за состоянием бетона выявляют возникновение трещин, потеков, налетов и напластования продуктов выщелачивания, раковин, пустот, отслаивания и выкрашивания бетона, обнажения арматуры и т.п. Для удобства зарисовок возможных дефектов и разрушений бетонную поверхность разделяют на отдельные участки с обозначением на развернутой схеме. Поверхности бетона, находящиеся в зоне переменных уровней, осматривают в период пониженного уровня воды летом с лодки, а зимой с прочного ледяного покрова.

Во время наполнения водохранилища и в первый год эксплуатации наблюдения ведут ежедневно, в последующие 3...4 года – 1...2 раза в неделю, а в дальнейшем – не реже 1 раза в неделю при нормальной работе сооружения. При обнаружении трещин, развитии замеченных дефектов наблюдения осуществляют чаще (через 3...5 сут) или ежедневно. Во время паводка наблюдения проводят ежедневно, а в аварийной ситуации – проводят вне графика.

Принятые в эксплуатацию пруды надо заполнять водой постепенно, не более 0,5 м в сутки, с обязательным наблюдением за состоянием как земляной плотины пруда, так и других сооружений.

Наполнение пруда доводится до проектного уровня (НПУ) при условии отсутствия каких-либо дефектов, опасных для сооружений: фильтрации в низовом откосе плотины, за стенами или под флютбетом водосброса, вдоль трубы донного водоспуска, опасных деформаций устоев флютбета, щитовых затворов и других элементов сооружений. Если при наполнении пруда эти дефекты будут обнаружены, необходимо сначала установить причины, вызывающие дефекты, устранить их и только после этого продолжать наполнение пруда.

После заполнения пруда до НПУ наблюдение за состоянием всех гидросооружений проводят в течение всего периода нахождения их под напором.

Спускать пруды (при необходимости) нужно постепенно, следя за работой водосбросов, донных водоспусков, не допуская больших одновременных сбросов воды во избежание серьезных повреждений.

Для фиксирования в журналах наблюдений очагов фильтрации через бетон можно использовать такие определения: влажные пятна – бетон на ощупь сырой; мокрые пятна – после прикосновения рука увлажняется; сочащиеся участки поверхности – бетон покрыт пятнами, но без течей; течи: малые – стекающие капли, средние – стекающие струйки, большие – наличие сплошного слоя текущей по бетону воды; свищи – отдельные струи, отрывающиеся от бетона; потеки и налеты продуктов выщелачивания на поверхности бетона.

При визуальных наблюдениях за прочностью бетона, поверхность периодически простукивают молотком и опробывают зубилом. Жест-

кий звонкий стук свидетельствует о хорошей прочности, а глухой стук, при котором могут происходить откол или вмятина, — о низкой прочности бетона. В случае неплотного прилегания плит-оболочек к массиву или отслаивания больших площадей бетона появляется звук, характерный для закрытых пустот.

Все дефекты, обнаруженные в процессе визуальных наблюдений, фиксируют в журнале: зарисовывают, фотографируют, указывают дату, объем, привязку местоположения дефекта.

Прочность бетонных и железобетонных элементов можно определять различными способами, которые подразделяются на две основные группы: разрушающие (несущественно и значительно) и неразрушающие. Разрушающие способы более трудоемки, сложны и не всегда приемлемы, так как могут привести к уменьшению прочности и ухудшению внешнего вида исследуемого элемента. Поэтому наибольшее распространение находят неразрушающие способы контроля прочности конструкций. К ним относятся ультразвуковые, радиационные, электромагнитные. Наибольшее применение при толщине конструкции до 15 м нашел ультразвуковой способ. При этом используют приборы (рис. 9.1) УКБ-1, УКБ-1М, “Кварц-6”, ИНТ-М2, ИТП-1 и др.

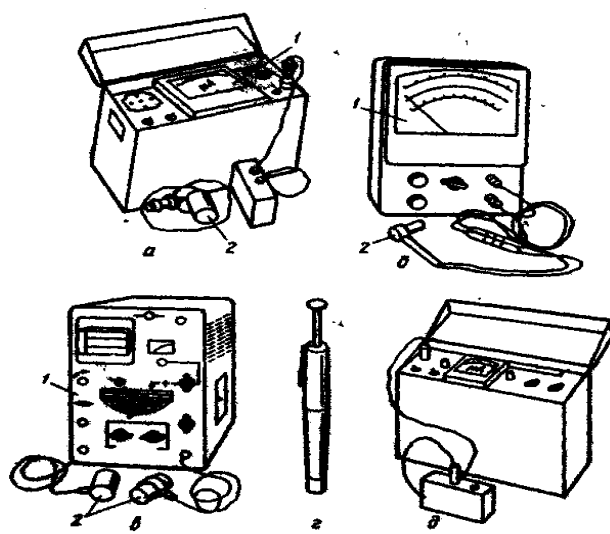


Рис. 9.1. Внешний вид приборов неразрушающего контроля железобетонных конструкций: а — ультразвуковой прибор УКБ-1М; б — ультразвуковой толщиномер “Кварц-6”; в — измеритель напряжений и трещин ИНТ-М2; г — измеритель толщины покрытия ИТП-1; д — измеритель параметров армирования; 1 — регистрирующий прибор; 2 — преобразователь.

Трещины, возникающие в элементах гидротехнических сооружений, подразделяются на усадочные, осадочные, температурные и эксплуатационные. Усадочные появляются в период твердения бетона при его сжатии, вызванном усадочными явлениями материала. Осадочные трещины возникают при строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений в результате неравномерных осадок или подъемов. Они чаще всего пронизывают значительную часть сооружения или всю его толщу. Осадочные трещины наиболее опасные. Температурные трещины образуются в период твердения бетона (микротрещины волосяные) и при изменении температурных или температурно-влажностных воздействий. Эксплуатационные трещины возникают в результате перегрузок отдельных элементов или всего сооружения. Они также относятся к категории опасных и со временем могут изменять свои геометрические параметры. В зависимости от характера развития трещины подразделяют на прогрессирующие (активные), возрастающие с течением времени; стабилизирующиеся (затухающие), развитие которых уменьшается; неактивные (пассивные), имеющие практически стабилизировавшиеся размеры.

Раскрытие трещины зачастую анализируют совместно с интенсивностью фильтрации через нее. Повышенная фильтрация указывает на увеличение раскрытия трещины или, если размеры трещины не изменились, на интенсивное выщелачивание бетона. Уменьшение фильтрации может быть вызвано колюматацией трещины. При наблюдениях за трещинами оценивают расположение их относительно направлений максимальных растягивающих напряжений. Трещины обычно развиваются перпендикулярно направлению растяжения.

При визуальных наблюдениях за швами особое внимание обращают на заполнение их уплотнителем и недопустимость образования в них льда. Значительная фильтрация через шов свидетельствует о нарушении уплотнения. Наибольшее раскрытие швов имеет место зимой, а наименьшее – летом. Увеличение раскрытия швов в другое время свидетельствует о неравномерных осадках или горизонтальных смещениях. В этом случае переходят на систематические, более частые инструментальные наблюдения.

Визуальные наблюдения за бетонными сооружениями являются составной частью общих осмотров сооружений после зимней эксплуатации, паводка, стихийных явлений или аварий, а также во время или после значительных сработок водохранилищ. Осмотр подводных частей гидротехнических сооружений относится к специальным обследованиям с использованием водолазных костюмов и ящиков со стеклян-ным дном.

В процессе наблюдений за работой грунтовых сооружений обращают внимание на их общее состояние (размывы, осадки, просадки, оползни, трещины, подвижки грунтовых масс, состояние примыканий

и т. п.) и местные деформации. При описании их характера в журнале наблюдений можно пользоваться следующей терминологией: **обвалы** – отрыв и падение отдельных масс грунта под воздействием дополнительных нагрузок; **оползни** – оползания масс грунта обычно по контакту разнородных слоев (глинистых), смоченных водой; **оплывы** – оползание грунта под влиянием сильного насыщения водой; **осыпи** – оползание или осыпание сухого сыпучего грунта откосов или крутых склонов; **трещины** – разрыв грунта на поверхности сооружения вследствие неравномерной его осадки, возникновения обвалов, оплывов, оползней или от действия внешней нагрузки; **борозды** – смыв грунта с откосов потоками дождевой воды; **просадки** – образование местных впадин на поверхности сооружения из-за местного уплотнения грунта или его суффозии; **просадочные трещины** – то же, что и общие трещины, но обусловленные просадкой; **выпор** – местный подъем грунта в теле грунтового сооружения или у его основания под давлением сооружения и фильтрационного потока; **пучение** – местный подъем водонасыщенного разуплотненного грунта, вызванный его промерзанием и оттаиванием; **размывы** – смыв грунта с откосов или горизонтальных участков текущей водой; **полосы прибоя** – границы смыва грунта под воздействием волн; **полосы навала льда или плавающих тел** – смещение грунта под воздействием льда или плавающих тел на склонах или откосах.

Состояние крепления верховых откосов определяют по зазорам между камнями, просадкам крепления, деформациям и разрушениям плит, расхождениям и деформациям швов, оползаниям или перемещениям плит и т. п.

Низовые откосы характеризуются состоянием травяной растительности, повреждениями землеройными животными, размывами и деформациями.

При визуальных наблюдениях обращают внимание на состояние ливнесбросной сети. Возможно ее засорение, заиливание, зарастание, разрушение, деформация лотков, кюветов и водосбросных канав. Наличие открытых трещин, подвижек и других деформаций, а также засорение лотков, расположенных на откосах, приводит во время ливня к попаданию на откосы сосредоточенных токов воды, вызывающих значительные размывы, а иногда и разрушения элементов сооружения. Кроме того, могут быть осадки обратных засыпок, пазух устоев, зон контакта земляных и бетонных частей сооружений.

Важно также осмотреть контрольно-измерительные устройства, пикеты, створные знаки и другие контрольные приспособления, используемые при наблюдении и исследованиях; определить состояние канав, отводящих дренажные воды; состояние берегов, оврагов в районе водоема. В некоторых случаях в этих местах возникают совершенно неожиданные явления, отрицательно влияющие на работу отдель-

ных элементов сооружений, вызванные обычно фильтрационным потоком.

Наблюдения за фильтрацией наиболее ответственны в отношении прочности и устойчивости отдельных элементов грунтовых плотин. К наиболее опасным явлениям, которые могут быть зафиксированы при визуальных наблюдениях, относятся: выход фильтрационных вод на откос, в береговых примыканиях, выше дренажных устройств (дренажной призмы); выпор грунта из-под сооружения за низовым откосом; появление мутной профильтровавшейся воды из основания в нижний бьеф, осязаемые просадки, образуемые в зонах усиленной суффозии; образование значительной фильтрации в виде свищей, ключей и т. п. При определении характера внешней фильтрации можно пользоваться следующими понятиями: **мокрые пятна** – слабая фильтрация в виде пятен на сухом грунте; **просачивание** – слабая фильтрация в виде отдельных капель, скатывающихся по откосу, или незначительных лужиц на поверхности грунта; **протечки** – фильтрация в виде слабых струй воды, выходящих из грунта, или лужиц; **свищи** – появление сосредоточенной фильтрации в виде отдельных струй, выходящих из тела плотины или на контакте грунтового сооружения с бетонным; **грифоны** – появление фильтрации в виде небольших фонтанчиков смеси несвязного грунта с водой (“кипение” грунта), могут наблюдаться за пределами низового откоса, в зоне выхода фильтрационных вод из основания сооружения; **ключи** – выходы сосредоточенной фильтрации в виде отдельных струй воды на берегах, откосах, котлованах, в “сухом” русле нижнего бьефа или за низовым откосом плотины на склонах.

В местах сосредоточенной фильтрации устраивают ловчие канавки для отвода и измерения расхода профильтровавшейся воды. При этом обращают особое внимание на появление в фильтрате мутных струек, глинистых частиц, отложений песка. Для фиксации отложений, выносящихся из тела сооружения, за канавкой устраивают небольшой отстойник.

В осенне-зимний период с отрицательными температурами в местах выхода сосредоточенной фильтрации возникают наледи. Они могут образовываться также у подошвы низового откоса плотины, в зоне устьев дренажных систем.

Как и другие факторы ненормальной работы элементов сооружения, очаги фильтрации скрупулезно просматривают и фиксируют в журналах с указанием привязки места повышенной фильтрации (номер пикета и расстояние от него), размеров и характера фильтрации с описанием, зарисовками или фотографированием. В журнале обязательно должны быть дата записи или зарисовок, а также характеристика погодных условий накануне и в день проведения наблюдений.

Определение поверхности фильтрационного потока – кривой депрессии – для ответственных плотин и дамб производят при помощи пьезометров. Пьезометры закладывают также в сооружениях для определения уровня грунтовых вод и скорости фильтрационного потока (путем внесения красящих веществ в пьезометры – по скорости распространения окрашенной воды).

В малых сооружениях фильтрацию устанавливают по интенсивности фильтрационных вод в нижнем бьефе и по наличию частиц выноса грунта.

Инструментальные наблюдения за состоянием и перемещениями элементов прудов и водохранилищ проводят с помощью геодезических приборов и приспособлений: реперов, марок, створных знаков и указателей. **Реперы** – исходные знаки высотной основы, практически неподвижные в течение всего периода эксплуатации. Они служат для определения высотного положения отдельных точек сооружений с помощью нивелирования. **Марки** – устройства с фиксированной в плане точкой, закладываемые в исследуемое сооружение или основание и перемещающиеся совместно с ним. По перемещениям марок относительно реперов судят о перемещениях сооружений. **Указатели** – наземные знаки, указывающие оси сооружений, места их поворота, начало и конец скрытых конструкций и устройств (дренажей, экранов и т. п.). **Створные знаки** – указатели, устанавливаемые для фиксации расстояний по длине сооружения.

По результатам наблюдений составляют графики изменения уровня воды в бьефах; графики осадок высотных марок за время строительства и работы сооружения; профили осадок или выпучивания в характерных створах (сечениях); эпюры депрессионных кривых и противодавлений; продольные и поперечные профили местных размывов с нанесением геологии; планы размывов или намывов в горизонталях; совмещенные профили отложений наносов в водохранилище; графики расходов воды во времени; эпюры скоростей воды в характерных створах и вертикалях; графики раскрытия швов во времени. Результаты наблюдений анализируют и при отклонении от закономерностей следует тщательно разобраться, а при необходимости принять срочные меры.

9.6. Уходные работы при обслуживании прудов и водохранилищ

Передача в эксплуатацию прудов и водохранилищ осуществляется после пропуска первого паводка и наполнения их водой до проектного уровня. Подрядная организация предъявляет приемочной комиссии рабочие чертежи конструктивных элементов сооружений с указанием (нанесением) допущенных в процессе строительства изменений проек-

та, а при значительных отступлениях – исполнительные чертежи с согласованием с проектной организацией. Готовит также акты на скрытые работы; на результаты лабораторных испытаний грунтов, уложенных в тело насыпей; паспорта бетонной смеси, сборных конструкций; ведомость постоянных реперов, акты геодезической разбивки сооружений и другие документы в соответствии с положением сдачи объектов в эксплуатацию.

После ввода сооружений пруда или водохранилища в эксплуатацию масляной краской наносят на установленную рейку рабочий и форсированный напоры, предусмотренные проектом. Повышение уровня воды выше проектного не разрешается. Щитовые затворы должны быть пронумерованы – на каждом щите указывают номер пролета, к которому он относится.

Для учета работы сооружений, срока их службы и ремонтов на каждый элемент (паводковый водосброс, донный водовыпуск, земляную плотину и т.д.) оформляют технический паспорт. В паспорте приводят описание и год строительства сооружения, его габариты, рабочий номер, начальную стоимость. В процессе эксплуатации в паспорте регистрируют выполненные ремонтные работы и затраты на них по годам, результаты годичных осмотров и наблюдений, характеристику прохождения паводков и какой был максимальный напор, причины и виды повреждений сооружения.

Систематический надзор и уход за элементами сооружений прудов и водохранилищ осуществляет эксплуатационный персонал, численный состав которого определяется в соответствии с нормативами нагрузок. В его обязанности входит охрана сооружений от повреждений и поддержание их в исправном состоянии. Для содержания сооружений в исправном состоянии организуют систематический контроль и надзор за их состоянием. Контроль выполняют путем осмотра, обработки результатов измерений, создания специальных комиссий для обследования и определения объема необходимых ремонтных работ и реконструкции сооружений или их элементов.

Служба эксплуатации на основании анализа наблюдений, обследований и выводов о работе сооружений ежегодно разрабатывает планы мероприятий по улучшению их функционирования, проведению ремонтно-восстановительных работ и, если необходимо, реконструкции.

Деятельность службы эксплуатации регламентируется Республиканским водным кодексом, приказами вышестоящих организаций, типовыми инструкциями, правилами и другими инструктивными или нормативными документами общего назначения. Кроме того, могут быть инструкции применительно к конкретному объекту или сооружению, которые регламентируют условия их эксплуатации.

Перечень текущей технической документации, которая должна вестись службой эксплуатации, определяется для каждого водохозяйст-

венного объекта конкретно. Например, для условий эксплуатации гидротехнических сооружений водохозяйственных систем ведут следующие журналы: наблюдений за уровнями воды в водохранилище (полевой), дежурств, распоряжений, инструктажа по технике безопасности, наблюдений за уровнями в пьезометрах, маневрирования затворами, расхода воды и ее уровней в бьефах, баланса водных ресурсов водохранилища, наблюдений за осадками и деформациями сооружений, наблюдений за чашей водохранилища и переработки берегов, визуальных наблюдений и надзора, учета ремонтных работ, реконструкций, анализа проб мутности профильтрованного потока, учета фильтрационных расходов через сооружения, под ними или в обход сооружений, химических анализов проб воды, заиливания водохранилища, характера местных размывов и другие документы.

По результатам наблюдений, обследований, надзора, ремонтных работ и других эксплуатационных мероприятий составляют отчет, который является составной частью годового отчета службы эксплуатации водохозяйственного объекта. В нем приводятся анализ всех данных с точки зрения нормальной работы, отклонения отдельных параметров от проектных. Там же даются рекомендации о необходимости проведения ремонтно-восстановительных работ и реконструкции сооружений или их элементов.

Уходные работы за гидротехническими сооружениями в значительной мере зависят от номенклатуры и состояния механического оборудования, служащего для перекрытия водопропускных отверстий, позволяющего регулировать уровень верхнего бьефа и расход воды, а также задерживать или пропускать плавающие тела. Механическое оборудование и металлоконструкции во время эксплуатации подвергаются постоянному надзору, ревизиям, профилактическим, плановым и другим ремонтам, что позволяет поддерживать их в работоспособном техническом состоянии. В зависимости от опасности выявленных дефектов определяют время их устранения, конкретный перечень мероприятий по поддержанию механического оборудования в рабочем исправном состоянии.

Исправный затвор под напором не должен иметь перекосов, заметных деформаций и двигаться плавно, без рывков, заеданий. После посадки его на порог он не пропускает воду через боковые и донные уплотнения. Ходовые части, соединения своевременно исправляют, а трущиеся части смазывают. Сварные швы обшивки и места крепления элементов к ней не должны пропускать воду. Уплотнения должны плотно прилегать к закладным частям, не имеющим задиров, повреждений, заусенцев, вмятин с острыми краями, следов набрызга электро-сварки, цемента, ступок промасленной и засохшей грязи. В порядке профилактики опорно-ходовые части, пазы и в целом затворы систематически очищают от грязи, льда, снега, мусора, случайных предме-

тов. В процессе профилактических осмотров и текущих ремонтов обращают внимание на состояние сварных соединений (при необходимости швы заваривают); надежность затяжки болтовых соединений; состояние трущихся частей, которые периодически очищают от старой смазки и смазывают новой; состояние резины и металла; появление коррозии. Коррозия повышает шероховатость, что приводит к дополнительным гидравлическим сопротивлениям в металлических водоводах и на других обтекаемых плоскостях. Интенсивность и характер коррозии зависят от состава металла, влажности и температуры среды, насыщенности ее химическими соединениями, скорости воды, электрических влияний, абразивного воздействия взвешенных или перекатывающихся частей грунта. На процесс образования коррозии в значительной мере влияют такие факторы, как сбросы в водохранилища или водотоки промышленных сточных вод, содержащих различные химические соединения: сульфаты, хлориды, соединения кислот, щелочей и т. д. В этом случае интенсивность коррозии увеличивается в несколько раз.

Если толщина слоя коррозии на затворах составляет более 10% толщины металлического элемента, то рассматривают вопрос о его замене или капитальном ремонте. При обнаружении коррозии меньших размеров металл зачищают и покрывают антикоррозийной краской. Болты креплений, значительно поврежденные коррозией, заменяют. Швы, ослабленные в результате перенапряжения или воздействия коррозии, вырубает и заваривают по-новому.

Кроме химической и электрохимической возникает также биологическая коррозия, которую вызывают содержащиеся в воде микроорганизмы. Коррозионно-опасные бактерии делятся на аэробные и анаэробные. Первые развиваются в присутствии кислорода, а вторые – без него. Существуют также другие виды коррозионно-опасных бактерий.

Среди растительных и животных организмов, живущих в воде, имеются такие, которые закрепляются на элементах гидротехнических сооружений. Это явление называют биологическим обрастанием. Плотность нарастающей биомассы иногда достигает 20...30 кг/м². Наиболее часто встречающимся таким организмом является моллюск дрейссена. Известны такие способы борьбы и защиты элементов сооружений от биологического обрастания как механический, химический, биологический и др. При механическом способе поверхность сооружения очищают скребками, лопатами, ершовыми щетками. Химический способ – обработка поверхностей хлоросодержащими растворами, применение противообрастающих лакокрасочных покрытий. Биологический способ заключается в том, что такие рыбы как плотва, язь, лещ, сазан, а также рак поедают за сутки примерно по 100 экземпляров дрейссены длиной 1...5 мм. Выросшие моллюски более 12 мм ракам не поддаются.

В отдельных случаях на твердых предметах, находящихся в воде, в том числе на металлических частях механического оборудования, образуется донный лед. На обшивке затворов зимой с нижней стороны появляется наледь. При сильном обмерзании подъем их становится затрудненным, а иногда невозможным. В таком случае затвор очищают от намерзшего льда, чтобы он плотно примыкал к бетонным поверхностям.

Если по всей поверхности плохо прилегает уплотняющая резина, то до ее замены устанавливают местные стальные, резиновые или деревянные клиновые прокладки, которые выравнивают уплотняющую резину и тем самым устраняют очаги фильтрации. Резиновые уплотнения должны быть эластичными, не иметь трещин, в противном случае их заменяют.

9.7. Маневрирование затворами сооружений

Во время эксплуатации прудов и водохранилищ возникает необходимость сброса избыточных вод, шуги, льда и других предметов через водосливные сооружения. Последовательность и скорость открывания отверстий водосбросного сооружения имеют важное значение для сохранения рисбермы и всего флютбета, а также участка русла за сооружением. Наиболее благоприятны для многопролетного сооружения равномерные пропуски расходов по всей его ширине. Но не всегда возможен такой порядок, и часто приходится открывать одни отверстия полностью, другие частично, а остальные совсем не открывать. В этом случае против полностью открытых отверстий будут наибольшие скорости течения и большая опасность размыва рисбермы и дна.

Порядок маневрирования затворами водосбросного сооружений зависит от ряда факторов: расходов, сбрасываемых в нижний бьеф; конструкции затворов; задач, решаемых путем пропуска воды через пролеты; конструктивных особенностей плотины и ее нижнего бьефа; состояния крепления нижнего бьефа; конфигурации отводящего русла и т. д.

При сбросе в нижний бьеф небольших расходов открывают один или несколько пролетов. Желательно в первую очередь приоткрывать средние пролеты. Однако возможен режим, при котором открывают и другие пролеты, если это допустимо схемой маневрирования затворами. При сбросе сравнительно больших расходов открывают большее число отверстий, рассредоточенных равномерно по всей ширине водосливного фронта.

Конструкция затвора предопределяет режим его работы. Так, через затвор, оборудованный клапаном, небольшие расходы пропускают путем опускания клапана. Тем более если в работе клапана есть необ-

ходимость, определяемая пропуском мусора, плавающих тел. Через опускные затворы расход пропускают только сверху.

Чтобы обеспечить равномерность сброса воды по фронту водосброса в условиях нарастания паводка, затворы необходимо открывать последовательно, равномерно, ступенями, начиная от средних пролетов плотины, передвигаясь к берегам. Причем ни один из затворов не должен подниматься на очередную ступень до тех пор, пока не будут подняты все затворы на предыдущую ступень. Высоту каждой ступени поднятия затвора назначают в зависимости от конкретных условий. Для крупных водосбросных плотин ее принимают до 0,5...1 м, а для более мелких сооружений – 0,2...0,5 м. На спаде паводка затворы закрывают в обратном порядке. В условиях сброса большого количества плавающих тел или льдин, когда необходимо полностью открывать пролеты плотины, принятый режим маневрирования затворами нарушается.

Степень поднятия затворов определяется в основном двумя условиями. На основе наблюдений установлено, что при частичном открытии затвора на $(0,25...0,35) H$, где H – напор перед затвором, возможно подныривание под него льда и других плавающих тел. При этом они могут застревать в отверстиях, повреждать уплотнения затворов или вызывать повышенные динамические нагрузки. Поэтому при ледоходе затворы поднимают до $(0,2...0,3) H$, а затем при необходимости отверстие пролета открывают полностью.

В условиях, когда до открытия всех пролетов на $(0,2...0,3) H$ лед в водохранилище успевает растаять или находится в рыхлом состоянии и движение его через отверстия приоткрытого затвора не представляет опасности, продолжают приоткрывать отверстия до $(0,4...0,5) H$, реже на $0,6 H$. При больших открытиях может возникать неустойчивый режим потока с периодической сменой истечения то из-под затвора, то свободно через водослив, когда верхние струи потока не касаются нижней кромки затвора. Неустойчивые режимы сопровождаются повышенными динамическими нагрузками и вибрацией затворов, поэтому их стараются не допускать. При необходимости полного открытия пролетов их чередуют через смежный пролет, открытый частично.

В отдельных случаях, когда обшивка затвора и его нижний брус изготовлены из стали или прочность затвора проверена на удары плавающих тел, допускают пропуск их путем подсасывания под частично поднятый затвор. Существует мнение, что при пропуске большого количества плавающих тел допускается кратковременное (на 10...15 мин) поочередное поднятие затворов на полную высоту, несмотря на значительную неравномерность потока в нижнем бьефе. Однако при этом нужно очень внимательно следить за режимами потока в нижнем бьефе, не допуская появления сбойных течений.

Для водосбросной плотины разрабатывают специальную инструкцию, в которой рассматриваются расчетные эксплуатационные режимы, характеризующиеся особенностями пропуска основного расчетного и поверочного расхода; возникновения наибольших неравномерностей распределения удельных расходов по ширине водосливного фронта; минимальных уровней в нижнем бьефе при прочих равных условиях.

С появлением отрицательных температур воздуха в водоемах и водотоках возникают ледовые образования: шуга, донный лед, забереги, ледостав. Их характеристики зависят от температуры воздуха, воды, ее скорости, глубин потока, конфигурации ложа русла и продуктов отложения на ее поверхности. **Шуга** – это частицы льда, образованные в толще потока при охлаждении воды до температуры $-0,02\dots-0,05^{\circ}\text{C}$, а иногда до $-0,1^{\circ}\text{C}$. Частицы шуги могут быть представлены в виде игл, зерен чечевицы или горошин, пластин, комьев и т. п. **Донный лед** – это также внутриводный лед, появляющийся на дне водотока, чаще покрытого камнями, валунами и т. п. **Забереги** – неподвижный лед, расположенный у берегов и скрепленный с ними. **Ледостав** – установление и существование на водоемах и водотоках неподвижного ледяного покрова.

Перечисленные ледовые явления создают заторы или зажоры льда. **Затор** – скопление и нагромождение льда в русле, стесняющие живое сечение и приводящие к повышению уровней воды в водотоке. Подплывающие льдины увлекаются потоком под остановившиеся либо выталкиваются на них, образуя **торосы**. **Зажор** – скопление шуги и других образований внутриводного льда в русле реки, также стесняющее живое сечение потока и приводящее к подпору, снижению пропускной способности русла или отверстия водопропускного сооружения.

Зажоры имеют обычно существенно большую длину по сравнению с заторами. Они возникают в результате остановки плывущих шуговых ковров и их смерзания. Остановка ковров обуславливается механической задержкой (крутые повороты русла, острова, мосты и т. п.) либо значительным уменьшением скоростей потока (при снижении уклонов реки, на входе в водохранилище и т. д.). Внутриводный лед перемещается под формирующийся зажор, который может перекрывать площадь живого сечения потока до 70...85%. Зажоры образуются чаще осенью в период ледостава и реже весной. Заторы возникают, как правило, весной, в период ледохода. Сформировавшиеся заторы и зажоры могут значительно повысить уровни воды, что в определенных условиях обуславливает появление наводнений, переливов воды через гребень ограждающих дамб, а также оказывать значительные статические и динамические воздействия на элементы гидротехнических сооружений.

Необходимо проводить разные эксплуатационные мероприятия (в том числе маневрирование затворами), позволяющие влиять на появление шуги и льда и способствующие движению потока без возникновения заторов и зажоров.

9.8. Пропуск весеннего паводка

Наиболее ответственным периодом в эксплуатации водоемов является пропуск весеннего паводка. В это время с водосборной площади поступает большое количество воды, которое должно быть пропущено через паводковые водосбросы, а при небольших расходах через донные водоспуски или другие водопропускные сооружения при земляных плотинах.

Пропуск паводка через гидротехнические сооружения должен проводиться под особым контролем. В этот период сооружения испытывают повышенные нагрузки, что может привести к повреждениям, а при неисправности – к авариям. Поэтому сооружения тщательно готовят к пропуску паводковых вод. Для этого в обязательном порядке выполняют осмотр сооружений гидроузла: осенью – перед ледоставом и весной – перед паводком и после его прохождения. В период осеннего обследования обращают особое внимание на устранение трещин, просядок, ходов землеройных животных, повреждений креплений верхнего бьефа. Водобойные колодцы и другие устройства гашения избыточной энергии потока, находящиеся зимой в нерабочем состоянии, до наступления морозов должны быть освобождены от воды. В противном случае они могут зимой промерзнуть и при пропуске весеннего паводка оказаться в нерабочем состоянии. Это может привести к разрушению устройств нижнего бьефа в период пропуска сбросного расхода. Весной, до наступления паводка, проверяют состояние грунтовых плотин, дамб обвалований, берегов водохранилищ, ледяного поля. Выявленные опасные повреждения срочно устраняют.

Пропуск паводка делится на три периода: подготовку к пропуску, пропуск паводка и послепаводковый. В зависимости от специфики гидротехнических сооружений, климатических, гидрологических, топографических и других условий пропуск паводка организуется не всегда одинаково. Основные положения и принципы его осуществления в каждом периоде обычно сводятся к следующим мероприятиям.

Подготовка к пропуску паводка. Учитывая ответственность этого периода, не позже чем за месяц до начала половодья организуют паводковую комиссию. В задачу комиссии входит разработка плана мероприятий по пропуску половодья при минимальном ущербе, который может быть нанесен паводковыми водами, льдом и т. п. При этом учитывают прогнозы гидрометслужбы, специфику сооружений, особенности региона расположения водоема, а также используют опыт пропус-

ка паводков, полученный как на рассматриваемом, так и на других подобных гидроузлах.

Планом мероприятий паводковой комиссии должно предусматриваться решение следующих основных вопросов:

- общий осмотр всех сооружений гидроузла, креплений нижнего и верхнего бьефов, подводящего и отводящего русл;

- оценка состояния водобойного колодца с обязательной очисткой его от льда и других предметов;

- обследование ледового покрова водохранилища с целью прогноза и недопущения возможных заторов льда;

- разработка графика предварительной сработки и последующего наполнения водохранилища;

- завершение всех ремонтных работ, которые могут помешать пропуску паводка;

- опробование затворов и другого механического оборудования с ручным, механическим или автоматическим действием, которое может потребоваться во время пропуска паводка, обеспечение надежной работы затворов и их подъемных устройств;

- демонтаж и разборка временных сооружений, устанавливаемых на период зимней эксплуатации;

- удаление до наступления высоких вод с затопляемых территорий оборудования, механизмов, материалов, имущества, временных сооружений;

- согласование режима пропуска паводка с администрацией выше и ниже расположенных по реке гидроузлов и заинтересованных организаций;

- очистка водопропускных устройств от предметов, препятствующих пропуску паводка;

- усиление крепления откосов грунтовых сооружений в местах, подвергающихся размыву;

- подготовка аварийного запаса материалов (камня, гравия, песка, цемента, бревен, досок, мешков, проволоки, канатов, скоб, гвоздей и т. д.), орудий труда (багров, ломов, лопат, захватов, пил), спецодежды, машин и механизмов, транспортных средств, плавсредств (лодок, катеров, плотов); при этом перечень, местонахождение и число указанных предметов определяют в каждом конкретном случае;

- дополнительное усиление освещения территорий на подходах и в зоне расположения водопропускных сооружений, а также подготовка местных осветительных установок на случай отключения подачи электроэнергии на гидроузел;

- организация и проверка оперативной связи с местными паводковыми комиссиями ближайших населенных пунктов, районными и областными организациями, а также разработка совместных планов с

местными районными организациями на случай оказания помощи службе эксплуатации гидроузла в сложной аварийной ситуации;

проведение срочного ремонта дорог и подъездов к гидротехническим сооружениям, складам строительных материалов, проездов по дамбам подводящего и отводящего русла;

подготовка взрывных средств или службы, выполняющей эти функции, на случай появления ледовых заторов или необходимости ослабления ледяного покрова;

организация, обучение, инструктаж аварийных бригад на период прохождения паводка и подготовка расписания дежурств. При обучении работников аварийных бригад обращают особое внимание на возможные ситуации и соблюдение техники безопасности при пропуске паводка, разрушения ледовых заторов, устройстве каменной наброски в подводных условиях, устранении прорывов воды с помощью мешков, заполненных сыпучим материалом, сборке и разборке запоней и т. п.

Списки аварийных бригад, место сбора и расписание дежурств вывешивают на видном месте. Практически все подготовительные работы заканчивают за 10...15 дней до начала половодья.

Пропуск паводка. В это время устанавливают круглосуточное дежурство членов паводковой комиссии и аварийных бригад. В распоряжение дежурного (ответственного лица от паводковой комиссии) передаются необходимое оборудование, машины, механизмы и стройматериалы. В период сложной ситуации начальник участка обязан немедленно информировать вышестоящее предприятие эксплуатации и паводковые комиссии смежных участков о состоянии уровней воды в водохранилище, расходах, сбрасываемых в нижний бьеф, мерах, принимаемых на объекте, и их последствиях.

Режим сброса воды в нижний бьеф должен осуществляться в соответствии с ранее разработанным графиком. Одним из основных условий маневрирования затворами плотины должно быть обеспечение безаварийной работы гидромеханического оборудования, водосбросного тракта и устройств нижнего бьефа. Реализация графика открытия (маневрирования) затворами должна сопровождаться систематическими наблюдениями за состоянием верхнего бьефа и режимами потока в нижнем бьефе.

При пропуске паводка необходимо строго следить за образовавшимися трещинами, просадками, оползнями, выпучиванием грунта в отдельных частях сооружений и другими возможными разрушениями. Особенно нужно обращать внимание на участки сооружений, которые подвергались ремонту. Необходимо наблюдать за фильтрацией воды через сооружения, обращая внимание на изменения ее интенсивности и на появление выноса грунта. Появление мути в фильтрующейся воде указывает на начало разрушения насыпи или основания сооружения.

Развитие фильтрации угрожает аварией, и для ее предотвращения принимают следующие меры.

На участок выхода фильтрационного потока в низовом откосе последовательно накладывают пригрузку из песка, гравия и камня. Просачивания воды это не остановит, но вынос грунта прекратит, а следовательно, предохранит насыпь плотины или дамбы от размыва. Затем, отыскав место фильтрации в верхнем бьефе, его заделывают водонепроницаемым покрытием. При сильно фильтрующем потоке участки верхового откоса или понура сооружения заделывают мешками с песком или землей, с присыпкой грунтом. Небольшие потоки фильтрации могут быть прекращены отсыпкой суглинка. Если все же образуются промоины, то их срочно заделывают наброской камня с пригрузкой его грунтом, или мешками с грунтом.

Необходимо своевременно предупреждать все населенные пункты и предприятия о возможных катастрофических поднятиях уровней воды. Вся информация, предназначенная населенным пунктам и предприятиям о проводимых мероприятиях, состоянии на прилегающей к гидроузлу территории должна регистрироваться в специальном журнале с указанием даты, времени, порядкового номера, адресата, которому передали сведения, и четкой подписи лица, сделавшего это. Таким же образом в другой журнал заносят все телефонограммы и сообщения, получаемые гидроузлом от других организаций или должностных лиц.

Особенность пропуска ливневых паводков – отсутствие необходимого подготовительного периода. Поэтому стараются использовать данные метеостанций. Для исключения катастрофических последствий на гидроузле по возможности создается резервная аккумулирующая емкость с тем, чтобы можно было срезать пик паводка.

При достижении паводковых расходов, соответствующих максимальным расчетным значениям, руководство гидроузла ходатайствует в вышестоящей организации о вызове дополнительных аварийных бригад. Срочно наращивают дамбы, чтобы избежать перелива потока через сооружения и их разрушения, устраняют недопустимые выходы фильтрационного потока и разрушения креплений.

Послепаводковый период. По завершении пропуска половодья паводковая комиссия осматривает, фотографирует, зарисовывает выявленные неисправности и повреждения. Подводные части сооружений обследуют в соответствии с планом проведения подводно-технических работ. Если работы с помощью водолазов не предусмотрены, то информацию о состоянии затопленных элементов сооружений получают всеми доступными методами (промеры глубин, простукивание с помощью шестов, осмотр с применением ящика со стеклянным дном, специальных смотровых труб с иллюминаторами, перископов и т. д.). После обследования составляют акт, в котором должны быть отражены состояние элементов сооружений, виды возникших

повреждений с указанием причин появления дефектов и разрушений; основные мероприятия по приведению сооружений в надлежащее состояние; выводы по имевшим место недостаткам, которые должны учитываться при пропуске последующих паводков и ремонте сооружений. Кроме того, составляют отчет с полным описанием условий пропуска паводка (гидрометеорологические, нарастание паводка и его спад, ледовые явления, максимальные уровни и расходы, наблюдавшиеся в рассматриваемый период), причин и характера повреждений или аварий, методов их устранения, объема затрат денег, материалов, использования рабочей силы, транспорта, механизмов. На устранение значительных повреждений аварийного характера проектные организации составляют проекты и сметы. Отчет сопровождается схемами, чертежами, фотографиями, актами и другими поясняющими и подтверждающими факты материалами.

В зависимости от типа и класса сооружений могут возникать свои специфичные мероприятия, характеризующие работу сооружений в экстремальных аварийных условиях. Причинами аварийных ситуаций могут быть: катастрофический паводок с расходом, превышающим максимальную пропускную способность водопропускных сооружений; мощные ливни, снегопады; катастрофическая фильтрация сооружений, их оснований или в обход их; чрезмерные перегрузки элементов сооружений под воздействием льда или его нагромождения с забивкой водопропускных отверстий; неожиданное снижение прочности и устойчивости отдельных элементов сооружений или механического оборудования.

В целях своевременного предупреждения катастрофических ситуаций принимают следующие основные меры: оперативно снижают уровень воды в водохранилище; срочно наращивают гребень и укрепляют откосы; устраивают дополнительные прораны или отверстия в наиболее благоприятных и менее опасных местах для сброса части паводковых вод; заклинившие затворы подрывают ВВ; забрасывают камнем, гравием и крупногабаритными предметами появившиеся места недопустимых размывов; взрывают образовавшиеся заторы.

При возникновении угрозы разрушения водоподпорных гидротехнических сооружений срочно оповещают все нижележащие населенные пункты, предприятия и эвакуируют население в безопасные зоны. Повреждения аварийного характера, которые могут принести большой материальный ущерб или создать опасность для жизни людей, устраняют немедленно любыми доступными средствами.

9.9. Ремонт сооружений прудов и водохранилищ

Для поддержания гидротехнических сооружений прудов и водохранилищ в надежном рабочем состоянии осуществляют планово-предупредительные (уход за сооружениями), текущие и капитальные

ремонт. Кроме того, существует еще аварийный (непредвиденный) ремонт.

Надежность гидротехнических сооружений – это способность сооружений или их отдельных элементов в нормальных эксплуатационных условиях в течение срока службы выполнять свои функции без отказов.

Основные показатели эксплуатационной надежности подразделяются на следующие: показатели конструктивной надежности – прочность, устойчивость, водонепроницаемость, морозостойкость и др.; показатели технологической надежности – напор, расход, объем воды в водохранилище, обеспечение водозабора и водоподачи; показатели архитектурного соответствия – соблюдение архитектурных форм с учетом ландшафта, фактура поверхности, цвет, внешний вид.

Надежность гидротехнических сооружений обуславливается проектированием, качеством материалов и выполнения работ при строительстве. В процессе эксплуатации надежность может практически оставаться на том же уровне, повышаться или понижаться. В первые годы эксплуатации, когда происходит период приработки отдельных сооружений или их элементов (5...7 лет), наблюдается большее число отказов, т. е. надежность имеет пониженные значения. В последующие годы наступает период нормальной работы сооружения, когда число отказов уменьшается. В дальнейшем надежность сооружений снижается и число отказов возрастает.

Следует отметить, что отдельные элементы гидротехнических сооружений могут иметь различные закономерности распределения надежности во времени. Например, дренажные устройства могут иметь более высокую надежность в начальный период, а затем она снижается; противофильтрационные конструкции могут в начальный период работать менее надежно, а после их кольматации надежность возрастет или, наоборот, уменьшится, если в процессе эксплуатации возникнут деформации, разуплотняющие грунт противофильтрационного элемента.

Надежность гидротехнических сооружений определяется безотказностью, долговечностью и ремонтпригодностью. **Безотказность** характеризуется способностью сооружения сохранять свою работоспособность в течение заданного времени при нормальных условиях эксплуатации. Под **долговечностью** понимают свойство сооружения сохранять эксплуатационные качества до момента выхода его из строя. **Ремонтпригодность** сочетает в себе совокупность времени и стоимости, необходимых для устранения повреждений или отказов. Она устанавливается технико-экономическими обоснованиями.

Потеря сооружениями или их элементами требуемых эксплуатационных качеств называется старением или износом. Различают физическое старение, когда сооружение теряет свои первоначальные физико-

технические свойства (прочность, устойчивость, обеспечение гашения избыточной энергии потока, водонепроницаемость, морозостойкость и т. д.), и моральное старение, когда наблюдается технологическое несоответствие современным требованиям и современному уровню научно-технического прогресса. На практике чаще срывает фактор физического старения и возникает необходимость проведения ремонтно-восстановительных работ или реконструкции сооружений.

Основными факторами, влияющими на долговечность и продолжительность межремонтного периода, являются уровень надежности технических решений, заложенный при составлении проекта; качество выполнения строительных работ; уровень эксплуатации гидротехнических сооружений.

Уход за сооружениями и текущий ремонт осуществляет в течение всего периода работы сооружений эксплуатационный персонал водоема. При текущем ремонте исправляют отдельные повреждения сооружений или механического оборудования, как правило, без замены элементов конструкций. В номенклатуру работ по текущему ремонту сооружений входят мелкие работы по восстановлению частей понура, водобоя и рисбермы, досыпка грунта за устои, расчистка и заделка каверн, выбоин и других мелких разрушений бетонных сооружений, ремонт креплений дамб, заделка промоин, промывка наносов, околка льда у сооружений, очистка от сора и снега, ликвидация фильтрации через сооружения и затворы, окраска металлоконструкций, ремонт дренажа и др.

Объемы ремонтных работ и сроки их проведения определяют на основании дефектных актов, которые составляют специальные комиссии, осматривающие гидротехнические сооружения. Сметы на выполнение ремонтно-эксплуатационных работ и графики их проведения утверждают вышестоящие организации.

Капитальный ремонт осуществляют в соответствии с проектом. При этом устраняют крупные повреждения и разрушения, заменяют конструкции вследствие их износа, а также с целью повышения их эксплуатационных качеств. Капитальный ремонт подразделяют на комплексный, охватывающий сооружение в целом или комплекс сооружений, и выборочный, предусматривающий ремонт или замену отдельных элементов.

Проект капитального ремонта составляют на основании изысканий, технического осмотра сооружений и материалов наблюдений за их работой в прошлые годы.

Аварийные работы выполняют с момента выявления аварийного состояния, применяя все меры по сокращению объема аварии.

Работы по ремонту бетонных сооружений подразделяют на четыре основных цикла: подготовку бетонной поверхности для ремонта, приготовление бетонной смеси, бетонирование и уход за бетоном.

Подготовка бетонной поврежденной поверхности проводится для обеспечения прочного сцепления нового бетона со старым. Существует механическая и химическая подготовка поверхности. Наиболее применима механическая, которая выполняется в такой последовательности. Снимают цементную пленку с ремонтируемой поверхности, если она имеется, и делают ее шероховатой путем насечки старого бетона с помощью металлических щеток, перфораторных молотков, пескоструйных агрегатов. Разделяют до прочного бетона раковины, трещины и каверны. Удаляют до чистого бетона жирные пятна мазута, битума, нефти, масла. Очищают от ржавчины обнаженную арматуру. При необходимости бурят скважины, устанавливают анкера и дополнительную арматуру. Перед бетонированием поверхность очищают от пыли, смачивают или промывают струей воды. Для обеспечения повышенной прочности на обрабатываемую поверхность рекомендуется нанести промежуточный слой, выполненный из жирного цементного раствора, коллоидно-цементного раствора или коллоидно-цементного клея.

Бетонную смесь уплотняют вибраторами. При этом не допускается укладывать бетон на основание с его температурой ниже $+5^{\circ}\text{C}$. Температурный режим твердения бетона под наблюдением обеспечивают до получения 50% марочной прочности, т. е. в течение 7...14 сут. При температуре воздуха до -10°C бетонируют в открытых блоках методом "термоса", т. е. укладывают теплый бетон на поверхность с положительной температурой, а затем укрывают теплоизоляционным материалом. При температуре воздуха ниже -10°C бетон укладывают в тепляках, где поддерживается положительная температура не ниже $+5...10^{\circ}\text{C}$.

Уход за бетоном осуществляют все время до набора им 50...60% прочности. Чтобы предупредить трещинообразование, предусматривают защиту открытых поверхностей от всех видов воздействий, систематическую поливку водой бетона на портландцементе в течение 7 сут, с пластифицирующими добавками – 14 сут.

При неглубоких повреждениях поверхности бетона для ее восстановления используют торкретирование. Однако без арматурной сетки оно недолговечно (3...5 лет). Арматурная сетка позволяет обеспечить качественное покрытие на более длительный период. Вместе с тем качество торкрета в значительной степени зависит от квалификации персонала, выполняющего работы. Поверхность, подвергающуюся торкретированию, тщательно очищают от загрязнений, рыхлых, пористых и трещиноватых слоев, промывают и продувают сжатым воздухом. Арматуру очищают от прилипшего бетона, грязи и ржавчины. Поверхность обрабатывают перфораторными молотками.

Для торкрета применяют цемент марки не ниже 400, песок обычно кварцевый. Максимальная толщина одновременно наносимого слоя на

вертикальную поверхность составляет 40 мм. Очередной слой наносят после схватывания предыдущего.

В процессе эксплуатации грунтовых водоподпорных сооружений возникает необходимость досыпки гребня и тела плотины до проектных отметок, суглинка на верховой откос с целью его кольматации, заделки поперечных или продольных трещин и пустот, ремонта креплений откосов, одерновки, посева трав и др. Эти работы в большинстве случаев на низконапорных плотинах выполняют в течение календарного года.

При наличии продольных и поперечных трещин на гребне и откосах плотин отрывают трапециевидную, сужающуюся книзу траншею вдоль оси трещины на 0,3...0,5 м ниже ее глубины (рис. 9.2) и длиной на 1 м в каждую сторону больше трещины. Траншеи заполняют тем же грунтом, из которого состоит плотина. Грунт укладывают слоями по 10...15 см с трамбованием до проектной плотности.

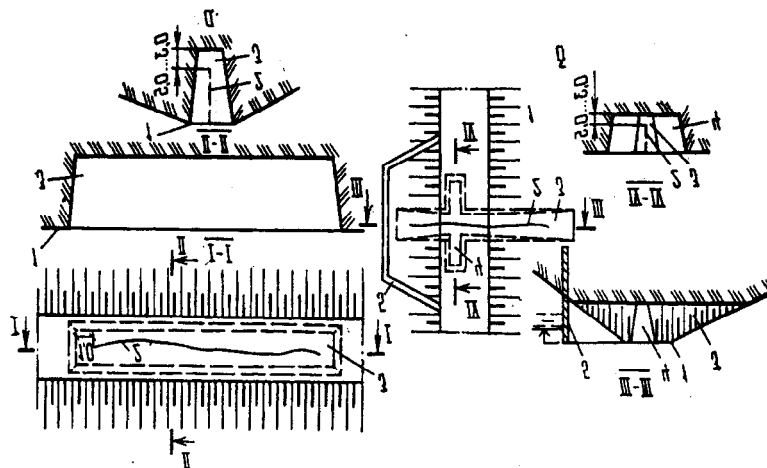


Рис. 9.2. Заделка трещин грунтовых плотин: а – продольной; б – поперечной; 1 – гребень плотины; 2 – трещина; 3 – траншея; 4 – замок траншеи; 5 – шпунтовое ограждение.

Заделку трещин обычно выполняют в теплое время года. При проведении ремонтных работ зимой траншею заполняют только талым грунтом, не допускают промерзания слоев при их укладке. Если уровень дна в траншее ниже уровня воды в верхнем бьефе и возможно ее проникновение в траншею, то место проведения ремонтных работ огораживают шпунтом.

Гребень досыпают обычным способом, при котором вначале рыхлят поверхность, перемещают материал покрытия во временные отвалы, проводят планировку и боронование поверхности, доувлажняют грунты на гребне до оптимальной влажности, отсыпают карьерный материал с оптимальным увлажнением, разравнивают и уплотняют. По мере достижения проектной отметки устраивают дорожное полотно.

Восстановление обрушенных откосов или их улоаживание осуществляют путем возврата сползшего грунта на прежнее место, отсыпки и уплотнения грунта наклонными слоями по всей высоте откоса (поперечный способ) или горизонтальными слоями по всей длине откоса (продольный способ) (рис. 9.3). В качестве материала для отсыпки можно использовать тот же сползший грунт при соблюдении технологии его отсыпки. Для повышения устойчивости отсыпаемого грунта выполняют ступенчатую подрезку низового откоса.

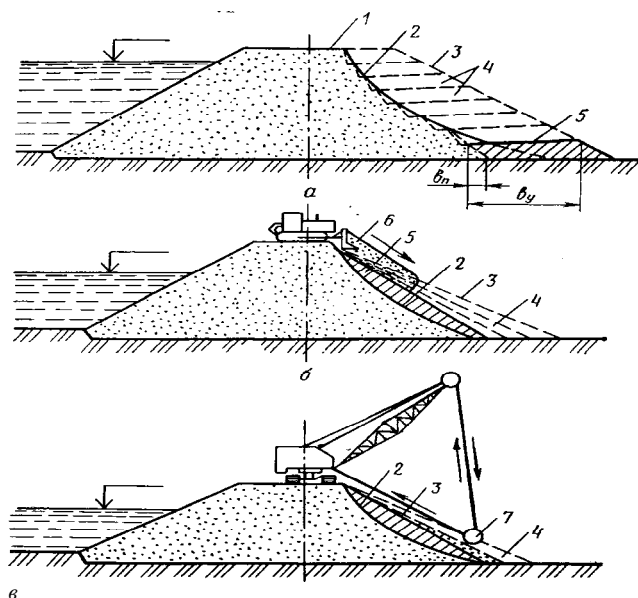


Рис. 9.3. Схема уширения и улоаживания откосов грунтовых плотин: а и б – продольный и поперечный способы; в – уплотнение грунта катком; 1 – гребень плотины; 2 – низовой откос до ремонта; 3 – проектный откос; 4 – слой отсыпки и уплотнение грунта; 5 – уплотненный грунт; 6 – грунт, разравниваемый бульдозером; 7 – каток.

При продольном способе минимальную ширину площадки принимают на 0,5...1 м больше ширины принятого катка для уплотнения, бульдозера или автосамосвала.

При нарушении насыпей грунтовых сооружений землероями (ондатры, бобры, кроты, мыши) перекапывают и утрамбовывают грунт. При этом норы заливают глиняным или песчано-цементным раствором. В отдельных случаях устраивают “замки” путем откапывания траншей из условия удобства химической обработки норы и засыпки траншеи грунтом оптимальной влажности с послойным его уплотнением.

При появлении течей необходимо выяснить причины их возникновения. Вначале в местах повышенной фильтрации на верховом откосе накладывают пластырь из полиэтиленовой пленки с пригрузкой ее грунтом, а на низовом откосе устраивают дренаж. Затем выясняют причину фильтрации и выполняют ремонт.

Каменное крепление верхового откоса ремонтируют как насухо, так и с плавсредств. При осушении откоса часто требуется значительная сработка водохранилища, что не всегда оправдано. При подводном ремонте монтируют плавучую платформу, состоящую из системы понтонов, средств перемещения, мерных приспособлений и средств для выгрузки камня на откос. С помощью рейки промеряют глубины и определяют объем зоны разрушения, которую предварительно разбивают на захватки. После этого приступают к выполнению работ. Толщину отсыпки принимают не менее 2,5...3 слоев расчетного диаметра камня и контролируют при помощи рейки, опускаемой с платформы вертикально вниз.

Ремонт верховых откосов можно выполнять путем нанесения плотного гидротехнического асфальтобетона, укладываемого и уплотняемого в горячем состоянии. Перед укладкой асфальтобетонного покрытия на разрушенный откос насыпают песчано-гравийный грунт, который выравнивают и уплотняют. Основание обрабатывают гербицидами и битумной эмульсией. Чтобы повысить водонепроницаемость асфальтобетонного покрытия, его поверхность поливают горячим битумным сплавом, посыпают каменной крошкой или крупнозернистым песком из расчета 5...10 кг/м² и прикатывают легким катком. Толщину асфальтобетонного покрытия принимают в зависимости от напора от 3...4 до 9...12 см. Оно обладает следующими достоинствами: высокой водонепроницаемостью, трещиностойкостью, деформативностью. К недостаткам относят то, что оно разрушается при толщине льда более 1 м, быстром снижении уровня воды в водоеме (≥ 50 см/сут).

В зоне подножия низового откоса земляной плотины может появиться выклинивание воды. Выход воды в виде ключей – серьезный сигнал об аварийной ситуации плотины. Чтобы устранить фильтрацию можно заложить дренаж или применить другие способы в зависимости

от причины. Причиной может стать образование трещин в экранах и ядрах грунтовой плотины из-за неравномерных осадок.

Грунтовые ядра и экраны восстанавливают различными способами: сооружают буронабивные сваи; устраивают сплошную стенку в грунте (в ядре); погружают шпунты; выполняют инъекцию грунта; укладывают полимерную пленку; проводят ремонт путем вскрышных работ.

10. ОРГАНИЗАЦИЯ И ЗАДАЧИ СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ

10.1. Структура и задачи эксплуатационной службы

На территории Республики Беларусь вопросы строительства, реконструкции и эксплуатации мелиоративных систем находятся в ведении департамента по мелиорации и водному хозяйству при Министерстве сельского хозяйства и продовольствия. В каждой области имеются областные организации по мелиорации и водному хозяйству.

Основной организацией, которая непосредственно занимается эксплуатацией мелиоративных и водохозяйственных систем, является предприятие мелиоративных систем (ПМС). Такие предприятия могут быть районными (обслуживают системы в границах одного административного района) и межрайонными. Площадь, обслуживаемая предприятием, может разделяться на эксплуатационные участки. В состав эксплуатационного персонала предприятий могут входить: директор, главный инженер, инженеры-гидротехники, заместитель директора по механизации, главный механик, начальники эксплуатационных участков, главный бухгалтер, заместитель главного бухгалтера, бухгалтер-кассир, экономист, инспектор по кадрам, инженер по технике безопасности, секретарь машинистка, кладовщик, уборщица, русловые рабочие. Состав и численность работников зависят от обслуживаемой мелиорированной площади и от нормы нагрузки на одного работника.

Задачи службы эксплуатации гидромелиоративных систем определяются Уставом эксплуатационной службы, правилами технической эксплуатации мелиоративных систем, должностными инструкциями.

Эксплуатационная служба организует и проводит эксплуатацию мелиоративных систем для создания необходимых условий получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур; обеспечивает поддержание на осушаемых землях необходимого водного режима; организует техническое совершенствование систем, повышение уровня эксплуатации и снижение эксплуатационных затрат за счет внедрения новой техники и передового опыта.

ПМС организуют подготовку проектно-сметной документации на проведение капитального и текущего ремонтов мелиоративных систем и сооружений, контролируют качество ремонтных работ, организуют работу русловых рабочих, регулировщиков сооружений, водных наблюдателей.

Предприятия, использующие мелиорированные земли, обязаны бережно относиться и охранять все элементы и устройства мелиоративной системы. Способствовать техническому обслуживанию внутрихозяйственной сети, составлению и проведению хозяйственных планов водопользования, осуществлению мероприятий по управлению водным режимом почвы и его контролю, планированию и проведению улучшения и развития системы, соблюдению противопожарных мер на торфяных массивах, улучшению использования осушаемых земель.

Предприятия эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных систем обязаны:

- обеспечивать надзор за элементами систем, своевременно планировать и выполнять комплекс эксплуатационных работ по содержанию в исправном состоянии мелиоративных систем, водохранилищ, прудов, насосных станций, плотин и дамб, дорог, гидротехнических сооружений, эксплуатационных устройств;

- управлять водным режимом почвы в соответствии с планами водопользования и водораспределения, вести гидрометрические наблюдения (учет воды), определять порядок сброса и забора воды из водотоков;

- обеспечивать безаварийный сброс по системам весенних и осенне-летних паводков;

- вести учет мелиоративного состояния осушаемых земель, проводить работы по его улучшению (кротование, глубокое рыхление почв, планировка поверхности полей, организация поверхностного стока и др.);

- выполнять противопожарные мероприятия и принимать меры по ликвидации пожаров на торфяниках;

- проводить разъяснительную работу среди населения по обеспечению сохранности и долговечности мелиоративных систем, сооружений, высокоэффективному использованию мелиорированных угодий;

- участвовать в работе комиссии по приемке в эксплуатацию мелиоративных и водохозяйственных объектов после их строительства или капитального ремонта в зоне деятельности эксплуатационной организации;

- составлять протоколы и акты на виновных за повреждение и порчу мелиоративных и водохозяйственных систем для привлечения их к ответственности в установленном порядке.

В задачи работников службы эксплуатации входит проведение паспортизации, мелиоративного кадастра и инвентаризации мелиоративных систем. Эти материалы используют для составления перспективных планов улучшения и развития систем, а также для определения стоимости осушительной системы на определенную дату ее службы и стоимости работ, необходимых для приведения системы в порядок.

Паспортизацию и инвентаризацию проводят по решению вышестоящих организаций. Технические паспорта составляют на гидротехническое сооружение, насосную станцию, канал, трубопровод, гидрост, на всю систему в целом, гражданские здания и т. д. В паспорте отмечают тип, материал и размеры сооружения, заносят отметки основных его элементов. Указывают, когда сооружение построено и сдано в эксплуатацию, его строительную стоимость. Заносят сведения о земельном фонде, землепользователях, параметрах каналов и трубопроводов, эксплуатационном оснащении и т. п. Технические паспорта хранят в эксплуатационном предприятии. К паспортам прилагают чертежи, профили, фотографии элементов системы и сооружений.

Инвентаризацию проводят для получения достоверных данных о фактическом наличии, качественном составе и техническом состоянии мелиоративных и водохозяйственных систем. Материалы инвентаризации используют при разработке мероприятий по улучшению, ремонту и рациональному использованию систем.

Инвентаризации подлежат межхозяйственные и внутрихозяйственные осушительные и оросительные системы, пруды, водохранилища, дамбы, насосные станции, водозаборы и т.п. При проведении инвентаризации обычно предусматривают следующий порядок работ: подготовительные работы, полевые обследования, оформление документации.

В подготовительные работы входит изучение материалов предыдущей инвентаризации, проектов мелиоративных систем, актов приемки систем в эксплуатацию, паспортов систем и сооружений, отчетов эксплуатационной организации, подготовка ведомостей для полевых обследований.

При полевых обследованиях оценивают технический уровень и состояние элементов мелиоративных и водохозяйственных систем, определяют состояние мелиорированных земель и качество сельскохозяйственных угодий, анализируют использование земель. По степени износа и техническому состоянию каждого элемента системы делают вывод о пригодности к дальнейшей эксплуатации и определяют необходимые меры: уход, текущий ремонт, капитальный ремонт (восстановление), реконструкция.

Материалы инвентаризации являются основанием для планирования и проведения мероприятий по повышению эффективности работы мелиоративных и водохозяйственных систем.

Балансовую стоимость системы определяют по данным бухгалтерского учета эксплуатационной организации. При отсутствии данных о балансовой стоимости элемента или системы ее можно определить по зависимости

$$И_{ст} = П_{ст} + К_p - АТ,$$

где $П_{ст}$ – первоначальная стоимость, руб.;

$К_p$ – затраты на капитальный ремонт за весь срок службы сооружения, руб.;

$А$ – ежегодные амортизационные отчисления, руб/год;

$Т$ – срок действия сооружения от ввода в эксплуатацию до момента инвентаризации, лет.

Мелиоративный кадастр – это учет изменений, происходящих в элементах систем, и внесение их в паспорт.

Одной из задач службы эксплуатации является проведение производственных исследований на системах. Материалы исследований необходимы для составления хозяйственных и системных планов регулирования влажности почвы, перспективных и годовых планов совершенствования систем и использования мелиорированных земель.

10.2. Приемка в эксплуатацию мелиоративных объектов

Предприятия мелиоративных систем принимают в постоянную эксплуатацию построенные, капитально отремонтированные или переустроенные мелиоративные системы. Для передачи системы в эксплуатацию назначают приемочную комиссию, в работе которой активное участие должны принять представители службы эксплуатации.

Государственная приемочная комиссия в зависимости от размера сметной стоимости строительных работ на объекте назначается специальным решением вышестоящей организации. В состав комиссии входят председатель, представители заказчика, землепользователей, подрядчика, проектной организации, органов Министерства сельского хозяйства, предприятия мелиоративных систем, органов Государственного санитарного надзора, по использованию и охране водных ресурсов, профсоюзных организаций, финансирующего банка. Приемка в эксплуатацию жилых, административных и культурно-бытовых зданий независимо от их стоимости и ведомственной принадлежности осуществляется приемочными комиссиями, назначаемыми районными исполкомами.

Законченные строительством отдельные здания и сооружения подсобного или обслуживающего назначения (склады, электроподстанции, насосные станции, подъездные дороги и др.) принимаются рабочей комиссией заказчика. Оборудование, установленное на этих объектах, должно пройти испытание под нагрузкой. Датой ввода их в эксплуатацию считается дата подписания акта приемки рабочей комиссией, а временем ввода в эксплуатацию мелиоративных объектов – дата подписания акта государственной приемочной комиссией.

Государственная приемочная комиссия обязана рассмотреть заключение рабочей комиссии, проверить соответствие построенной

системы проекту и при наличии отклонений установить причины, проверить качество работ и дать оценку. При необходимости можно проводить дополнительные испытания сооружений и установленного оборудования. В заключение составляют акт приемки объекта в эксплуатацию и дают его на утверждение органам, назначившим государственную приемочную комиссию. Приемку гидротехнических сооружений и креплений откосов каналов проводят в два этапа: государственной комиссией после завершения строительства и эксплуатационным предприятием с участием строительной организации после пропуска первого весеннего паводка, о чем составляется отдельный акт. Принимать объект можно по частям в условиях продолжающегося строительства, если эти части можно нормально эксплуатировать независимо от остальных участков системы. Акты приемки этих частей являются промежуточными и предъявляются государственной комиссии при приемке объекта в целом.

Запрещено принимать объекты с недоделками, которые препятствуют нормальной их эксплуатации или ухудшают охрану труда и технику безопасности работающих.

По решению государственной приемочной комиссии объект может быть принят с мелкими недоделками, не влияющими на его нормальную эксплуатацию. При этом к приемочному акту прилагают перечень недоделок и устанавливают срок их устранения. Строительные дефекты устраняют за счет подрядчика.

Всю техническую документацию и утвержденный' проект подрядчик передает в эксплуатационное предприятие после сдачи объекта в эксплуатацию.

10.3. Планирование эксплуатационных мероприятий и отчетность

Предприятие мелиоративных систем и эксплуатационные участки свою работу проводят на основе перспективных и годовых производственных планов. Ежегодные производственно-финансовые планы составляют по формам и в сроки, устанавливаемые вышестоящими организациями. При составлении плана учитывают достижения передового опыта, науки и внедрения новой техники в области эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных систем. Виды и объемы работ определяют по материалам осенних обследований систем и сооружений, по дефектным ведомостям, проектам ремонта или переустройства. Затраты денежных средств и расход материалов определяют по соответствующим нормативам. Объемы и виды работ, а также денежные средства распределяют по кварталам предстоящего года. Годовые планы утверждают вышестоящие организации. В годовом плане можно выделить такие разделы, как регулирование водного режима поч-

вы; содержание системы и сооружений на ней; ремонт, переустройство и развитие системы; проектно-изыскательские работы и т.д. Результаты выполнения планов отражают в оперативных (месячные, квартальные) и годовых отчетах эксплуатационных предприятий.

Ежегодные затраты на эксплуатацию систем включают амортизационные отчисления (на капитальный ремонт), расходы на заработную плату работникам службы эксплуатации, текущий ремонт и очистку каналов, энергию для механической подачи воды, противопаводковые и противозерозионные расходы, административно-хозяйственные расходы и др.

Эффективность эксплуатационных работ оценивают по затратам на эксплуатацию системы, мелиоративному состоянию земель, урожаю сельскохозяйственных культур, обеспечению условий для своевременного проведения весенних полевых работ, размерам дополнительного чистого дохода с мелиорируемых земель, коэффициенту полезного использования земель и т.п.

10.4. Требования охраны труда на эксплуатационных работах

Мелиоративные эксплуатационные организации в соответствии с трудовым законодательством несут определенные обязанности по охране труда и ответственность за нарушение правил и норм техники безопасности. В обязанности администрации входит выделение необходимых средств и материалов на улучшение условий труда, внедрение современных средств техники безопасности, проведение инструктажей работников с целью недопущения производственного травматизма, профессиональных заболеваний, обеспечения санитарно-гигиенических условий работы. Технологические процессы по эксплуатации элементов мелиоративной системы, производственные здания, применяемое оборудование должны соответствовать требованиям безопасности. Администрация эксплуатационного предприятия обязана в соответствии с законодательством разрабатывать инструкции по охране труда и утверждать их совместно с комитетом профессионального союза. Инструкции определяют правила выполнения работ и поведения работников на обслуживаемых участках мелиоративной системы и в производственных помещениях. Рабочие и служащие обязаны на объектах работы строго соблюдать требования инструкции по технике безопасности при обращении с машинами и механизмами, умело пользоваться средствами индивидуальной защиты и спецодеждой.

Начальник и главный инженер, как ответственные лица за безопасность труда, обязаны обеспечить во всех подразделениях исправность оборудования, инструмента, транспортных и грузоподъемных средств, производственных и вспомогательных помещений, предохранительных устройств; разрабатывать совместно с профсоюзной организацией меры по профилактике травматизма, составлять перспективные планы улуч-

шения условий труда, следить за своевременным разбором несчастных случаев на производстве, изучать причины и разрабатывать меры по их предупреждению; контролировать, чтобы вопросы охраны труда включались в проектно-техническую документацию; обеспечивать рабочие места предупредительными надписями, знаками, а также инструкциями по технике безопасности.

Руководство по обеспечению и созданию безопасных условий труда в зоне обслуживания эксплуатационного предприятия возлагается на главного инженера. Главный механик и главный энергетик отвечают за своевременное выполнение осмотров и ремонтов машин, механизмов, оборудования, устройств электросети, газовых установок и т. п.

Начальники подразделений (отделов, лабораторий, эксплуатационных участков) обязаны обеспечить безопасные условия труда на подчиненных им объектах, поддерживать в исправном состоянии грузоподъемные и транспортные средства, инвентарь, рабочие места. Обеспечить безопасную транспортировку и хранение ядовитых, огнеопасных и взрывоопасных веществ. Своевременно проводить инструктажи и проверять знания рабочих по технике безопасности, обеспечивать их средствами индивидуальной защиты и спецодеждой, расследовать несчастные случаи и предупреждать возможное повторение.

Для профилактики травматизма и улучшения условий труда в эксплуатационных водохозяйственных организациях важное значение имеет постоянный надзор и контроль за соблюдением законодательства труда. Для осуществления контроля имеется служба государственного надзора и общественного контроля. Общественный контроль осуществляют профсоюзные организации. Профсоюзы участвуют в разработке мероприятий по улучшению условий труда, участвуют в работе комиссий по приемке в эксплуатацию законченных строительством мелиоративных объектов, контролируют соблюдение норм охраны труда при выполнении производственных работ. Работу по контролю профсоюзные комитеты проводят через комиссии и общественных инспекторов по охране труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобильные дороги районного агропромышленного комплекса. / Ю. Ф. Ключин, П. Н. Константинов, В. П. Носов, В. И. Цыганков; Под ред. А. К. Славуцкого. – М.: Транспорт, 1987. – 207 с.
2. Ачкасов Г. П., Иванов Е. С. Технология и организация ремонта мелиоративных гидротехнических сооружений. – М.: Колос, 1984. – 174 с.
3. Багров М. Н., Кружилин И. П. Оросительные системы и их эксплуатация. – М.: Агропромиздат, 1988. – 255 с.
4. Бадаев Л. И., Донской В. М. Техническая эксплуатация гидромелиоративных систем: Справочник. – М.: Колос, 1992. – 271 с.
5. Беличенко Ю. П., Швецов М. М. Рациональное использование и охрана водных ресурсов. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 224 с.
6. Брудастова М. А., Вишнякова Р. И. Эксплуатация гидротехнических со-

- оружий. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 72 с.
7. Васильев А. П., Сиденко В. М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: Учебник для вузов / Под ред. А. П. Васильева. – М.: Транспорт, 1990. – 304 с.
8. Водный кодекс Республики Беларусь. – Мн.: ЗАО “Белбизнеспресс”, 1998. – 72 с.
9. Голченко М. Г., Михайлов Г. И., Равовой П. У. Мелиорация и эксплуатация гидромелиоративных систем. – Мн.: Вышэйш. шк., 1985. – 303 с.
10. Голченко М. Г., Желязко В. И. Орошение сточными водами. – М.: Агропромиздат, 1987. – 102 с.
11. Голченко М. Г. Влагообеспеченность и орошение земель в Белоруссии. – Мн.: Ураджай, 1976. – 192 с.
12. Закон Республики Беларусь “Об автомобильных дорогах” / 1994, №3434 - XII.
13. Инструкция по проведению осмотров и оценке технико-эксплуатационного состояния мостов и труб на автомобильных дорогах: ВСН – 44 – 93. – Мн.: Миндорстрой РБ, 1993. – 98 с.
14. Кавешников Н. Т. Эксплуатация и ремонт гидротехнических сооружений. – М.: Агропромиздат, 1989. – 272 с.
15. Карамбилов Н. А. Сельскохозяйственное водоснабжение. – М.: Агропромиздат, 1986. – 352 с.
16. Каршов Х. К. Эксплуатация систем водоснабжения. – Алма-Ата: Рауан, 1990. – 190 с.
17. Кенгуров А. Я. Устройство, монтаж и эксплуатация водопроводных сетей, водосточных и очистных сооружений. – М.: Высш. шк., 1979. – 272 с.
18. Кожин И. В., Добровольский Р. Г. Устранение потерь воды при эксплуатации систем водоснабжения. – М.: Стройиздат, 1988. – 348 с.
19. Колпаков В. В., Сухарев И. П. Сельскохозяйственные мелиорации / Под ред. И. П. Сухарева. – М.: Агропромиздат, 1988. – 319 с.
20. Комплексное использование и охрана водных ресурсов / О. Л. Юшманов, В. В. Шабанов, И. Г. Галямина и др.; Под ред. О. Л. Юшманова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 303 с.
21. Кубасов А. У., Чумаков Ю. Л., Широков С. Д. Строительство, ремонт и содержание автомобильных дорог: Учебник для автомобильно-дорожных техникумов. – М.: Транспорт, 1985. – 336 с.
22. Лихацевич А. П., Мееровский А. С., Вахонин Н. К. Мелиорация земель в Беларуси. – Мн.: БелНИИМил, 2001. – 308 с.
23. Лысов К. И. и др. Эксплуатация мелиоративных насосных станций. – М.: Агропромиздат, 1988. – 255 с.
24. Натальчук М. Ф. и др. Эксплуатация гидромелиоративных систем. – М.: Колос, 1983. – 279 с.
25. Некрасов В. К., Алиев Р. М. Эксплуатация автомобильных дорог: Учебник для автодорожных вузов. – М.: Высш. шк., 1983. – 287 с.
26. Николадзе Г. И., Минц Д. М., Кастальский А. А. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения. – М.: Высш. шк., 1984. – 368 с.
27. Песков В. Г. и др. Механизация эксплуатационных работ на гидромелиоративных системах: Справочник / В. Г. Песков, В. С. Зинь, Л. В. Мобило. – М.: Агропромиздат, 1986. – 144 с.
28. Плотников Н. А., Алексеев В. С. Проектирование и эксплуатация водозаборов подземных вод. – М.: Стройиздат, 1990. – 256 с.
29. Правила технической эксплуатации мелиоративных систем в Белорусской ССР. – Мн.: Мин-во вод. хоз. и восст. земель БССР, 1991. – 67 с.
30. Правила технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест. – М.: Стройиздат, 1979. – 192 с.
31. Равовой П. У. Организация эксплуатационных работ на гидромелиоративных системах. – М.: Агропромиздат, 1985. – 110 с.
32. Регулирование водно-воздушного режима почв на осушительно-увлажнительных

системах при выращивании сельскохозяйственных культур по интенсивной технологии: Указания РД 33 БССР 2–87 / БелНИИМиВХ, Белоргводстрой. – Мн.: Минмелиоводхоз БССР, 1987. – 73 с.

33. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации: Учебник для студентов специальности “Мелиорация и водное хозяйство” сельскохозяйственных высших учебных заведений / Г. И. Афанасик, М. Г. Голченко, А. П. Лихацевич, Г. И. Михайлов; Под ред. А. П. Лихацевича. – Мн.: Тэхналогія, 2000. – 436 с.

34. Славущий А. К. Сельскохозяйственные дороги и площадки: Учебник для автодорожных вузов. – М.: Высш. шк., 1980. – 487 с.

35. Справочник сельского дорожника / В. И. Заворницкий, В. П. Старо-войда, В. А. Анфимов и др.; Под ред. В. И. Заворницкого. – К.: Урожай, 1991. – 368 с.

36. Сурин В. А., Носенко В. Ф. Механизация и автоматизация полива сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1981. – 271 с.

37. Хрисанов Н. И., Осипов Г. К. Управление эвтрофированием водоемов. – СПб.: Гидрометиздат, 1993. – 276 с.

38. Шульга Н. К., Дукмасов А. И. Учебник мастера орошения. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 334 с.

39. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: Учеб. пособие для вузов / И. И. Леонович, Н. П. Вyrко, К. Ф. Шумчик, А. П. Лащенко; Под общ. ред. И. И. Леоновича. – Мн.: Высш. шк., 1988. – 348 с.

40. Эксплуатация инженерных систем: сельскохозяйственное водоснабжение и канализация: Учеб. пособие / П. У. Равовой, Т. П. Иванова. – Горки, БГСХА, 2000. – 76 с.

41. Эксплуатация инженерных систем: внутрихозяйственные автомобильные дороги. Пособие / П. У. Равовой, Т. П. Иванова. – Горки, БГСХА, 2001. – 56 с.

42. Эксплуатация и ремонт систем сельскохозяйственного водоснабжения: Справочник / Сост. Г. А. Волховский. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 224 с.

43. Эксплуатация систем водоснабжения и канализации / М. И. Алексеев, Б. Г. Мишуков, В. Д. Дмитриев и др. – М.: Высш. школа, 1993. – 272 с.

44. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения: Справочник / Под ред. В. Д. Дмитриева, Б. Г. Мишукова. – Л.: Стройиздат, 1988. – 383 с.

45. Эксплуатация систем водоснабжения / В. П. Рудник, П. И. Петимко, В. Д. Семенюк, Ю. С. Сергеев; Под общ. ред. В. Д. Семенюка. – К.: Будивельник, 1983. – 183 с.

46. Эксплуатация систем канализации / В. П. Рудник, П. И. Петимко, В. Д. Семенюк, Ю. С. Сергеев; Под общ. ред. Семенюка В. Д. – К.: Будивельник, 1984. – 128 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОСУШИТЕЛЬНЫЕ И ОСУШИТЕЛЬНО-УВЛАЖНИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА	6
2. РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ	8
2.1. Использование осушаемых земель	8
2.2. Требования сельскохозяйственного производства к водному режиму почвы	10
2.3. Формирование водного режима на осушаемых землях	13
2.4. Составление плана регулирования водного режима почвы	15
2.5. Приемы регулирования водного режима почвы	28
2.6. Учет воды на системе и контроль водного режима почвы	33
3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАБОТЫ НА ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ	40
3.1. Порядок эксплуатационного обслуживания систем	40
3.2. Деформации осушительных систем и сооружений	41
3.3. Содержание мелиоративных систем и сооружений	49
4. РЕМОНТ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	55
4.1. Виды ремонтов осушительных систем	55
4.2. Организация ремонтных работ	58
4.3. Реконструкция и улучшение систем	80
5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	82
5.1. Техническая характеристика оросительных систем	82
5.2. Водопользование на оросительных системах	86
5.3. Эксплуатация дождевальных оросительных систем	100
5.4. Эксплуатация дождевальной техники	103
5.5. Эксплуатация самотечных оросительных систем	123
5.6. Эксплуатация систем при использовании сточных вод и животноводческих стоков на орошение	133
6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДОРОГ	139
6.1. Автомобильные дороги и их значение для сельскохозяйственного производства	139
6.2. Требования к автомобильным дорогам	141
6.3. Эксплуатационные качества дорог и критерии их оценки	144
6.4. Воздействие транспортных средств на дорогу	160
6.5. Влияние природных факторов на эксплуатационное состояние дорог	162
6.6. Деформации и разрушения дорог	163
6.7. Содержание дорог в летний и осенний периоды	167
6.8. Содержание дорог зимой	169
6.9. Содержание дорог в весенний период	172
6.10. Ремонт дорог и сооружений	172
6.11. Контроль качества и приемка дорожно-ремонтных работ	178
6.12. Организация и управление движением на дорогах	180
7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ	187
7.1. Организация и задачи службы эксплуатации систем сельскохозяйственного водоснабжения	187
7.2. Технический персонал и его обязанности	189
7.3. Характеристика водозаборов для водоснабжения	193
7.4. Эксплуатация сооружений для забора подземных вод	196
7.5. Эксплуатация сооружений для забора воды из открытых водоисточников	205
7.6. Содержание зон санитарной охраны водоисточников	208
7.7. Эксплуатация очистных сооружений системы водоснабжения	210
7.8. Эксплуатация резервуаров и водонапорных башен	216
7.9. Эксплуатация водопроводных сетей	217
7.10. Водосбережение и сокращение потерь воды из водопроводной сети	223

7.11. Эксплуатация систем водоотведения	227
7.12. Эксплуатация очистных сооружений системы водоотведения	235
8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ.	243
8.1. Общие сведения о насосных станциях и приемка их в эксплуатацию	243
8.2. Техническое обслуживание насосных станций	247
8.3. Эксплуатация мелиоративных насосных станций	252
8.4. Ремонт насосных станций	259
8.5. Особенности эксплуатации канализационных насосных станций	261
9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРУДОВ И ВОДОХРАНИЛИЩ	262
9.1. Назначение и характеристика прудов и водохранилищ	262
9.2. Требования к качеству воды в водоемах	264
9.3. Основные источники загрязнения воды в водоемах и меры предупреждения	267
9.4. Охрана прудов и водохранилищ от заиления	275
9.5. Деформации и повреждения сооружений прудов и водохранилищ.	276
9.6. Уходные работы при обслуживании прудов и водохранилищ	284
9.7. Маневрирование затворами сооружений	288
9.8. Пропуск весеннего паводка	291
9.9. Ремонт сооружений прудов и водохранилищ	295
10. ОРГАНИЗАЦИЯ И ЗАДАЧИ СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ	302
10.1 Структура и задачи эксплуатационной службы	302
10.2. Приемка в эксплуатацию мелиоративных объектов	305
10.3. Планирование эксплуатационных мероприятий и отчетность	306
10.4. Требования охраны труда на эксплуатационных работах	307
Литература.	308