

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

*Допущено  
Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов  
учреждений высшего образования по специальности  
«Мелиорация и водное хозяйство»*

Минск  
РИВШ  
2021

УДК 631.6(075.8)  
ББК 40.6я73  
Э41

Авторы:

*В. В. Васильев, П. У. Равовой, И. А. Левцунов, С. В. Набздорov*

Рецензенты:

кафедра природообустройства

УО «Брестский государственный технический университет»

(заведующий – кандидат технических наук, доцент *О. П. Мешик*);

директор Республиканского научного дочернего унитарного предприятия  
«Институт мелиорации», кандидат технических наук *А. С. Анженков*;

**Эксплуатация и реконструкция гидромелиоративных**  
Э41 **систем : учебное пособие / В. В. Васильев [и др.]. – Минск :**  
**РИВШ, 2021. – 528 с. : ил.**  
**ISBN 978-985-586-486-9.**

В учебном пособии раскрывается сущность организации службы эксплуатации гидромелиоративных систем в Республике Беларусь. Приводятся требования сельскохозяйственного производства к водному режиму почвы, виды повреждений и деформаций гидромелиоративных систем, приемы их предупреждения и устранения, приемы эксплуатационного обслуживания и ремонта оросительных систем, внутрихозяйственных дорог, насосных станций, прудов и водохранилищ. Рассматриваются цели, задачи и способы реконструкции систем на объектах загрязненных радионуклидами, вопросы реконструкции оросительных систем, методика составления планов регулирования и контроля водного режима почвы.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Мелиорация и водное хозяйство», будет полезно магистрантам, аспирантам и специалистам, работающим в области мелиорации земель.

УДК 631.6(075.8)  
ББК 40.6я73

ISBN 978-985-586-486-9

© Оформление. ГУО «Республиканский институт высшей школы», 2021

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

**Водное хозяйство** – отрасль, занимающаяся разработкой и осуществлением мероприятий по использованию поверхностных и подземных вод для различных целей.

Гидротехнические мелиорации направлены на улучшение неблагоприятного водного режима территорий. Выделяют следующие виды гидротехнических мелиораций: осушительные, оросительные, осушительно-увлажнительные, осушительно-оросительные, паводковорегулирующие, обводнение территорий. В сельскохозяйственном производстве гидротехнические мелиорации применяют для регулирования водного режима почвы в соответствии с требованиями возделываемых культур. Для этой цели устраивают специальные гидромелиоративные системы.

**Мелиоративная система** – имущественный комплекс, в состав которого входят каналы, дренаж, гидротехнические сооружения, защитные насаждения, дороги, мосты и иные взаимосвязанные сооружения и устройства, обеспечивающие создание и поддержание оптимальных водного, воздушного, теплового и питательного режимов почв для сельскохозяйственных растений, лесов и иных насаждений.

Общая площадь мелиорированных земель в республике составляет 3,4 млн га, из них 2,9 млн га занимают сельскохозяйственные угодья, в том числе пахотные – 1,4 млн га и луговые – 1,5 млн га.

---

Для обеспечения и соблюдения проектных норм водного режима почвы используется сложный комплекс гидротехнических и других сооружений. Для этих целей в Беларуси построено 158,1 тыс. км каналов и водоприемников, 977,5 тыс. км закрытой дренажной сети, 3,2 тыс. мостов, 2,2 тыс. шлюзов-регуляторов, 24,2 тыс. труб-регуляторов, 54,6 тыс. труб-переездов, 499 насосных станций, 4,8 тыс. километров защитных и ограждающих дамб, 17,7 тыс. километров эксплуатационных дорог, 1074 пруда и водохранилища.

Основная часть мелиорированных земель (63 %) приходится на Брестскую, Гомельскую и Минскую области. В 15 районах республики мелиорированные земли составляют более 50 % площади сельскохозяйственных земель и обеспечивают производство основной доли продукции растениеводства.

В Витебской и Могилевской областях мелиорированные земли отличаются высокой распаханностью, значительным недостатком высокопродуктивных луговых угодий. В Витебской области уровень обеспеченности улучшенными луговыми землями почти в 1,5 раза ниже, чем в других областях республики.

Более половины мелиорированных сельскохозяйственных земель занимают площади с песчаными и супесчаными почвами, что требует реализации культуртехнических мероприятий и значительных затрат на их проведение. Основная доля таких земель приходится на Брестскую и Гомельскую области.

Площадь мелиорированных земель с применением закрытого дренажа составляет 2,2 млн га. На площади 752,9 тыс. га построены мелиоративные системы с двухсторонним регулированием водного режима, на площади 252,6 тыс. га – польдерные системы.

В составе осушенных сельскохозяйственных земель площади с торфяными почвами занимают 1068,2 тыс. га, из них 122,2 тыс. га переданы сельскохозяйственным предприятиям после рекультивации выбывших из промышленной выработки торфяных месторождений с остаточным слоем торфа не менее 0,5 м. В результате деградации торфяного слоя сохранилось около 842,3 тыс. га мелиорированных торфяных почв, остальные утратили генетические

---

признаки торфяных почв и перешли в категорию антропогенно-деградированных участков с содержанием органического вещества менее 50 %.

В условиях длительной эксплуатации мелиоративные системы и их элементы выходят из строя. Следствием этого является нарушение оптимальных агротехнических сроков посева и уборки сельскохозяйственных растений, условий их выращивания и значительное снижение продуктивности мелиорированных земель.

На 1 января 2016 г. нуждаются в реконструкции мелиоративные системы на площади 356,6 тыс. га, в том числе в Брестской области – 95,3 тыс. га, Витебской – 63 тыс., Гомельской – 54,1 тыс., Гродненской – 37,2 тыс., Минской – 61,8 тыс. и Могилевской – 45,2 тыс. га. Преимущественно это системы, построенные в 1950–1970-е гг., отработавшие нормативные сроки эксплуатации и физически изношенные.

На сельскохозяйственных землях площадью 58,6 тыс. га реконструкция осушительных, осушительно-увлажнительных мелиоративных систем и сооружений нецелесообразна по экологическим и экономическим соображениям, в связи с чем они подлежат переводу в другие категории и виды земель с обеспечением экологической безопасности окружающей среды.

К настоящему времени этап активного нового мелиоративного строительства в республике ограничен и основное внимание уделяется эффективной эксплуатации существующих гидромелиоративных систем. Эксплуатация этих систем – это комплекс организационно-хозяйственных и инженерно-технических мероприятий по регулированию водного режима почв, обеспечению потребителем водой, поддержанию элементов систем в исправном и постоянно действующем состоянии, по 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).

Основные задачи мелиорации земель и их использования на текущий период определены Законом Республики Беларусь «О мелиорации земель», Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 гг., подпрограммой 8 «Сохранение и использование мелиорированных земель».

Современные мелиоративные системы представляют собой довольно сложные инженерные устройства, для обслуживания и ремонта которых необходимы квалифицированные специалисты. Для подготовки таких специалистов типовым учебным планом специальности 1-74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство» предусмотрено изучение дисциплины «Эксплуатация и реконструкция гидромелиоративных систем».

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

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 реконструкции элементов мелиоративных систем;
  - уметь оценивать техническое состояние инженерных устройств, своевременно выявлять появившиеся дефекты и устранять их;
  - разрабатывать и выполнять планы водопользования, обслуживания и ремонта элементов систем;
-

- принимать объекты в эксплуатацию;
- разрабатывать мероприятия (проекты) по реконструкции систем и сооружений;
- проводить научно-производственные исследования.

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

Учебник предназначен для студентов очной и заочной форм получения образования специальности 1-74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство», будет также полезным для работников производственных организаций, занимающихся эксплуатацией мелиоративных систем.

---

# **РАЗДЕЛ 1**

## **ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ**

---

### **Глава 1**

#### **ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ**

---

##### **1.1. Мелиоративные системы и их характеристика**

Мелиорация земель является одним из существенных факторов создания благоприятных условий для мобилизации потенциального плодородия почв и, следовательно, интенсификации сельскохозяйственного производства. На мелиорированных землях в Беларуси

---

производится более 1/3 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.

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 водосточника), 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 аккумуляирования 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** – 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.

Осушительные и осушительно-увлажнительные системы можно подразделить на классы в зависимости от площади обслуживания, развитой сети каналов, дренажей, 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 при определении условий эксплуатации.

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 ма-

---

териального 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.

При составлении проектов строительства новых или реконструкции старых мелиоративных систем необходимо предусматривать оснащение их необходимым эксплуатационным оборудованием. 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 по 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 отдельных элементов и системы в целом в сроки, определенные соответствующими нормативами, при правильном 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.

## **1.2. Структура и задачи эксплуатационной службы**

На территории Республики Беларусь вопросы строительства, реконструкции и эксплуатации мелиоративных систем находятся в ведении государственного объединения «Белводхоз» при Министерстве сельского хозяйства и продовольствия. В каждой области имеются областные организации по мелиорации и водному хозяйству.

Эксплуатация (обслуживание) мелиоративных систем осуществляется пользователями мелиоративных систем или организациями по строительству и эксплуатации мелиоративных систем на основании договора на оказание услуг по обслуживанию в соответствии с правилами эксплуатации, техническими нормативными правовыми актами и проектами мелиорации земель.

Основной организацией, которая непосредственно занимается эксплуатацией мелиоративных систем, является предприятие мелиоративных систем. Такие предприятия могут быть районными (обслуживают системы в границах одного административного района) и межрайонными. Площадь, обслуживаемая предприятием, разделяется на эксплуатационные участки. Число таких участков определяется в зависимости от обслуживаемой площади, технической сложности систем и объемов эксплуатационных работ. В состав 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, рабочие. Состав и численность работников зависят от обслуживаемой мелиорированной площади и от нормы нагрузки на одного работника.

Задачи службы эксплуатации гидромелиоративных систем определяются уставом предприятия, 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.

Предприятия мелиоративных систем организуют подготовку проектно-сметной документации на проведение ремонтов мелиоративных систем и сооружений, контролируют качество ремонтных работ, организуют работу русловых рабочих, регулировщиков сооружений.

*Организации по эксплуатации мелиоративных систем имеют право:*

- участвовать в комиссиях по приемке в эксплуатацию объектов мелиорации земель у организаций других ведомств, связанных с восстановлением нарушенных мелиоративных систем;
  - участвовать в рассмотрении проектов мелиорации земель на техническом совете до их утверждения;
  - принимать участие в разработке перспективных планов оказываемых услуг, восстановления с модернизацией элементов мелиоративных систем в обслуживаемой зоне;
  - осуществлять наблюдение за использованием мелиорированных земель, принимать меры по устранению фактов отклонений в направлениях и структуре использования мелиорированных земель от заданной проектами мелиорации земель;
  - вносить совместно с пользователями мелиоративных систем, местным исполнительным и распорядительным органом предложения о повышении эффективности использования мелиорированных
-

земель, приведении структуры их использования в соответствие с установленной проектами мелиорации земель;

- устанавливать по согласованию с местными исполнительным и распорядительными органами ограничения объемов оказываемых услуг по техническому обслуживанию и регулированию водного режима почв на мелиоративных системах;

- ограничивать подачу воды водопотребителям пропорционально уменьшению водности водоисточника или в случае бесхозяйственного использования воды землепользователями;

- информировать исполнительные и распорядительные органы о виновных в повреждении мелиоративных систем.

*Организации по эксплуатации мелиоративных систем обязаны:*

- при проведении мелиорации земель соблюдать права и законные интересы пользователей мелиоративных систем;

- по согласованию с пользователями мелиоративных систем регулировать водный режим и качественно управлять регулированием водного режима почв на мелиорированных землях;

- совместно с местными исполнительными и распорядительными органами участвовать в разработке ежегодных и перспективных планов оказываемых услуг по эксплуатации мелиоративных систем;

- выполнять установленный комплекс оказываемых услуг (техническую эксплуатацию) на мелиоративных системах, используя новейшие технологии, обеспечивая необходимый уровень работоспособности элементов, своевременное и качественное устранение возникающих дефектов и повреждений;

- осуществлять наблюдение за техническим состоянием всех элементов мелиоративных систем и их работоспособностью;

- своевременно выявлять дефекты, повреждения и наступление аварийного состояния сооружений и оборудования;

- осуществлять мероприятия по безаварийному пропуску весенних и летне-осенних паводков;

- проводить наблюдение за динамикой отложения наносов, формированием зажоров и заторов, обеспечивать безаварийный пропуск шуги и льда;

---

- проводить по согласованию с пользователями мелиоративных систем необходимые агромелиоративные и природоохранные мероприятия;
- проводить мероприятия по подготовке мелиоративных систем, включая мелиорированные земли, к пожароопасному периоду, оказывать помощь пользователям мелиоративных систем (по договорам) в подготовке и проведении противопожарных мероприятий на торфяниках и принимать меры по ликвидации пожаров на торфяниках;
- внедрять и максимально использовать производительные ресурсосберегающие механизмы и технологии при оказании услуг, развивать рационализацию и изобретательство в целях сокращения затрат, повышения производительности, снижения себестоимости, улучшения качества технической эксплуатации мелиоративных систем, поддержания их высокой работоспособности и обеспечения долговечности;
- обеспечить экологическую безопасность при проведении мелиоративных мероприятий;
- обеспечить безаварийную работу и своевременное проведение неотложных ремонтно-восстановительных (аварийных) услуг на мелиоративных системах;
- вести учет мелиоративного состояния осушаемых земель, проводить работы по его улучшению (кротование, глубокое рыхление почв, планировка поверхности полей, организация поверхностного стока и т. д.);
- вести мелиоративный кадастр и паспортизацию осушительных систем;
- вести учет выполняемых работ и мероприятий и представлять установленную отчетность;
- составлять протоколы и акты на виновных за повреждение и порчу мелиоративных и водохозяйственных систем для привлечения к ответственности в установленном порядке.

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 реконструкции системы, соблюдению противопожарных мер на торфяных массивах, по улучшению использования осушаемых земель.

*Пользователи мелиоративных систем имеют право:*

- требовать соблюдения технологии и качества оказываемых услуг, вносить в установленном порядке предложения об устранении нарушений;
- не принимать и не оплачивать некачественно оказанные услуги по техническому обслуживанию и регулированию водного режима почв на внутрихозяйственной части мелиоративных систем;
- участвовать в приемке оказанных услуг на мелиоративных системах;
- получать и использовать для увлажнения и орошения земель воду в необходимых объемах и в установленные сроки из водоисточников межхозяйственного значения.

*Пользователи мелиоративных систем обязаны:*

- участвовать с организациями по эксплуатации мелиоративных систем в разработке ежегодных планов оказания услуг на мелиоративных системах;
  - заключать с организациями по эксплуатации мелиоративных систем договоры на оказание услуг (техническое обслуживание мелиоративных систем и регулирование водного режима почвы) или осуществлять эти услуги своими силами по согласованию с организациями по эксплуатации мелиоративных систем;
  - использовать мелиорированные земли в соответствии с проектами мелиорации земель;
  - разрабатывать с организацией по эксплуатации мелиоративных систем ежегодные и перспективные планы проведения мелиоративных мероприятий;
  - проводить необходимые противопожарные мероприятия на осушенных торфяниках;
-

- обеспечивать сохранность прудов, прудов-копаней, дамб, плотин, водосбросных и других водохозяйственных сооружений, других элементов и устройств мелиоративной системы;
- осуществлять наблюдение за мелиоративным состоянием земель, фиксировать места нарушений водного режима и информировать о них организации по эксплуатации мелиоративных систем;
- сохранять и рационально использовать торфяные почвы и повышать продуктивность земель;
- вести и предоставлять в установленном порядке отчетность по использованию мелиорированных земель;
- использовать мелиорированные земли по целевому назначению в рамках законодательства;
- возмещать в установленном порядке убытки организации по эксплуатации мелиоративных систем за причиненный ущерб мелиоративным системам.

Землепользователи обязаны принимать в эксплуатацию совместно со специалистами эксплуатационной организации построенные, реконструированные или капитально отремонтированные системы.

### **1.3. Паспортизация и инвентаризация на мелиоративной системе**

Государственный учет мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений ведется в целях получения количественных, качественных и других характеристик этих систем и сооружений для обеспечения их функционирования, осуществления государственного регулирования и управления, в том числе планирования, а также государственного надзора за проведением мелиоративных мероприятий.

Учет ведется в формах паспортов мелиоративных систем, технических паспортов гидротехнических сооружений, ведомостей

---

и реестров мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений.

Первичный учет осуществляется на основании актов приемки в эксплуатацию законченных строительством мелиоративных систем и ведется пользователями мелиоративных систем и организациями по эксплуатации.

Государственный учет представляет собой систему непрерывного документального отражения информации о состоянии мелиоративных систем и происходящих в них изменениях. Государственный учет по республике ведется Министерством сельского хозяйства и продовольствия или уполномоченной им государственной организацией в формах реестров мелиоративных систем, по области и району – соответственно областными и районными исполнительными и распорядительными органами или уполномоченными или государственными организациями в формах ведомостей мелиоративных систем.

Министерство сельского хозяйства и продовольствия, областные и районные исполнительные и распорядительные органы организуют соответственно в республике, областях и районах работы по государственному учету, обеспечивают систематизацию и хранение данных о мелиоративных системах на бумажных и электронных носителях, а также издание подлежащих опубликованию материалов. Объектами государственного учета являются межхозяйственные и внутрихозяйственные мелиоративные системы.

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, определения объемов обслуживания, контроля технического состояния и износа систем, а также для определения стоимости осушительной системы на определенную дату ее службы и стоимости работ, необходимых для приведения системы в порядок. Паспортизация включает данные о количественном и качественном состоянии осушительных систем и сооружений с учетом изменений, происходящих на системах.

---

Паспортизацию и инвентаризацию проводят по решению вышестоящих организаций. Технические паспорта составляют на гидротехническое сооружение, насосную станцию, канал, трубопровод, гидрост, на всю систему в целом, на гражданские здания и т. д.

В паспорте мелиоративной системы указываются:

- ее место нахождения и год ввода в эксплуатацию;
- конструктивные особенности;
- общая площадь мелиорированных земель, площадь земель по категориям и видам, в том числе земель лесного фонда с указанием породного состава лесных насаждений;
- параметры и техническая характеристика открытой (закрытой) мелиоративной сети;
- наличие и техническая характеристика эксплуатационных дорог, капитальных строений (зданий, сооружений), защитных насаждений;
- наличие и техническая характеристика гидротехнических сооружений, в том числе насосных станций, и иных сооружений;
- виды и объемы ежегодно проведенных мелиоративных мероприятий;
- балансовая стоимость;
- виды и объемы ежегодно произведенной продукции растениеводства, средняя урожайность сельскохозяйственных культур.

К паспорту мелиоративной системы прилагаются схема мелиоративной системы с основными элементами и границами земельных участков пользователей мелиоративных систем, технические паспорта гидротехнических сооружений.

В техническом паспорте гидротехнического сооружения указываются:

- его место нахождения и год ввода в эксплуатацию;
- техническая характеристика;
- виды и объемы выполненных работ.

Технические паспорта хранят в эксплуатационном предприятии. К паспортам прилагают чертежи, профили, фотографии элементов системы и сооружений.

---

**Инвентаризация мелиоративных систем** – сбор и систематизация сведений о наличии, месте нахождения, площади, техническом состоянии, стоимости и других характеристиках мелиоративных систем.

Инвентаризация проводится не реже одного раза в 5 лет в целях получения данных для разработки проектов государственных и региональных программ по мелиорации земель, а также для принятия решений о дальнейшем использовании мелиоративных систем. Она проводится комиссиями по инвентаризации систем и гидротехнических сооружений, в состав которых включаются уполномоченные должностные лица районных исполнительных и распорядительных органов, Министерства сельского хозяйства и продовольствия, территориальных органов Министерства лесного хозяйства, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, областных землеустроительных и геодезических служб, Государственного комитета по имуществу, научных и проектных организаций, пользователей мелиоративных систем, организаций по строительству и эксплуатации мелиоративных систем и других заинтересованных.

Персональный состав комиссий по инвентаризации мелиоративных систем утверждается районными исполнительными и распорядительными органами по представлению государственных органов и иных организаций.

Инвентаризации подлежат межхозяйственные и внутрихозяйственные осушительные и оросительные системы, пруды, водохранилища, дамбы, насосные станции, водозаборы и т. д. 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.

---

Исходными материалами для ведения ведомостей и реестров мелиоративных систем являются:

- акты приемки в эксплуатацию законченных строительством мелиоративных систем;
- акты инвентаризации мелиоративных систем;
- ведомости технического состояния мелиоративных систем;
- акты обследования мелиоративных систем;
- решение о выводе из эксплуатации мелиоративных систем;
- паспорта мелиоративных систем, паспорта мостов, технические паспорта гидротехнических сооружений.

При полевых обследованиях оценивают технический уровень и состояние элементов мелиоративных 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 его к дальнейшему использованию и определяют необходимые меры: уходные работы, текущий ремонт, капитальный ремонт (восстановление), реконструкция.

Балансовую стоимость системы определяют по данным бухгалтерского учета эксплуатационной организации. При отсутствии данных о балансовой стоимости элемента или системы ее можно определить по зависимости:

$$I_{ст} = P_{ст} + K_p - AT,$$

где  $P_{ст}$  – первоначальная стоимость, руб.;

$K_p$  – затраты на капитальный ремонт за весь срок службы сооружения, руб.;

$A$  – ежегодные амортизационные отчисления, руб/год;

$T$  – срок действия сооружения от ввода в эксплуатацию до момента инвентаризации, лет.

Результаты инвентаризации мелиоративных систем и гидротехнических сооружений оформляются актом инвентаризации, который согласовывается районным исполнительным и распорядительным

---

органом и утверждается соответствующим областным исполнительным и распорядительным органом. К акту прилагаются ведомости технического состояния мелиоративных систем с перечнем мероприятий, рекомендуемых к проведению. При необходимости к акту инвентаризации прилагаются предложения по дальнейшему использованию мелиоративных систем. Утвержденный акт инвентаризации мелиоративных систем и прилагаемые к нему материалы представляются Министерству сельского хозяйства и продовольствия. Копия утвержденного акта инвентаризации направляется соответствующим районным исполнительным и распорядительным органам.

Материалы инвентаризации используются при разработке мероприятий по улучшению, ремонту и рациональному использованию систем и являются основанием для планирования мероприятий по повышению эффективности работы мелиоративных систем.

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.

#### **1.4. Приемка в эксплуатацию мелиоративных объектов**

Предприятия мелиоративных систем принимают в постоянную эксплуатацию построенные, капитально отремонтированные или реконструированные 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 и продовольствия, 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 исполнительными комитетами. Приемочные комиссии имеют право привлекать экспертов для консультации и выдачи заключений по отдельным вопросам.

Законченные строительством отдельные здания и сооружения подсобного или обслуживающего назначения (склады, электроподстанции, насосные станции, подъездные дороги и т. д.) принимаются рабочей комиссией заказчика. Оборудование, установленное на этих объектах, должно пройти испытание под нагрузкой. Датой ввода в эксплуатацию считается дата подписания акта приемки рабочей комиссией, а временем ввода в эксплуатацию мелиоративных объектов – дата подписания акта государственной приемочной комиссией.

*Генеральный подрядчик представляет приемочной комиссии следующую документацию:*

- перечень организаций, участвовавших в производстве строительно-монтажных, ремонтно-строительных и других видов работ, с указанием видов выполненных ими работ и фамилий инженерно-технических работников, непосредственно ответственных за их выполнение;
  - комплект рабочих чертежей на строительство, реконструкцию, капитальный ремонт предъявляемого к приемке объекта с подписями о соответствии выполненных работ этим чертежам или внесенными в них по согласованию с разработчиком проектной
-

документации изменениями, сделанными лицами, ответственными за производство работ;

- копии сертификатов соответствия продукции, подлежащей обязательной сертификации, и другие документы, удостоверяющие качество материалов, конструкций и деталей, применяемых при производстве строительно-монтажных работ;

- копии сертификатов соответствия работ в строительстве;

- акты освидетельствования скрытых работ и акты промежуточной приемки отдельных ответственных конструкций;

- акты индивидуальных испытаний смонтированного оборудования, акты испытаний технологических трубопроводов и дренажных устройств;

- журналы производства работ и авторского надзора разработчика проектной документации, материалы обследований и проверок в процессе строительства органами государственного и другого надзора;

- гарантийный паспорт объекта строительства в соответствии с установленной формой.

*Заказчик представляет приемочной комиссии следующую документацию:*

- утвержденную проектную документацию и справку об основных технико-экономических показателях объекта, принимаемого в эксплуатацию;

- перечень проектных, научно-исследовательских и изыскательских организаций, участвовавших в проектировании объекта, принимаемого в эксплуатацию;

- документы на право пользования или владения землей;

- заключение органов государственной вневедомственной и государственной экологической экспертиз по проектной документации и экологический паспорт проекта;

- разрешение на производство строительно-монтажных работ;

- документы на геодезическую разбивочную основу для строительства, а также на геодезические работы в процессе возведения, реконструкции, капитального ремонта, выполненные заказчиком;

---

- документы об инженерно-геологических и гидрогеологических изысканиях строительной площадки;
- справку о фактической стоимости строительства, подписанную заказчиком и генеральным подрядчиком;
- заключения органов государственного надзора о соответствии объекта, принимаемого в эксплуатацию, утвержденной проектной документации;
- акты испытаний трубопроводов на прочность и герметичность;
- акты проведения работ по первичному окультуриванию мелиорируемых почв и качества культуртехнических работ;
- акт проверки крепления откосов плотин и планировки берегов, скрытых работ на гидросооружениях;
- перечень землепользователей, а также данные о распределении осушенных земель между ними с обязательным нанесением этих земель на планы землепользователей;
- планы землепользования и мелиоративного состояния земель по системе в целом и по каждому землепользователю в отдельности;
- таблицы трансформации земель по видам угодий до и после реконструкции;
- рекомендации проектной организации по сельскохозяйственному использованию вводимых в эксплуатацию мелиорируемых земель.

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 (пусковым комплексам) в условиях продолжающегося строительства, если эти части можно нормально эксплуатировать независимо от остальных участков системы. Пусковой комплекс, завершающий строительство или реконструкцию осушительных систем, принимается в эксплуатацию приемочной комиссией одновременно с объектом в целом. Акты приемки пусковых комплексов являются промежуточными и предъявляются государственной комиссии при приемке объекта в целом.

Запрещено принимать объекты с недоделками, которые препятствуют нормальной 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. Акт приемки в эксплуатацию, утвержденный в установленном порядке, передается по одному экземпляру органу, назначившему приемочную комиссию, землеустроительной службе, эксплуатационной организации, землепользователю, генеральному подрядчику и органу государственной статистики.

Всю техническую документацию и утвержденный проект подрядчик передает в эксплуатационное предприятие после сдачи объекта в эксплуатацию.

*Эксплуатационные организации должны иметь следующую документацию о технической эксплуатации мелиоративных систем:*

- паспорт осушительных и оросительных систем и сооружений;
  - проектную и исполнительскую документацию на все находящиеся в эксплуатации системы и сооружения;
  - журнал учета работы системы, насосных станций и других ответственных сооружений;
-

- технические инструкции по эксплуатации сложных объектов, технологические карты на основные виды ремонтно-эксплуатационных работ;
- схемы сельскохозяйственного использования осушаемых и орошаемых земель;
- должностные инструкции всех руководящих работников и специалистов эксплуатационных организаций;
- журнал регистрации ознакомления эксплуатационного персонала с правилами технической эксплуатации объектов, должностными и техническими инструкциями и правилами техники безопасности.

На мелиорированных землях размещение и строительство не связанных с мелиорацией земель зданий и сооружений осуществляются по согласованию с пользователями мелиоративных систем и (или) организациями по строительству и эксплуатации мелиоративных систем.

На введенных в эксплуатацию объектах мелиорации земель запрещается:

- ухудшать водный, воздушный, тепловой, питательный режимы почв;
  - устраивать перемычки, скотопрогоны и другие устройства на каналах без согласования с пользователями мелиоративных систем и (или) организациями по строительству и эксплуатации мелиоративных систем;
  - распахать земли ближе 2 м от начала откоса канала на водоприемниках и магистральных каналах и 1 м от начала откоса канала на коллекторах и осушителях;
  - пасти скот по откосам и бермам каналов, плотин и дамб;
  - самовольно устраивать водозаборы из мелиоративных каналов, водохранилищ и прудов;
  - самовольно открывать и закрывать затворы гидротехнических сооружений;
  - провозить негабаритные грузы по проезжей части плотин, дамб и иных гидротехнических сооружений;
-

- вести ближе 200 м от плотин, дамб и других гидротехнических сооружений земляные работы, добычу полезных ископаемых открытым способом без согласования с пользователями мелиоративных систем и (или) организациями по строительству и эксплуатации мелиоративных систем;

- разжигать костры, осуществлять выжигание сухой растительности, трав на корню, а также стерни и пожнивных остатков;

- складировать строительные материалы, размещать отходы;

- складировать камни, корчи и другие предметы на откосах и бермах каналов.

В целях предотвращения интенсивной минерализации органического вещества и проявления эрозионных процессов сельскохозяйственные земли с торфяно-глеевыми и торфянисто-глеевыми почвами с мощностью торфа менее 0,5 м в осушенном состоянии используются под бобово-злаковые и злаковые многолетние травы длительного пользования. Сельскохозяйственные земли с торфяно-болотными почвами с мощностью торфа в осушенном состоянии более 0,5 м используются в системе почвозащитных зернотравяных севооборотов, определенных проектами мелиорации земель.

## **1.5. Планирование эксплуатационных мероприятий и отчетность**

Планирование эксплуатационных мероприятий осуществляется в соответствии с прогнозами и программами социально-экономического развития страны, схемами комплексной территориальной организации административно-территориальных и территориальных единиц.

Планирование мелиорации земель осуществляется в формах государственных и региональных программ по мелиорации земель,

---

ежегодных планов работ по строительству, эксплуатации (обслуживанию) мелиоративных систем, разрабатываемых с учетом результатов их инвентаризации и обследования. В государственных и региональных программах указываются виды мелиорации земель, наименования мелиоративных мероприятий, объемы и сроки их проведения, источники финансирования и ответственные за их проведение.

Государственные программы по мелиорации земель разрабатываются Министерством сельского хозяйства и продовольствия с участием Министерства лесного хозяйства, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, Государственного комитета по имуществу, местных исполнительных и распорядительных органов, а также Национальной академии наук Беларуси, других научных организаций. Государственные программы по мелиорации земель разрабатываются на пятилетний период за год до начала планируемого периода и утверждаются Президентом.

Региональные программы по мелиорации земель разрабатываются областными исполнительными и распорядительными органами совместно с районными исполнительными и распорядительными органами и утверждаются областными Советами депутатов на пятилетний период на основании государственных программ и актов инвентаризации мелиоративных систем.

Ежегодные планы работ по строительству, эксплуатации (обслуживанию) мелиоративных систем разрабатываются районными исполнительными и распорядительными органами, согласовываются с областными исполнительными и распорядительными органами и утверждаются Министерством сельского хозяйства и продовольствия по согласованию с Министерством лесного хозяйства.

Предприятие мелиоративных систем и эксплуатационные участки свою работу проводят на основе перспективных и текущих производственных планов.

Перспективный план представляет собой систему научно обоснованных и целевых ориентиров долгосрочного характера. Он определяет концепцию технической и экономической политики

---

на перспективу, основные направления и параметры развития организации, трудовые, материальные и финансовые средства, организационно-технические меры, обеспечивающие функционирование предприятия. Перспективный план составляется на срок до 5 лет и базируется на анализе текущего состояния и производственно-ресурсного потенциала организации, внутренних и внешних факторов экономического роста и оценке их влияния на ее дальнейшее развитие в прогнозном периоде.

Текущий бизнес-план разрабатывается эксплуатационной организацией для обоснования сбалансированности основных экономических и финансовых показателей ее деятельности на очередной календарный год.

Ежегодные бизнес-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 систем. Бизнес-план базируется на анализе текущего состояния организации и основных факторах экономического роста. В состав бизнес-плана развития организации на год входят титульный лист, содержание, описательная часть, приложения, справочные и иные материалы, подтверждающие исходные данные. В описательной части бизнес-плана информация, содержащая финансово-экономические расчеты, излагается по кварталам. Информация приводится нарастающим итогом (I квартал, полугодие, девять месяцев, год). Виды и объемы работ определяют по материалам осенних обследований систем и сооружений, по дефектным ведомостям, проектам ремонта или реконструкции. 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 почвы; содержание системы и сооружений на ней; ремонт, реконструкция и развитие системы; проектно-изыскательские работы и т. д. Результаты выполнения планов отражают в опе-

---

ративных (месячных, квартальных 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 противоэрозионные мероприятия, административно-хозяйственные расходы и т. д.

Эффективность эксплуатационных работ оценивают по затратам на эксплуатацию системы, по мелиоративному состоянию земель, урожаям сельскохозяйственных культур, обеспечению условий для своевременного проведения весенних полевых работ, по размерам дополнительного чистого дохода с мелиорируемых земель, по коэффициенту полезного использования земель и т. д.

## **1.6. 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 в целях недопущения производственного травматизма, профессиональных заболеваний, обеспечения санитарно-гигиенических условий работы. Технологические процессы 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 профсоюза. 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, предохранительных устройств; разрабатывать совместно с профсоюзной организацией меры по профилактике травматизма, составлять перспективные планы улучшения условий труда, следить за своевременным разбором несчастных случаев на производстве, изучать их 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 безопасных условий труда в зоне обслуживания эксплуатационного предприятия возлагается на главного инженера. Главный механик и главный энергетик отвечают за своевременное выполнение осмотров и ремонта машин, механизмов, оборудования, устройств электросети, газовых установок и т. д.

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 индиви-
-

дуальной защиты и спецодеждой, расследовать несчастные случаи и предупреждать возможное их повторение.

Для профилактики травматизма и улучшения условий труда в эксплуатационных водохозяйственных организациях важное значение имеет постоянный надзор и контроль за соблюдением трудового законодательства. Для осуществления контроля имеется служба государственного надзора и общественного контроля. Общественный контроль осуществляют профсоюзные организации. Профсоюзы участвуют в разработке мероприятий по улучшению условий труда, 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.

---

## Глава 2

# РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

---

### 2.1. Требования сельскохозяйственного производства к водному режиму почвы

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

Нормальное развитие растений возможно только при благоприятном сочетании факторов, обеспечивающих их жизнедеятельность, в числе которых основными являются освещенность, температура, содержание в почве влаги, воздуха и элементов питания. Причем все основные факторы жизнедеятельности растений незаменимы и равноценны.

В практике сельскохозяйственного производства создание благоприятных для развития растений условий осуществляется либо естественным образом (природой), либо путем искусственного регулирования водного, воздушного и питательного режимов в зоне

---

обитания. Перечисленные режимы связаны между собой и влияют друг на друга. Содержание воды в почве существенным образом влияет на ее содержание в растении, на температуру почвы и надземных растительных органов, на интенсивность поступления элементов минерального питания в растение. От водного фактора напрямую зависит интенсивность транспирации, фотосинтеза, дыхания и всего продукционного процесса.

Водный и тепловой режимы почвы во многом обуславливают интенсивность микробиологических процессов, влияют на разложение органического вещества и формирование питательного режима. От этих факторов зависит также появление и развитие болезней растений. В свою очередь, содержание питательных веществ в почве влияет на интенсивность нарастания листовой поверхности, на транспирацию, на водный и температурный режимы растительного покрова и почвы.

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, кушение, цветение, созревание. Необходимо знать требования растений к водному режиму почвы на каждой из этих стадий. Злаковые культуры, например, больше всего воды потребляют в период кушения и выколашивания; картофель – в начале цветения и через 10...15 суток 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, сельскохозяйственные культуры развиваются нормально и дают хорошие урожаи. За верхний допустимый предел 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. 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, влажность активного слоя 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 таблице 2.1.

Таблица 2.1

## Минимальные нормы осушения, см

Культуры	Предпосевной период	Первый месяц вегетации	Последующий период вегетации
Зерновые яровые	45...50	70...80	70...90
Зерновые озимые	50...60	70...80	70...90
Картофель, сахарная и кормовая свекла	50...60	85...100	90...100
Овощные, кукуруза на силос	50...60	70...80	80...100
Сенокосы	40...50	50...60	60...75
Пастбища	50...60	65...70	70...80

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. Положение уровня грунтовых вод зависит от многих факторов и колеблется во времени. Под воздействием атмосферных осадков возможно затопление поверхности почвы или подтопление корневой системы за счет подъема уровня грунтовых вод.

При затоплении корневой системы нарушаются обменные процессы в растении, вследствие чего угнетается ростовый процесс и снижается продуктивность культур. Затопление весенними паводковыми водами посевов озимой пшеницы в течение 3 суток снижает урожай на 20...40 %, а при затоплении на 3...6 суток – на 60...90 %. Если растения в воде находятся 7 суток и более, их урожайность падает на 80 % и более. В связи с этим продолжительность весеннего затопления допускается, при условии что существенно не повлияет на развитие сельскохозяйственных культур (таблица 2.2).

Таблица 2.2

**Допустимая продолжительность затопления многолетних трав  
весенними половодьями 10%-й обеспеченности**

<b>Виды луговых трав</b>	<b>Предельный срок затопления, суток</b>
Клевер красный, овсяница красная, клевер белый	10
Тимофеевка луговая, овсяница луговая, мятлик луговой, клевер розовый, люцерна	15
Лисохвост луговой, костер безостый, пырей ползучий	25
Полевица белая, мятлик болотный	30
Бекмания обыкновенная	40

При определении необходимого режима осушения важно знать допустимую продолжительность затопления поверхности земли и подтопления корнеобитаемого слоя почвы в вегетационный период, при котором не происходит снижения урожая (таблица 2.3).

Таблица 2.3

**Сроки удаления избыточных вод в вегетационный период, суток**

<b>Сельскохозяйственное использование</b>	<b>Срок отвода избыточных вод</b>			
	<b>с поверхности земли</b>	<b>на глубину</b>		
		<b>до 0,25 м</b>	<b>до 0,5 м</b>	<b>до нормы осушения</b>
Полевые с озимыми	0,5	1,0	4,0	10
Полевые без озимых, кормовые, овощные	0,8	1,5	5,0	10
Пастбищные угодья	1,0	2,0	5,0	10
Сенокосные угодья	1,5	3,0	8,0	15

Подтопление на 2 суток корневой системы капусты в период формирования кочана снижает урожай на 19 %, в течение 5 суток – на 66 %, на 7 суток – на 74 %. При подтоплении в стадии завязывания кочана до половины мощности корнеобитаемого слоя капусты

в течение 2 суток урожай уменьшается на 7 %, за 5 суток – на 25 %, за 7 суток – на 40 %, а при подтоплении до уровня корневой шейки – соответственно на 9, 38 и 90 %. Такие сроки положены в основу расчета осушительной сети, которая должна удалить избыток воды за указанное время.

Влажность почвы согласно потребностям сельскохозяйственных культур должна изменяться на протяжении вегетационного периода с развитием корневой системы растений. В начале вегетации необходима более высокая влажность в верхних почвенных горизонтах. По мере роста корней, особенно на последних стадиях развития растений, влажность верхних почвенных горизонтов может быть существенно меньшей, чем в начале вегетации. Соответствующим образом должен изменяться и уровень грунтовых вод.

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 суток. 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 сельскохозяйственной техники. Проходимость машин и хорошая обработка 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 для благоприятного протекания почвенных процессов. Например, для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов необходимо, чтобы температура почвы была выше 8 °С.

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.

---

## **2.2. Формирование водного режима на мелиорированных землях**

Одной из главных задач гидромелиоративной науки является изучение закономерностей поступления атмосферных, поверхностных, грунтовых и русловых вод на территорию, их перераспределения под влиянием природных факторов и антропогенной деятельности. На основе этих закономерностей разрабатываются принципиальные схемы управления процессом перемещения воды с применением комплекса инженерных, агромелиоративных, агротехнических и других мероприятий, направленных на создание благоприятных условий для ведения сельскохозяйственного производства.

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; грунтовые воды, выклинивающиеся под напором из глубоких слоев, и грунтовые воды, подпитываемые из рек и водоемов. 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 поверхностных и грунтовых вод 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 выделяется 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, 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 осушенных почв расход воды из почвы увеличивается. В этом случае первый и третий периоды сокращаются, а второй увеличивается.

Строительство мелиоративной системы ведет к перераспределению всех составляющих водного баланса на осушаемой территории. Создание мелиоративной сети оказывает воздействие на водный режим объекта мелиорации, проявляющееся в следующих основных тенденциях:

- понижаются и устанавливаются более благоприятные для сельскохозяйственной растительности уровни грунтовых вод и влагозапасы;
- увеличивается грунтовый сток;
- уменьшается поверхностный сток (за счет возрастания инфильтрации осадков в аккумулирующую емкость зоны аэрации);
- происходит снижение уровня грунтовых вод на территории, прилегающей к осушенному объекту, затухающее с удалением от границ осушения;
- незначительно возрастает русловой сток гидрографической сети, используемой в качестве водоприемников, в основном за счет грунтовой (грунтовой-напорной) составляющей в маловодные периоды, уменьшаются максимальные расходы в многоводные периоды;

- уменьшаются отметки воды в меженный период в случае отсутствия подпорных сооружений на отрегулированных водоприемниках;

- возрастает испарение в связи с увеличением водопотребления растительностью, в результате этого увеличивается влажность приземного слоя воздуха, однако на прилегающих территориях это изменение быстро затухает.

Вместе с заменой естественной растительности на сельскохозяйственные культуры с соответствующими технологиями выращивания это приводит к изменению других природных процессов и параметров:

- увеличивается влажность воздуха, уменьшаются средние температуры, увеличивается их суточная контрастность, включая на 2...3 °С более низкие температуры позднеосенних заморозков в атмосфере и на осушенных торфяниках, затухающие на прилегающей территории;

- концентрация основных ионов в грунтовых и речных водах в результате мелиорации и сельскохозяйственного использования возрастает, но при существующих дозах вносимых удобрений загрязнение от распределенных источников в основном остается в пределах ПДК;

- возрастает риск ветровой эрозии (при сокращении водной), пожаров на торфяниках. При правильном освоении и сельхозиспользовании происходит улучшение водно-физических и агрохимических показателей минеральных земель. На торфяных почвах в процессе сельскохозяйственного использования происходит их сработка;

- на осушаемой территории естественно-природная растительность заменяется на сельскохозяйственную. На прилегающей территории изменяется видовой и количественный состав флоры и фауны.

Конкретная количественная величина происходящих в почве изменений и охваченная ими площадь определяется всем набором природно-климатических параметров каждого конкретного объекта.

---

### 2.3. Составление плана регулирования водного режима почвы

Основная задача при целенаправленном регулировании водно-воздушного режима почв под сельскохозяйственными культурами заключается в том, чтобы в течение вегетации растений поддерживать почвенные запасы влаги в корнеобитаемом слое в оптимальных пределах. Обеспечить данное требование можно путем отвода воды с поля в период ее избытка и дополнительной подачи влаги в почву при ее недостатке. При этом следует помнить, что выдерживать биологически оптимальные пределы запасов на всей мелиорируемой площади в течение вегетации не всегда целесообразно, поскольку затраты на выполнение этой работы могут превысить полученные от нее доходы. Более правильным в подобной ситуации будет регулирование влажности корнеобитаемого слоя почвы в пределах, обоснованных технико-экономическим расчетом. Данные пределы будут зависеть от назначения и конструкции гидромелиоративной системы, ее технического уровня, почвенно-климатических, гидрогеологических, гидрологических условий, морфометрических характеристик, продуктивности мелиорируемых угодий, уровня агротехники, складывающейся рыночной конъюнктуры и т. д. Только при учете всех указанных факторов можно рассчитывать на максимальный положительный эффект.

Основной задачей службы эксплуатации мелиоративных 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 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, 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 РУП «Институт мелиорации» НАН Беларуси) приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

**Примерные оросительные нормы  
дополнительного увлажнения почвы, мм**

Обеспеченность осадками, %	Супесчаные почвы				Суглинистые почвы				Торфяные почвы
	многолетние травы	картофель	капуста	корнеплоды	многолетние травы	картофель	капуста	корнеплоды	многолетние травы
<i>Южная зона</i>									
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
<i>Северная зона</i>									
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 засушли-

вого года) в том же слое почвы характеризуется кривой Е, мертвый запас – кривой МЗ. Сопоставление линий О и Е показывает необходимость регулирования влажности почвы.

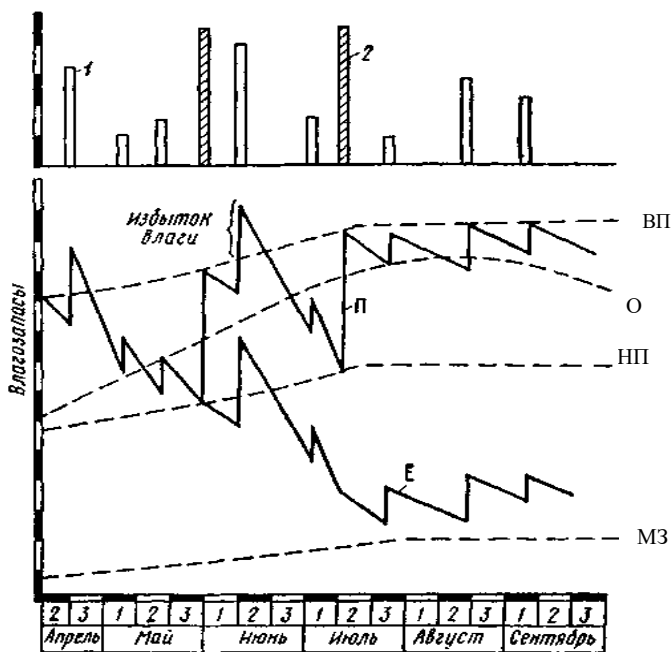


Рис. 2.1. Схема динамики естественного и регулируемого режимов почвенной влаги:  
1 – осадки; 2 – полив

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 ( $\text{м}^3/\text{га}$ ) можно определить разницей между влагозапасом при наименьшей влагоемкости почвы НВ (верхний допустимый предел) и нижним допустимым влагозапасом НП.

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 ВП указывает начало сброса избыточных вод. Превышение линии П над ВП определяет величину избытка влаги (норму сброса). Способ и режим регулирования влагозапасов должны быть такими, чтобы влажность почвы была ближе к оптимальной.

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.

Расчетные глубины корневой системы по декадам, начало и продолжительность вегетации следует изучить для каждой сельскохозяйственной культуры и почвенной разности мелиоративного объекта. До проведения исследований можно использовать осредненные данные, приведенные в таблице 2.5.

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

$$W_{\text{к}} = W_{\text{н}} + P_{\text{н}} + V_{\text{г}} + \Delta W - E,$$

где  $W_{\text{к}}$  и  $W_{\text{н}}$  – запасы влаги на конец и начало декады;

$P_{\text{н}}$  – используемые осадки на пополнение влагозапасов почвы;

$V_{\text{г}}$  – подпитывание влагой расчетного слоя почвы от грунтовых вод;

---

$\Delta W$  – влагозапасы в зоне увеличения корнеобитаемого слоя почвы за следующую декаду;

$E$  – расход влаги на испарение почвой и транспирацию растений.

Таблица 2.5

**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			
Многолет- ные 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

$$P_{и} = 10 \cdot \mu \cdot P,$$

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:

$$V_{г} = \varphi \cdot E,$$

где  $V_{г}$  – величина подпитывания от уровня грунтовых вод, м<sup>3</sup>/га;

$\phi$  – коэффициент, учитывающий использование грунтовых вод. Зависит от глубины залегания грунтовых вод, глубины корневой системы, вида почвы (таблица 2.6).

Таблица 2.6

**Коэффициент  $\phi$ , 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

Имеющиеся влагозапасы в зоне увеличения корнеобитаемого слоя почвы за следующую декаду определяем по формуле

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

где  $\Delta h$  – 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;

$h^{пред}$  – мощность корнеобитаемого слоя почвы предыдущей декады, м (таблица 2.5).

Расход влаги на суммарное испарение (водопотребление) можно вычислить по формуле (м<sup>3</sup>/га)

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

где  $\sum d$  – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за рассматриваемый период (мб), которую определяют по таблицам 2.7 и 2.8 в зависимости от гидролого-климатических зон Беларуси;

$k$  – биологический коэффициент водопотребления (мм/мб), который принимают по таблице 2.9 для разных культур и почв;

$n$  – число суток в расчетном периоде;

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

Таблица 2.7

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

Метеостанция	Зона Беларуси	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

Окончание таблицы 2.7

Метеостанция	Зона Беларуси	Обеспеченность, %				
		10	25	50	75	90
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

Таблица 2.8

**Типовое внутрисезонное распределение суммы  
среднесуточных дефицитов влажности воздуха  
за апрель – сентябрь, %**

Обе- спечен- ность, %	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>I. Центральная зона</i>																		
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
<i>II. Северная зона</i>																		
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
<i>III. Южная зона</i>																		
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 2.9

## 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	
<i>Сельскохозяйственные культуры на минеральных почвах</i>																	
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
<i>Сельскохозяйственные культуры на торфяных почвах</i>																	
Пастбище	Цикл отрастания	0,96	1,14	1,11	1,10	0,73											
Многолет- ние 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.

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.:

$$W_{\text{н}} = W_{\text{н.в}}, \text{ м}^3/\text{га}.$$

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

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

1.  $W_{\text{н.в}} > W_{\text{к}} > W_{\text{н.п}}$  – 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 ( $\text{м}^3/\text{га}$ )

$$W_{\text{н}}^{\text{с}} = W_{\text{к}}^{\text{пред}},$$

где  $W_{\text{к}}^{\text{пред}}$  – влагозапасы в расчетном слое почвы в конце предыдущей декады.

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

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

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

$$W_{\text{н}}^{\text{с}} = W_{\text{к}}^{\text{пред}} - W_{\text{и}}.$$

---

3.  $W_k < W_{н.п}$  – 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:

$$W_{нед} = W_{н.п} - W_k.$$

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

$$m_{\max} = W_{н.в} - W_k.$$

При орошении дождеванием для предупреждения поверхностного стока рекомендуется норму увлажнения ( $m_{пр}$ ) принимать не более предельной нормы полива, приведенной в таблице 2.10.

Таблица 2.10

Поливные нормы (нетто) для условий Беларуси,  $m^3/\text{га}$

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  $m_{пр}$  назначают такую, которая обеспечит влагозапасы, близкие к среднему или к верхнему оптимальному пределу  $W_{н.в}$ , но не больше предельной нормы полива. Тогда влагозапасы на начало следующей расчетной декады:

$$W_n^c = W_k^{\text{пред}} + m_{пр}.$$

Все водобалансовые расчеты целесообразно выполнять по форме таблицы 2.11.

Продолжительность увлажнения почвы (сут) при дождевании определяют по формуле

$$T_y = \frac{m_{бр} \cdot F}{Q_M \cdot n \cdot \eta_M \cdot 3600},$$

где  $m_{бр}$  – поливная норма брутто, м<sup>3</sup>/га;

$F$  – площадь поля, га;

$Q_M$  – расход дождевальной машины, м<sup>3</sup>/с;

$n$  – число часов работы поливного агрегата за сутки;

$\eta_M$  – коэффициент использования рабочего времени машиной за сутки («Волжанка» – 0,7...0,9; «Фрегат» – 0,82...0,93; ДДН-70 – 0,6...0,86).

Расход воды (л/с) на увлажнение дождеванием:

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

Время сброса избыточной воды (сут):

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

где  $m_c$  – норма сброса, м<sup>3</sup>/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 таблицы 2.12.

---

Таблица 2.11

Ведомость расчетов водного баланса активного слоя почвы, м<sup>3</sup>/га

1	Месяц																
2	Декада																
3	Расчетная глубина корнеобитаемого слоя, $h_{к.с}$ , см																
4	Полная влагоемкость, $W_{п}$																
5	Водоудача, $\delta$																
6	Наименьшая влагоемкость, $W_{нв}$																
7	Нижний предел оптимальных влагозапасов, $W_{ни}$																
8	Используемые осадки, $P_{н}$																
9	Подпитывание грунтовыми водами, $V_{г}$																
10	Водопотребление, $E$																
11	Влагозапас в слое прироста корней растений $\Delta W$																
12	На начало декады, $W_{н}$																
13	На конец декады, $W_{к}$																
14	Избыток, $W_{и}$																
15	Недостаток, $W_{нед}$																
16	Максимальная $m_{max}$																
17	Принятая $m_{пр}$																

Таблица 2.12

Сроки, нормы увлажнения и сброса избыточных вод

Номер поля севооборота	Культура и площадь, га	Способ увлажнения, осушения	Сроки увлажнения и сброса	Нормы увлажнения, м/га		Время увлажнения $T_{\text{з}}$ , сут	Расход на увлажнение, $Q_{\text{з}}$ , л/с	Нормы сброса, $m_{\text{с}}$ , м <sup>3</sup> /га	Время сброса, $T_{\text{с}}$ , сут	Расход на сброс, $Q_{\text{с}}$ , л/с
				$m_{\text{нт}}$	$m_{\text{бр}}$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Таблица 2.13

Оперативный план регулирования водного режима почвы

Номер поля	Культура, площадь, га	Способы осушения, увлажнения	Каналы, трубопроводы		Приемы регулирования	Нормы, сроки, расходы на увлажнение и сброс										
			осушительные	орошительные		IV	V		VI		VII		VIII			
							1	2	3	1	2	3		1	2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

На основании ведомости сроков, норм увлажнения и сброса избыточных вод составляется оперативный план регулирования водного режима почвы (таблица 2.13). 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. изменение. 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.

## 2.4. 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, дрены, 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 влаги применяют ускорение стока поверхностных вод. Этот метод применим на почвах тяжелого гранулометрического состава на плоских водоразделах, пологих склонах. В дополнение к осушительной сети (каналы, дрены) используют мероприятия, обеспечивающие ускорение отвода избыточной воды по поверхности почвы и частично по пахотному слою. К ним относятся ложбины стока, 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 среднем 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 дренажосушителей. Кротование обеспечивает хорошую гидравлическую связь пахотного слоя с дренажами, 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 недоувлажнения на повышенных. Приемы управления водным режимом при шлюзовании зависят от вида водоисточника, который может быть использован для увлажнения. Если используют только местный сток, применяют предупредительное шлюзование. В этом случае щиты водоподпорных сооружений закрывают на фазе спада половодья, когда уровни грунтовых вод на середине между осушителями понизятся до 35...40 см от поверхности почвы. В дальнейшем нужно следить, чтобы уровень грунтовых вод не поднимался выше указанного предела, и обеспечивать постепенное его опускание с учетом развития корневой системы растений. Когда корневая система разовьется полностью, уровень грунтовых вод 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 установ-

---

ления на поле оптимального уровня воды затворами водорегулирующих сооружений 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 уровня грунтовых вод в засушливый период часто приводит к переувлажнению нижней части корневой системы, практически не меняя влажности в верхней ее части. Циклические подъемы и снижения уровня грунтовых вод в течение вегетационного периода не позволяют в должной мере обеспечить оптимальный водно-воздушный режим для сельскохозяйственных культур. При возделывании на мелиорируемом участке нескольких культур, при наличии развитого микро- и мезорельефа и сложной структуры почвенного покрова грунтовые воды следует поддерживать в наиболее безопасном диапазоне.

Для обеспечения нормальных условий произрастания сельскохозяйственных 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 уровня грунтовых вод 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. 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 уровня грунтовых вод 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 уровня грунтовых вод не дает должного эффекта.

Орошение дождеванием применяют на участках, предназначенных в основном под овощные, кормовые культуры, 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 нагрузке 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, касающихся оптимального режима дождевания, получившего эколого-технологическое обоснование, можно использовать рекомендации, 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 дож-
-

девальвные машины, работающие по кругу (типа «Фрегат»), норму полива на площади, обслуживаемой одной насосной станцией, следует назначить по минимальной технологически возможной норме полива наиболее крупной модификации дождевальных машин, 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. д.) следует немедленно подключить к работе исправную часть системы, чтобы не допустить 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.

---

## **2.5. Учет воды на системе и контроль водного режима почвы**

Учет воды в водотоках и контроль влажности корнеобитаемого слоя почвы являются неотъемлемой составной частью работ по правильной эксплуатации современных гидромелиоративных систем. Для этого используются элементы эксплуатационной гидрометрии. В ее задачи входит изучение гидрометеорологических факторов и водно-физических свойств почвы, определение стока с осушаемой территории и нагорных каналов; транзитных расходов, транспортируемых реками и межхозяйственными каналами через мелиорированный участок; скорости движения, расходов воды в каналах, уровней воды во время сброса 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 почвы.

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 эксплуатационной 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, основные посты устанавливают в месте входа водотока на объект и в месте выхода. На основных постах ведут 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.

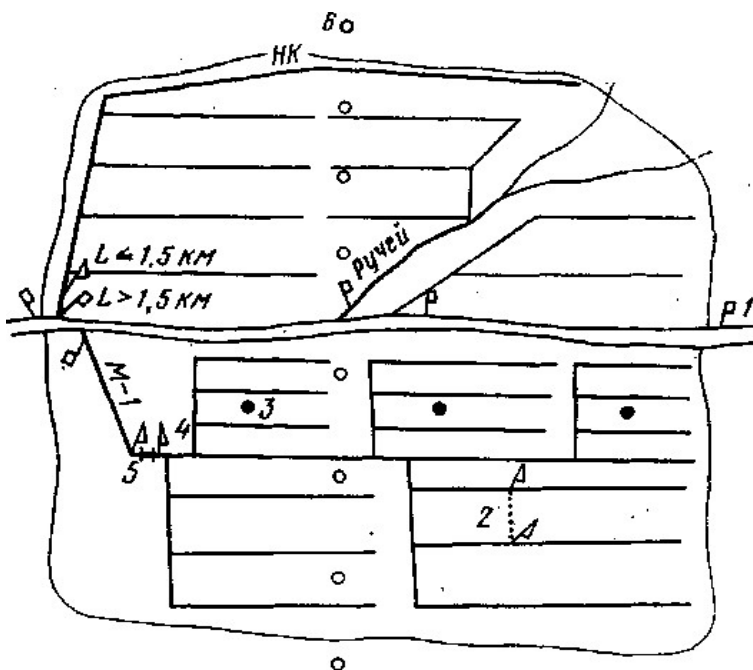


Рис. 2.2. Схема расположения элементов эксплуатационной гидрометрии:  
 1 – основной гидрометрический пост; 2 – гидрометрический створ наблюдательных колодцев; 3 – наблюдательные колодцы;  
 4 – вспомогательный гидрометрический пост; 5 – водоподпорное сооружение;  
 6 – мелиоративный створ наблюдательных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

Вспомогательные гидрометрические посты 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  $10 \text{ км}^2$  – один пост, до  $100 \text{ км}^2$  – два и т. д.), на открытых осушителях в створе наблюдательных колодцев, на длинных магистральных каналах через каждые  $5 \dots 10 \text{ км}$ , на нагорных каналах при их длине  $L < 1,5 \text{ км}$ . На вспомогательных постах измеряют уровни воды. Если пост установлен у водоподпорного сооружения, наблюдения ведут  $1 \dots 2$  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.

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.

Реечно-свайный пост (рис. 2.3) состоит из сочетания реечного 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).

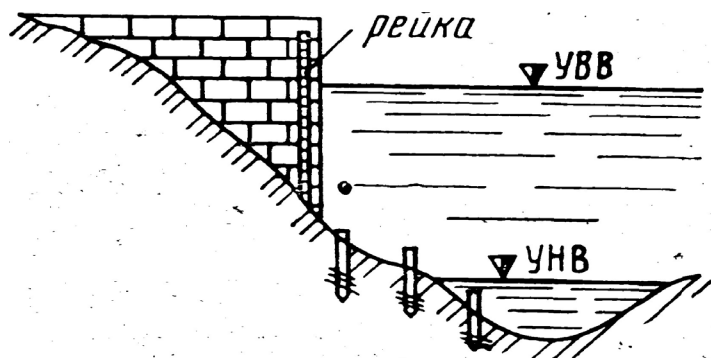


Рис. 2.3. Реечно-свайный водомерный пост

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.

---

Наблюдательные колодцы для изучения динамики уровней грунтовых вод устанавливают посередине 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

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

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 дрен.

На осушаемых массивах для изучения депрессионной кривой поверхности 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. Диаметр труб равен 40...100 мм.

На подземной части трубы сверлят отверстия диаметром 6...8 мм. Затем трубу обертывают 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 за-

---

крывают крышкой. Расстояние от метки на торце трубы до уровня воды замеряют. 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 в 5 суток, зимой – один раз в 10 суток. Уровни грунтовых вод в наблюдательных колодцах измеряют при помощи переносной водомерной рейки.

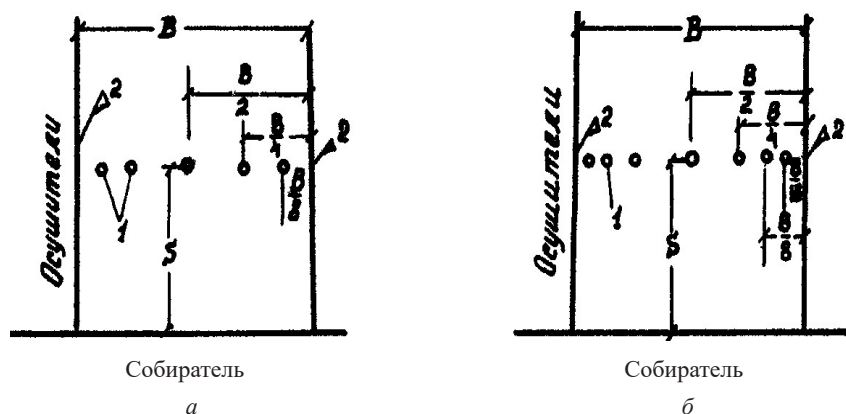


Рис. 2.4. Схемы расположения наблюдательных колодцев в гидрометрическом створе: *a* – при пяти колодцах; *б* – при семи колодцах; 1 – наблюдательные колодцы; 2 – вспомогательные гидрометрические посты на открытом канале-осушителе

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, 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. га достаточно ограничиться одним створом, от 2 до 10 тыс. га – двумя-тремя, свыше 10 тыс. га 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 менее 18...20. Секундный расход воды, пропускаемый через сооружения, определяют по формуле

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

где  $m$  – коэффициент расхода;

$\omega$  – площадь подщитового отверстия, через которое протекает вода, м<sup>2</sup>;

$Z$  – 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

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

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:  $m_{\text{ср}} = \Sigma m / n$  ( $n$  – число замеров). Затем  $m_{\text{ср}}$  вводят в формулу, которая является тарифовочным уравнением данного сооружения. Используя данные тарифовки, 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 тарифовке. Тарифованные сооружения позволяют не только измерять пропускаемый расход, но и пропускать заданный расход, регулируя степень открытия затвора и напор. На тарифованном 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.

---

## Глава 3

# ПОВРЕЖДЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

---

### 3.1. Причины повреждений и деформаций мелиоративных систем

Деформации элементов осушительных систем происходят под воздействием природных (естественных) и искусственных факторов. К природным факторам 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. д.); жизнедеятельность различных животных и насекомых.

В результате воздействия природных факторов выходят из строя мелиоративные системы и их элементы: происходят изменения продольного и поперечного профилей каналов за счет заиления, размыва, обрушения откосов и дна каналов, осадки грунта, зарастания травяной и древесной растительностью; разрушение дренажных линий, уменьшение их глубины в связи со сработкой торфа; разрушение водорегулирующих и других сооружений, их креплений и облицо-

---

вок, ухудшение характеристик и выход из строя насосно-силового оборудования.

К искусственным факторам относят недостатки изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации систем и хозяйственного использования осушенных земель.

При проведении изысканий причинами повреждений мелиоративных систем может быть недостаточная изученность грунтов и гидрогеологических условий, некачественная геодезическая съемка, неточное определение водосборной площади и модуля стока.

При проектировании допускаются ошибки:

- неверный выбор профиля дамб и каналов,
- неточный расчет диаметров и уклонов дрен, отверстий водопропускных сооружений и труб-переездов,
- неудачное определение конструкции крепления т. д.

При строительстве возможно некачественное выполнение строительных работ и отклонения от проекта, что не обеспечивает надежности крепления и сопряжения каналов и дамб, оснований гидротехнических сооружений, качественного соединения дрен с коллектором и коллекторов со смотровыми колодцами и устьями и других элементов мелиоративных систем, что приводит к их деформации и разрушению.

Отсутствие регулярного технического обслуживания в период эксплуатации приводит к несоблюдению режимов водопропуска по сети, к неподготовленности к зиме и паводкам, к несвоевременному проведению работ и преждевременному выходу из строя мелиоративной системы.

Нарушение правил пользования мелиоративной системой сельскохозяйственными предприятиями приводит к захламлению каналов посторонними предметами, переезду транспорта через каналы в неустановленных местах, пастьбе скота на откосах каналов и дамб, вспашке земли на расстоянии не менее 1 м от бровки канала, к изменению состояния поверхности и структуры почвы в результате уплотнения ее сельскохозяйственной техникой. Это влечет нарушение оптимальных агротехнических сроков посева и уборки

---

сельскохозяйственных культур, условий их выращивания и в результате значительное снижение продуктивности мелиорированных земель.

Следует отметить, что наиболее интенсивно в условиях недостаточного технического обслуживания деградируют более технически совершенные системы, являющиеся, как правило, более энерго- и материалонасыщенными. Практически повсеместно разукomплектованы и вышли из строя оросительные системы, в связи с дороговизной энергетических ресурсов не осуществляется закачка воды в пруды для последующей подачи на увлажнение, а при выходе из строя подпорных сооружений невозможно осуществление даже предупредительного шлюзования. При этом происходит фактическое изменение типа систем с осушительно-увлажнительной на просто осушительную.

Основными причинами снижения эффективности мелиоративных работ являются:

- недостаточная оценка влияния на продуктивность мелиорированных земель непостоянства погодных условий (как по годам, так и на протяжении всего вегетационного периода) в решающие фазы формирования урожая выращиваемых культур;
- недоучет при проектировании осушительных систем причин заболачивания и источников водного питания и т. д.;
- несоблюдение при строительстве осушительных систем основных технологических требований строительного процесса и предусмотренных параметров мелиоративных инженерных устройств, особенно при проведении мероприятий по восстановлению плодородия почвы, нарушенного в процессе строительных работ;
- несоблюдение землепользователями системы агротехнических мероприятий, предусмотренных проектами;
- непригодность большинства построенных осушительных систем к регулированию водного режима корнеобитаемого слоя, в результате чего мероприятия по технической эксплуатации систем сводятся лишь к проведению ремонтных работ, причем часто в недостаточных объемах;

- физическое старение мелиоративных систем, превышение нормативных сроков их службы до проведения капитальных ремонтов и реконструкции;
- резкое снижение уровня мелиоративного земледелия, выражающееся в уменьшении объемов внесения органических и минеральных удобрений и использования средств защиты растений, отсутствии ежегодно проводимых мероприятий по организации поверхностного стока, в некачественной обработке и нецелевом использовании мелиорированных земель.

Для обеспечения надежной и долговечной работы мелиоративных систем необходимо управлять качеством их проектирования, строительства, эксплуатации и 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 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.

---

### 3.2. Виды деформаций и приемы их предупреждения

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 (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Обрушение откоса канала

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 то увлажнения, то 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 (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Размыв канала потоком воды

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 (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Разрушение откоса канала сосредоточенным стоком

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 заиливаются 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 (рис. 3.4).

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, деформируются продольный и поперечный профили водотока, на контакте с сооружениями образуются щели, изменяется рельеф поверхности мелиорируемой территории.



Рис. 3.4. Скопление бузы перед трубой-регулятором

Осушительные каналы и водоприемники также подвержены деформациям в результате воздействия ряда искусственных причин, возникающих из-за недостатков проектирования, строительства и эксплуатации систем. Часть повреждений возникают 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, водопои, перегоны скота, места для стирки, противопожарные устройства, дороги, переходные мостики и т. д.

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 впадения водопропускных воронок или каналов низшего порядка, что приводит к разрушению каналов.

Большой вред осушительным каналам наносят при неправильной эксплуатации. Свободная пастьба скота на осушенных землях, перегон его через каналы ведут к разрушению откосов, дна, устьев коллекторов, 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 полив или ловлю рыбы.

*Деформация дренажа* происходит под воздействием естественных и искусственных причин. Наиболее распространенный естественный вид деформации – заиление илистыми и железистыми отложениями. Заиление зависит от вида грунта, скорости течения воды, качества строительных и эксплуатационных работ. Отложение наносов в трубках 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 заиления гончарных трубок после некоторого периода их эксплуатации способствуют фильтры-сводики вокруг стыков между трубками, которые образуются из более крупных фракций грунта. Быстрее фильтры-сводики образуются

---

на дренах с минимальными щелями в стыках между трубками (не более 1...2 мм). Радикальные меры борьбы с заилием – 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 заилиения дрена применяют фильтрующий защитный материал. Опытами установлено, что наносы в дрена поступают по всему периметру стыков, следовательно, защищать фильтрующим материалом необходимо весь стык. В практике строительства это положение не всегда выдерживается. Также установлено, что на больших стыковых зазорах при засыпке траншеи происходит разрыв рулонных защитных фильтрующих материалов и поступление наносов увеличивается.

Заилиение дрена железистыми соединениями (заохривание) происходит при осаждении 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 профилактические меры, 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. 3.5).

---

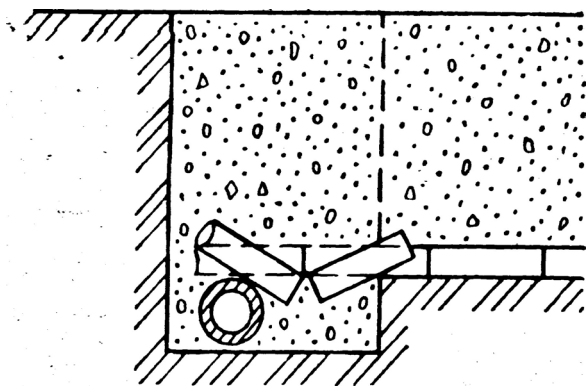


Рис. 3.5. Повреждение сопряжения дрены коллектором

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.

При обследовании дренажных систем было установлено, что наиболее распространены следующие недостатки строительства, вызывающие различные дефекты: некачественная укладка дренажных труб; недостаточная защита стыков; невыдержанность проектных уклонов 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, прохода тяжелой техники, выпаживания 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 дрена при удалении от нее на расстояние 4...5 м и при глубине закладки 1,5...2 м. Корни ивы достигали дрена 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 дрена, заложенные на глубине 1,5...2 м. Чтобы предупредить закупорку дрена корнями растений, стыки между трубками обсыпают гравием, щебнем, обрабатывают смолой или карболовой кислотой.

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, оно забивается мусором, наносами, животными (лягушки, крысы, ежи и т. д.). Сильно выступающие устья разрушаются льдом, скотом, машинами при уходе за каналами. Для предохранения дренажных устьев от деформации 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-испытательских 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 часто серьезных деформаций. Так, при неисправности водоприемника (канала) создается подпор воды и дренажные устья оказываются затопленными (рис. 3.6). 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.

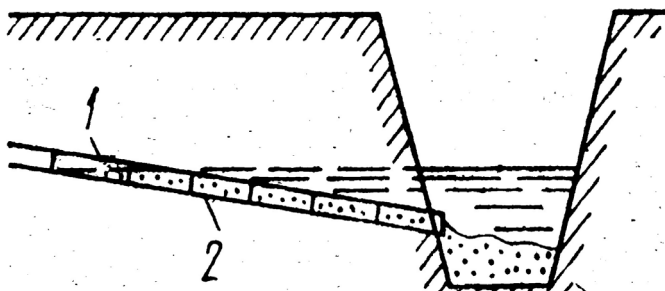


Рис. 3.6. Схема заиления устьевой части дренажного коллектора:  
1 – коллектор; 2 – зона заиления и замерзания воды

Деформации смотровых и поглощательных колодцев дренажных систем выражаются в разрушении стенок, появлении разрушений в местах входа и выхода дренажных линий, заиления, захламления, 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 начинает 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 земляными пустот или выноса грунта.

Откосы и их крепления разрушаются водой в результате волнобоя. Если такое разрушение появляется редко и выражено незначительно, достаточно ограничиться восстановительным ремонтом. Если разрушения имеют угрожающий характер или часто повторяются и требуют значительных ежегодных затрат, 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 следует 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 дамбой. Ремонт на участках выпучивания грунта сводят к устройству дренажа.

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 т. д.) можно проверить состояние частей сооружения – просадки, сдвиги в плане, отклонения от вертикального положения, нарушения в основании и т. д.

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 с основанием.

---

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

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 флютбетом. 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.

---

## Глава 4

# ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАБОТЫ НА ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ

---

### 4.1. Основные требования к техническому состоянию гидромелиоративных систем

Сохранность и работоспособность систем и сооружений зависит от правильной организации их эксплуатации. Ее основная задача состоит не только в своевременном обнаружении и устранении дефектов, но и в их предупреждении. Каналы, элементы закрытой осушительной сети и сооружения должны постоянно поддерживаться в исправном состоянии, при котором возможно управление водным режимом.

Гидромелиоративные системы считают исправными в следующих случаях:

- когда уклон и 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, посторонних предметов, 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;
- 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;
- на поверхности осушенных площадей 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, покрашены, вокруг колодцев и в колодцах не застаивается вода.

Колодцы-поглотители обеспечивают сброс воды в дренажные линии, имеются предупреждающие знаки.

Все гидротехнические сооружения на осушительной сети: шлюзы и трубы-регуляторы, мосты, трубы-переезды, пешеходные мостики

---

и т. д. – необходимо содержать в исправном состоянии для нормального управления водными ресурсами и обеспечения благоприятных условий для сельскохозяйственного производства на осушенных землях и охраны окружающей среды.

Признаки исправности гидротехнических сооружений следующие:

- отверстия достаточны для пропуски расчетных расходов заданной обеспеченности при уровнях, не нарушающих нормальной работы регулирующей сети;
  - отверстия сооружений не имеют наносов грунта, камней, растительности, льда и других предметов, препятствующих пропуску расходов воды;
  - бетонные и железобетонные конструкции не имеют трещин, расстройств стыков, каверн, оголенной арматуры; бетон не подвержен коррозии;
  - вдоль стен сооружений нет пазух, провалов грунта и осадочных воронок;
  - нет фильтрации воды под основание, открылки и через заборные стенки;
  - дно и профиль канала под мостами имеют проектную форму, закреплены по проекту, размыв не превышает допустимую расчетную величину;
  - затворы держат воду на нормальном подпорном уровне, подъемные устройства в исправном состоянии, обеспечено свободное маневрирование затворами;
  - не подмыты и не разрушены крепления понура и рисбермы, откосов каналов в зоне сооружения, под железобетонными плитами креплений нет пазух;
  - поверхности сооружений побелены, металлические части покрашены, рабочие части смазаны;
  - подъезды и подходы к сооружениям находятся в исправном состоянии, обеспечены нормальные условия эксплуатации сооружений;
  - у сооружений имеются необходимые указатели и номерные знаки, предусмотренные проектом, территория вокруг сооружений окошена от растительности.
-

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.

## 4.2. 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. д.

Началом эксплуатации (обслуживания) мелиоративных систем является дата утверждения акта приемки их в эксплуатацию с передачей пользователям мелиоративных систем, организациям по эксплуатации мелиоративных систем следующей технической документации:

- проектной документации по мелиорации земель;
  - исполнительных чертежей по всем сооружениям;
  - актов приемки скрытых работ;
  - актов приемки и пусковых испытаний отдельных сооружений, оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры;
  - актов приемки мелиоративных систем и сооружений в эксплуатацию;
  - генерального плана мелиоративной системы;
-

- данных испытаний контрольных образцов бетона, арматуры, грунтов;
- ведомости постоянных реперов, актов геодезической разбивки сооружений.

Эксплуатация (обслуживание) мелиоративных систем осуществляется пользователями мелиоративных систем или организациями по эксплуатации мелиоративных систем на основании договора на оказание услуг по эксплуатации (обслуживанию) мелиоративных систем.

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. Инженерно-технические работники предприятия осуществляют руководство и контроль за проведением уходовых и ремонтных мероприятий, работой русловых рабочих, состоянием и работой мелиоративной сети.

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; для 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 знаками 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 станом и пастбищ, в местах въезда на мелиорированную территорию. Надписи на щитах делают заранее и затем прикрепляют 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 т. д.

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

### **4.3. Надзор и уход за гидромелиоративными системами**

**Надзор и уход за мелиоративной системой** – это систематическое наблюдение за работой всех ее элементов с целью выявления и своевременного предупреждения, а также устранения повреждений и неисправностей. Надзор и уход нужно проводить непрерывно с момента принятия системы в эксплуатацию. Посредством надзора оценивают работоспособность и надежность сооружений, водный режим мелиорированных земель, выявляют недостатки и на основании этого составляют планы работы по уходу и ремонту. Проводит надзор эксплуатационный персонал предприятия не менее двух раз в месяц. Особое внимание уделяется участкам, которые чаще подвергаются разрушениям или расположены вблизи населенных пунктов и в неустойчивых грунтах, а также состоянию водорегулирующих и дорожных сооружений, дренажных устьев, смотровых и поглочительных колодцев, дамб, плотин и других элементов. Не реже одного раза в два года в порядке надзора проводится нивелировка каналов и водоприемников. Полученные отметки элементов русла наносят на исполнительные профили. Систематическое накопление данных позволяет делать выводы и прогнозы о характере деформации русел.

От того, насколько систематически и своевременно осуществляют надзор и уход, зависят сроки проведения ремонтов, безаварийная работа каналов и сооружений, нормальное сельскохозяйственное использование осушаемых земель.

К мероприятиям по надзору относятся контроль за соблюдением правил пользования элементами осушительной системы и предохранение их от повреждений, вызываемых нарушением этих правил; контроль за соблюдением противопожарных мероприятий на торфяных массивах, своевременное выявление очагов пожара; контроль за мелиоративным состоянием и использованием мелиорированных земель в соответствии с проектами; контроль за проведением агро-

---

мелиоративных мероприятий и соблюдением правил агротехники на мелиорированных землях; 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 гидрометрических постах, наблюдательных колодцах и скважинах; выявление лиц, причинивших ущерб мелиоративной системе, и принятие к ним мер в соответствии с законодательством; визуальный периодический осмотр и инструментальная проверка параметров сети; составление актов обследования сети и сооружений на ней.

С нарушителями правил пользования элементами осушительных систем нужно вести постоянную борьбу. Необходимо проводить разъяснительную работу среди землепользователей персонально и на собраниях работников хозяйства, через местную печать. 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.

**Технический уход** – постоянно выполняемые работы по профилактике, предупреждению и устранению мелких повреждений. 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.

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 скважинами, в которых уровни грунтовых вод резко отличаются (рис. 4.1).

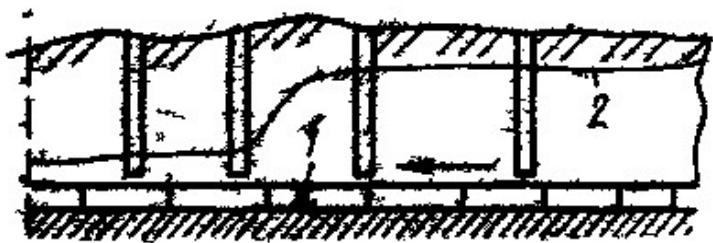


Рис. 4.1. Определение места повреждения дренажа:  
1 – место закупорки дрены; 2 – уровень грунтовых вод

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 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 очистки от песка и старой смазки, периодической смазки трущихся деталей свежими материалами, покраски. Если подъемники электрифицированы, 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.

Пользователи мелиоративных систем и организации по эксплуатации мелиоративных систем при выполнении эксплуатационных работ обеспечивают:

- пропуск максимальных расходов весенних паводков расчетных обеспеченностей, не создающих подпора для нормальной работы проводящих каналов и регулирующей сети;
  - предотвращение затопления осушенных земель паводками расчетной обеспеченности на протяжении летнего и осеннего периодов;
  - уровенный режим, не создающий подпора для нормальной работы проводящих, регулирующих каналов, закрытых коллекторов дренажных систем, угрозы разрушения оградительных дамб полдерных мелиоративных систем и дамб защиты населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий;
  - водоподачу в засушливые периоды согласно проекту мелиорации земель (водоподводящие каналы);
  - защиту вод от взвешенных, биогенных веществ (пруды-отстойники, пруды-накопители, нагорно-ловчие каналы);
  - предотвращение заиления русла от ветровой эрозии почвы;
  - оборудование в соответствии с проектом мелиорации земель водомерными постами, гидрометрическими створами, информационными знаками в установленном порядке;
  - соответствие параметров поперечного сечения и продольного уклона параметрам, заданным проектом, предотвращающим размыв или заиление;
  - закрепление русла водотоков и участков каналов, проходящих в слабоустойчивых грунтах;
  - освобождение русла и откосов каналов от растительности, посторонних предметов, вызывающих подпоры воды и препятствующих механизированному обслуживанию;
  - планировку откосов и берм каналов, посев травы, свободное продвижение техники (ширина берм – 2 м), отсутствие сорной растительности;
-

- сток поверхностных вод с прилегающих осушенных полей путем устройства воронок и ложбин, закрепление мест их сопряжения с откосами русла;
  - свободный сток воды с устьев дренажных коллекторов;
  - проточность неиспользуемых староречий, засыпку и планировку их в соответствии с проектом;
  - своевременный отвод избыточных поверхностных и грунтовых вод с мелиорированных земель на системах одностороннего действия и польдерного осушения, поддержание необходимой нормы осушения и влажности корнеобитаемой зоны в засушливые периоды вегетации на системах двухстороннего действия;
  - своевременный перехват и отвод поверхностных и грунтовых вод с прилегающих территорий;
  - планировку отвалов выемки грунта при очистке сети;
  - соответствие оборудованных перемычек, водопоев, скотоперегонов проектам;
  - закрепление и предотвращение размыва русла в местах впадения в них каналов низшего порядка;
  - достаточность водопроводящей части сооружений для пропуска расчетных расходов заданной обеспеченности при уровнях, не нарушающих нормальной работы регулирующей сети, отсутствие наносов грунта, камней, растительности, льда и других предметов, препятствующих пропуску расходов воды;
  - безаварийный пропуск расходов воды расчетных обеспеченностей, шуги и льда;
  - отсутствие снега и льда в устьях коллекторов, отверстиях труб-регуляторов и труб-переездов, стенок шлюзов и других сооружений;
  - оборудование номерными знаками и соответствующими указателями с указанием наименования канала, шифра и местоположения сооружения на канале;
  - отсутствие трещин, разломов, каверн, оголенной арматуры, коррозии бетона, провалов грунта и осадочных воронок вдоль стен сооружений, повреждений крепления входной и выходной части и откосов русла;
-

- соответствие параметров величин фильтрации воды под основанием, открылками и заборными стенками сооружений параметрам, установленным проектом;
  - оборудование подъездов и подходов, обеспечивающих эксплуатацию сооружений;
  - предотвращение пропускания воды через затворы подпорных сооружений;
  - поддержание на мелиорированных землях оптимального для сельскохозяйственных растений, лесов и иных насаждений водного режима;
  - отсутствие на поверхности осушенных площадей вымочек после снеготаяния и выпадения дождей;
  - величину отложения в дренажных трубах, не превышающую 25 % от площади сечения;
  - предотвращение подмытия, разрушения, заиления, зарастания травой устьев коллекторов, нахождения их в подпоре, за исключением периодов прохождения паводков;
  - очистку от наносов и мусора, предотвращение подмытия, застоя воды вокруг смотровых колодцев, колодцев-регуляторов, колодцев-поглотителей;
  - покраску, нумерацию колодцев-регуляторов, колодцев-поглотителей, смотровых колодцев и установку около них предупреждающих знаков для исключения наезда сельскохозяйственной и лесохозяйственной техники;
  - сохранность дренажных труб при проведении сельскохозяйственных работ и лесохозяйственных мероприятий;
  - соответствие отметок, покрытия гребня, ширины по верху, заложения откосов дамб параметрам, заданным проектом;
  - надежность работы и устойчивость дамб к разрушениям и деформациям (обвалы, оползни, оплывы, осыпи, трещины, просадки, борозды, выпор, пучение, размывы);
  - отсутствие в местах сопряжения с сооружением просадок, пазух, промоин грунта, ходоземлеройных животных, выклинивания фильтрационных вод;
-

- соответствие параметров расходов фильтрационной воды и положения депрессионной кривой параметрам, заданным проектом;
- отсутствие фильтрации в сопряжении грунтовой дамбы с сооружением;
- закрепление верховых и низовых откосов дамб.

#### **4.4. Виды эксплуатационных работ в разные периоды года**

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, при понижении температуры образуется ледяная корка, под которой погибают озимые культуры. Зимой возможна срезка кустарника механизированным способом и вручную при глубине снега до 10 см. Проводят ремонт затворов и винтовых подъемников с частичной или полной заменой, восстановлением резиновых уплотнений. В конце зимы ведут подготовку гидротехнических сооружений к безаварийному пропуску весеннего паводка.

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. д. Запасы аварийных материалов 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 наименьшей влагоемкости). Проводятся обследования мелиорированных земель после схода снежного покрова, нанесение вымочек на картографический материал, составление дефектной документации; раскрытие и засыпка понижений и западин глубиной 0,15...0,5 м при площади до 0,1 га местным или привозным грунтом; восстановление ложбин, раскрытие понижений и западин глубиной 0,15...0,5 м при площади более 0,1 га и при большей глубине независимо от площади, ложбинами или колодцами-поглотителями с максимальной длиной ложбин 400 м.

Эксплуатация осушительной системы в летне-осенний период отличается большим перечнем работ по 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 т. д. 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 окашивают травяную растительность, 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.

На осушенных торфяных массивах летом создаются условия для легкого возгорания торфяной залежи. Причиной возгорания могут послужить непогашенная спичка или окурки, разведение костров, вылетающие искры из выхлопных труб двигателей, выжигание сорной растительности. 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 сельскохозяйственных предприятий, механиков, трактористов и водителей машин, эксплуатационные мелиоративные организации.

На дренажных системах в летний период проводится промывка коллекторно-дренажной сети, восстановление нарушенных участков, сгущение дренажа в замкнутых понижениях в виде одиночных дренажей, устройство колонок-поглотителей и колодцев-поглотителей, поиск дренажных устьев и обозначение их знаками, очистка дренажных устьев и смотровых колодцев от наносов. Проводится планировка площадей мелиоративной системы длиннобазовым планировщиком с предварительной разработкой пласта в составе комплекса работ по организации поверхностного стока.

На гидротехнических сооружениях проводится заделка стыков железобетонных элементов, штукатурка бетонных частей сооружений, частичная замена элементов, очистка от загрязнений проезжей части шлюзов. Проводят очистку понуров, рисберм и звеньев труб-регуляторов, труб-переездов от земляных наносов и посторонних предметов, удаление сорной растительности. Выполняют восстановление поврежденных элементов эксплуатационной гидрометрии, береговой обстановки, предупреждающих и указательных знаков. На оросительных системах проводится послесезонное техническое обслуживание дождевального оборудования и насосных станций, обследование технического состояния и составление дефектных ведомостей и актов, консервация и постановка дождевальных машин, насосных станций и другого оборудования на зимнее хранение.

---

## Глава 5

# РЕМОНТ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

---

### 5.1. Виды ремонта гидромелиоративных систем

Любая мелиоративная система работает в сложных условиях и подвержена воздействию природно-климатических и искусственных факторов, влияющих на эксплуатационную надежность системы. В условиях длительной и недостаточной эксплуатации происходят изменения продольного и поперечного профилей каналов за счет заиления, размыва, обрушения откосов, осадки грунта и зарастания их травяной и древесно-кустарниковой растительностью.

Зарастание русла гидрофитной растительностью приводит к снижению пропускной способности, повышению уровней воды в каналах и способствует интенсивному заилению. При зарастании откосов древесно-кустарниковой растительностью невозможно выполнять уходные и ремонтные работы по очистке каналов от наносов. Это приводит к повышению уровней грунтовых вод на осушаемой площади, к нарушению оптимальных сроков сева и уборки

---

сельскохозяйственных культур, условий их выращивания и в результате к значительному снижению продуктивности мелиорированных земель.

Для поддержания мелиоративной сети в технически исправном, работоспособном состоянии и для обеспечения ее надежного функционирования проводят техническое обслуживание и ремонт. Состав и объемы работ устанавливают по результатам ежегодных обследований фактического состояния всех устройств сети.

При выборе объектов мелиорации земель для ремонта мелиоративных систем учитывают:

- материалы инвентаризации мелиоративных систем и гидротехнических сооружений;
- данные обследования мелиоративных систем, выполнения работ по техническому обслуживанию;
- соответствие уровней воды на осушенной территории уровням, заданным проектом мелиорации земель;
- наличие подтоплений и неудовлетворительного водного режима осушенных земель;
- результаты ежегодных обследований;
- фактические отметки водоприемников, магистральных, проводящих каналов и регулирующей сети;
- эффективность использования мелиорированных земель.

На мелиоративных системах ремонт их отдельных элементов производится в порядке очередности, установленной проектной документацией.

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

Цель *текущего ремонта* осушительных систем – предотвращение дальнейшего интенсивного износа, 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 перекаты и оползни, ремонтируют крепления откосов,

---

подсыпают дамбы, заделывают ямы и трещины в бетонных сооружениях, заменяют столбики-надолбы и перильные ограждения, ремонтируют крепления входных и выходных частей сооружений, пешеходные мостики и эксплуатационные устройства. На дренажных системах промывают и прочищают отдельные коллекторы и дрены, заменяют неисправные трубки, ремонтируют устья, смотровые и плотительные 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 для восстановления основных физико-технических и потребительских качеств мелиоративных систем, утраченных в процессе эксплуатации. 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. При использовании земель под травы заиливание 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.

К капитальному ремонту мелиоративных систем и их элементов относятся следующие виды работ:

- 1) по водоприемникам, магистральным и проводящим каналам:
    - восстановление проектных параметров водотоков при нарушении пропускной способности русла 20...50 %;
-

- очистка каналов от наносов при заилении или деформации русла 20...50 % поперечного сечения;
- замена или восстановление капитального крепления дна и откосов при деформации или разрушении 20...50 % от общего объема (железобетонные плиты, щебень);

- изменение трасс и продольного профиля водотоков на отдельных участках с восстановлением или заменой регулирующей сети, дополнительное строительство магистральных, нагорных и ловчих каналов до 20 % от общей их протяженности на ремонтируемом участке;

2) закрытая дренажная сеть:

- восстановление нормы осушения на постоянно переувлажненном участке земель площадью до 20 га;

- очистка дренажной системы от заиления и корневых пробок;
- замена разрушенных устьев, смотровых и поглопительных колодцев;

- прокладка новых коллекторов и дрен;

3) сооружения:

- замена железобетонных оголовков и звеньев на трубах-переездах и регуляторах, утративших несущую способность из-за длительной эксплуатации, с использованием при необходимости железобетонных элементов новых конструкций (до 50 % от общего объема сооружения);

- удлинение труб, а также переустройство переездных и регулирующих сооружений, утративших несущую способность, на более совершенную конструкцию;

- дополнение мелиоративной системы переездными сооружениями, если затруднялись работы по вывозу сельскохозяйственной продукции или существовали другие причины;

- перевод трубчатых регуляторов в переездные или наоборот при соответствующем обосновании и согласовании с землепользователем;

- восстановление или замена плит понурной части сооружений и рисберм при разрушении железобетонных плит крепления 20...50 % от общего объема;

---

- ремонт бетонных опор мостов до 15 % от общего объема;
- при необходимости полная замена пролетных строений мостов, шлюзов-регуляторов;
- восстановление несущей способности элементов шлюзов-регуляторов с заменой ослабленных стальных конструкций и затворов;
- 4) дамбы, плотины:
  - восстановление до проектных параметров высоты дамб и плотин в местах просадок, разрушений и деформаций свыше 1 м при наличии таких участков 20...50 % от общей длины сооружения;
  - замена песчано-гравийного или твердого покрытия проезжей части плотин и дамб с приданием профиля проезжей части;
  - уширение гребня дамб и плотин до норм, соответствующих нормативным документам;
  - восстановление или замена капитальных креплений откосов при деформации или разрушении 20...50 % от общего объема (железобетонные плиты, щебень, камень);
  - восстановление дренажа в нижних бьефах плотин с полной или частичной заменой его элементов при их разрушении или деформации 20...50 %.

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 деформациями, которые произошли за годы службы. Критерием для ремонта служит 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 (таблица 5.1).

Таблица 5.1

**Примерная периодичность капитального ремонта, лет**

Сооружения	Примерные средние сроки службы	Примерная периодичность капитального ремонта
Водоприемники осушительных систем: • в минеральных грунтах • в торфяных грунтах	65 45	10 10
Перегораживающие железобетонные, бетонные и каменные сооружения и регуляторы-водовыпуски с расходом, м <sup>3</sup> /с: • > 50 • 10...50 • 1...10 • < 1	60 50 40 20	15 15 10 7
Осушительные межхозяйственные магистральные, нагорные и ловчие каналы без креплений и с креплениями откосов и дна: • в минеральных суглинистых грунтах • в торфяных и легких минеральных грунтах	50 40	10 8
Внутрихозяйственные проводящие, нагорные и ловчие каналы, осушители и собиратели без креплений откосов и дна: • в минеральных суглинистых грунтах • в торфяных и легких минеральных грунтах	30 30	10 8
Внутрихозяйственные проводящие, нагорные и ловчие каналы, осушители и собиратели с креплениями откосов и дна (в том числе одернованные)	30	10

Окончание таблицы 5.1

Сооружения	Примерные средние сроки службы	Примерная периодичность капитального ремонта
Системы двустороннего действия	30	8
Дренаж гончарный: <ul style="list-style-type: none"> <li>• в торфяных грунтах</li> <li>• в минеральных грунтах</li> </ul>	45 60	15 15
Пластмассовый дренаж в торфяных и минеральных грунтах	40	15
Дождевальные машины: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ДМ «Фрегат»</li> <li>• ДДН-70, ДДН-100</li> <li>• КДУ-55М, УДС-25, «Сигма»</li> </ul>	7 7 7	1...2 1...2 1...2
Трубы железобетонные	40	7
Гидрометрические станции на реках и больших каналах	20	3
Дороги: <ul style="list-style-type: none"> <li>• асфальтированные</li> <li>• цементно-бетонные</li> <li>• булыжные</li> <li>• щебеночные и гравийные</li> <li>• грунтовые профилированные</li> </ul>	40 60 30 30 20	10 10 8 5 3
Мосты: <ul style="list-style-type: none"> <li>• металлические</li> <li>• железобетонные</li> </ul>	80 90	20 15
Гидрометрические водомерные посты на каналах	10	2
Гидрологические створы	10	2

*Аварийный ремонт* системы проводят внепланово из-за возникновения аварии. В аварийный ремонт входят непредвиденные и неотложные восстановительные работы по ликвидации разрушения каналов, дамб, дорог, зданий, сооружений и других элементов мелиоративных систем, вызванного паводками и другими стихийными

бедствиями. При аварийном ремонте следует руководствоваться нормативными документами, определяющими порядок установления причин аварии и их ликвидации. Аварийный ремонт проводится по проектно-сметной документации.

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

---

нование системы и перечень обследованных элементов, краткое описание требуемых ремонтных работ, вид ремонта, примерные сроки его проведения.

## 5.2. Ремонт открытой сети

Для организации ремонтных работ необходимо предварительно ознакомиться с проектной документацией, мелиоративной системой или ее отдельным участком, где предстоит выполнять ремонт, установить естественное состояние и условия работы системы на данный период, 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.

В состав мероприятий по ремонту открытой сети каналов мелиоративных систем входят:

- удаление древесно-кустарниковой растительности с откосов и берм;
  - скашивание и удаление травы с откосов и берм, водной растительности из русел каналов;
  - обработка гербицидами кустарника, кустарниковой поросли и водных сорняков (рогоз, камыш, тростник и другая сорная растительность);
-

- очистка каналов от заиления;
- крепление нарушенных участков откосов посевом трав.

Одновременно с очисткой каналов от заиления производят очистку водопропускных сооружений от наносов и мусора. На каналах, принимающих закрытый дренаж, необходимо выполнить работы по восстановлению дренажных устьев.

После очистки канала от заиления следует предусматривать благоустройство приканальной полосы с выполнением следующих мероприятий:

- разравнивания отвалов вынутаго грунта, образующихся при очистке каналов от заиления;
- восстановления существующих и устройства дополнительных воронок стока;
- устройства выводных борозд;
- планировки, дискования, а при необходимости и вспашки в границах производства работ.

Сводка древесно-кустарниковой растительности является первым технологическим этапом при проведении работ по ремонту и реконструкции каналов мелиоративных систем, а также может выполняться как независимый этап при выполнении уходных работ. Она позволяет создать необходимые условия для выполнения последующих технологических операций технического обслуживания открытой сети. Открывается возможность для подчистки русла канала до проектных параметров, восстановления работоспособности дренажных систем, благоустройства приканальной полосы с организацией поверхностного стока и, как следствие, для создания необходимого водного режима на осушаемой территории.

Технологические схемы удаления древесно-кустарниковой растительности с откосов каналов разработаны в зависимости от сложности выполнения работ: отдельно для откосов, заросших кустарником (I группа сложности), и с наличием в заросли мелкоколосья и деревьев (II группа сложности). Выполнение отдельных технологических операций зависит от степени зарастания, характеристики древесно-кустарниковой растительности, способа удаления и утили-

---

лизации, назначения и состояния канала и увязывается с технологией подчистки русловой части и восстановлением профиля.

В целях использования древесины в народном хозяйстве сводку древесно-кустарниковой растительности производят срезкой наземной части ранцевыми кусторезами и мотопилами. Использование срезанной древесины включает заготовку дров и складирование кустарника и древесных остатков от разделки деревьев на площадках, предварительно согласованных с землепользователем, непосредственно на мелиоративных объектах для дальнейшей переработки древесных отходов в щепу мобильными дробилками (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Переработка в щепу древесно-кустарниковой растительности

Удаление древесно-кустарниковой растительности с берм и откосов каналов выполняют в основном ранней весной до начала посевной и осенью после уборки урожая. Независимо от сроков удаления для предотвращения повторного зарастания отрастающие побеги необходимо обработать гербицидами в первый вегетационный период после сводки.

При зарастании откосов кустарником (I группа сложности) сводку надземной части осуществляют ранцевыми кусторезами «Хускварна» или «Штиль» (рис. 5.2). Сведенный кустарник укладывают

---

в кучи на берму и вывозят к местам складирования для дальнейшего использования путем переработки в технологическую щепу. При ремонте каналов с полным восстановлением профиля корневые остатки корчуют кустодером и далее выполняют технологические операции по восстановлению профиля канала и утилизации корневых остатков захоронением. При ремонте каналов без подрезания откосов для разложения корневых остатков отрастающие побеги после сводки обрабатывают гербицидами, производят подчистку русла от наносов, разравнивают кавальеры и устраивают или восстанавливают водосборные воронки и выводные борозды.



**Рис. 5.2. Сводка древесно-кустарниковой растительности кусторезами «Хускварна»**

При наличии в заросли мелколесья и деревьев (II группа сложности) технология сводки древесно-кустарниковой растительности усложняется. Прежде всего с помощью кусторезов срезают кустарник, а затем производят валку деревьев бензопилами (рис. 5.3). Сваленные деревья на берме разделяют на дрова, а вершины и сучья укладывают в ранее сложенные кучи кустарника. Производят сбор и погрузку дров на тракторные прицепы и транспортировку

---

их к местам складирования или непосредственно потребителю. Кустарник и древесные остатки от разделки деревьев вывозят к местам складирования для дальнейшего использования путем переработки в технологическую щепу.



*Рис. 5.3. Валка деревьев на откосах каналов бензопилами*

При ремонте или реконструкции канала с полным восстановлением профиля пни на откосах корчуют одноковшовыми экскаваторами. Затем вычесывают корневые остатки после срезки кустарника. Выкорчеванную массу в течение 2...3 недель просушивают, перетряхивают, сгребают в валы или кучи, вывозят к местам ликвидации и захоронения.

На нарушенных в результате корчевки участках откоса производят комплекс работ по засыпке подкорневых ям, планировке откосов и креплению посевом трав. Уходные работы включают обязательное ежегодное скашивание.

При ремонте каналов без подрезания откосов после валки деревьев на торцы пней сразу же наносят концентрированный (1:1) раствор гербицида для предупреждения интенсивного отрастания поросли и ускорения разложения пней. Обработку пней гербицидами

---

производят после прекращения периода активного сокодвижения весной и до начала массового пожелтения листьев осенью. Эффективность обработки достигается только в случае нанесения гербицида сразу после спиливания пня. Если валка деревьев производится в неблагоприятный период для обработки пней гербицидами (поздней осенью или ранней весной), для предотвращения повторного зарастания проводят опрыскивание пня поросли и отрастающих побегов от срезанного кустарника гербицидами в первый вегетационный период после сводки с помощью ранцевых или тракторных опрыскивателей.

После сводки древесно-кустарниковой растительности производят подчистку русловой части канала до проектных отметок, восстанавливают дренажные устья и благоустраивают приканальную полосу с организацией поверхностного стока.

При необходимости полного восстановления профиля канала планировку откосов и крепление их посевом трав выполняют через 3...4 года после полного разложения пней и корневой системы.

От травяной растительности каналы очищают с помощью машин. Предусматривается использование различного типоразмера мелиоративных косилок в зависимости от ширины окашиваемого откоса, их наличия у подрядных организаций и производства в Беларуси, обеспечивающих максимальную механизацию работ с доработкой откосов в случае необходимости вручную. Для окашивания откосов применяют косилки Л-501Д, КРД-1,5, ОКН-0,5, К-78М (рис. 5.4), а для окашивания берм – АС-1 (рис. 5.5), КДН-210, КРН-2,1. Максимальная ширина окашиваемых откосов – 5,5 м.

В русле каналов произрастают обычно болотные виды растений и водорослей, которые размножаются семенами и корневищами. Основная масса корней и корневищ развивается в слое ила глубиной 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.

---



*Рис. 5.4. Косилка роторная К-78М для окашивания откосов*



*Рис. 5.5. Косилка роторная АС-1 для окашивания берм*

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.

При необходимости доработки откосов на участках, недосягаемых для рабочих органов косилок, и при окашивании низа русла каналов применяются ручные косы или мотокосы типа «Хускварна». Ручное окашивание применяют также при минимальной полосе зарастания откоса до 0,45 м, поскольку применение механических косилок в этом случае экономически неэффективно.

Перед окашиванием каналов необходимо тщательно осмотреть бермы и откосы, удалить с них камни, металлолом, пни, древесные остатки, древесно-кустарниковую растительность с диаметром стволов на уровне корневой шейки более 20 мм и другие посторонние предметы, которые препятствуют бесперебойной работе и могут вызвать поломку косилок. Нужно обозначить вешками плохо заметные сооружения и труднодоступные места (дренажные устья, знаки береговой обстановки, укрепленные водосбросные воронки, крупные промоины и т. д.) и предупредить о них тракториста-машиниста. Удаление с берм и откосов посторонних предметов выполняют не ранее чем за 2 дня до начала скашивания, чтобы избежать повторного зарастания.

До начала производства работ выбирают наиболее подходящие технологические схемы в зависимости от ширины окашиваемых

---

откосов на объекте, определяют потребность косилок, исходя из наличия и технических параметров, и на основании этих данных формируют бригады. Составляют схему перемещения машин по объекту с учетом расположения переездов и посевов на прилегающих площадях, с тем чтобы исключить или свести к минимуму холостые переезды и повреждения сельскохозяйственных культур.

Работы по окашиванию проводят в такой последовательности: сначала окашивают бермы, а затем откосы каналов. При широких откосах их окашивают полосами за несколько проходов: верхнюю, затем среднюю и нижнюю часть откоса (рис. 5.6).



Рис. 5.6. Окашивание растительности на откосах и бермах каналов

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 (рис. 5.7).

---



Рис. 5.7. Подборка скошенной растительности

Высота среза травостоя на хорошо спланированных поверхностях каналов и дамб не должна превышать 80 мм, при наличии кустарниковой поросли – 120 мм. При окашивании каналов и дамб нельзя повреждать дернину.

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.

При зарастании русла канала сорной и высокостебельной гидрофитной растительностью применяют гербициды с содержанием глифосата. Обработку производят после окашивания откосов в соответствии с технологической картой обработки гербицидами каналов мелиоративных систем. Скашивание отмершей растительности выполняют не ранее чем через 2...3 месяца после обработки или при повторном окашивании откосов канала ранцевыми мотокосами типа «Хускварна» с одновременным удалением скошенной массы на берму.

При необходимости очистки канала от наносов удаление отмершей растительности из русла после обработки гербицидами производят при выполнении этой технологической операции без проведения окашивания.

Технология производства работ по удалению водной растительности (рис. 5.8) 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.



**Рис. 5.8. Окашивание водной растительности в водотоках и водоемах плавучей косилкой**

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 месте, где косилка оказалась в момент 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 отнести использование растительноядных рыб – белого амура, обыкновенного и пестрого толстолобика. Этот способ дает высокий экономический эффект, так как растительность легко уничтожается, 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. 5.9) 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 удалить наносы по всему его поперечному сечению. Если с одной позиции удаляется только часть поперечного сечения слоя наносов, очистку проводят в два и более проходов машины.

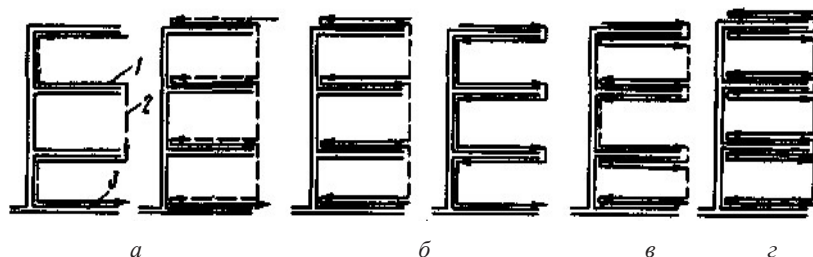


Рис. 5.9. Схемы рабочих перемещений экскаваторов и каналоочистителей:  
а, б, в, г – соответственно при одном, двух, трех и четырех проходах;  
1 и 2 – рабочее и транспортное перемещения; 3 – канал

Для очистки мелиоративных каналов от наносов в республике используют в основном имеющиеся в мелиоративных организациях

---

одноковшовые экскаваторы ЭО-3211Д, ЭО-4111В, ЭО-4112, ЭО-3223 (рис. 5.10), EW-1400 и другие с механическим и гидравлическим приводом, а также универсальные каналоочистители ОКН-0,5 на базе тракторов МТЗ-1221 (рис. 5.11).



*Рис. 5.10. Очистка канала от наносов экскаватором ЭО-3223*



*Рис. 5.11. Каналоочиститель ОКН-0,5*

Применение одноковшовых экскаваторов для выполнения ремонтно-эксплуатационных работ при очистке каналов от наносов определяется их универсальностью, возможностью очищать каналы различных типоразмеров при наличии воды, камней, мягкой и жесткой водной растительности, мелкой древесно-кустарниковой поросли на дне и откосах.

При углублении существующих каналов шириной по дну до 1,5 м нецелесообразно использовать одноковшовые экскаваторы с ковшами общестроительного назначения, так как их применение приводит к габаритным переборам. В этом случае ширина по дну определяется не из расчета гидравлически выгодного сечения, а исходя из технической возможности выполнения поперечного сечения русла соответствующим рабочим органом и его габаритами.

Практически минимальная ширина по дну, которая может быть выполнена экскаватором, принимается из условий минимального наполнения ковша и равна 1,5 высоты ковша «обратная лопата».

С увеличением ширины канала по дну по сравнению с требуемой уменьшается заложение откосов и нарушается устойчивость русла. Кроме того, создаются неблагоприятные условия для его эксплуатации: скорость бытового потока значительно уменьшается, что способствует быстрейшему заилению и зарастанию русла.

В целях повышения производительности проводимых работ и качества очистки каналов одноковшовые экскаваторы оснащаются специальными уширенными очистными ковшами. Особенность работы уширенных поворотных ковшей состоит в том, что процесс разработки наносов и наполнение ковша производится путем заглабления режущей кромки в грунт и последующего поворота ковша вокруг своей оси с помощью гидроцилиндра. Такие ковши особенно эффективны при очистке и углублении каналов с малой шириной дна. При ширине дна 1,0 м и более после заглабления режущей кромки ковш можно подтягивать к экскаватору на ширину дна, а затем производить его поворот.

Применение очистных ковшей обеспечивает выемку наносов с одновременной планировкой дна и откосов, при этом не требуется

---

дополнительная доработка вручную или другими механическими средствами.

При определении периодичности очистки каналов от заиления в первую очередь следует руководствоваться:

- отметками порога существующих переездных и регулирующих водоподпорных сооружений;
- фактическими отметками дренажных устьев и открытой регулирующей сети, при этом запас от дна канала до низа устья закрытого коллектора должен отвечать требованиям ТКП 45-3.04-8, но быть не менее 0,3 м – для каналов с отсутствием меженного стока (ТКП 45-3.04-176);
- величиной заиления.

При устойчивых хорошо одернованных откосах следует предусматривать их максимальное сохранение. Возможно для выравнивания откосов одновременно с подчисткой русла очистными ковшами выполнять локальную срезку неровностей высотой более 10 см и частичную подсыпку понижений грунтом с последующим креплением нарушенных участков посевом трав.

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. д.);
- 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.

В мелиоративном строительстве и при эксплуатации мелиоративных систем в основном используют легкие и средние по классу

---

гусеничные бульдозеры общего назначения с неповоротным и поворотным в плане отвалом ДЗ-42, «Беларус 1502-01», Б10М, Б10МБ. При малых объемах работ применяют бульдозерное оборудование на базе колесных тракторов (очиститель каналов навесной ОКН-0,5, экскаватор-погрузчик ЭП-2620).

К разравниванию грунта, уложенного в кавальер на берму после очистки каналов, приступают в зависимости от вида грунта. Отвалы из суглинков, супесей и пылеватых песков разравнивают через 10...15 суток после его разработки. Не следует оставлять их не разровненными на срок более 20...25 суток. При большей продолжительности в результате чрезмерного высыхания и слеживания грунтов производительность бульдозеров значительно снижается. Торфяной грунт наиболее целесообразно разравнивать через 1...2 месяца после выемки.

При разравнивании и планировке грунта, отсыпанного в кавальер при очистке канала, бульдозер устанавливается на берме в истоке или устье очищенного канала. Отвал бульдозера опускается на уровень опорной поверхности, а затем приподнимается на высоту, равную толщине слоя разравнивания. После установки отвала в рабочее положение бульдозер начинает двигаться вперед вдоль канала с таким расчетом, чтобы захватывался край кавальера, ближний к бровке канала. При наполнении отвала грунтом машинист поворачивает бульдозер под углом 30...45° к оси канала и перемещает грунт в имеющиеся на пути впадины и понижения. В процессе работы не следует допускать перегрузки отвала бульдозера излишним грунтом.

Разгрузив грунт, бульдозер возвращается к началу следующей захватки задним холостым ходом. Для лучшего качества работы отвал бульдозера следует волочить по поверхности, благодаря чему грунт дополнительно разравнивается тыльной стороной отвала. Рабочий цикл повторяется.

Длину захватки выбирают по возможности наибольшей, так как при малой длине захватки увеличивается время на развороты, что приводит к снижению производительности бульдозера.

---

Если ширина кавальера превышает ширину отвала бульдозера, и часть грунта, расположенная ближе к бровке канала, остается неровной после первого прохода, бульдозер повторяет проходы по неровной части с перекрытием предыдущего следа на 0,3...0,5 м.

При разравнивании вынутого из канала грунта производится планировка бермы сквозными проходами бульдозера вдоль канала с обязательным перекрытием предыдущего следа. При ширине основания кавальера менее 1/10 ширины отвала бульдозера планировке бермы выполняют без предварительного разравнивания грунта кавальера. С целью восстановления плодородия почвы в границах производства работ производят вспашку и дискование. При разравнивании кавальеров грунт должен быть уложен равномерным слоем толщиной не более 10 см. Не допускается отсыпать грунт обратно в канал, оставлять на полосе разровненных кавальеров западины, бугры, пни, камни.

Дно канала после очистки должно быть равномерным по ширине, прямолинейным, с плавным радиусом закругления на 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. Допустимые величины отклонения от проектных параметров приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2

**Допустимые отклонения основных параметров каналов  
и способы их контроля**

<b>Контролируемый параметр</b>	<b>Допустимое отклонение</b>	<b>Способ контроля</b>
Смещение фактической оси относительно разбивочной	±20 см	Измеряется с помощью мерной ленты и геодезических инструментов

Окончание таблицы 5.2

Контролируемый параметр	Допустимое отклонение	Способ контроля
Ширина каналов по дну $b = 0,6 \dots 1,0$ м $b = 1,0 \dots 2,0$ м Для водоприемников при расходе воды $q = 10$ м <sup>3</sup> /с $q = 10 \dots 50$ м <sup>3</sup> /с $q > 50$ м <sup>3</sup> /с	±10 см ±20 см  ±20 см ±20 см ±20 см	Измеряется мерной лентой на пикетах и в местах заметных отклонений от проектных размеров
Коэффициент заложения откосов	Увеличение на одну-две градации (0,25...0,5)	Замеряется откосомером на пикетах и во всех местах заметного изменения попереху
Неровности откосов	±10 см	Замеряются линейкой от уложенной по откосу рейки
Расстояние от брови канала до подошвы кавальера	При выемке грунта экскаватором с обратной лопатой не менее 1,5 м	Измеряется с использованием ленты, рулетки или рейки на пикетах
Продольный уклон каналов • минимальный Отклонения отметок дна: • местные недоборы Для проводящих каналов Для водоприемников • переборы, заглубления при расходе воды $q = 10$ м <sup>3</sup> /с $q = 10 \dots 50$ м <sup>3</sup> /с $q > 50$ м <sup>3</sup> /с	0,0003   +8 см не более +10 см  -10 см -15 см -25 см	Нивелировка дна на пикетах и всех заметных неровностей дна от временного или постоянного репера

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. 5.12), поскольку за один проход они могут захватывать и удалять всего  $0,03...0,1 \text{ м}^3$  грунта с 1 м длины канала.



Рис. 5.12. Каналоочиститель с однороторным 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.

При очистке каналов по технологическим схемам 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 мень-

---

ше, чем у грунтов естественного залегания, поэтому рекомендуется применять уширенные ковши увеличенной вместимости с уменьшенным радиусом копания и отверстиями в днище и боковых стенках.

Уширенные ковши обратной лопаты и циркульные ковши 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.

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, 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.

Выполнение работы по удалению наносов, а также при углублении и расширении канала осуществляют за два прохода, когда ширина водотока по верху превышает радиус копания экскаватора. За первый проход, направленный против течения, удаляют грунт до проектной глубины с охватом до  $2/3$  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. После очистки каналов от наносов на нарушенных участках производится крепление берм и откосов каналов посевом трав. В целях создания благоприятных условий для прорастания семян посев трав на нарушенных участках выполняют последовательно одновременно с выполнением работ по выравниванию откосов экскаватором.

Состав работ:

- планировка откосов вручную;
- внесение минеральных удобрений на выровненные нарушенные участки откоса вручную;
- посев трав вручную с равномерным распределением смеси семян раздельно на верхней и нижней частях откоса;
- заделка семян и минеральных удобрений граблями вручную на глубину 0,5...1,0 см.

Бермы засевают после выполнения всех работ связанных с благоустройством приканальной полосы (разравнивание кавальеров, планировка берм, устройство водосбросных воронок, нарезка выводных борозд, а при необходимости вспашка и дискование в зоне производства работ).

Состав работ:

- внесение минеральных удобрений вручную;
- посев трав вручную на берме шириной 1 м с равномерным распределением смеси семян;
- заделка семян и минеральных удобрений граблями вручную на глубину 0,5...1,0 см.

Расчет количества каждого вида удобрений и семян для закрепляемого участка откоса производится в зависимости от расположения и площади участка, доз вносимых минеральных удобрений и норм

---

высева. При креплении берм расчеты производят как для верхней части откоса.

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. 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, установленные по обеим сторонам русла. Рабочие перемещения экскаваторов направлены к истоку 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. 5.13), 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 оседают, а осветленная вода возвращается через водосбросной колодец и водосбросную трубу в очищаемое русло (рис. 5.14). 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 плаву.

---

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



Рис. 5.13. Удаление наносов плавучей землесосной установкой

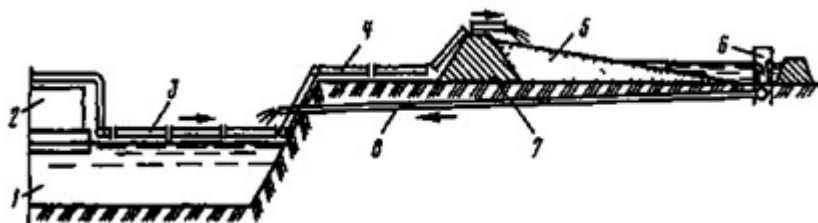


Рис. 5.14. Схема обустройства приканальных площадей при подготовке их для складирования наносов (грунта), удаленных из канала земснарядом: 1 – канал; 2 – земснаряд; 3 и 4 – плавучий и береговой пульпопроводы; 5 – отвал удаленных из канала наносов (грунта); 6 – водосбросной колодец; 7 – дамбы обвалования; 8 – водосбросная труба (лоток)

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, 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 аккумуляирования 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.

### 5.3. Ремонт закрытой сети

Основными элементами закрытой осушительной системы являются закрытые коллекторы и дрены-осушители, устья, смотровые колодцы, колонки-поглотители и т. д. На осушительно-увлажнительных системах закрытые коллекторы и дрены обеспечивают также подачу воды на увлажнение.

В условиях длительной эксплуатации появляются повреждения закрытого дренажа, приводящие (при их несвоевременном устранении) к выходу его из строя:

- заиление коллекторов и дрен частицами грунта и железистыми соединениями;
  - повреждение устьев в связи с размывом откосов каналов;
  - деформация под воздействием промерзания и оттаивания грунта;
  - закупорка устьев и коллекторов корнями растений, мелкими животными;
-

- уменьшение глубины дрен и каналов от осадки торфа;
- сдвиг и просадка отдельных трубок от неравномерной осадки грунта по длине дрен;
- продавливание строительными и сельскохозяйственными машинами;
- нарушение сопряжений устьев, коллекторов и дрен;
- заиливание колодцев, смещение железобетонных колец колодцев, заплывание колодца и полости закрытого коллектора грунтом;
- повреждение и кольматация защитного фильтрующего материала.

В результате повреждений дренажных систем ухудшается водный режим на осушаемой площади, что приводит к снижению продуктивности мелиорированных земель.

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.

Каналы при наличии в них дренажных устьев необходимо обследовать не реже одного раза в год после прохождения весенних паводков. Обычно в этот период происходит самоочистка дренажа от наносов, поэтому в устьях коллекторов и каналах отлагаются выносимые частицы грунта. Если эти наносы своевременно не удалять, устье может оказаться полностью заиленным.

Обследование проводится инженерной службой организаций по эксплуатации мелиоративных систем с составлением акта технического состояния дренажных устьев. В акте отражают наименование объекта и канала, номер коллектора, пикет впадения, конструкцию устья, диаметр устьевой трубы, наличие стока, состояние устья и необходимые мероприятия по восстановлению его работоспособности. Исходными материалами для обследования являются проектная и исполнительная документация с расположением дренажных систем или акты обследования прошлых лет.

---

Расположение дренажных устьев при обследовании определяют по разбитому вдоль канала пикетажу и визуально. В случае если дренажные устья не сохранились или занесены наносами, их местонахождение устанавливают по внешним признакам: выклинивание воды из откоса, отложение железистых соединений на откосе и дне канала, наличие на поверхности откоса промоин, оползание грунта и т. д. В большинстве случаев подобные признаки свидетельствуют также о нарушении соединения устьевой трубы с коллектором. Однако они могут проявляться и как результат заиливания сбросного лотка и устьевой трубы со стороны канала. Для установления истинной причины необходимо очистить сбросной лоток и устьевую трубу от наносов.

Обычно место выхода дренажного устья в канал начинают с поиска сбросного лотка путем зондирования через 10...20 см предполагаемого места его нахождения с помощью металлического щупа или отрывки траншеи в нижней части откоса параллельно водотоку. После обнаружения лотка производят его очистку вручную, начиная от дна канала к устью. Устьевую трубу очищают механическим способом с помощью желобковой лопатки, специального бура или устройства ОД-100 конструкции РУП «Институт мелиорации». Устройство ОД-100 позволяет очищать не только устьевую трубу, но и устьевую часть коллектора.

В зависимости от характера повреждения восстановление работоспособности дренажного устья может производиться без замены его элементов, с частичной заменой и сохранением конструкции или с полной заменой всех элементов без изменения или с изменением конструкции. Работы по восстановлению следует выполнять специализированным звеном в составе двух человек (бригадир – 5-й разряд, рабочий – 3-й разряд) под постоянным контролем инженерной службы.

Вначале выполняют работы по демонтажу поврежденных элементов. При замене устьевой трубы одновременно извлекают 3...4 трубки дренажного коллектора. Для разработки грунта при вскрытии устьевой части используют одноковшовые экскаваторы на пневмоколесном

---

ходу ЭО-2621 или ЭП-2620. Одновременно с демонтажем производят оценку возможности использования отдельных элементов и составляют перечень необходимых материалов индивидуально для восстановления каждого устья.

Перед началом работ по восстановлению дренажных устьев к месту производства работ доставляют необходимые элементы устьев и строительные материалы согласно перечню. Одновременно с доставкой материалов производят сбор и вывозку поврежденных элементов, подлежащих утилизации.

Выполнение работ по восстановлению дренажных устьев при полной замене всех элементов ведется в такой последовательности:

- доработка грунта вручную на 0,1 м ниже проектной отметки под устьевую трубу и сбросной лоток;
  - устройство подготовки из песчано-гравийной смеси толщиной 0,1 м с разравниванием и углублением под устьевую трубу и сбросной лоток под заданную отметку;
  - разработка грунта вручную на дне канала для устройства зуба, предотвращающего сползание сбросного лотка;
  - установка элементов дренажного устья в соответствии с рабочими чертежами;
  - засыпка выемки под зуб гравием диаметром 20...40 мм с разравниванием заподлицо с дном канала;
  - укладка трубок коллектора и устройство соединения с устьевой трубой. Трубки коллектора укладываются с зазором не более 5 мм, стыки обертываются защитно-фильтрующим материалом. Первая трубка коллектора вставляется в устьевую трубу на глубину не менее 10 см, уплотняется защитно-фильтрующим материалом, заделывается цементным раствором и покрывается битумной мастикой;
  - засыпка пазух с уплотнением грунта ручными трамбовками;
  - засыпка дренажного устья с уплотнением грунта;
  - ручная планировка вокруг устья поверхности откоса канала под одерновку;
  - нанесение и разравнивание растительного грунта слоем не менее 5 см при наличии песчаных грунтов в основании;
-

- сплошная одерновка откоса, которая включает заготовку штучного дерна вручную, подноску нарезанного дерна, заготовку спиц из дров, укладку, крепление спицами и обрезку под шнур;
- при расположении устья в тальвегах, лощинах для предотвращения размыва устраивается защитный валик длиной 1,5...2,0 м из минерального грунта с выводом воды по борозде через воронку в канал.

Ремонт дренажа начинают с поиска трассы дренажных линий, которые обнаруживают визуально и зондированием щупом. Трассу дрены на поверхности участка обозначают вехами. Местонахождение дренажной линии может быть определено по более просохшей почве или по более развитой растительности над ней, по наличию полос с примесью почвы из более глубоких слоев, впадин микро-рельефа, по плотности почвы и ее неоднородности. Обнаруженные в процессе обследования устья коллекторов отмечаются по трассе канала вешками.

Техническое состояние закрытой осушительной сети определяется путем визуального осмотра мелиоративного состояния земель на объекте. Наиболее характерные признаки неисправности дренажных систем, выявляемые при осмотре: скопление и застой воды на осушенной площади; угнетенное состояние или гибель посевов сельскохозяйственных культур; медленное просыхание почвы после схода талых вод и в период летне-осенних дождей, прекращение или резкое уменьшение стока воды из отдельных коллекторов; заиливание и разрушение устьев, смотровых и поглощающих колодцев; подтопление устья коллекторов водами водоприемника и т. д. Дополнительно необходимо обследовать с применением диагностического оборудования внутреннее состояние устьевой и прилегающей части коллекторов на наличие заиливания, заохривания, корневых пробок, разрушения или смещения коллекторных трубок.

Диагностику дренажной сети можно выполнить с применением комплекса КСД-160, который представляет собой проталкиваемую систему телеконтроля, состоящую из цветной видеокамеры, стеклопластикового стержня, барабана, блока управления. Комплекс

---

обеспечивает просмотр внутренней полости трубок закрытого дренажа диаметром 50...250 мм (рис. 5.15).

Диагностику коллекторной сети с применением комплекса КСД-16 проводят в следующем порядке. Видеокамеру, установленную на упругом стеклопластиковом стержне, помещают в устье коллектора, вручную подавая стержень в коллектор. Видеосигнал от видеокамеры по проводам, вмонтированным в стеклопластиковый стержень, передается на видеомонитор. Оператор на экране видеомонитора оценивает состояние коллектора в процессе продвижения видеокамеры внутри трубопровода. С помощью КСД-16 можно получить большое количество информации о состоянии дренажа, сохранить полученные изображения для дальнейшего изучения, обнаружить места повреждений дренажных трубок. Результаты обследований заносятся в журнал технического осмотра закрытой дренажной сети.



**Рис. 5.15. Комплекс средств диагностики внутреннего состояния закрытого дренажа КСД-160**

Для обследования внутреннего состояния устьевой и прилегающей части коллекторов можно использовать устройство ОД-100

---

(рис. 5.16). К первоочередным объектам обследования устройством ОД-100 относятся места переувлажнений и вымочек сельскохозяйственных культур, устьевые части коллекторов и смотровые колодцы при их заилении и отсутствии стока при его наличии в близлежащих коллекторах.



Рис. 5.16. Устройство ОД-100

На первом этапе устройством ОД-100 с применением контрольных головок оценивается степень заиления, наличие разрушения или смещения коллекторных трубок в устьевой части. Степень заиления коллектора можно ориентировочно оценивать, сравнивая толщину отложений в дренажных трубках (таблица 5.3) и возможность прохода контрольной головки в его полость.

К примеру, при диаметре коллектора 100 мм в полость труб проходит только головка диаметром 60 мм. Следовательно, ориентировочная степень заиления составляет около 35 %. Контрольными головками можно оценивать места смещения дренажных трубок: при частичном смещении ощущается удар при соприкосновении головки со смещенной трубкой, при более значительном смещении

---

проход контрольной головки невозможен. Если дренажная линия заилилась на всем протяжении, очистить ее можно методами полного вскрытия, отрывки отдельных шурфов и гидравлической промывки.

Таблица 5.3

Степень заилиения коллектора, %, в зависимости от толщины отложений, мм

Диаметр коллектора, мм	Заилиение площади сечения трубы, %										
	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80
	Толщина отложений, мм										
75	7	12	16	19	22	25	32	37	43	50	56
100	10	16	21	25	30	34	42	50	58	66	75
125	12	20	26	32	37	43	53	62	72	83	93
150	15	23	31	38	45	51	63	75	87	99	112
175	17	27	36	44	52	60	74	88	101	115	130
200	19	31	41	51	60	68	84	100	116	132	149

Метод полного вскрытия дренажной линии наиболее трудоемкий, 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 заилении 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.

В ряде случаев выход коллекторно-дренажной сети из строя обусловлен зарастанием полости коллектора корнями растений. Зарастание полости коллектора происходит преимущественно в устьевой части, поэтому в большинстве случаев для восстановления работоспособности коллектора достаточно очистить несколько метров, что можно сделать вручную с помощью корнера (рис. 5.17).



Рис. 5.17. Корнерез

---

Корнерез состоит из ручного привода, спиралей с соединительными муфтами и рабочих органов на конце. При транспортировке спирали укладываются в специальные барабаны.

*Гидравлическую промывку* дренажа можно проводить несколькими способами. Один из них заключается в том, что в верхнем конце дрены отрывают шурф сечением  $2 \times 2$  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 %) и рыхлом заилении полости дренажных труб. Воду в верховье дрены можно также подавать с помощью насоса через пожарный рукав, который под напором плотно прилегает к стенкам трубки, при этом обеспечивается нормальная промывка дренажа.

Наибольшее распространение при промывке закрытых дренажных систем получил механизированный гидродинамический способ с применением дренопромывочных машин. Гидродинамический способ основан на использовании энергии воды. На конце промывочного шланга, вводимого в коллекторную сеть, монтируется размывающая головка. Головка оснащена соплами: передним носовым (размывающим) и 3...6 наклонными тыльными (толкающими и размывающими). Для промывки дренажа в Беларуси используют дренопромывочную машину УПД-120 (рис. 5.18).

Для отыскания мест повреждения, сдвигов и закупорки труб без вскрытия дренажных линий промывочная машина оборудована механическим зондом, механическим шупом и специальной электрической системой. Система включает прибор, сконструированный на базе высокочувствительного трассоискателя, работа которого основана на электроиндукционном принципе (рис. 5.19). С помощью этого прибора по зоне максимального звучания сигнала можно легко найти место остановки наконечника, т. е. место соединения коллектора с дренажной линией, место повреждения или закупорки дрены. Точность определения  $\pm 0,5$  м по длине и  $\pm 0,1$  м по ширине дрены. В месте остановки наконечника отрывают шурф, устраняют препятствие и продолжают промывку.

---



Рис. 5.18. Дренопромывочная машина УПД-120



Рис. 5.19. Поисковый комплект трасс дренажных коллекторов ПУ-2

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 дрен-осушителей применяют шланг диаметром 26 мм с соответствующей насадкой. Число (кратность) промывок зависит от вида и степени заиления, диаметра труб и т. д. (таблица 5.4).

Таблица 5.4

**Количество промывок установкой УПД-120  
в зависимости от диаметра и степени заиления полости коллектора**

Диаметр коллектора, мм	Степень заиления, %		
	< 30	30...50	> 50
	Количество промывок		
75	1	2	2...3
100	1...2	2...3	3...4
150	1...2	2...4	3...5
175	2...3	3...4	4...6
200	3...4	4...5	5...6

Промывку коллекторов осуществляют последовательными проходами (участками). При степени заиления более 50 % от площади сечения коллектора промывают первоначальный участок от устья коллектора длиной 20...30 м, а затем включают лебедку промывочного шланга при работающем насосе и извлекают его примерно до устья коллектора. Затем совершают очередной проход на 40...60 м с последующим извлечением до устья и т. д. При значительной концентрации пульпы длина промываемого участка должна быть уменьшена. В целях увеличения гидротранспорта наносов и лучшей очистки коллектора скорость извлечения шланга должна составлять 20...30 м/мин.

При степени заиления менее 50 % число проходов может быть уменьшено, а их длина увеличена. При этом ведут визуальный

контроль консистенции пульпы, вымываемой из коллектора, оценивая возможность дальнейшего увеличения длины прохода по мутности истекающего из коллектора потока. Промывку прекращают, когда из коллектора начнет поступать светлая вода.

При остановке промывочного шланга вследствие встречи с препятствием его оттягивают обратно на 0,5...1 м и снова проталкивают вперед. Такую операцию проделывают несколько раз, в некоторых случаях поворачивая шланг вдоль продольной оси до преодоления препятствия.

При встрече промывочной головки с препятствием продвижение рукава вперед прекращается. Постепенно повышая давление воды, надо стремиться преодолеть препятствие. Если это не удастся, следует при помощи поискового устройства определить местонахождение закупорки и отрыть шурф. При отсутствии поискового устройства место остановки промывочной головки можно определить по счетчику расстояния или посредством растягивания шланга на длину осуществленной промывки вдоль коллектора (рис. 5.20).



Рис. 5.20. Промывка дрен и коллекторов от наносов  
дренопромывочной машиной УПД-120

---

Обычно длина коллектора превышает длину шланга, поэтому в месте прекращения промывки отрывают шурф и промывку продолжают с новой позиции машины. При промывке дрен, заиленных более чем на  $1/3$  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. 5.21), а второй – для подачи шланга на промывку.

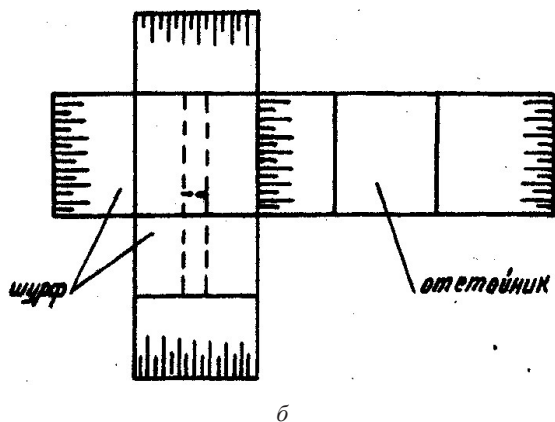
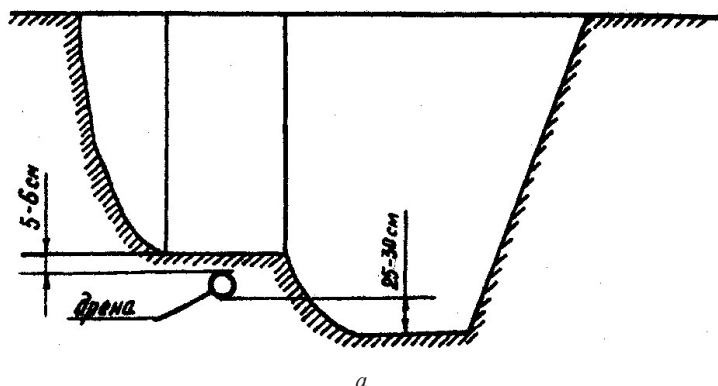


Рис. 5.21. Шурф с отстойником: а – разрез; б – вид сверху

Длина шурфа по дну зависит от глубины залегания дрен и может составлять 0,8...2 м. Сначала отрывают шурф вдоль дрены, а затем отстойник, дно которого должно быть ниже дрены 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 дрены нижележащего 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.

Промывку можно также проводить с использованием промывочной муфты МП-12. На месте закупорки коллектора отрывается шурф. Дренопромывочную машину перемещают к подготовленному шурфу и устанавливают поперек трассы очищаемого коллектора с расчетом, чтобы барабан с намотанным рукавом был в его створе. Вынимают одну трубку из коллектора и вместо нее устанавливают и закрепляют промывочную муфту, через которую проводят дальнейшую промывку (рис. 5.22). После промывки промывочная муфта убирается и коллектор восстанавливается.



Рис. 5.22. Муфта промывочная МП-12

---

На мелиоративных объектах в летний период глубина воды в каналах часто не превышает 5...10 см. При такой глубине заборное устройство дренапромывочной машины не обеспечивает закачку воды непосредственно из канала. В этом случае подвозка воды к установке УПД-120 производится из ближайших водоисточников. С целью создания необходимого объема воды непосредственно в канале применяется мягкая плотина, которая состоит из водонепроницаемого полотна с устроенными по периметру отверстиями, из штырей для крепления передней части полотна ко дну и откосам канала, а также из троса, расположенного в отверстиях верхней части полотна (рис. 5.23).



Рис. 5.23. Мягкая плотина

Применение мягкой плотины в случае установки непосредственно у коллектора позволяет исключить из бригады трактор для подвозки воды, что снижает стоимость промывки на 30 %.

---

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 м<sup>3</sup>, в зависимости от кратности промывок (таблица 5.5).

Таблица 5.5

Расход воды (м<sup>3</sup>) для промывки 100 м коллектора

Диаметр коллектора, мм	Степень заиления, %		
	< 30	30...50	> 50
	Расход воды, м <sup>3</sup>		
75	0,5...1,5	1,5...2,5	2,5...3,5
100	1,5...2,5	2,5...4,0	4,0...6,0
150	2,0...4,0	4,0...8,0	8,0...10,0
175	4...6	6...12	12...14
200	6...8	8...14	14...20

При промывке коллекторов установкой УПД-120 следует применять направляющее устройство, изготавливаемое на ОАО «Пинский завод СММ» (рис. 5.24). При наличии двух направляющих устройств (УНТ-6 постоянно закреплено на установке, а направляющее конструкции ОАО «ПЗ СММ» – сменное) можно с одной стоянки промывать коллекторы по обе стороны канала, что повышает производительность установки УПД-120.



**Рис. 5.24. Промывка дренажных коллекторов с применением направляющего устройства**

Поврежденные участки пластмассового дренажа (местные разрушения и переломы) вскрывают шурфом, вырезают и на их место также укладывают новые отрезки труб того же диаметра. Участки труб с закупоренными перфорационными отверстиями удаляют и на их место укладывают новые трубы с большей водоприемной поверхностью. Во всех местах, где производится ремонт или замена пластмассовых дренажных труб, необходимо особое внимание уделять тщательности исполнения соединений. Замененные участки труб обертывают по всей поверхности хорошо фильтрующим материалом. После выполнения работ дренажные трубки, а при их разрушении и отсутствии необходимого диаметра полиэтиленовые фитинги устанавливают на место, стыки оборачивают защитно-фильтрующим материалом и пригружают растительным грунтом.

Заключительным видом работ является засыпка шурфов. Данная операция выполняется после оценки качества ремонтных работ комиссией с присутствием специалиста по техническому надзору.

При обратной укладке вынутых из шурфа труб необходимо соблюдать следующие требования:

- основание ложа труб должно иметь утрамбованную гравийную или песчаную подготовку;
- стыки труб должны быть обернуты по всему периметру фильтрующим материалом;
- укладываемые трубы должны плотно прилегать к нетронутым трубам коллектора;
- засыпка уложенных труб растительным грунтом должна иметь высоту слоя не менее 20 см и производиться вручную.

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 перевозку 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 закрытых осушительных системах выполняет комплекс разнообразных работ, которые проводят на основе составленного проекта.

При обследовании смотровых колодцев первоначально визуально оценивается состояние надземной части: наличие крышек; сдвинутость или деформированность верхних колец. Качество заделки швов звеньев колодца и наличие в них трещин устанавливаются по просачиванию воды и разжиженного грунта или по наличию следов просачивания.

Степень заиления смотрового колодца определяется с помощью мерной рейки исходя из следующих показателей:

---

- незаиленный (толщина наилка от дна колодца до 5 см);
- заиленный (толщина наилка доходит до низа отводящей дренажной трубы);
- сильно заиленный (толщина наилка выше верха отводящей дренажной трубы).

При этом дополнительно отмечается, какими посторонними предметами (строительный мусор, отложения травяной растительности и т. д.) засорен смотровой колодец и как влияет засорение на проточность воды.

Отмечаются следующие возможные положения уровня воды в смотровом колодце:

- ниже низа дренажной трубы;
- на уровне низа дренажной трубы;
- в пределах поперечного сечения отводящей дренажной трубы;
- выше верха отводящей дренажной трубы с определением величины превышения с помощью мерной рейки.

Также отмечается, имеется или отсутствует проточность воды в колодце.

Ремонт смотровых колодцев производится после освобождения их от воды и от наносов. Обычно причиной интенсивного заиления является поступление частиц грунта через зазоры между железобетонными кольцами, некачественное сопряжение дренажных труб со стенками колодцев или повреждение коллекторных труб. Зазоры между кольцами заделывают цементным раствором. Если установлен отрыв верхнего кольца колодца вследствие морозного пучения, необходимо заменить грунт засыпки внешней стороны колодца на другой сыпучий материал, не подверженный морозному пучению.

Ремонт смотровых колодцев включает также замену поврежденных крышек и разрушенных железобетонных колец, заделку частичных повреждений бетонной стенки колодца цементным раствором, устранение промоин и просадок в месте соединения с трубками коллекторов. Места промоин и просадок раскапывают, выравнивают и трамбуют ложе под трубы коллектора. В случае просадки или

---

разрушения коллекторных трубок на насыпном грунте сопряжение колодца с коллектором желательно выполнять при помощи полиэтиленовой или асбестоцементной трубы (длиной около 1,5...2,0 м). При этом один конец трубы должен входить в отверстие колодца, а другой – опираться на ненарушенный коренной грунт, чтобы гончарные трубки укладывались уже за пределами насыпного грунта. 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.

При отсутствии крышек на смотровых колодцах неисправности возникают в результате их захламления, закупорки снегом или льдом, что приводит к заилиeniu и разрушению выходящих из них трубных соединений. В данном случае необходимо очистить, отремонтировать колодец и установить новую крышку.

Поглощающие колодцы при ремонте очищают от заилиения и при необходимости заменяют отдельные элементы. Для очистки смотровых и поглощающих колодцев от наносов используют специальные машины (рис. 5.25).

Перед запуском в работу машины закрывают пробками входную и выходную трубки дренажных коллекторов. Затем опускают в колодец промывочный 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 наносов и мусора, которую после заполнения извлекают на поверхность для опорожнения. Емкость поднимают и опускают на дно грузоподъемным оборудованием.

Наиболее характерные причины неудовлетворительного состояния колодцев и мероприятия по их восстановлению представлены в таблице 5.6.

---

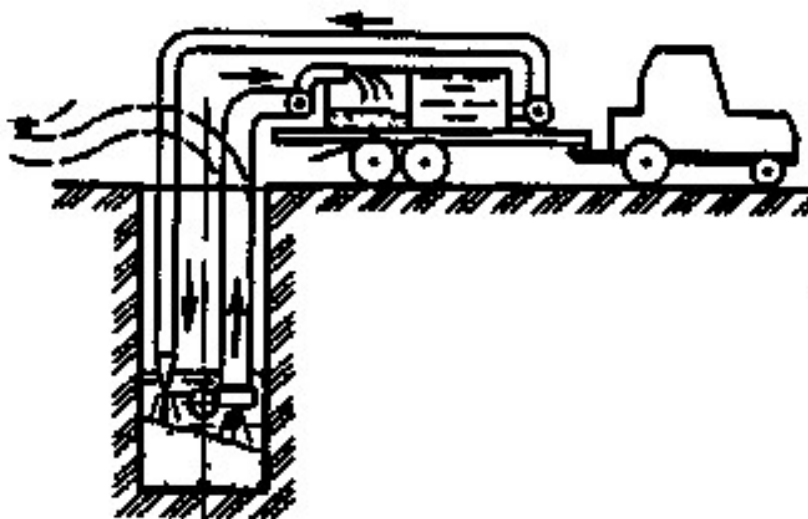
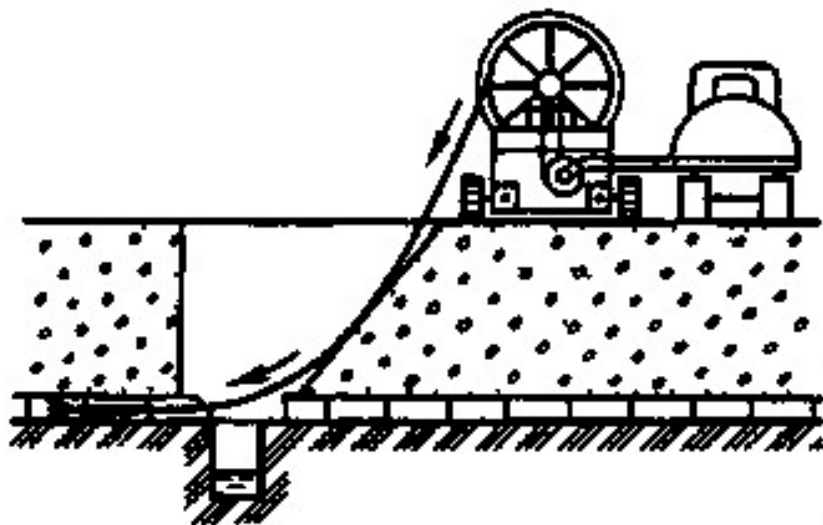


Рис. 5.25. Очистка смотровых колодцев от наносов

Таблица 5.6

**Характерные причины неудовлетворительного состояния  
смотровых колодцев и мероприятия по восстановлению  
их работоспособности при техническом уходе**

<b>Неисправности элементов дренажной сети</b>	<b>Причины неудовлетворительного состояния (неисправности)</b>	<b>Мероприятия по восстановлению технического состояния</b>
Повреждение колодца	Отрыв верхнего кольца вследствие морозных пучений	Откопать колодец, восстановить заделку стыков между кольцами, очистить колодец от наилка, выполнить обратную засыпку из фильтрующего материала
Засорение колодцев мусором, заилиение. Образование промоин и провалов вокруг колодцев и их заилиение	Нарушение правил эксплуатации, отсутствие крышки. Вынос грунта обратной засыпки в полость колодца через неплотные стыки колец или вследствие деформации верхнего кольца	Очистить колодец, восстановить крышку. Откопать колодец, восстановить заделку стыков между кольцами, очистить колодец от наилка, выполнить обратную засыпку из фильтрующего материала, установить или заменить верхнее кольцо, установить крышку
Нарушение соединений дренажной трубы с коллектором	Применение коротких труб, недостаточное уплотнение пазух, замерзание трубных соединений при отсутствии крышки в колодце, деформация колодца вследствие морозных пучений	Откопать колодец, восстановить заделку стыков между кольцами, очистить колодец, заменить трубные соединения, выполнить обратную засыпку колодца фильтрующим материалом.
Заилиение дренажных труб	Нарушение правил эксплуатации. Вынос грунта обратной засыпки в полость колодца. Вынос грунта из коллекторной сети	Очистка шанцевым инструментом, устройством ОД-100, промывка
Скапливание поверхностной воды вокруг колодца	Закольматирование фильтрующей засыпки. В результате обработок почвы отсутствие притекания к колодцу воды. Выполнение колодца не в самом низком месте поверхности	Замена фильтрующей засыпки вокруг колодца. Планировка поверхности вокруг колодца

## 5.4. Ремонт гидротехнических сооружений

Ремонт гидротехнических сооружений на мелиоративных системах проводят для устранения возникающих повреждений и деформаций. Различают следующие виды повреждений бетонных элементов гидротехнических сооружений: крупные сколы, обломы, выбоины, раковины с обнажением и без обнажения арматуры, обнажение арматуры при тонком защитном слое, участки слабого бетона, выщелачивание с образованием каверн и пустот, износ поверхности бетона с обнажением и без обнажения арматуры, шелушение, трещины. 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, инъекцированием, 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. При напоре до 1 МПа торкретирование проводят в два намета общей толщиной 25 мм, а при напоре до 2 МПа – в три намета общей толщиной до 30 мм. Каждый последующий слой наносят после схватывания раствора. Перед нанесением следующего слоя поверхность предыдущего обдувают сжатым воздухом и смачивают распыленной струей воды. Торкретные покрытия обычно не затирают. Торкретный слой, работающий на отрыв, армируют стальной сеткой. При необходимости поверх торкретного слоя наносят битумную гидроизоляцию.

*Инъекцирование* – 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, кольматирующие верхний слой бетона, прочность которого возрастает почти в два раза. В качестве флюата используют кремнефтористый магний в виде 20%-го водного раствора. Наносят его на очищенную поверхность в три слоя с интервалом 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/м<sup>2</sup>, или в пересчете на сухую соль 225...250 г/м<sup>2</sup>. Флюатирование следует повторять через 4...5 лет.

*Пропитка* – гидроизоляционная защита бетонных элементов от воздействия агрессивной среды. Для пропитки бетонных и железобетонных изделий применяют термопласты, жидкие синтетические смолы (стирол, метилметакрилат, эпоксидные олигомеры и т. д.), каменноугольные пеки и петролатумы, которые разжижают нагреванием (100...200 °С) или введением растворителей. Пропитку бетонных элементов (блоков), идущих на замену поврежденных, проводят в ваннах или автоклавах, где их выдерживают до достижения заданной глубины пропитки.

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

Поверхностные волосные трещины с раскрытием менее 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, АУГ-3 и другие, которые обеспечивают комплексную механизацию различных видов работ (таблица 5.7).

Таблица 5.7

**Виды работ, производимых специальными ремонтными агрегатами**

Вид работ	АРС-2	АУГ-1	АУГ-2	АУГ-3
Уплотнение грунта и бетона	+			
Приготовление бетонной смеси	+			
Водоотвод из котлованов, смотровых колодцев	+	+	+	+
Освещение рабочей площадки	+			
Электросварка	+			+
Подъем-опускание затворов шлюзов-регуляторов		+	+	+
Побелка	+	+	+	+
Покраска	+	+	+	+
Нарезка дерна		+	+	+
Устройство скважин в подошве откосов для установки колев 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. 5.26), предназначенная для очистки труб-переездов диаметром

300...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-перездов КО работает методом промывки аналогично дернопромывочной машине.

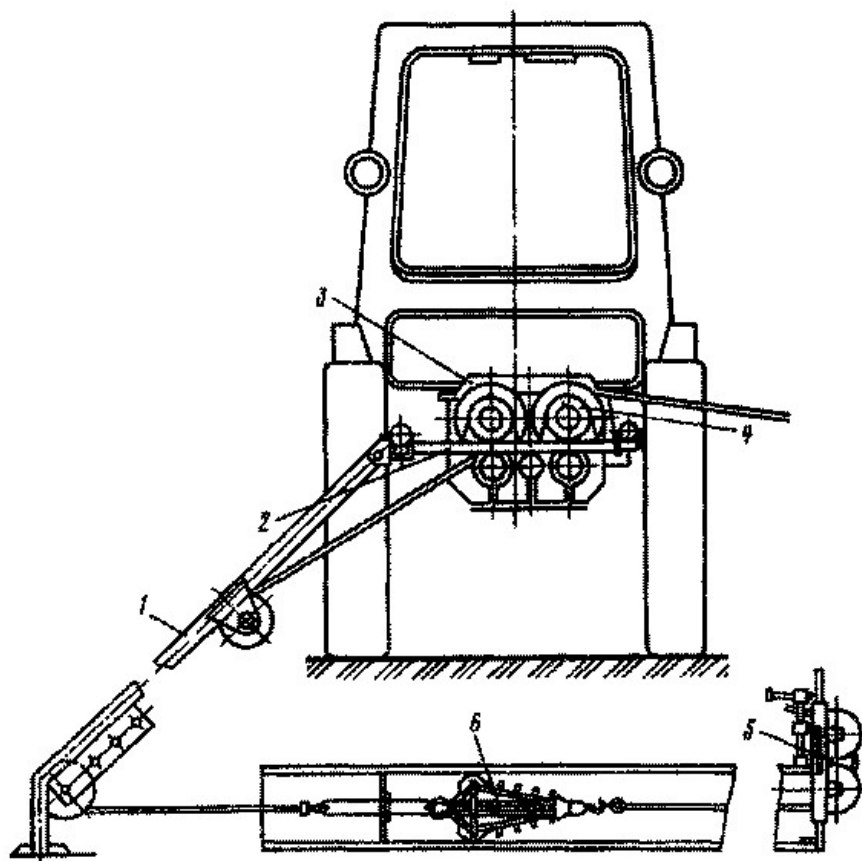


Рис. 5.26. Машина для очистки труб-перездов МОП:  
1 – телескопическая стрела с блоками; 2 – рама; 3 – редуктор;  
4 – лебедка; 5 – направляющее устройство с блоками;  
6 – сменный рабочий орган

Для очистки дюкеров используют ковш-рыхлитель КР-2 (рис. 5.27), который протаскивают с помощью тракторов, расположенных с двух сторон дюкера. Наносы удаляют несколькими возвратно-поступательными перемещениями ковша-рыхлителя.

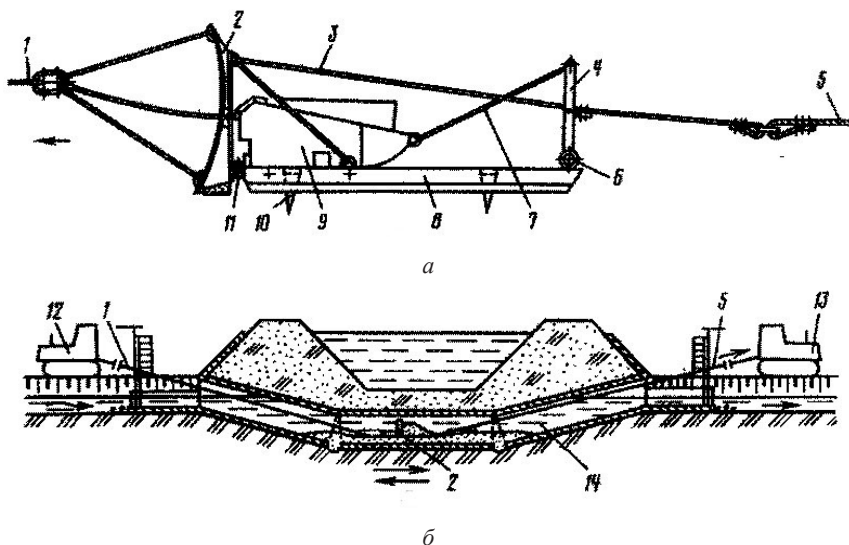


Рис. 5.27. Ковш-рыхлитель КР-2 для очистки дюкеров (а) и (б) схема его рабочих перемещений: 1 и 5 – тяговые тросы; 2 – ковш; 3 и 7 – растяжки; 4 – рычаг; 6 и 11 – шарниры; 8 – рама; 9 – полость; 10 – рыхлящие зубья; 12 и 13 – тракторы; 14 – дюкер

Организации по эксплуатации мелиоративных систем при эксплуатации оградительных дамб оказывают услуги:

- по креплению гребня;
- подсыпке гребня песчано-гравийной смесью;
- регулярному окашиванию откосов, подсыпке нарушенных участков растительным грунтом с подсевом трав;
- устранению обнаруженных повреждений (промоины, ходы землеройных животных, просадки, трещины в теле дамб и другие повреждения);

- периодическим контрольным нивелировкам гребня дамб;
- осмотру сооружений, расположенных на них, откалыванию льда возле затворов регулирующих сооружений, проверке работы подъемных механизмов затворов (перед пропуском весеннего паводка);
- созданию аварийного запаса материалов для оперативной ликвидации возможных повреждений;
- круглосуточному наблюдению за состоянием дамб и сооружений на них при прохождении паводков;
- обеспечению заполнения польдеров через регулирующие сооружения (на затопливаемых польдерах);
- осмотру сооружений, расположенных на них, после прохождения паводка.

При текущем и капитальном ремонте земляных дамб обвалования выполняются следующие виды работ:

- досыпка гребня и тела до проектных отметок;
- заделка продольных и поперечных трещин и пустот с помощью устройства замков из такого же грунта;
- досыпка суглинком (кольматаж) верхового откоса при наличии недопустимой фильтрации;
- ремонт крепления откосов;
- одерновка и посев трав;
- расширение профиля с помощью призм, присыпаемых к низовому откосу;
- разборка дренажа, сортировка, промывка и укладка дренирующих материалов по фракциям с дополнением недостающего материала и приведением дренажных призм в соответствие с проектом;
- устройство или восстановление двухскатной (выпуклой) формы проезжей части дамбы;
- покрытие полотна дороги.

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. 5.28, 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. 5.28, б).

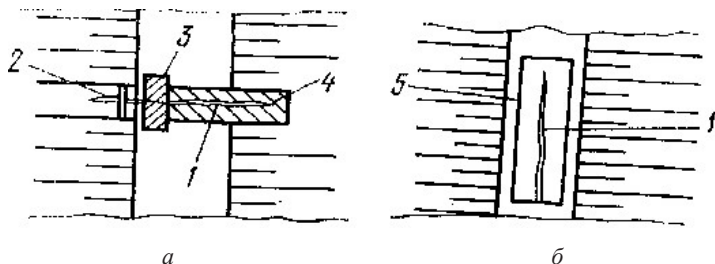


Рис. 5.28. Заделка трещины в земляной дамбе: а – поперечной; б – продольной; 1 – трещина; 2 – шпунт; 3 – замок; 4 – траншея; 5 – контур траншеи

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, на мокрый откос укладывают пленку или брезент и под их защитой по отдельным участкам отрыывают 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. д. 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 дамб и мелиоративных каналов при значительных объемах работ проводят механизированным способом после углубления, уширения и очистки русел, подсыпки тела дамб, восстановления поврежденных участков откосов. Для восстановления проектного профиля откоса и устранения неровностей его поверхности проводят ремонтную планировку. В местах деформаций (оползни, каверны, ямы) 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 перемещении базовой машины по берме канала. Для удержания растительной смеси 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, травяными коврами, а верхнюю часть – засевом многолетних трав. В неустойчивых грунтах крепление откосов выполняют плитами.

Дерном покрывают только нижнюю часть откосов шириной 0,5...1,0 м. 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, приготовляемую в полевых условиях и отсыпаемую слоем 4...6 см с помощью тракторных прицепов-разбрасывателей, перемещающихся по берме вдоль откоса (рис. 5.29).

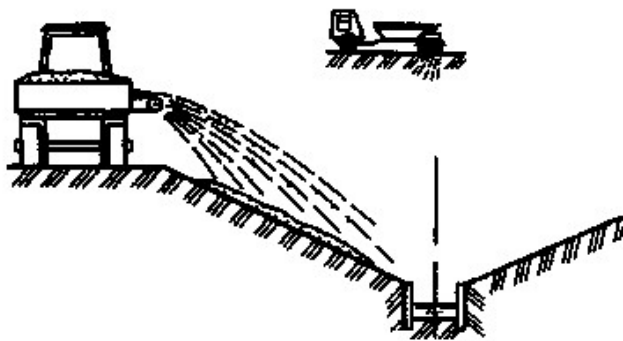


Рис. 5.29. Отсыпка на откос почвенного грунта, семян, удобрений или их смеси

Менее трудоемка и более механизирована технология посева многолетних трав с применением гидросеялок МК-14А-1 и ПО-2А (рис. 5.30).

Перед гидропосевом проводят планировку и рыхление откосов, на их песчаные, супесчаные и глинистые участки подсыпают растительный грунт слоем 4...6 см. Планировку откосов выполняют экскаваторами, тракторами и каналоочистителями со специальным оборудованием, а также автогрейдерами.

Для крепления (залужения) откосов мелиоративных каналов необходимо выбирать травы, отличающиеся неприхотливостью к почвенным условиям, достаточной засухоустойчивостью и морозостой-

---

костью, а также способностью эффективно прорасти в условиях закрепления откосов грунтосвязующими веществами. До посева семена необходимо проверять на всхожесть.

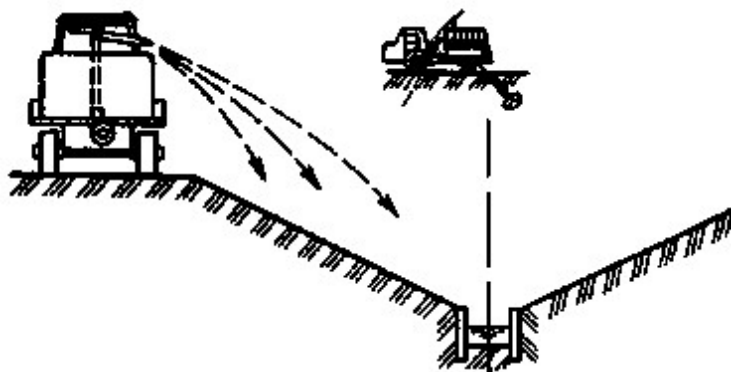


Рис. 5.30. Нанесение на откос растительной гидросмеси

Одновременно с посевом семян трав вносят минеральные удобрения, в состав которых могут входить суперфосфат ( $30 \text{ г/м}^2$ ), аммиачная селитра ( $60 \text{ г/м}^2$ ), хлористый калий ( $20 \text{ г/м}^2$ ) и т. д.

Компоненты растительной гидросмеси дозируют в зависимости от физико-механических свойств грунтов откоса, его крутизны и периода проведения работ в течение года.

Для откосов с торфяным и минеральным грунтом, подсыпанных растительным грунтовым слоем толщиной 4...6 см, при коэффициентах заложения откосов более 1,75, т. е. отсутствии опасности эрозии откоса и смыва семян, рабочую смесь для гидропосева составляют из воды, семян многолетних трав и минеральных удобрений.

Глубина заделки семян зависит от почвенных условий. На увлажненных почвах она должна быть минимальной, а на легких, быстро пересыхающих – максимальной. С учетом этого мелкие семена трав (клевер, тимофеевка и т. д.) заделывают на глубину 1,0...1,5 см, а крупные (кострец, овсяница, райграс) – на глубину 2...4 см. Семена в почву заделывают сцепленными легкими зубчатыми боронами,

---

которые входят в комплект гидросеялки, и в процессе работ их с помощью троса присоединяют сзади.

Крутые откосы, а также сложенные из легких песчаных грунтов более других подвержены эрозии. Чтобы предотвратить водную и ветровую эрозию откосов в период после посева трав до образования сомкнутого травостоя, применяют пленкообразующие и мульчирующие материалы. В качестве мульчирующих материалов рекомендуется использовать древесные опилки ( $400 \text{ г/м}^2$ ) или солому ( $200 \text{ г/м}^2$ ), нарубленную до размеров  $1 \dots 2 \text{ см}$ , а также торфокрошку или болотный очес (верхний слаборазложившийся слой торфа) –  $400 \text{ г/м}^2$ . Толщина слоя мульчирующих материалов на откосе должна быть  $4 \dots 5 \text{ мм}$ .

Объектами службы эксплуатации являются административное здание предприятия мелиоративных систем, склады, гаражи, жилые дома, культурно-бытовые помещения, дороги, линии связи и т. д. 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, жилые 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.

---

## Глава 6

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

---

### 6.1. Техническая характеристика оросительных систем

Оросительные мелиорации прежде всего необходимы в тех регионах, где в естественных условиях ощущается постоянный недостаток влаги в почве. В последние десятилетия оросительные мелиорации значительно продвинулись на север, в том числе на территорию Беларуси, 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 1960-х гг. В конце 1990-х ггв 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 элементы первого и второго типов.

По способу водоподачи 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 Беларуси применяют в основном закрытые оросительные системы с механическим водоподъемом и дождевальной техникой, 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 хозяйства) 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 рассоленности почвы, а также избыточных грунтовых вод, чтобы предупредить заболачивание и засоление корнеобитаемого слоя).

Основные требования, предъявляемые сельскохозяйственным производством к оросительным системам:

- 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 по 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 загрязнение окружающей среды (например, при удобрительном орошении, применении пестицидов, 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 аварий и ее неточного распределения. Чтобы эффективнее использовать орошаемые земли, межхозяйственные каналы должны располагаться по границам зем-

---

лепользования. 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 уходных работ и ремонта сети.

## **6.2. Водопользование на оросительных системах**

Водопользование на оросительной системе включает работы по забору воды из источника, по транспортировке ее по оросительным каналам, трубам, по распределению между хозяйствами, по проведению на орошаемых участках необходимых операций по увлажнению почвы в целях 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 на 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, при неудачном выборе способов полива, несоответствии влажности почвы другим факторам жизни растений. Отсюда понятна необходимость тщательного планирования режима орошения, которое выражается в виде составления 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 водоподачи 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 распределением воды на оросительной системе. В связи с этим планирование выполняют в два этапа. Сначала в хозяйствах-водопользователях составляют внутрихозяйственные 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 ее потерь 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 от глубины увлажняемого слоя почвы. Глубина увлажнения 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 размеры, 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 счете целью установления целесообразного режима орошения является не только получение высоких урожаев сельскохозяйственной продукции, но и 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 на его интенсивность;
  - допустимую средневегетационную глубину грунтовых вод; предельные значения общей минерализации поливной воды, соотношения в ней ионов натрия и кальция, рН;
  - допустимое содержание токсичных веществ в почве.
-

Для каждой сельскохозяйственной культуры режим орошения устанавливают с учетом рекомендаций, составленных на основе данных научно-исследовательских учреждений, обобщения передового опыта в орошаемом земледелии для определенной почвенно-климатической зоны или теоретических расчетов.

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

$$M = E - P - (W_{\text{н}} - W_{\text{к}}) - W_{\text{г}}$$

где  $M$  – оросительная норма нетто;

$E$  – суммарное водопотребление за вегетационный период;

$P$  – пополнение влагозапасов от атмосферных осадков;

$W_{\text{н}}$  – влагозапасы в расчетном слое почвы в начале вегетационного периода;

$W_{\text{к}}$  – влагозапасы в расчетном слое почвы в конце вегетационного периода;

$W_{\text{г}}$  – пополнение влагозапасов от грунтовых вод.

При определении величины поливной нормы нетто исходят из ограничительного соотношения

$$m_{\text{нт}} \leq W_{\text{вп}} - W_{\text{пу}}$$

где  $m_{\text{нт}}$  – норма полива нетто;

$W_{\text{вп}}$  – верхний предел допустимых влагозапасов (можно принимать  $W_{\text{вп}} = W_{\text{нв}}$ );

$W_{\text{пу}}$  – предполивный уровень почвенных влагозапасов (содержание влаги в почве перед поливом).

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

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

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

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

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

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

$\gamma$  – плотность сложения почвогрунта в расчетном слое, т/м<sup>3</sup>;

$h$  – мощность расчетного слоя, м;

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

$m_{\text{нт}}$  и  $m_{\text{бр}}$  – поливные нормы нетто и брутто соответственно, м<sup>3</sup>/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 слой почвы (чаще всего 0...50 см). Поливные нормы нетто в таких условиях составляют 100...300 м<sup>3</sup>/га. Оросительная норма может определяться как сумма всех поливных, т. е.  $M = \Sigma m$ . При одинаковых поливных нормах число поливов составит:

$$n = \frac{M}{m},$$

где  $M$  – оросительная норма, м<sup>3</sup>/га;

$m$  – поливная норма, м<sup>3</sup>/га.

Если проводят влагозарядковый полив, число вегетационных поливов равно:

$$n = \frac{M - m_{\text{в}}}{m},$$

где  $m_{\text{в}}$  – норма влагозарядкового полива, м<sup>3</sup>/га.

Необходимый для подачи на орошаемую территорию объем воды ( $V$ , м<sup>3</sup>) за расчетный период (например, декаду) определяют по формуле

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

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, м<sup>3</sup>/га.

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

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

где  $V$  – объем водоподачи за расчетный период, м<sup>3</sup>;

$T$  – продолжительность расчетного периода, сут;

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

$\eta$  – 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 ( $Q^{\text{бр}}$ , м<sup>3</sup>/с) в точках выдела:

---

$$Q^{бр} = Q_{сп}^{нт} + S = \frac{Q_{сп}^{нт}}{\eta_{вх.с}},$$

где  $S$  – потери воды при ее транспортировке по каналам (трубопроводам) от точки выдела до поливных участков, м<sup>3</sup>/с;

$\eta_{вх.с}$  – 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 оно не должно быть ниже 0,85. Если КПД системы внутрихозяйственных каналов оказывается ниже установленных пределов, в плане эксплуатационных мероприятий необходимо предусмотреть снижение потерь воды путем упорядочения водопользования или применения противofiltrационных 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 т. д. 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 ее 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 дождевальнoй машиной, определяется по зависимости

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

где  $F$  – площадь орошаемого поля (нетто), га;

$m$  – поливная норма, м<sup>3</sup>/га;

$\eta$  – коэффициент, учитывающий потери воды на поле при дождевании;

$Q$  – расход дождевальной машины, л/с;

$K_{\text{сут}}$  – коэффициент использования рабочего времени машины, сут;

$K_{\text{м}}$  – коэффициент, учитывающий потери времени по метеорологическим условиям, который определяют по формуле

---

$$K_M = \frac{100 - a}{100},$$

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

Межполивный 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 ( $T_{мп}$ ) может быть определена по формуле (сут)

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

где  $m$  – поливная норма, м<sup>3</sup>/га;

$K$  – коэффициент использования осадков;

$O$  – количество выпавших осадков, мм;

$\varepsilon$  – среднесуточное суммарное водопотребление культуры ( $\varepsilon = e \cdot t$ , 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:

$$t = \frac{m \cdot \eta}{j},$$

где  $t$  – время работы машины (аппарата) на позиции, мин;

$m$  – поливная норма нетто, мм;

$j$  – интенсивность дождя, мм/мин (ее указывают в паспорте машины);

$\eta$  – коэффициент, учитывающий потери воды в процессе дождевания.

Для дождевальных машин непрерывного действия («Фрегат», «Кубань» и т. д.)

$$t = \frac{m \cdot F \cdot \eta}{0,006 \cdot Q},$$

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. При поливах по полосам или затоплением впитывание изучают на поле с помощью прибора Нестерова или на площадках размером  $2 \times 2$  или  $1 \times 1$  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:

$$n = \frac{Q}{q},$$

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 поверхностном 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 ( $F_{\text{см}}$ , га) определяют по зависимости

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

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

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

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

$m$  – поливная норма, м<sup>3</sup>/га;

$\eta$  – коэффициент, учитывающий потери воды.

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

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

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, 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:

- возможности обеспечения равномерного распределения воды на поле и увлажнения расчетного слоя почвы без потерь воды на поверхностный сток и фильтрацию в глубину почвы;
- обеспечения благоприятных условий для механизации обработки почвы и посевов;
- обеспечения бесперебойного круглосуточного проведения поливов и высокой производительности труда поливальщиков;
- возможности механизации и автоматизации поливов, распределения воды в каналах и трубопроводах;
- минимума затрат труда и средств на проведение полива;
- минимума воздействия на уплотнение пахотного слоя, разрушения почвенной структуры и проявления эрозии почвы;
- возможности применения выбранного способа полива в конкретных природных условиях.

Из существующих способов поверхностного орошения наибольшее распространение получили поливные борозды и полосы. Полив затоплением ограничен, применяют его лишь при выращивании риса, промывных поливах, 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 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. д.). 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 необходимого на увлажнение количества воды от планового хозяйство проводит корректировку (изменение) плана водопользования. Она требуется, 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;
- водоносность источника орошения уменьшается, в результате чего снижается водообеспеченность оросительной системы;
- на оросительной системе возникает авария, которая сопровождается длительным уменьшением водоподачи.

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

---

ливного рыхления почвы более чем на 1...2 суток и т. д.), 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 ( $Z_{\text{хоз}}$ ) определяется по формуле

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

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 подачей 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 по 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

$$N = \frac{P \cdot (n + 1)}{100},$$

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

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

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

$$F_{\text{ор}} = \frac{Q_p \cdot \eta_p}{q},$$

где  $Q_p$  – среднемесячный расход реки, м<sup>3</sup>/с;

$\eta_p$  – КПД русла реки;

$q$  – среднемесячный оросительный гидромодуль, м<sup>3</sup>/с на 1 га.

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

$$Q_{\text{сист}} = p \cdot Q_p.$$

---

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 ( $\text{м}^3/\text{с}$ )

$$Q_{\text{бр}} = Q_{\text{нт}} + S,$$

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

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

$S$  – потери воды. По формуле А. Н. Костякова:

$$S = \frac{Q_{\text{нт}} \cdot \sigma \cdot L}{100},$$

где  $L$  – длина канала, км;

$\sigma$  – потери на 1 км канала в % от  $Q$ :

$$\sigma = \frac{A}{Q^m},$$

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  $Q_{\text{бр}}$  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.

Реализацию 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 на 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

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

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

Оценка выполнения плана характеризуется также равномерностью распределения воды по системе и подачи ее хозяйствам, КПД межхозяйственной сети и системы в целом, коэффициентом полезного использования воды, выполнением заданий по сбору урожаев сельскохозяйственных культур. Чтобы повысить КПД каналов

---

и системы, необходимо осуществлять мероприятия по борьбе с потерями воды (бетонные и железобетонные облицовки каналов, покрытия из асфальтовых и других материалов).

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

- опорные – располагают на водосточнике (реке) против течения выше 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 внутрхозяйственной 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 – 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. д. К водомерным сооружениям относятся водомерные пороги, лотки, водосливы, насадки, трубчатые водомеры-регуляторы со сходящимися насадками, открытые и трубчатые регуляторы с водомерными приставками и т. д. Их конструкции и методы учета воды приводятся в специальной литературе.

### **6.3. 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. д. 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, полумы, 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. д.

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 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 вентузы, 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 соединений арматуры.

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

Организации по эксплуатации оросительных систем оказывают услуги:

1) по расконсервации оросительных систем, поливной техники, оборудования и пробному поливу:

- снятию утепления с сетевой арматуры, удалению зимней смазки;
- откачке воды из колодцев (при ее наличии), наполнению трубопроводов водой, по проверке работы арматуры;
- испытанию линий трубопроводов на давление, установленное проектом мелиорации земель (пробный полив);

2) поливу сельскохозяйственных культур:

- разработке календарных планов и технологических карт полива культур на основе водобалансовых расчетов и гидрологического прогноза;
  - уточнению сроков и норм полива в зависимости от складывающейся гидромелиоративной обстановки;
  - скашиванию и уборке растительности с откосов и гребня дамб, плотин, откосов и берм подводящих каналов, вокруг сооружений не менее одного раза за сезон;
  - очистке от наносов dna водопроводящих каналов, понуров, отверстий и рисберм водоподпорных и водорегулирующих сооружений, а также аванкамер насосных станций;
  - содержанию в чистоте и по устранению мелких повреждений зданий насосных станций, подсобных помещений, насосных агрегатов, механизмов, систем сигнализации, автоматики и связи, по благоустройству территорий насосных станций;
  - ремонту и предохранению от ржавчины арматуры на трубопроводах: задвижек, колодцев, гидрантов;
  - организации учета объемов воды на орошение;
  - охране оросительных систем и поливной техники;
-

3) консервации оросительных систем на зимний период:

- удалению воды из трубопроводов и колодцев, ремонту или замене гидрантов, вантузов и задвижек, очистке их от ржавчины и покраске;
- смазке деталей поливной техники, утеплению сетевой арматуры (гидранты, вантузы, задвижки или узлы переключения, колодцы);
- закрытию колодцев крышками, гидрантов и вантузов полиэтиленовой пленкой;
- перевозке передвижных станций к месту хранения, очистке от грязи, по составлению актов обследования и организации ремонта нуждающихся в этом узлов, спуску воды из насосов и двигателей, покрытию металлических поверхностей антикоррозийной смазкой, покраске в необходимых местах, смазке солидолом резиновых и шарнирных соединений;
- очистке от грязи, нумерации резиновых изделий (дождевальные аппараты, насадки, заглушки, манжеты, клиновидные ремни, прокладки и шланги) и по хранению их в помещениях с плюсовой температурой;
- хранению клиновидных ремней в развернутом виде на вешалке;
- демонтажу, очистке от грязи, укладке для хранения, разборке металлических трубопроводов, упаковке их, предварительно промытых в теплой мыльной воде, в деревянные ящики, по хранению на складе с плюсовой температурой резиновых манжет.

#### **6.4. 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 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 Беларуси и близлежащих регионах получила распространение такая дождевальная техника, как ДМ «Фрегат», ДКШ «Волжанка», ДФ-120 «Днепр», ДДН-100, ДДН-70, КИ-50 «Радуга», ДШ-25/300 и т. д.

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

При эксплуатации дождевательной 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 дождевательной техники является ее круглосуточное использование 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. Для дальнеструйных дождевальных машин допустимая скорость ветра составляет 2...3 м/с, среднеструйных – 3...5 м/с, короткоструйных – 5...7 м/с. При скорости ветра более 10 м/с полив следует прекратить, дождевальную машину дополнительно закрепить на месте.

Сравнительно малая мобильность дождевальной техники (особенно широкозахватных машин) из-за больших габаритов, значительная трудоемкость монтажных и демонтажных работ предопределили специфику хранения 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») 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 объемы управления и дождевальная машина должны быть освещены. Не допускается работа поливальщика и монтажника без специнвентаря (плащ с капюшоном или накидка, резиновые сапоги, шлем и куртка). Оператор-машинист не должен находиться впереди движущейся машины, особенно в ночное время. Нельзя проводить дождевание в зоне, где возможно попадание дождя на линию электропередачи. Для работы с электрооборудованием дождевальной машины оператор или ремонтный рабочий должен иметь соответствующий допуск, необходимое оборудование и специнвентарь, включая резиновые перчатки. Нельзя переключать 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 дождевальная машина «Фрегат»** предназначена для полива культур, включая высокостебельные растения (рис. 6.1).

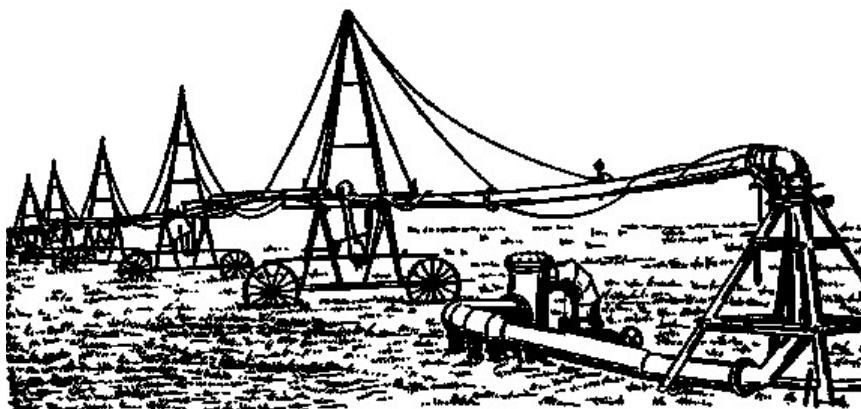


Рис. 6.1. Дождевальная машина «Фрегат»

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.

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 т. д. 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 асбестоцементных 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 остановки, 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 попада-

---

ния 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 продельывают 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 во 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 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, сбой в работе дождевальных аппаратов и сливных клапанов, регулировку систем механической и электрической аварийной защиты, повреждения крепежных деталей и т. д. 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 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 закрепления, состояние защитной смазки, пластмассовых и резиновых деталей, сохранность машины.

При снятии машины «Фрегат» с хранения и при 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. 6.2). 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.

---

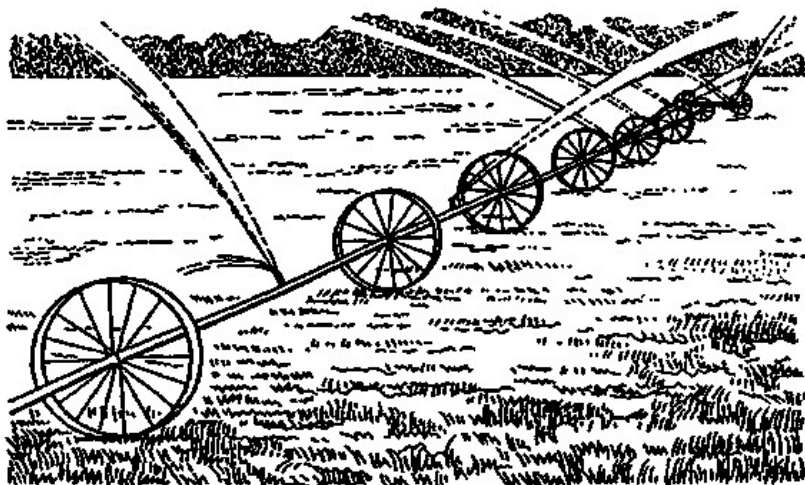


Рис. 6.2. Дождевальная машина «Волжанка» ДКШ-64

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 быть уделено внимание надежности крепления ступиц ведущих колес к секциям трубопровода, так как основная причина искривления трубопровода – проворачивание ступиц ведущих колес вокруг трубопровода во время переездов.

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. 6.3).

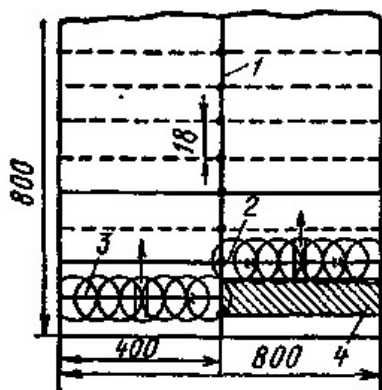


Рис. 6.3. Технологическая схема работы дождевальной машины «Волжанка»: 1 – закрытый или разборный оросительный трубопровод; 2, 3 – первое и второе крыло; 4 – поливаемая площадь (размеры в м)

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 трубопроводе, 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 ежедневным и периодическим обслуживанием, сделать пробный запуск и устранить неполадки в работе.

**Среднеструйная многоопорная дождевальная машина ДФ-120 «Днепр»** (рис. 6.4) 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.

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

После опорожнения трубопровода оператор включает электропривод и переводит машину 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.

---

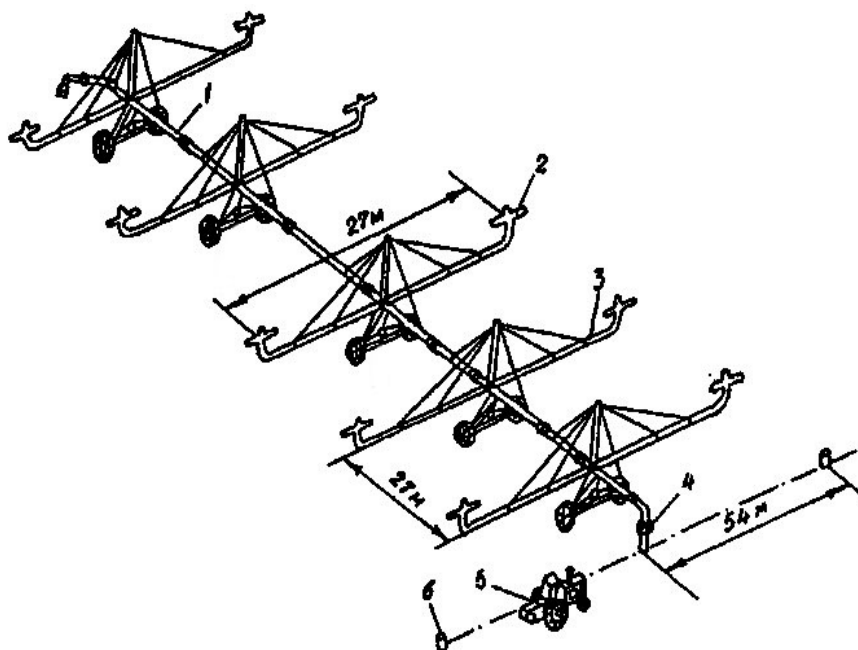


Рис. 6.4. Конструктивная схема дождевальной машины «Днепр»: 1 – водопроводящий трубопровод; 2 – дождевальные аппараты; 3 – фермы-открылки; 4 – водозаборное устройство; 5 – электрическая станция, навешенная на трактор; 6 – гидрант оросительной сети

По окончании полива на одном участке машину переводят в транспортное положение (разворачивают колеса опорных тележек на  $90^\circ$  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, увод опорной тележки в сторону, выход из работы ртутного прерывателя или электромагнитного реле, отказ электромотора, обрыв в цепи управления и т. д. С целью предупреждения и ликвидации неисправностей проводят ежесменное, периодическое и сезонное техническое обслуживание. Ежесменное техническое обслуживание проводят в начале каждой смены. Оно заключается в общем осмотре машины, проверке крепления узлов и механизмов электрической станции.

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

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

**Самоходная многоопорная широкозахватная машина ЭДМФ-800 «Кубань»** (рис. 6.5) представляет собой подвесной трубопровод с насадками, который передвигается фронтально на колесных опорах с помощью дизель-генератора, установленного на центральной тележке. Машина 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 каждую сторону от канала. Одна машина обслуживает площадь 160 га и рассчитана на полив всех культур, в том числе высокостебельных.

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.

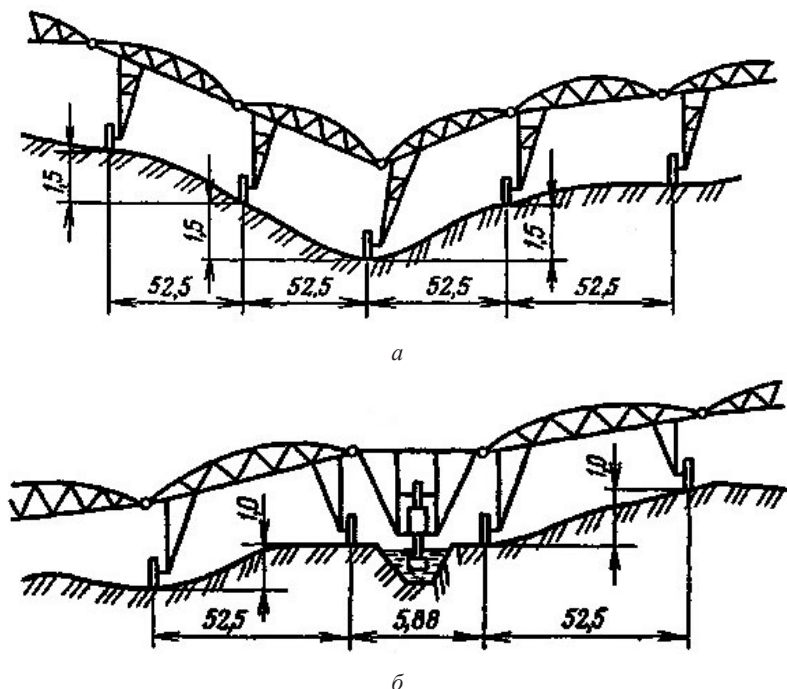


Рис. 6.5. Дождевальная машина «Кубань»: а – уклон между тремя соседними тележками до 0,03; б – уклон в центральной части машины между двумя пролетами (жесткими) по длине 112 м до 0,02 (размеры в м)

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 °С 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.

**Дальнеструйные дождевальные машины ДДН-70 и ДДН-100** (рис. 6.6 и 6.7) 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, полив проводят по сектору.

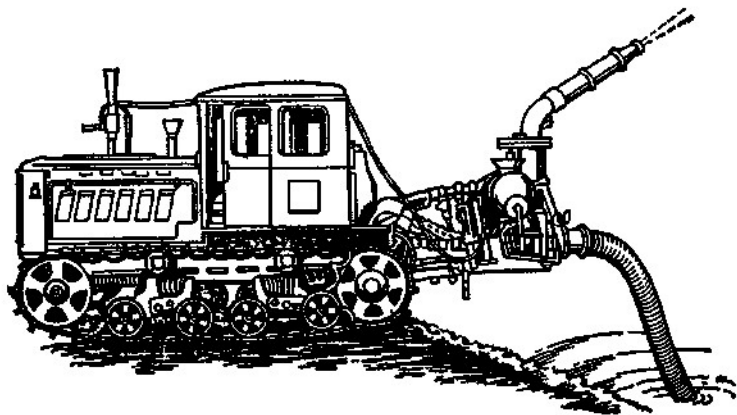


Рис. 6.6. Дальнеструйная дождевальная машина ДДН-70

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.

---

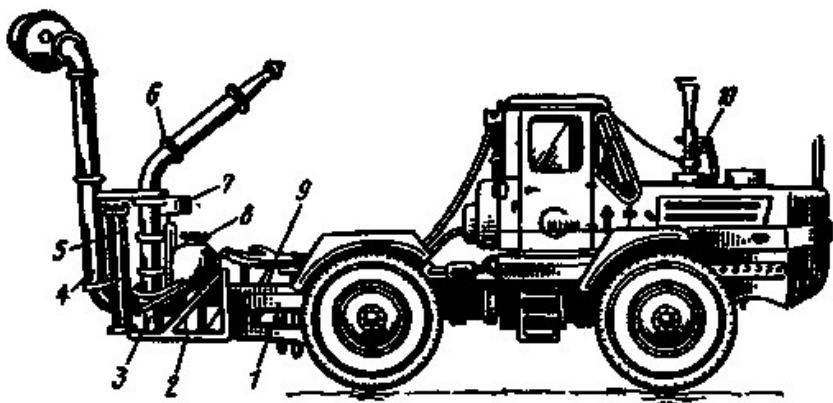


Рис. 6.7. Дальнеструйный навесной дождеватель ДДН-100 на тракторе Т-150 К: 1 – разгрузочные цепи; 2 – рама; 3 – насос-редуктор; 4 – всасывающий трубопровод; 5 – гидроцилиндр; 6 – ствол; 7 – механизм поворота ствола; 8 – приспособление для внесения удобрений; 9 – карданный вал с кожухом; 10 – газоструйный вакуум-аппарат

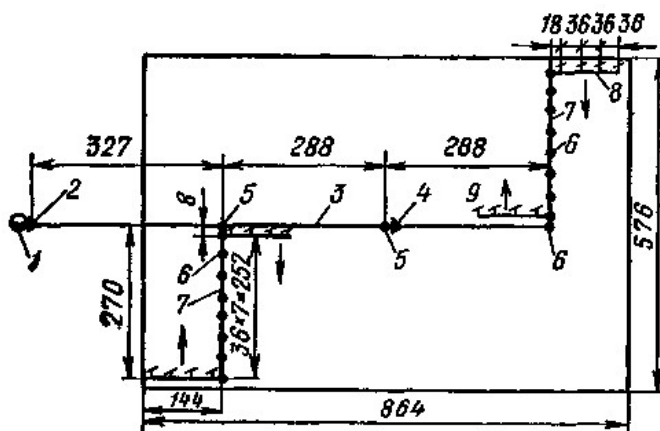
Кроме того, эти машины можно использовать для вегетационных поливов высокорастущих однолетних и многолетних растений во все фазы развития без их механического повреждения.

Основные узлы машины – навесная рама, консольный цилиндрический насос с водозаборной линией, основной одноступенчатый и червячный редуктор, дождевальная аппаратура, устройство для изменения направления вращения дождевального аппарата при поливе по сектору, бак-подкормщик для внесения удобрений с поливной водой.

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.

**Комплект оросительного оборудования КИ-50 «Радуга»** относится к типу переносных с быстроразборными дождевальными крыльями. Предназначен главным образом для полива участков, расположенных вблизи источников водоснабжения с подачей воды насосной станцией СНП-50/80.

В состав комплекта входят магистральный и два распределительных трубопровода, четыре дождевальных крыла, каждое из которых имеет четыре среднеструйных аппарата (*рис. 6.8*). Магистральный трубопровод укладывают на поверхность орошаемого участка на весь оросительный сезон.



*Рис. 6.8.* Примерная схема при поливе установкой КИ-50 «Радуга»: 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 – дождевальное 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  $180 \times 150$  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  $150 \times 125$  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 его обе стороны монтируют распределительные трубопроводы, чтобы один из них был в створе первого гидранта, а другой – в конце магистрали. Сборку начинают с 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, 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 обработавших 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. д.

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. д.;
- держать 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. Дождевальные 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  $10...20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

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. 6.9) 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.

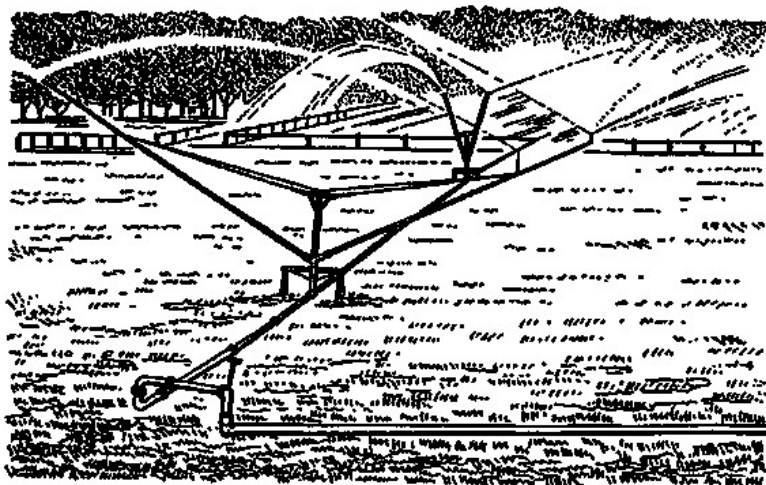


Рис. 6.9. Дождевальная шлейф ДШ-25/300

Карусельный дождеватель «Тимирязевец» состоит из двух алюминиевых трубчатых стволов, один из них оканчивается коротко-струйной дождевальной насадкой с конусным дефлектором, второй конец имеет струйное сопло, которое имеет отклонение от оси ствола на  $3^\circ$ . За счет такого отклонения при выбросе струи создается реактивное усилие, достаточное для вращения карусели с частотой до одного оборота в минуту. Опыт эксплуатации шлейфов показывает, что их выгодно применять на длинных прямоугольных участках.

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. д. 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 расконсервируют, устанавливают снятые на зиму детали,

---

проверяют соединительные узлы, делают пробный запуск в работу, устраняют выявленные неполадки.

Ежесменное техническое обслуживание проводят через 7...10 ч 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, 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.

**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 дождевальному 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 т. д. Основное отличие PZT-67, PZT-75 – возможность поворачивать барабан на любой угол.

**Шланговый дождеватель Baner Rainstar T-61** фирмы BAUER (Австрия) представляет собой колесный штатив с расположенным на нем дальнеструйным аппаратом (рис. 6.10). На дождевальной установке Baner Rainstar T-61 система контроля за основными параметрами полива осуществляется через электронный блок EKOSTAR 4000, что позволяет максимально снизить участие человека. Для поддержания заданного режима полива установкой Baner Rainstar T-61 необходимо постоянное присутствие оператора. Схема полива приведена на рис. 6.11.

Подготовка к работе шлангового дождевателя Baner Rainstar T-61 заключается в проверке работоспособности электронного блока управления, установлении рабочего давления в шинах ходовой техники и проверке (осмотре) на механические повреждения (таблица 6.1).

---



Рис. 6.10. Общий вид дождевальной машины Baner Rainstar T-61

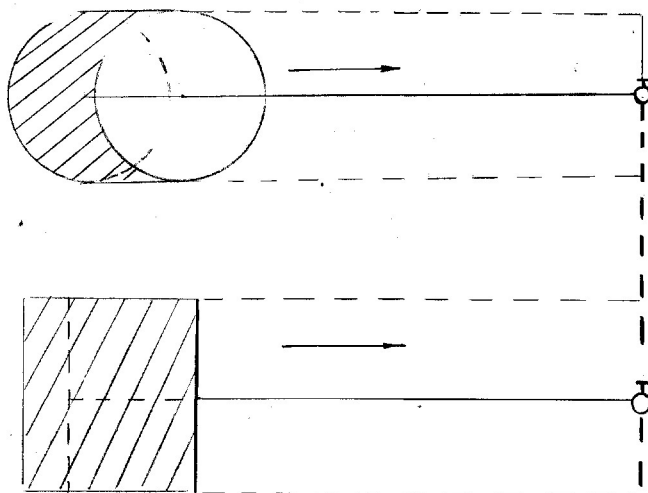


Рис. 6.11. Схемы полива шланговых дождевателей IRRILAND Raptor и Bauer Rainstar T-61

Таблица 6.1

Учет эксплуатационных характеристик дождевальной машины Baner Rainstar T-61 при проведении сезонных работ по консервации и расконсервации

Сборочные единицы		Габариты сборочной единицы в положении зимнего хранения (см) и вес (кг)				Затраты времени (мин)		Применяется при (де)монтаже		Условия хранения			
		Кол-во (шт.)	длина	ширина	высота	вес	монтаж	демонтаж	техника (название машины)	ручной труд (кол-во чел.)	Техника доставки на склад для хранения (название)	отопляемое	неотопляемое
Название сборочной единицы	общее	1	4045	2298	318	2577	180	120	MT3-82	3	MT3-82		+
	подъездит (де)монтажу	1											
Baner Rainstar T-61													

При постановке на хранение разматывается полностью весь шланговый барабан под уклон, чтобы вода слилась со всего шланга. После опорожнения шланга начинается сматывание его на барабан. Подсоединяется карданный вал к валу отбора мощности трактора. При небольших оборотах трактора производится наматывание шланга на барабан с постоянным контролем укладки шланга. После слива воды установка помещается в склад и поддомкрачивается.

**Шланговый дождеватель JRRILAND Raptor** фирмы JRRILAND (Италия) выполнен в виде конструкции, представляющей собой две симметричные консоли с дождевальными насадками, расположенными на колесном штативе (*рис. 6.12*).



*Рис. 6.12. Общий вид дождевальной машины  
IRRILAND Raptor*

Конструкция и принцип работы шланговых дождевателей JRRILAND и Bauer сходны. Оба типа дождевальных установок состоят из дождевателя на колесном штативе, присоединенного к напорному гибкому шлангу, наматываемому на барабан. При вращении барабана происходит наматывание напорного шланга, тянущего за собой штатив дождевателя. Барабан вращается с помощью гидротурбины, работающей за счет давления воды в напорной сети. Различия дождевальных установок JRRILAND и Bauer заключаются в конструкции дождевателей и способе контроля за параметрами полива (расход, скорость движения дождевателя, время его работы). Для поддержания заданного режима полива установкой JRRILAND необходимо постоянное присутствие оператора.

Подготовка к работе шлангового дождевателя JRRILAND Raptor: производится снятие с ручного домкрата, проверка давления в шинах ходовой тележки, установка фильтра (*таблица 6.2*). Технические характеристики шланговых дождевателей представлены в *таблице 6.3*, а схема полива – на *рис. 6.11*.

По окончании поливов и при подготовке к консервации установку располагают на высотной отметке местности. В направлении уклона разматывается и укладывается шланг со всего барабана установки. Сливаются вся вода из шланга. Наматывание шланга на барабан производится с помощью кардана от вала отбора мощности трактора. Смазываются валы шлангоукладывателя, а также все детали согласно схеме смазки на консервацию. Устанавливается установка в склад на винтовые домкраты.

Основной конструктивной особенностью дождевальной машины **Lindsay-Europe Omega Zimmatik** является возможность орошать участки различного контура и способность движения по различным схемам. Дождевальная машина Lindsay-Europe Omega 5-1/2 05 OM 510 (*рис. 6.13*) производится во Франции и предназначена для полива кормовых, зерновых, технических культур, включая высокостебельные, а также многолетних трав, лугов и пастбищ. Конструкция опорной тележки позволяет перемещаться машине фронтально, по кругу, а также по смешанным схемам.

---

Таблица 6.2

Учет эксплуатационных характеристик дождевальной машины JRRILAND Raptor при проведении сезонных работ по консервации и расконсервации

Сборочные единицы	Габариты сборочной единицы в положении зимнего хранения (см) и вес (кг)		Затрагаты времени (мин)		Применяется при (де)монтаже		Техника доставки на склад для хранения (название)		Условия хранения					
	Кол-во (шт.)	общее	подъезжит (де)монтажу	длина	ширина	высота	вес	МОНТАЖ	ДЕМОНТАЖ	техника (название)	ручной труд (кол-во чел.)	отопляваемое	неотопляваемое	на открытом воздухе
Название сборочной единицы	1	1	4138	2213	3025	2845	180	200	МТЗ-82	3	МТЗ-82	+		
Baner Rainstar T-61														

Таблица 6.3

**Технические характеристики шланговых дождевателей  
IRRILAND Raptor и Bauer Rainstar T-61**

Характеристика	Bauer Rainstar T-61		IRRILAND Raptor	
Расход воды, л/с	4,16...16,66		6,82...11,38	
Площадь орошения с одной позиции, га	2,8		2,69	
Число дождевателей	1 (дальнеструйный дождеватель)		1 (консольного типа)	
Габариты в рабочем положении, м	установка	дождеватель	установка	дождеватель
длина, м	4,045	–	4,138	
ширина, м	2,298	1,2...2,0	2,213	60
высота, мм	3,18	1,1	3,025	3,6
длина шланга, м	350		350	
привод	гидротурбина		гидротурбина	
Масса, кг				
без воды	2577		2845	
с водой	4519		4725	
Обслуживающий персонал, чел.	1		1	



Рис. 6.13. Дождевальная машина Lindsay-Europe Omega 5-1/2 05 OM 510

Технические характеристики дождевальной машины представлены в таблице 6.4, схема полива – на рис. 6.14.

Таблица 6.4

Технические характеристики дождевальной машины  
Lindsay-Europe Omega 5-1/2 05 OM 510

Характеристика	Показатели
Тип (марка)	Lindsay-Europe Omega 5-1/2 05 OM 510
Расход, м <sup>3</sup> /ч	69 м <sup>3</sup> /ч
Напор, МПа	0,4 МПа
Число тележек	6
Длина машины, м	294,9 м
Привод	Электропривод от дизель-генератора
Количество дождевателей	93

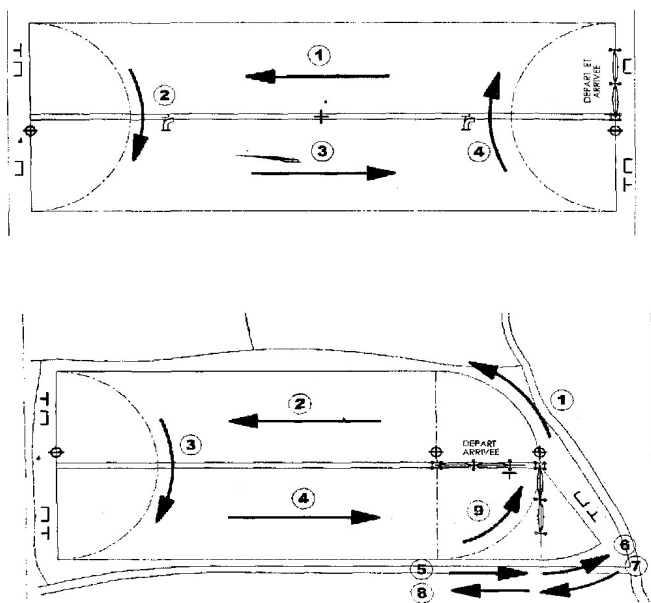


Рис. 6.14. Схемы полива дождевальной машиной  
Lindsay-Europe Omega 5-1/2 05 OM 510

При постановке на хранение машина устанавливается в зоне охраны. Производится демонтаж дождевателей в количестве 93 штук и одного концевой дождевателя. Снимается сливной клапан с консольной трубы, а также концевой дождеватель. Демонтируются электродвигатели в количестве 10 штук, а также карданные валы с мягкими вставками в количестве 16 штук. При помощи автокрана демонтируется дизель-генератор. Снимается система управления. При расконсервации дождевальной машины Zimmatik проводится внешний осмотр и контроль давления воздуха в шинах на опорных тележках. В случае изменения давления производится подкачка воздуха. С помощью автокрана устанавливается дизель-генератор. Проверяется его исправность и проводится техническое обслуживание. Устанавливается система управления. Подключаются все энергонесущие кабели, проводка. Крепятся электродвигатели на опорных тележках и центральной опоре в количестве 10 штук и подключаются к электросистеме машины. Подсоединяются карданные валы с установкой мягких вставок. На центральной опоре выполняются работы по центрированию электродвигателей с редукторами ведущих колес в количестве 4 штук (таблица 6.5).

При подготовке к работе на консольной трубе машины устанавливается концевой дождеватель и сливной клапан. По всей длине дождевальной машины устанавливаются дождеватели в количестве 93 штук. Проверяется правильность подсоединения электрических двигателей и всей электросистемы. Запускается дизель-генератор и производится пробный пуск машины в движении по фронту вперед, назад и по кругу. В процессе эксплуатации особое внимание нужно обращать на мягкие вставки в карданных передачах. Они изготовлены из синтетических соединений и в процессе работы имеют свойство расслаиваться, разрушаться путем выкрошивания (рассыпаются на мелкие фракции). Из-за этого происходит разрушение металлических крестовин. Эта ситуация возникает непредвиденно, так как перед запуском машины все соединения проверяются. Концевой дождеватель часто забивается механическими взвешьями, подаваемыми насосной станцией с водой. Это обуславливает установку фильтра на напорный трубопровод после насосной станции.

---

Таблица 6.5

Учет эксплуатационных характеристик дождевальной машины Lindsay-Eurore Omega 5-1/2 05 OM 510 Zimmatik при проведении сезонных работ по консервации и расконсервации

Сборочные единицы	Кол-во (шт.)		Габариты сборочной единицы в положении зимнего хранения (см) и вес (кг)				Затраты времени (мин)		Применяется при (де)монтаже		Техника доставки на склад для хранения (название)		Условия хранения	
	общее	подъезжит (де)монтажу	длина	ширина	высота	вес	МОНТАЖ	ДЕМОНТАЖ	техника (название)	ручной труд (кол-во чел.)	Техника доставки на склад для хранения (название)		Условия хранения	
													Помещение	
												На открытом воздухе		
Дизель-генератор	1	1	250	150	150	500	150	150	кран	3	T-25	отопляваемое	неотопляваемое	+
Система управления	1	1	200	100	50	130	480	180	T-25	3	T-25			+
Дождеватели	93	93	100	100	50	30	320	320		2	Вручную			+
Концевая на-скалка	1	1	100	50	50	25	140	140	T-25	2	T-25			+
Электродвигатели	10	10	200	100	100	200	1240	1200	T-25	2	T-25			+
Карданные валы и мягкие вставки	16	16	200	100	50	60	1250	1250		2	T-25			+

**Lindsay Greenfield (Mini-Pivot)** – дождевальная машина кругового действия производства США (рис. 6.15). Она оборудована системой дистанционного управления поливом и контроля за влажностью почвы. Представляет собой движущийся по кругу водопроводящий трубопровод, состоящий из отдельных секций ферменной конструкции, шарнирно связанных между собой и опирающихся на 3 опорные тележки с индивидуальным электроприводом и пневмоколесами. Электроэнергия для питания приводов опорных тележек и работы автоматики вырабатывается переносным дизель-генератором.



Рис. 6.15. Дождевальная машина Lindsay Greenfield (Mini-Pivot)

При консервации тележки устанавливают на деревянные стеллажи (широкие доски длиной на всю базу тележки или отдельно под каждое колесо с суммарной длиной на всю тележку).

---

Техническая характеристика дождевальной машины Lindsay Greenfield (Mini-Pivot) представлена в таблице 6.6.

Таблица 6.6

**Технические характеристики дождевальной машины  
Lindsay Greenfield (Mini-Pivot)**

<b>Характеристика</b>	<b>Показатели</b>
Тип (марка)	Lindsay Greenfield (Mini-Pivot)
Площадь орошения, га	4,8 га
Количество тележек, шт.	3
Длина машины, м	101,9
Расход, м <sup>3</sup> /час	25
Напор, МПа	0,27
привод	Электропривод (дизель-генератор)
Число дождевателей, шт.	16

Демонтируются навесные дождеватели в количестве 16 штук и 1 концевой дождеватель. Снимаются электродвигатели в количестве 3 штук и 6 карданных соединений с мягкими вставками. Отсоединяется от гидранта подсоединительный рукав. Снимается система управления машиной и дистанционное управление. После снимается электрический кабель со всей машины, а также дизель-генератор. Для организации работ по консервации и расконсервации машины учитывают ее эксплуатационные характеристики, приведенные в таблице 6.7.

При подготовке к поливному сезону от гидранта к центральной опоре подсоединяется водоподающий рукав. Устанавливается дизель-генератор и система управления. По всему трубопроводу укладывается электрокабель. Крепятся 3 электродвигателя на опорных тележках с установкой карданных валов и мягких вставок. На консольный трубопровод устанавливается концевой дождеватель. Крепятся 16 дождевателей, запускается дизель-генератор. Делается пробный пуск машины вперед, назад и по кругу.

Таблица 6.7

Учет эксплуатационных характеристик дождевальной машины Lindsay Greenfield (Mini-Pivot) при проведении сезонных работ по консервации и расконсервации

Сборочные единицы	Кол-во (шт.)		Габариты сборочной единицы в положении зимнего хранения (см) и вес (кг)					Затраты времени (мин)		Применяется при (де)монтаже		Техника доставки на склад (для хранения (название))		Условия хранения	
	общее	подлежит (де)монтажу	длина	ширина	высота	вес	монтаж	демонтаж	техника (название) (машины)	ручной труд (кол-во чел.)	отопляваемое	неотопляваемое	+	+	
Подсоединительный рукав	1	1	500	20	20	30	60	60		2			Т-25		
Система управления	1	1	80	20	80	20	160	120		2			Т-25		
Центральный кабель	1	1	100	80	100	40	240	220		3			Т-25		
Дизель-генератор	1	1	85	70	90	300	60	60	Т-25	2			Т-25		
Дождеватели	16	16	80	30	20	5	60	60		1			Вручную		
Концевая насадка	1	1	50	50	30	20	60	60		2			Т-25		
Электродвигатель и редуктор	3	3	150	50	100	60	180	180	Т-25	2			Т-25		
Кардан и гибкие вставки	6	6	130	50	30	30	300	300	Т-25	2			Т-25		

В эксплуатации постоянный контроль необходимо вести за мягкой (гибкой) вставкой, которая разрушается из-за расслоения, выкрашивания, в результате чего происходит разрушение металлической крестовины. Также происходит расслоение присоединительного шланга (рукава).

**Комплект синхронного импульсного дождевания КСИД** включает насосную станцию, генератор командных сигналов, сеть трубопроводов, импульсные дождеватели, электромеханическое и контрольно-измерительное оборудование (рис. 6.16). 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.

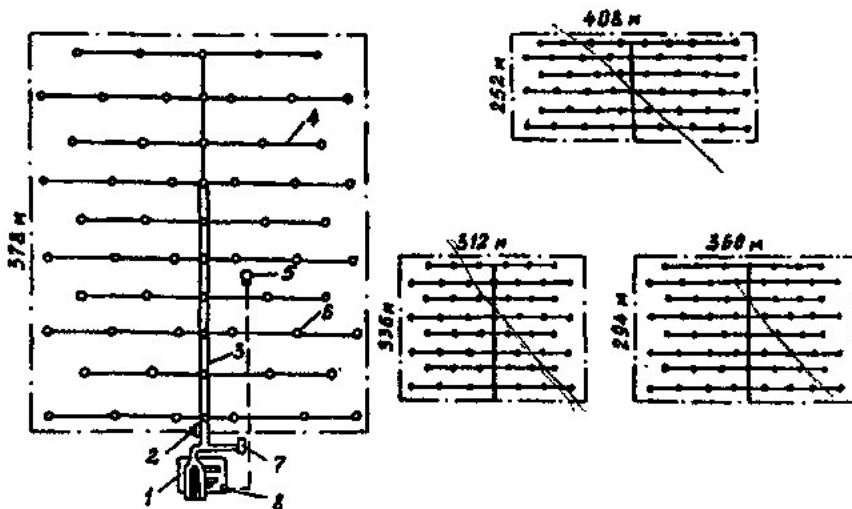


Рис. 6.16. Схема синхронного импульсного дождевания:  
 1 – насосная станция; 2 – гидродокормщик; 3–4 – трубопроводная сеть;  
 5 – датчик; 6 – аппараты импульсного дождевания;  
 7 – генератор командных сигналов; 8 – пульт управления

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 гидропневмоаккумуляторы 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. д. Один работник обслуживает три комплекта.

В последнее время в России для орошения небольших участков в условиях крестьянских (приусадебных) и фермерских хозяйств разработан ряд технических средств. К ним относятся комплект малоинтенсивного дождевания «Росинка» (для орошения садовых и огородных культур на площади 6 соток); переставной дождеватель «Радуга» (дождевальная установка 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 м<sup>2</sup>; комплект импульсно-локального орошения ИЛО-0,3 для применения в теплицах площадью до 1000 м<sup>2</sup>; комплект импульсного микродождевания КМИД-0,1.

## **6.5. Эксплуатация самотечных оросительных систем**

Под эксплуатацией самотечных оросительных систем понимают комплекс мероприятий по поддержанию гидромелиоративных устройств в исправном состоянии, по планированию и осуществлению водопользования и водораспределения, предупреждению засоления и заболачивания орошаемых земель, внедрению автоматизации производственных 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. д.

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 на 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:

- регулировочные 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. д.) – 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 (трубы-переезды, дюкеры, акведуки, перепады, быстротоки). Их систематически очищают от наносов, своевременно обнаруживают и ликвидируют появляющиеся трещины, воронки, каверны и т. д.

На вододельительных 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 устройства. 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:

---

- проведению поливов сельскохозяйственных культур согласно плану водопользования в требуемые сроки и необходимыми нормами, обеспечивающими получение высоких урожаев;
- поддержанию внутривладельческих оросительных и дренажных устройств и сооружений в исправном состоянии;
- предупреждению потерь воды из каналов, обеспечению своевременного отвода избыточных вод для предохранения земель от заболачивания и засоления;
- проведению эксплуатационной планировки поверхности полей в целях ликвидации микропонижений и 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, окальывают 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. д.) 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 – заилиение 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 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. 6.17) высотой  $1/4 \dots 1/3$  глубины потока. Накапливающиеся перед порогом наносы следует периодически удалять.

---

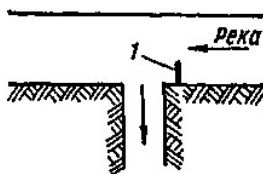


Рис. 6.17. Донный порог (1)  
перед головной частью магистрального канала

При бесплотинном водозаборе применяют водозахватные шпоры: простые, улучшенные, улучшенные с промывным отверстием. Простые шпоры (рис. 6.18, 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. 6.18, б) более эффективны по сравнению с простыми. Действие их усиливается, если в продольной стенке устроено отверстие (рис. 6.18, в). Необходимо, чтобы сбросное отверстие пропускало расход, составляющий 80...100 % от расхода магистрального канала. В этом случае наибольшее количество наносов будет отведено через отверстие обратно в реку. Перед входом в канал можно устраивать горизонтальные раздельные полки на сваях или в виде козырьков (рис. 6.19). 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.

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.

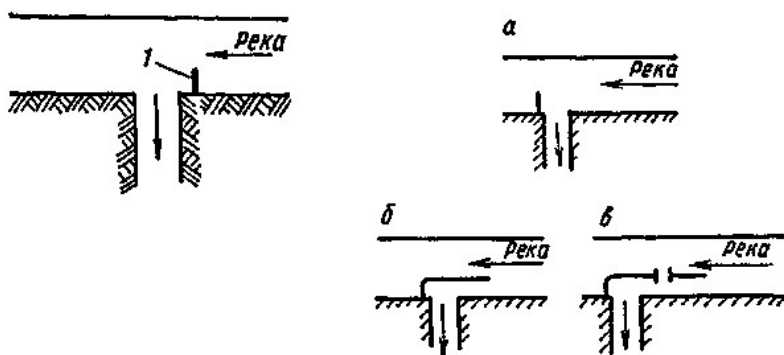


Рис. 6.18. Водозахватная шпора:  
 а – простая; б – улучшенная; в – с промывным отверстием

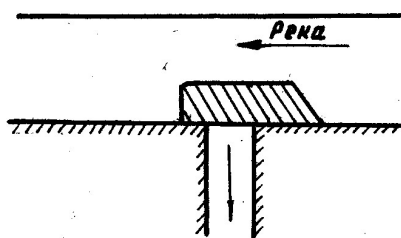


Рис. 6.19. Горизонтальная разделяющая полка (I)

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 каналочистительные машины. В настоящее время применяют одноковшовые и многоковшовые экскаваторы, каналочистители, 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 растительноядных 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 т. д.).

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 корневой 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 фронтальных линий сооружений; размыва и выпучивания водобойного пола; размыва рисбермы; размыва и разрушения плоскостей быстротоков и перепадов; просадки труб, дюкеров и т. д. 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 их организационно-хозяйственного и технического состояния, внедрения новой техники полива, проведения эксплуатационных работ на индустриально-промышленной основе,

---

повышения эффективности использования земельных и водных ресурсов, снижения себестоимости эксплуатационных работ и сельскохозяйственной продукции. Переустройство и улучшение оросительных систем не одновременное мероприятие, и проводить его нужно с учетом экономических условий районов.

Для каждой оросительной системы должен быть перспективный план 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, степень соответствия технического состояния уровню современного развития оросительных устройств. В перспективном плане прорабатывают:

- 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:

- повысить коэффициент земельного использования;
  - улучшить водообеспеченность системы;
  - повысить коэффициенты полезного действия системы и каналов за счет противоточных 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. д.);
- 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 почвы.

В процессе работ по переустройству на головном участке улучшают условия водозабора, укрепляют берега и углубляют дно реки, строят струенаправляющие, 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, КПД системы и полезного использования воды, совершенствование техники полива и водораспределения имеет большое экономическое значение.

## **6.6. Эксплуатация систем при использовании сточных вод и животноводческих стоков для орошения**

Сточные воды населенных пунктов, городов и промышленных предприятий могут использоваться для орошения сельскохозяйственных угодий путем устройства земледельческих полей орошения.

Практика показала значительную эффективность использования сточных вод в сельском хозяйстве. Круглогодичное орошение такими водами имеет две цели: повышение плодородия почв и очистку 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 водохранимым 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. д.). 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. д.;
  - буферные устройства – оградительные валики, буферные площадки.
-

Принципиально техника полива на сельскохозяйственных полях орошения не отличается от поверхностно-самотечных поливов, принятых в орошаемой земледелии, но подготовку поливной сети выполняют более 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 точного полива сельскохозяйственных культур.

На сельскохозяйственных полях орошения 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. д. 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 сельскохозяйственных полей орошения, 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 сельскохозяйственных полей орошения, 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, по улучшению мелиоративного состояния почвы;
- осуществлять техническое совершенствование систем, внедрять достижения передового опыта и науки по эксплуатации сельскохозяйственных полей орошения.

При проведении работ на полях орошения должны соблюдаться правила техники безопасности и охраны труда, установленные специальными инструкциями, а также действующие санитарные правила для сельскохозяйственных 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

---

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 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 сельскохозяйственных полей орошения необходимо строго придерживаться Правил эксплуатации сельскохозяйственных 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, внутрпочвенное орошение, дождевание).

На полях с поверхностным самотечным поливом и внутрпочвенным орошением можно выращивать такие же сельскохозяйственные культуры, как на сельскохозяйственных полях орошения. Дождевание стоками применяют, как правило, при выращивании трав.

Поверхностное и внутрпочвенное орошение может быть рекомендовано при использовании стоков свиноводческих комплексов. Подготовленные стоки с комплексов (ферм) крупного рогатого скота мало пригодны для внесения поверхностным и внутрпочвенным 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,

---

стационарных 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 размером 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.

---

## Глава 7

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДОРОГ

---

### **7.1. 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 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 Беларуси (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 сельскохозяйственных предприятиях и организациях в зависимости от назначения и расчетного объема грузовых перевозок подразделяют на категории согласно показателям, приведенным в таблице 7.1.

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 7.1

## Категории внутрихозяйственных автомобильных дорог

Назначение внутрихозяйственных дорог	Расчетный объем грузовых перевозок, тыс. тонн нетто в месяц пик	Категория дороги
Дороги, соединяющие центральные усадьбы 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 и другие сельскохозяйственные объекты с дорогами общего пользования и между собой, за исключением полевых вспомогательных и внутриплощадочных дорог	> 10	I-с
Дороги, соединяющие центральные усадьбы 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 и другие сельскохозяйственные объекты с дорогами общего пользования и между собой, за исключением полевых вспомогательных и внутриплощадочных дорог	< 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, к 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 возрастает. 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 было занято непроизводительной работой на буксировке автомобилей и перевозке грузов, в том числе 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 сельскохозяйственные предприятия 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 их устойчивую многолетнюю работу.

## **7.2. 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, 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, автомобильными дорогами общего пользования.

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 электропередачи 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 электропередачи 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 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 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. д.) 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.

### **7.3. 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 в 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-теплогового режима дороги.

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 визуально, используя при необходимости мерные инструменты и приборы.

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. д. (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.

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 особенно 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 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  $k_{\text{пуч}} = H_{\text{под}} / H_{\text{пр}}$ , выражающий отношение высоты поднятия дорожного покрытия  $H_{\text{под}}$  при морозном вспучивании весной к наибольшей глубине промерзания  $H_{\text{пр}}$  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  $H_{\text{под}}$  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 заилиения и разрушения дрен, засорения отстойников.

В процессе эксплуатации дороги прочность ее одежды постепенно снижается. Вначале снижение прочности происходит без видимого изменения поверхности покрытия, и уменьшение прочности до предельно допустимых размеров иногда обнаруживают поздно, когда уже появляются очаги разрушения одежды (выбоины, просадки, трещины, колеи и т. д.). Поэтому в процессе эксплуатации необходимо не ограничиваться визуальными наблюдениями, а периодически оценивать прочность одежды с применением специальных приборов.

#### **7.4. 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 подрессоренных и непрессоренных 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 от 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 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.

## **7.5. 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 наблюдаются 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 тальми 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.

---

## **7.6. Деформации и разрушение дорог**

В процессе эксплуатации на автомобильных дорогах по различным причинам возникают деформации и разрушение. 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 разрушение земляного полотна, водопропускных труб и мостов, дорожной одежды, инженерного обустройства;
- деформации и разрушение 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 разрушении 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 земляное полотно превосходят допустимые значения, возникают необратимые деформации и происходит его разрушение.

Для земляного полотна наиболее типичны осадки, просадки, пучины, деформации обочин, сползание и размывы откосов и т. д.

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 слабопрочных 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 разрушение 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, колейность, 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 разрушения 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 повышать 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, попадание в смесь необработанного битумом щебня или песка и т. д.). 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.

Просадка – заметное искажение профиля покрытия, имеющее вид впадины с округлыми краями. Возникает в местах пониженной прочности слоев одежды и грунта земляного полотна при увлажнении. Просадки могут появиться в первые же годы эксплуатации дороги при неблагоприятных грунтово-геологических условиях и недостатках, допущенных при строительстве (малое уплотнение грунтов земляного полотна и слоев одежды, недостаточная толщина дорожной одежды).

Пролом – разрушение дорожных одежд на всю толщину с резким искажением профиля покрытия. Обычно возникает на гравийных и щебеночных покрытиях дорог в неблагоприятные периоды года и на участках со слабыми грунтами в основании.

---

Деформации и разрушение дорожных сооружений (водопрпускные трубы, мосты, лотки и т. д.) происходят под действием транспорта и погоднo-климатических факторов. Для водопрпускных 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, в разрушении откосов береговых опор, коррозии металлических элементов, появлении трещин, обнажении арматуры, повреждении опор и т. д. На мостах имеет место механическое разрушение 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. д.

## **7.7. 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 дорожной одеждой, полосой отвода, земляным полотном и водоотводом.

---

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 дорожной одежды 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, 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 дефекты, выставляют необходимые указательные и предупреждающие дорожные знаки, организуют хорошее содержание и своевременный ремонт дорог от зернотоков до хлебоприемных пунктов; подъездных путей к животноводческим фермам и откормочным пунктам; проводят обеспыливание гравийных и грунтовых дорог.

Для нормального содержания дорог и обеспечения безопасного движения необходимо периодически вести окраску опор дорожных знаков, направляющих столбиков, оформления дороги; наносить разметку; 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 зем-

---

ляного полотна, в исправлении мелких повреждений, прочистке водоотводных каналов, дренажных сооружений.

При содержании грунтовых и грунтовых улучшенных дорог мелкие неровности 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 другие хлористые соли в сухом виде или растворенными в воде. Из органических материалов применяют жидкий битум, битумные эмульсии, сырую нефть и т. д.

В летнее время дорожной службой проводятся работы по устранению травяной и сорной растительности вдоль дорог. 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. д.), очищают поверхность дорог от грязи, опавших листьев. В местах с большими снеговыми заносами устанавливают вехи, чтобы при очистке дороги от снега знать положение бровок земляного полотна. Установка сигнальных вех и кольев для снегозащитных сооружений должна быть выполнена до наступления устойчивых отрицательных температур воздуха, но не позднее 1 декабря, снегозащитных сооружений – после наступления устойчивых отрицательных температур.

## **7.8. 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, сетки из синтетических материалов, 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 м<sup>3</sup>/м – не ближе 30 м, более 75 м<sup>3</sup>/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. Недостатки снегозащитных лесонасаждений:

- для их создания необходимы значительные земельные площади;
- они медленно растут и вступают в работу;
- они требуют постоянного ухода.

Активным методом борьбы с заносами является удаление снега с проезжей части, обочин, откосов насыпей. Выбор типа снегоочистителя (бульдозер, автогрейдер, роторный снегоочиститель и т. д.) зависит от сроков уборки и толщины убираемого снега. К снегоочистке приступают сразу же с началом метели или снегопадов. Основным видом должна быть патрульная очистка, выполняемая автомобильными одноотвальными снегоочистителями. При толщине снежных отложений 0,5...0,6 м для очистки дорог применяют автогрейдеры. Для удаления снежных валов и отложений большой толщины применяют роторные снегоочистители, фрезерно-роторные (при прочных снегоотложениях), бульдозеры.

При морозах после оттепели, при туманах, в случаях выпадения дождя зимой, а также при 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 ликвидации зимней скользкости применяют химический, химико-фрикционный и фрикционный способы:

- плавление снежно-ледяных образований с помощью химических материалов;
  - удаление снежных и ледяных образований с покрытий дорог и укрепленных обочин;
  - обработку снежно-ледяного наката фрикционными материалами для повышения сцепных качеств колес автомобилей с поверхностью наката.
-

Приготовленную смесь рассыпают прицепными или монтируемыми на автомобилях пескоразбрасывателями. 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 их применение отрицательно сказывается на состоянии придорожной растительности и загрязняет близлежащие водоемы.

### **7.9. 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 автогрейдером 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 колейные 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 колейные 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.

## **7.10. Ремонт дорог и сооружений**

Для того чтобы автомобильная дорога в течение всего периода 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, исключая 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 (щётка, косилка, бур, планировочный отвал, распределитель вяжущих и т. д.) 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. Покрытия при ремонте отдельных разрушений очищают щёткой, 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/м<sup>2</sup>. Спрофилированное покрытие уплотняют катком за 2...3 прохода от обочин к оси дороги. Если эти покрытия обработаны вяжущими материалами, 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, обрубают кромки выбоин, обмазывают жидким битумом из расчета 0,3...0,5 л/м<sup>2</sup>, заполняют новой смесью и уплотняют. Трещины 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.

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 в целях 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, по восстановлению поперечного профиля, улучшению проезжей части вяжущими и обеспыливающими материалами, 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  $500 \text{ м}^3$  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  $2...3 \text{ л/м}^2$ .

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.

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.

---

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 % от общего ее протяжения. На пучинистых участках проводят замену пучинистого грунта песчаным или супесчаным, улучшают отвод избыточных вод, в том числе с применением трубчатых дрен. 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 путем удаления старого асфальтобетона с последующей его регенерацией и укладкой. Уплотнение нового слоя осуществляют с помощью пневмокатков или катков с гладкими вальцами.

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 часто 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 возможны следующие виды работ:

- устройство остановочных площадок, пешеходных переходов;
- строительство новых и переустройство существующих пересечений и примыканий автомобильных дорог, проездов, 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 содержат заинтересованные организации в пределах их землепользования, которые несут ответственность за правильную организацию работ по ремонту и содержанию закрепленной за ними сети дорог.

Работы по содержанию и текущему ремонту дорог 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, скрепки, щетка и т. д.).

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.

Организации по эксплуатации мелиоративных систем при эксплуатации дорог на мелиорированных сельскохозяйственных землях обеспечивают:

- круглогодичное передвижение сельскохозяйственной техники, пожарной аварийно-спасательной техники, авто- и гужевого транспорта;
  - своевременную доставку на поля рабочих, удобрений, семян, горюче-смазочных материалов, перевозку урожая, древесины, порубочных остатков;
  - бесперебойное обслуживание гидроузлов насосных станций и сооружений на мелиоративных системах;
-

- поддержание эксплуатационных характеристик подъездов и площадок с твердым покрытием (пирсов) размером не менее  $12 \times 12$  м, предназначенных для забора из них воды пожарными автомобилями.

На период производства ремонта дорог устанавливают указатели направления объезда или устраивают проезды через ремонтируемые участки.

### **7.11. 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 уста-

новленных 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» получают работы, выполненные в полном соответствии с проектом, нормативными документами и стандартами и сданные с первого предъявления, при обязательном условии что в процессе 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» получают работы, которые выполнены с незначительными отклонениями от технической документации, согласованными проектной организацией и заказчиком, 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, дорожная одежда (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 территорий под карьеры, устройства временных объездов и т. д.

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 следующие параметры:

- 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 установленных 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 т. д. 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.

Ремонтные работы (в том числе скрытые) принимаются комиссиями. Месячная приемка оформляется актом промежуточной приемки. Приемка скрытых работ оформляется актом освидетельствования скрытых работ. Окончательная приемка ремонтных работ автомобильной дороги (участка) также оформляется соответствующими актами.

---

## Глава 8

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

---

### 8.1. Общие сведения о насосных станциях и приемка их в эксплуатацию

Насосные станции устраивают для орошения и осушения земель, водоснабжения, для канализационных предприятий. Их классифицируют по следующим показателям:

- 1) по назначению – осушительные, оросительные, для водоснабжения, канализационные и т. д.;
- 2) по виду водоисточника – речные, водохранилищные, с забором из подземных водоисточников;
- 3) по расположению оборудования относительно поверхности земли – наземные (стационарные, плавучие, передвижные), полуглубленные, заглубленные;
- 4) по характеру управления – с ручным управлением, автоматические, автоматические дистанционные;
- 5) по режиму работы – сезонные и с круглогодичной работой.

Оборудование насосных станций подразделяется на основное и вспомогательное. Основное включает насосы, двигатели к насо-

---

сам, 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 мин (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 °С и не ниже +1 °С. 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 °С, а там, где работают люди, – ниже +16 °С. 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. д. При его эксплуатации следят, 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 осуществляют контроль подачи и давления, развиваемых насосом, протока воды в системе технического водоснабжения, температуры подшипников и т. д. Эксплуатацию контрольно-измерительных приборов ведут в соответствии с заводскими инструкциями. Осмотры и поверку правильности работы проводят ежедневно. Ремонт выполняют в специализированных мастерских, а поверку – 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 сек 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 дебита 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, 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 техники безопасности.

Насосные агрегаты необходимо пронумеровать. Рабочие характеристики насосов в процессе эксплуатации нужно проверять

---

1...2 раза в год путем испытания насосов в производственных условиях.

Для обеспечения правильной эксплуатации на каждой насосной станции должна быть в наличии следующая техническая документация:

- генеральный план площадки насосной станции 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, которая включает:
    - правила эксплуатации оборудования при нормальной его работе и в условиях чрезвычайной ситуации;
    - технологическую схему станции, технические описания и инструкции по эксплуатации отдельных агрегатов, механизмов и устройств;
    - схему электроснабжения насосной станции;
    - основные положения проведения текущего и капитального ремонтов оборудования;
    - правила эксплуатации контрольно-измерительных приборов, подъемно-транспортного оборудования, а также санитарно-технических устройств;
  - должностные инструкции обслуживающего и руководящего персонала станции;
    - инструкции по технике безопасности и охране труда;
    - акт отвода участка под строительство насосной станции;
    - полный комплект инструкций заводов-изготовителей на эксплуатируемое оборудование, агрегаты, механизмы и контрольно-измерительную аппаратуру;
-

- 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 предусматривает наблюдение и уход за оборудованием и сооружениями, своевременное выполнение ремонтов, соблюдение правил технической эксплуатации, изучение работы сооружений и оборудования, проведение необходимых испытаний 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. Эти мероприятия предусматривают улучшение или внедрение механизации и автоматизации производственных процессов, улучшение средств водоизмерения, уменьшение потерь воды, снижение затрат энергии, модернизацию оборудования и т. д.

Руководство внедрением и осуществлением плановой системы технической эксплуатации 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 водоподачи;
- составлять график работы агрегатов станции для обеспечения плановой водоподачи;
- 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 эксплуатации насосных агрегатов должна быть отражена последовательность операций пуска и остановки насосных агрегатов, способы регулирования их рабочих параметров, допустимые температуры подшипников и других узлов агрегатов, диапазон измерения уровня и давления масла в маслосистемах, перечень неисправностей и способ их устранения.

---

В инструкциях по обслуживанию оборудования указывают порядок 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 насосных станций обязан:

- поддерживать заданный режим работы насосных агрегатов;
- контролировать состояние и рабочие параметры основных насосных агрегатов, запорно-регулирующей арматуры, электрооборудования, контрольно-измерительных приборов, средств автоматики и диспетчерского управления, а также конструкции зданий;
- вести систематический учет работы агрегатов насосной станции;
- принимать меры к устранению аварийных ситуаций. Замеченные дежурным персоналом неисправности аварийного характера ликвидируются немедленно;
- соблюдать правила техники безопасности и охраны труда;
- поддерживать надлежащее санитарное и противопожарное состояние в помещениях насосной станции;
- своевременно проводить плановые ревизии, текущие и капитальные ремонты оборудования в соответствии с Положением о проведении планово-предупредительного ремонта на предприятиях водопроводно-канализационного хозяйства.

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

---

Эксплуатационный персонал должен знать специфические правила выполнения 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 двигатель 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, 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.

Износ оборудования контролируется при выполнении ежегодных планов профилактических осмотров и ремонта оборудования, а также при сравнении фактических рабочих характеристик насосов с паспортными. Для снятия фактических характеристик должна быть обеспечена возможность постоянного или периодического по агрегатного измерения расходов перекачиваемой воды и мощности насосных агрегатов.

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

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 6 месяцев).

При проведении обслуживания № 1 проверяют центровку 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, 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; при возникновении искрения или свечения в зазоре между статором и ротором электродвигателя; при возникновении повышенной вибрации вала; повышении температуры подшипников, обмоток электродвигателя; подплавлении подшипников скольжения или выходе из строя подшипников качения.

Агрегат немедленно отключается:

- при несчастном случае (или угрозе его) с человеком, что требует немедленной остановки электродвигателя;
- появлении явного и неустранимого стука или шума в агрегате;
- появлении дыма или огня из двигателя агрегата или его пуско-регулирующей аппаратуры;
- вибрации сверх допустимых норм, угрожающей целостности агрегата;
- поломке агрегата;
- нагреве подшипника сверх допустимой температуры;
- падении давления в маслосистеме.

Агрегаты, находящиеся в резерве должны быть постоянно готовы к немедленному пуску, периодически осматриваться и опробоваться по утвержденному графику. При повышении показаний амперметра на погружных насосах, что может быть следствием выноса с водой песка, следует несколько уменьшить подачу насоса, прикрыв задвижку на напорной линии. По мере уменьшения выноса песка задвижку следует постепенно открывать до прежнего положения.

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.

Запуск 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.

Перед пуском насосного агрегата в работу должно быть проверено:

- состояние напорных и всасывающих задвижек;
- заполнение корпуса насоса водой;
- состояние сальников, муфтовых соединений, защитных ограждений;
- состояние контрольно-измерительных приборов и средств управления пусковых устройств;
- наличие масла в подшипниках и подпятниках;
- давление в системе технического водоснабжения;
- наличие напряжения на щитах электроснабжения.

Запуск 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.

---

Насосные агрегаты должны работать в экономичном режиме, который обеспечивается:

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

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, осушительно-увлажнительных и оросительных системах предназначены для откачки воды при осушении почв с механическим водоподъемом или для подачи ее на увлажнение. Они могут быть передвижными, стационарными и плавучими.

Плавучие применяют при большом изменении уровней воды в источнике, а передвижные – при кратковременном 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 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 для насоса 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 18...360 л/с с напором 5...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 раме-салазках или на 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 требуется осуществлять 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 т. д. 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 ежедневное обслуживание, техническое обслуживание, техническое обслуживание при хранении и текущий ремонт.

Ежедневное 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 ежедневному и дополнительно осуществляют регулировку некоторых узлов оборудования, устраняют 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 ста-

---

ционных насосных станциях также необходимо строго выполнять требования техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной безопасности.

Осушительные насосные станции польдерных систем устраивают для своевременной откачки воды с обвалованной территории и для поддержания в водотоках и каналах требуемых уровней воды, 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 т. д.), 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 т. д. 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

$$H_{\text{в}} = H_x - h_m - \sum_1^n i \cdot L - 0,1,$$

где  $H_{\text{в}}$  – 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, послепаводковый и вегетационный.

Расчетный расход, который необходимо перекачать насосной станцией, для всех типов польдеров определяют по формуле

$$Q_{\text{нс}} = \frac{1}{n} Q_{\text{пр}} \cdot K,$$

где  $Q_{\text{нс}}$  – расчетный расход, м<sup>3</sup>/с;

$n$  – коэффициент использования суточного времени (0,8...0,96);

$Q_{\text{пр}}$  – расчетный приток воды к насосной станции, м<sup>3</sup>/с;

$K$  – коэффициент, учитывающий влияние регулирующего бассейна. Его определяют по зависимости

$$K = 1 - \sqrt{\frac{W}{W_{\text{ст}}}},$$

где  $W$  – объем стока, вмещающийся в регулирующем бассейне, м<sup>3</sup>;

$W_{\text{ст}}$  – общий объем стока расчетного периода, м<sup>3</sup>.

Для незатопляемых (зимних) польдеров расчетный приток воды  $Q_{\text{пр}}$  (м<sup>3</sup>/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, м<sup>3</sup>/с;

$Q_{\text{ф}}$  – фильтрационный приток воды через дамбы и их основание, м<sup>3</sup>/с;

$Q_{\text{гн}}$  – приток воды от грунтово-напорного питания, м<sup>3</sup>/с.

Для летних польдеров расчетный приток воды  $Q_{\text{пр}}$  (м<sup>3</sup>/с) к насосной станции определяют по формуле

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{Г}} + Q_{\text{к}} + Q_{\text{ф}} + Q_{\text{гн}},$$

где  $Q_T$  – приток воды за счет выпавших осадков и водоотдачи грунта при понижении уровня грунтовых вод до нормы осушения,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$Q_K$  – приток воды, оставшейся к началу откачки в каналах, водоемах, на поверхности осушаемой территории,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Механическое оборудование сооружений обеспечивает заданный режим работы насосной станции. К такому оборудованию относятся сороудерживающие решетки, затворы, щиты, сороочистные машины и т. д. 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 ( $70\dots 80^\circ$ ) 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 3 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, 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 кассеты 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 винилпластом для предотвращения 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 к месту водозабора насосной станции шугу, 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 т. д. 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).

---

Для нормальной эксплуатации насосные станции оборудуются следующими системами и устройствами:

- реечным водомерным постом для измерения положения уровня воды в аванкамере;
- реечными или свайными водомерными постами для измерения уровня воды в магистральном канале (1–2 штуки);
- системами сигнализации функционирования гидроагрегатов и энергоснабжения;
- устройствами автоматики и связи.

Пользователи мелиоративных систем и организации по эксплуатации мелиоративных систем при эксплуатации (обслуживании) насосных станций обеспечивают:

- организацию опорожнения на зимний период неработающих напорных, всасывающих и самотечных трубопроводов;
- защиту от коррозии наружных поверхностей стальных трубопроводов специальными покрытиями;
- защиту открытых поверхностей наземных железобетонных трубопроводов лакокрасочными покрытиями.

Пользователи мелиоративных систем и организации по эксплуатации мелиоративных систем периодически ведут наблюдения за следующими показателями функционирования элементов насосных станций:

- за расходом воды, напором и коэффициентом полезного действия насосных агрегатов;
  - потребляемым количеством электроэнергии на 1000 м<sup>3</sup> поданной воды;
  - протечкой воды через сальники насосов, трещины и гидроизоляцию подземной части здания;
  - герметичностью фланцев трубопроводов и смонтированных на них измерительных приборов;
  - функционированием клапанов срыва вакуума и обратных клапанов на напорных трубопроводах;
  - заилением наносами аванкамеры;
-

- герметичностью перекрытия отверстий в гидротехнических сооружениях (в камере переключения, водовыпуске) затворами;
- надежностью электроснабжения насосных станций;
- достоверностью показаний приборов контроля качества и количества потребляемой электроэнергии.

Пользователи мелиоративных систем и организации по эксплуатации мелиоративных систем при эксплуатации насосных станций осуществляют:

- на неавтоматизированных насосных станциях ежедневное дежурство, при необходимости круглосуточное дежурство машинистов в соответствии с инструкцией, утвержденной руководителем организации по строительству и эксплуатации мелиоративных систем;

- на автоматизированных насосных станциях периодическое наблюдение и обследование мобильной бригадой по графику, утвержденному руководителем эксплуатирующей организации, или по сигналу, поступающему на пункт автоматического контроля функционирования насосной станции;

- соблюдение назначенного режима откачек воды (подачи) насосными агрегатами;

- своевременную откачку избыточной воды, поступающей в аванкамеру;

- технический уход за основными и вспомогательными агрегатами, приборами контроля, устройствами и оборудованием;

- ремонт всех систем, элементов и сооружений узла насосной станции;

- очистку аванкамеры, подводящих и отводящих каналов от наносов, сороудерживающих решеток от плавающей растительности, мусора.

Режим работы для каждой насосной станции устанавливается пользователями мелиоративных систем и организациями по строительству и эксплуатации мелиоративных систем.

## 8.4. Ремонт насосных станций

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 которой 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 счете 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 %, при 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 иметь планово-предупредительный характер, исключая 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 заменяют.

При капитальном ремонте проводят полное восстановление первоначальной работоспособности сооружений и оборудования. Ремонт может быть комплексным, охватывающим 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 прилагаются 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.

---

## Глава 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 Беларуси 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 м<sup>3</sup>. Водоемы с площадью водного зеркала до 1 км<sup>2</sup> и объемом до 1 млн м<sup>3</sup> называют прудами, а водоемы с превышением указанных параметров – водохранилищами. Параметры наиболее крупных водохранилищ на территории Беларуси приведены в таблице 9.1.

---

Таблица 9.1

**Основные данные  
по крупнейшим водохранилищам Беларуси**

<b>Наименование водохранилища</b>	<b>Площадь зеркала при нормальном подпорном уровне, км<sup>2</sup></b>	<b>Полезный объем, млн м<sup>3</sup></b>
Вилейское	77	235
Заславское	27	103
Красная Слобода	23,6	50
Погост	16,2	44,8
Селец	20,7	41,5
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 торфообразованием 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 пастьба скота, удобрение полей и вводятся другие ограничения, которые дают дополнительные потери сельскохозяйственному производству.

Водохранилища 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 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 существенное значение в жизни ряда диких животных, птиц и рыб. С учетом большой роли 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, ка-

---

на речник тростниковидный, манник большой и т. д.). 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 м<sup>3</sup>/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 вызывают 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. га.

---

## 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* вредных веществ в воде, нормативы которой разработаны для всех возможных веществ, поступающих в водоемы. Например, для бензола она 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 предельно допустимой концентрации, отводить в водоемы запрещается.

*Биохимическая потребность в кислороде* 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 биохимическая потребность в кислороде составляет 600...800 мг/л, при 100 л/сут – 300...400, при 200 л/сут – 150...200 мг/л. Для промышленных сточных вод зависит от характера производства и колеблется в довольно широких пределах (от 50 мг/л до нескольких тысяч). Пополнение кислорода происходит за счет соприкосновения воды с атмосферой и зависит от площади ее поверхности и интенсивности перемешивания воды.

*Водородный показатель* (рН) определяет концентрацию ионов водорода в воде 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.

*Наличие возбудителей заболеваний.* В частности, инфекционными являются сточные воды населенных пунктов, животноводческих хозяйств, боен, кожевенных предприятий, шерстомоек и т. д. 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 – 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 2 баллов. Кроме того, она не должна придавать посторонний запах и привкус мясу рыбы;

- 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 (пленки, пятна минеральных масел и т. д.);

- 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 30 °С (по сравнению с максимальной температурой воды в летний период);
- 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 рыбы. В частности, не разрешается выпуск сточных вод на участках массового нереста и нагула рыбы. Величина биохимической потребности в кислороде 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 следующие значения (в мг/л):

- магний – 50;
- соли аммония – 5;
- сероуглерод – 1;
- аммиак, свинец – 0,1;
- медь, никель, цинк – 0,01;
- фенолы – 0,001;
- сульфиды, хлор (свободный) – 0.

Эти нормативы являются довольно приближенными, ибо условия для нормального обитания и воспроизводства рыбы зависят от их вида, возраста и количества, а также от сочетания концентраций различных вредных соединений, содержащихся в воде.

Для обеспечения требуемого качества воды разрабатываются эксплуатационные природоохранные мероприятия. Под эксплуатационными природоохранными мероприятиями подразумевается комплекс организационно-хозяйственных, агролесомелиоративных, агротехнических, лугомелиоративных, гидротехнических и других работ, способствующих поддержанию санитарной обстановки и равновесия экологических систем в водоохранной зоне и акватории

---

водохранилища и обеспечивающих качество воды в водоеме на уровне санитарных норм.

Водоохранной зоной является территория, прилегающая к акватории малых рек, прудов и водохранилищ на этих реках, на которой устанавливается специальный режим для предотвращения загрязнения, засорения и истощения вод. В пределах водоохранной зоны выделяется прибрежная полоса, на территории которой строго ограничивается хозяйственная деятельность.

Размеры водоохранных зон и прибрежных полос, порядок использования земель, включенных в их состав, водоохранной режим устанавливаются облисполкомами и доводятся до сведения всех заинтересованных объединений, предприятий, организаций и граждан, которые должны обеспечить мероприятия, предотвращающие поступление загрязняющих веществ в водные объекты. Ширина водоохранной зоны устанавливается с учетом физико-географических, почвенных, гидрогеологических и других условий, а также интересов всех водопользователей и требований Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами, но не менее 500 м.

В водоохранной зоне запрещается:

- применение авиаопыления ядохимикатами при борьбе с вредителями, болезнями растений и сорняками;
- размещение животноводческих ферм без осуществления водоохранных мероприятий, предотвращающих поступление загрязняющих веществ в пруды и водохранилища;
- размещение складов для хранения минеральных удобрений и ядохимикатов;
- оборудование площадок для заправки аппаратуры ядохимикатами;
- размещение и строительство складов нефтепродуктов, накопителей сточных вод животноводческих комплексов и ферм, механических мастерских, пунктов технического обслуживания и мойки техники и автотранспорта, устройство свалок мусора и промыш-

ленных отходов, а также других объектов, отрицательно влияющих на качество вод;

- производство строительных, дноуглубительных и взрывных работ, добыча полезных ископаемых, водных растений, прокладка кабелей, трубопроводов и других коммуникаций, рубка леса, буровые, сельскохозяйственные и другие работы без согласования с органами по охране природы и рыбнадзора.

Ширина прибрежной полосы устанавливается в зависимости от характеристики прилегающих угодий и крутизны склонов в размере 20...100 м от уреза воды. Прибрежные полосы, как правило, должны быть заняты древесно-кустарниковой растительностью.

В пределах прибрежной полосы запрещается:

- распашка земель, выпас скота;
- организация летних лагерей скота;
- применение высокотоксичных ядохимикатов и минеральных удобрений;
- размещение баз отдыха, палаточных городков, стоянок автотранспорта и сельскохозяйственных машин, строительство зданий и сооружений (кроме водозаборных, водорегулирующих и других гидротехнических сооружений, водомерных постов, лодочных причалов и мест водопоя скота).

### **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 жижеборников и навозохранилищ их отходы легко смываются ливневыми стоками в водоемы и водотоки. Если учесть, что от фермы крупного рогатого скота ежедневно образуется 1 т навозной жижи от каждой сотни голов, становится ясной степень возможного загрязнения водных источников. На небольших реках ниже ферм при отсутствии при-

---

родоохранных мероприятий вода становится мутной и приобретает неприятный запах, рыба погибает. Отходы животноводческих хозяйств опасны тем, что в них содержатся яйца гельминтов 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 непосредственно в водоисточники.

Особая опасность загрязнения вод удобрениями и пестицидами заключается в том, что стоки с полей невозможно пропустить через очистные сооружения. Кроме того, огромные площади сельскохозяйственных угодий являются основными речными водосборами, с которых вода поступает в водные объекты.

Исследованиями установлено, что из внесенных удобрений в водоисточники 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 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 (фенолы, цианиды, высшие спирты), теряет кислород, приобретает неприятный запах. Это приводит к заболеванию и гибели рыбы 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 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 рыбы, приводит к развитию сине-зеленых водорослей, менее требовательных к условиям обитания. Сине-зеленые водоросли при малой и средней интенсивности их развития (до  $10...20 \text{ г/м}^3$  сухого вещества) играют, как и другие фотосинтезирующие организмы, положительную роль, обогащая воду свободным кислородом. Однако в водохранилищах они затем достигают такой интенсивности развития ( $300...500 \text{ г/м}^3$  и более), при которой продукты их распада становятся источником загрязнения воды. В пятнах цветения, где биомасса сине-зеленых водорослей достигает  $5...10 \text{ кг/м}^3$ , 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 рыбы. При этом гибнет в основном молодь окуневых (судак, окунь, ерш).

Ущерб от цветения воды значителен. Особенно отчетливо он проявляется в системах коммунального и технического водоснабжения, в рыбном хозяйстве, ограничивает, а иногда и исключает использование водных ресурсов для рекреации, лечения, спорта и туризма.

К мероприятиям, сдерживающим массовое развитие сине-зеленых водорослей в водохранилищах, можно отнести:

- резкое уменьшение притока дополнительных пищевых ресурсов в водохранилища за счет почвенных смывов и сточных вод;
  - изъятие водорослевых масс с последующим использованием 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;
- применение воздушной защиты водосбора и водозабора, а также механического изъятия избыточной биомассы водорослей, особенно в местах их массовых скоплений.

Последнее перспективно и с точки зрения использования сине-зеленых водорослей в народном хозяйстве как ценного сырья для микробиологической промышленности, непищевого сырья для бродильной промышленности и получения многих ценных биохимических продуктов (аминокислоты, витамины, антибиотики и т. д.).

В первые годы эксплуатации возможно заметное ухудшение качества воды и обильное развитие фитопланктона. Биогенные элементы, освобождаемые при распаде органического вещества затопленных почв, создают условия для кратковременного атрофирования водоема. В дальнейшем, по мере эксплуатации, происходит снижение массы фитопланктона и улучшение качества воды.

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 средство 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 применения пестицидов. Прежде всего нужно сокращать использование стойких препаратов, пестициды следует применять только при сильной зараженности вредителями;
  - в целях 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 т. д.);
  - 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 водоохраных зон с проведением лесных и гидротехнических мелиораций, а также агротехнических мероприятий.

Лесные мелиорации заключаются в создании защитных полос в пределах верхней и средней части речных бассейнов, в результате чего уменьшается поверхностный сток и ослабляются процессы водной 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 нельзя допускать большие поливные нормы, приводящие 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 т. д.

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 приспособливается 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 т. д. 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. За сезон 1 га тростниковых зарослей извлекает 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 ценной промысловой рыбы.

Для эффективной деятельности тростника необходимо лишь ежегодное выкашивание его зарослей на нужной высоте без повреждения 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 чле-

---

нистые, 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 т. д.), 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, пропуском 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 трубами, заглубленными под уровень воды до 1 м. Производительность 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. Организация эксплуатации прудов и водохранилищ**

Действенная эксплуатация водохранилища базируется при учете притока и использовании водных ресурсов. Минимальный объем наблюдений при этом включает:

- наблюдения над уровнем воды в водохранилище;
- учет притока воды к водохранилищу;
- учет забора воды на увлажнение земель и другие нужды водопотребления;
- наблюдения за стоком реки.

Реки, питающие водохранилища в Беларуси, как правило, относятся к категории малых, для которых учет гидропрогнозов затруднителен и часто неэффективен в связи со значительными погрешностями. Гидроинформация о продвижении водных масс не имеет никакого значения из-за кратковременности добегаания.

Имеет значение прогноз весеннего половодья с указанием его водности, сроков вскрытия реки и водохранилища и прогнозы пого-

---

ды, содержащие, наряду с другими данными, сведения о направлении и скорости ветра, опасных явлениях и т. д. Прогноз половодья с заблаговременностью 2...3 декады и краткосрочные (на 2...5 дней) прогнозы погоды высылаются эксплуатирующей водохранилище организации.

При изменении режима работы водохранилища, который может создавать неблагоприятные или опасные условия расположенным рядом и ниже водохранилища населению и землепользователям (непредусмотренная сработка), эксплуатирующая водохранилище организация должна заблаговременно предупреждать об этом местные органы. Также своевременно должны быть оповещены о переходе на урезанную водоотдачу заинтересованные водопотребители.

В интересах правильной эксплуатации водохранилища необходимо непрерывное накопление данных о наличии и использовании водных ресурсов потребителями, для чего следует вести тщательный учет притока и расходования воды. Ответственность за правильность и полноту учета водных ресурсов, о количестве расходуемой или забираемой воды возлагается на эксплуатирующую организацию.

Эксплуатирующая организация обобщает повседневные наблюдения по учету притока и расходования воды и составляет по этим данным и изменению объема воды в водохранилище его водные балансы. Изменение объема воды в водохранилище определяется по его топохарактеристикам (кривой зависимости объема воды от уровня) согласно проводимым эксплуатирующей организацией уровнем наблюдения на водохранилище.

Началом постоянной эксплуатации водохранилищ и сооружений является дата утверждения акта государственной комиссии по приемке сооружений в постоянную эксплуатацию, определяющая момент завершения начального наполнения водохранилища и ввода его в нормальный режим работы. Особенности и характер эксплуатационной службы прудов и водохранилищ определяются их размерами и объемом, составом основных сооружений, условиями

---

и задачами регулирования речного стока, инженерно-геологическими и морфологическими условиями ложа и береговой линии водохранилища и т. д.

Приемка в эксплуатацию водохранилищ, образованных подпорными сооружениями IV класса, прудов мелиоративного назначения, русловых и берегоукрепительных сооружений, дамб обвалования государственными приемочными комиссиями производится после пропуска первого паводка через гидросооружения (независимо от процента водообеспеченности). До приемки государственными комиссиями прием законченных строительством отдельных объектов проводится рабочими комиссиями. Акт рабочей комиссии утверждается заказчиком в месячный срок и после подписания является основанием для включения в государственную отчетность введенных в действие производственных мощностей и основных фондов по принятым объектам.

Акт приемки, техническая и исполнительная документация и правила эксплуатации в одном экземпляре передаются водопользователю как руководство по эксплуатации водохранилища.

Организации, эксплуатирующей водоем, передаются:

- полный экземпляр технического проекта и рабочей документации;
- исполнительные чертежи по всем сооружениям, акты на скрытые строительные работы и промежуточную приемку отдельных сооружений и работ;
- акты приемки и пусковых испытаний отдельных сооружений и оборудования;
- генплан пруда или водохранилища;
- данные испытаний контрольных образцов бетона, арматуры, грунтов;
- ведомость постоянных реперов, акты геодезической разбивки сооружений.

Основными задачами службы эксплуатации являются:

- систематический надзор за состоянием сооружений;
  - текущий ремонт сооружений;
-

- своевременное выявление причин, которые могут привести к тем или иным деформациям, и их ликвидация, устранение происшедших разрушений;
- обеспечение подачи необходимого количества воды водопотребителям в соответствии с графиком потребления;
- обеспечение безаварийного пропуска паводков;
- проведение мероприятий по подготовке к зимней эксплуатации;
- регулярное измерение уровней воды в нижнем и верхнем бьефах, а также расходов воды потребителем и попусков в нижний бьеф;
- ведение журнала состояния сооружений, оборудования и ремонтных работ;
- ведение паспортов на каждое сооружение.

Состав эксплуатационного персонала по обслуживанию прудов и водохранилищ определяется в зависимости от видов водопользования, объема эксплуатационных работ, сложности и ответственности всего комплекса сооружений и назначается на основании штатных нормативов руководящих, инженерно-технических работников и служащих водохозяйственных эксплуатационных организаций. Для прудов и водохранилищ, предназначенных для бытовых нужд, водного благоустройства с любительским и спортивным ловом рыбы, а также сельскохозяйственного назначения, не имеющих насосных станций и сложных сооружений, – один ремонтер. Для водоемов, используемых в целях орошения земель, в штат обслуживающего персонала оросительной системы и насосной станции выделяется начальник водохранилища и один ремонтер.

Должностные обязанности обслуживающего персонала насосной станции и водохранилища могут совмещаться. В случае использования пруда (водохранилища) для рыбозахвата количество обслуживающего персонала устанавливается по данным рыбо-водно-биологических расчетов. Для выполнения ремонтных работ выделяется дополнительное количество рабочих. Эксплуатационный персонал в работе руководствуется должностными инструкциями,

---

определяющими права, обязанности и ответственность каждого работника службы эксплуатации.

Пополнение и сработка водохранилища выполняется в соответствии с планом водопользования. Расчетные показатели режима работы водохранилища, использование его водных ресурсов при нормативном водопотреблении отражают в водохозяйственных балансах для условий года  $P = 75 \%$ . Однако в силу различных причин (исключительно маловодная весна и, соответственно, незначительный весенний сток, остро засушливый летний период, ведущий к увеличению водопотребления сверх расчетного (нормативного)) может произойти более интенсивная сработка водохранилища, степень наполнения водохранилища к какому-либо моменту времени может оказаться меньше определенной водохозяйственным балансом. В этом случае необходимо уменьшать подачу воды потребителям.

Сроки поддержания уровней воды в водохранилище определяются правилами эксплуатации конкретного водохранилища. Опорожнение (сработка) и наполнение водохранилищ надо проводить такими темпами, которые не вызывают опасных деформаций в теле плотины, обеспечивают устойчивость откосов, целостность креплений и сооружений. Скорость изменения уровней воды не должна превышать  $0,5$  м/сут при наполнении и  $1,0$  м/сут при опорожнении.

Первоначальное наполнение производится с указанной скоростью с перерывами на двое-трое суток после каждого заполненного метрового слоя. В период наполнения и опорожнения ведется систематический надзор за состоянием всех элементов сооружений. При аварийном состоянии сооружений наполнение прекращают и приступают к опорожнению.

## 9.5. 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 часто достигают значительных величин. Так, в Куйбышевское водохранилище, водосборный бассейн которого равен 1,2 млн км<sup>2</sup>, ежегодно поступает примерно 21 млн м<sup>3</sup> 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, 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 т. д. Наблюдения 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.

## **9.6. 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 авариям 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, допускаются недостатки при устройстве водоброса, 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 водобросных сооружений приводит к их повреждению и разрушению.

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 также 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 относят 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. 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 к 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 зазор, 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, к 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 из уплотнений плит крепления откосов может вытекать смазка, размягчаться и выступать битумная композиция.

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. д. 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, что вызывает недопустимую фильтрацию либо потерю устойчивости сооружения. В отдельных случаях могут появиться перекосы затворов и т. д.

Многообразие воздействий на гидротехнические сооружения требует от эксплуатационного персонала систематических наблюдений за сооружениями и проведения эксплуатационных мероприятий, позволяющих обеспечить их надежную работу.

---

Наблюдения за водохранилищем проводятся за уровнями воды, температурой, химическим составом, фильтрацией, ледовыми и ветровыми режимами, переформированием берегов, зарастанием чаши и т. д. Рекомендуемый перечень и сроки наблюдений приведены в таблице 9.2.

Таблица 9.2

**Перечень и сроки наблюдений за сооружениями водохранилища**

<b>Вид наблюдения</b>	<b>Периодичность</b>
Наблюдение за уровнями воды в верхнем и нижнем бьефах водохранилища	В период прохождения паводков, интенсивного притока или опорожнения – круглосуточно, в остальное время – 1 раз в 7 дней
Визуальный осмотр плотины, водосброса, водозаборных сооружений, дренажных устройств	В период прохождения паводков – круглосуточно, после каждого обильного дождя; в остальное время – ежедневно
Замеры уровней воды в пьезометрах	В период прохождения паводков, быстрого наполнения или сработки – ежедневно, в остальное время – 1 раз в 7 дней
Инструментальные замеры расходов фильтрационных вод, определение их мутности	По мере необходимости, при возникновении опасной ситуации
Осмотр подводных частей сооружений водозамами	1 раз в 3 года
Обследование бетонных поверхностей и креплений откосов	После пропуска паводков, обильных дождей и опорожнения
Наблюдения за переработкой берегов	После прохождения паводков, дождей и при сработке водохранилища
Отбор проб воды для химического анализа из водохранилища и дренажных систем	1 раз в квартал
Детальный осмотр сооружений гидроузла комиссией с составлением акта обследования	3 раза в год (до и после прохождения паводка, осенью)

*Примечание.* В случае аварийной ситуации наблюдения проводятся вне графика и принимаются срочные меры по локализации деформаций и повреждений, а также по ликвидации последствий.

Уровни воды фиксируются показаниями водомерных реек, установленных в верхних и нижних бьефах всех сооружений. Абсолютные отметки уровня воды определяются с точностью до 1 см. По данным наблюдений за уровнями строятся графики колебаний уровней воды в водохранилище и устанавливаются объемы воды и площади его водной поверхности.

Для лабораторных анализов вода отбирается на расстоянии 20...30 м от уреза воды и в двух слоях: в поверхностном и придонном. Одновременно с отбором проб из водохранилища отбираются пробы из пьезометров, в местах выхода фильтрационной воды в нижнем бьефе. При усилении фильтрации воды и увеличении осадок сооружений отборы воды на анализ в нижнем бьефе должны проводиться чаще, по особому заданию.

В ледовом режиме водохранилища различают три периода: замерзание, ледостав, вскрытие.

Наблюдения за состоянием и толщиной льда на водохранилище необходимы для определения возможных последствий от навалов ледяных полей на откосы земляной плотины и на сооружения. В зимний период наблюдения ведутся за сроками появления льда, установления ледостава, вскрытия и очищения водоема от льда, за состоянием ледяного покрова и его деформации при подъемах уровня воды, толщиной льда, сплошным покровом и т. д. Наблюдения ведутся визуально и с помощью ледомерных реек стандартного типа, погружаемых в пробитую во льду лунку. Измерения проводят один раз в 5...10 дней на расстоянии 3 м от берега, а при толщине льда более 15 см – на расстоянии 20...30 м от уреза воды. Данные наблюдений регистрируются в журнале и наносятся на график измерения толщины покрова.

Наблюдения за зарастанием водохранилища проводятся в летнее время. На план водохранилища наносятся ориентировочные границы зарастаний, которые уточняются съемкой.

Наблюдения за высотой ветровых волн и наката ведут по рейкам, укладываемым на верховом откосе плотины. Элементы волны (высота, период и т. д.) определяют при помощи волномерных вех,

---

волномеров, волнографов. Одновременно замеряют направления и скорость ветра. Данные заносят в журнал.

При наблюдениях за возможными береговыми переформированиями под воздействием ветро-волнового режима проводят:

- рекогносцировочное обследование побережья;
- сбор материалов по затопляемым участкам берега;
- топографическую съемку береговой полосы;
- контрольную нивелировку поперечников и промеры глубины воды;
- геологическое обоснование с отбором образцов грунта;
- наблюдения за развитием оползневых явлений.

Наблюдения за берегами проводят два раза в год – весной, после прохождения паводка, и осенью – после окончания интенсивных дождей, а также при сработке водохранилища. Журналы за переработкой берегов, оползневыми явлениями составляют в произвольной форме – указывают дату, время наблюдений, глубину воды в местах измерения.

Визуальные наблюдения состояния сооружений осуществляют путем регулярных обходов и осмотров. Все нарушения в режиме работы фиксируют на месте, наносят на планах и разрезах с описанием, зарисовками, обмерами, фотографированием. В журнале указывается дата обнаружения деформаций, местонахождение, номер пикета, размеры и т. д. Организация наблюдений возлагается на ответственного по гидроузлу, проведение осмотра – на наблюдателей (обходчиков-рементеров). Для четкого выполнения своих обязанностей наблюдатель должен быть обеспечен соответствующими инструкциями, журналами, бланками, чертежами сооружений. Во время обходов наблюдатель осматривает сооружения и замеченные дефекты наносит на схемы сооружений, участки деформаций и повреждений оконтуривает. Обо всех замеченных повреждениях он обязан доложить начальнику. Все результаты обследований и произведенного ремонта сооружений заносятся в журнал наблюдений. В нем фиксируется состояние, характер и степень повреждения, рекомендуемые мероприятия и сроки их устранения. Если во время

---

осмотров не обнаружено никаких заметных изменений в состоянии сооружений, об этом также делается запись в журналах наблюдений.

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 суток) или ежедневно. Во время паводка наблюдения проводят ежедневно, а в аварийной ситуации – вне графика.

Железобетонные сооружения в процессе эксплуатации подвергаются общим и местным деформациям. К общим относятся смещения всего сооружения в целом и деформации отдельных его элементов (секций) – горизонтальные, вертикальные, поворот, наклон и т. д.

К местным деформациям относятся образование и развитие трещин, раскрытие строительных швов, отслоение бетона, выпучивание или размыв дна у сооружения.

При наблюдениях за водозаборами, водосбросами, шлюзами-регуляторами и другими сооружениями следует отмечать:

- состояние поверхности бетона;
- осадку сооружений;
- прочность и водонепроницаемость бетона;
- фильтрацию через сооружения;
- выпор оснований;
- горизонтальные перемещения;
- давление воды на подошву;
- гидравлический режим сооружений;
- состояние нижнего бьефа.

При осмотре внешнего вида бетонных поверхностей надо отмечать появившиеся дефекты: деформации, потеки, трещины, наличие раковин, отслаивание и выкрошивание бетона, обнажение арматуры – как на наружных, так и на внутренних поверхностях, доступных для осмотра. Поверхности бетона в зоне переменного уровня летом осматривают с лодки, зимой – с поверхности льда (при прочном

---

ледяном покрове). Подводная часть сооружений при необходимости обследуется водолазами. При осмотре необходимо производить простукивание бетона молотком и опробование зубилом. Глухой звук, вмятины при ударе и слабое сопротивление отколу указывают на снижение прочности бетона. Простукивание сборных плит обнаруживает места неполного прилегания.

Прочность бетонных и железобетонных элементов можно определять различными способами, которые подразделяются на две основные группы: разрушающие 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 т. д.

При осмотрах сооружений устанавливают очаги фильтрации через бетон: влажные места, мокрые, сочащиеся участки поверхности, свищи (отдельные струйки). Все видимые трещины фиксируются, нумеруются и заносятся в специальный журнал наблюдений за трещинами (местонахождение, дата появления, размеры, ориентация, наличие или отсутствие фильтрации воды через трещину). Наблюдениями за фильтрацией воды через бетон выявляются суффозионные процессы, интенсивность выщелачивания бетона фильтрующейся водой, расходы фильтрации. Если появляются интенсивные выходы фильтрации в виде свищей, целесообразнее произвести расчистку и установить расход и величину напора. Результаты наблюдений заносятся в журнал.

При изучении данного вопроса следует учитывать, что максимальный расход через швы и трещины наблюдается в холодное время, а минимальный – летом. Если такая цикличность нарушается, это свидетельствует или о кольматации трещин, или об их раскрытии и интенсивном выщелачивании бетона.

---

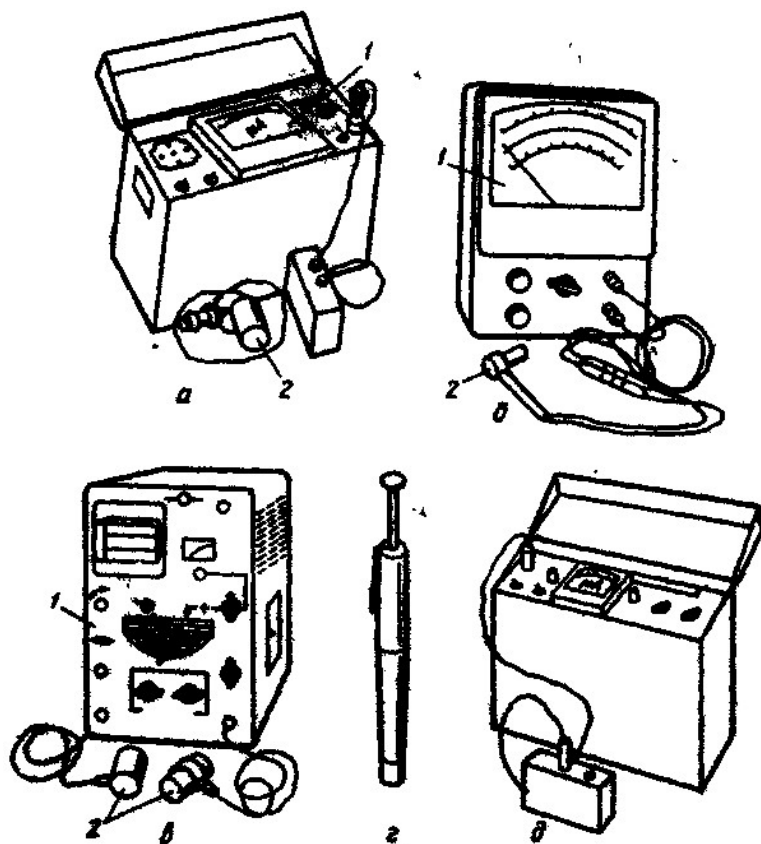


Рис. 9.1. Внешний вид приборов неразрушающего контроля железобетонных конструкций: *а* – ультразвуковой прибор УКБ-1М; *б* – ультразвуковой толщиномер «Кварц-6»; *в* – измеритель напряжений и трещин ИНТ-М2; *з* – измеритель толщины покрытия ИТП-1; *д* – измеритель параметров армирования; 1 – регистрирующий 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 и являются наиболее опасными. 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 часто 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 кольматацией 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.

---

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. д.) и на 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.

По земляной плотине необходимо следить:

- за общим состоянием гребня, берм, откосов, осадками, просадками, оползнями и другими деформациями на склонах;
-

- состоянием крепления верховых и низовых откосов плотины;
- выходами фильтрационных вод на откосах сооружений и в обход их;
- состоянием и работой дренажных устройств;
- состоянием элементов контрольно-измерительной аппаратуры, выступающих над поверхностью земли.

К деформациям креплений откосов относятся:

- смещение бетонных плит крепления от волновых воздействий, давления грунтовой воды, подвижек льда, разрушения каменной наброски;
- вымыв фильтрационных материалов и грунта из-под плит или мощения;
- разрушения от навала крупных плавающих предметов (бревна, коряги и т. д.).

Подводные обследования производят при наиболее низких уровнях воды, результаты обследования заносят в журнал.

Фильтрация через тело плотины и основание проявляется мокрыми пятнами, просачиванием, протечками, грифонами, свищами, ключами в пределах низового откоса плотины, в местах примыкания его к берегам и сооружениям, у подошвы плотины. 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.

---

Наблюдения за фильтрацией наиболее ответственны в отношении прочности и устойчивости грунтовых плотин. К более опасным явлениям, которые могут быть зафиксированы при визуальных наблюдениях, относятся:

- выход фильтрационных вод на низовой 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, ощутимые просадки, образуемые в зонах усиленной суффозии;
- образование значительной фильтрации в виде свищей, ключей и т. д.

Особое внимание нужно уделять фильтрации с выносом частиц грунта. Следует срочно принимать меры по выяснению причин, замерам фильтрационных расходов и ликвидации таких явлений.

Фильтрация воды в нижнем бьефе сооружений подразделяется на общую и местную. Общая характеризуется суммарным расходом воды, поступающим через дренажные устройства, и считается допустимой в размерах, предусмотренных в проекте.

Местная фильтрация проявляется в виде отдельных выходов воды на откосах земляных сооружений, на склонах в нижнем бьефе, в контактных зонах и т. д.

Все обнаруженные очаги фильтрации детально осматривают на месте, фиксируют записями в журнале визуальных наблюдений и сообщают ответственному по гидроузлу. Замеры расходов из очагов сосредоточенной фильтрации должны начинаться немедленно после их появления и проводиться ежедневно до полного прекращения фильтрации или стабилизации расходов. После стабилизации расходов замеры проводятся не реже одного раза в неделю. Для определения расходов фильтрации используют мерные сосуды или общеизвестные мерные водосливы – треугольные, трапециевидные, прямоугольные.

В случае интенсивной фильтрации в сопряжениях земляной плотины с бетонными сооружениями или через трещины в теле плотины

---

при угрозе ее прорыва принимаются срочные меры по мобилизации людских и материальных ресурсов с оповещением о создавшейся опасности предприятий и населенных пунктов, расположенных ниже ожидаемого прорыва земляной плотины. Необходимо немедленно перекрыть верховой откос пленкой или брезентом в зоне фильтрации с пригрузкой мешками с грунтом или песком, расчистить места выходов сосредоточенной на низовом откосе фильтрации, заполнить эти места песком, щебнем, произвести пригрузку для предотвращения выноса грунтов из контактных зон. При разрушении крепления верхового откоса следует немедленно производить пригрузку участков наброской из камня.

При наблюдениях за фильтрационным режимом с помощью пьезометров и дренажных устройств следует определять:

- положение депрессионной поверхности фильтрационного потока в теле земляной плотины;
- величины фильтрационных расходов;
- очаги сосредоточенной и контактной фильтрации;
- скорость течения и вынос грунта фильтрационным потоком.

По данным замеров уровней воды в пьезометрах определяется положение депрессионной поверхности фильтрационного потока и сравнивается с проектной. В случае превышения уровней следует немедленно сообщать начальнику для выявления причин и принятия срочных мер для недопущения аварийного состояния. Определение уровня воды в пьезометрах должно производиться двукратным замером и приниматься равным полусумме полученных значений, если расхождение не превышает 1...2 см. Если расхождение более 2 см, проводят третий замер и принимается средняя величина. Одновременно с замерами уровней воды в пьезометрах должны быть замерены уровни в верхнем и нижнем бьефах водохранилища. Одновременно с измерениями в журнале записывают данные об уровнях верхнего и нижнего бьефа водохранилища, а также сведения о прошедших атмосферных осадках.

При явлении суффозии – вымыве мелких частиц грунта фильтрующейся водой – отбирают пробы воды для определения мутности.

---

При увеличении фильтрационных расходов, не связанных с подъемом воды в водохранилище или атмосферными осадками, пробы отбираются чаще. В журнале наблюдений делается запись об отборе проб на мутность и о полученном результате лабораторного определения.

В процессе эксплуатации необходимо производить проверку чувствительности пьезометров заливкой воды. Уровень воды после заливки должен восстанавливаться не более чем за 1 ч при песчаных и супесчаных грунтах тела плотины. Если в результате промывки чувствительность пьезометра не восстанавливается, его водоприемник подлежит замене. Все случаи выхода пьезометра из строя, включая временные повреждения, должны фиксироваться в специальном журнале.

Отметка верха трубы пьезометра должна ежегодно проверяться двойной нивелировкой. При подготовке пьезометров к зиме необходимо утеплить их устья, установить веши, которые могут служить ориентирами при занесении пьезометра снегом; обеспечить незамерзаемость воды в пьезометрах, уровень в которых располагается в пределах зоны промерзания.

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. д.

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 отдельных элементов сооружений, вызванные обычно фильтрационным потоком.

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 фиксирования 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.

Инструментальные наблюдения за состоянием и перемещениями элементов сооружений 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 (дренажи, экраны и т. д.). Створные знаки – указатели, устанавливаемые для фиксации расстояний по длине сооружения.

---

По результатам наблюдений составляют:

- графики изменения уровней 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, при отклонении от закономерностей следует тщательно разобраться, а при необходимости принять срочные меры.

## **9.7. Уходные работы при обслуживании прудов и водохранилищ**

Передача в эксплуатацию прудов и водохранилищ осуществляется после пропуска первого паводка и наполнения водой до проектного уровня. После ввода сооружений пруда или водохранилища в эксплуатацию масляной краской наносят на установленную рейку рабочий и форсированный уровни воды, предусмотренные проектом. Повышение уровня 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, земляная плотина 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 максимальный напор, причины и виды повреждений сооружения.

Систематический надзор и уход за элементами сооружений прудов и водохранилищ осуществляет эксплуатационный персонал, который 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, по 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 эксплуатации.

Перечень текущей технической документации, которая должна вестись службой эксплуатации, определяется для каждого водохозяйственного объекта. Например, при 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, заиления водохранилища, характера местных размывов и другие документы.

---

По результатам наблюдений, обследований, надзора, ремонтных работ и других эксплуатационных мероприятий составляется 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 исправном рабочем состоянии.

Ремонт бетонных поверхностей заключается в заделке отдельных выбоин пластичным мелкозернистым бетоном по подготовленной поверхности. Края выбоин вырубаются под углом  $60^\circ$  к плоскости бетона на глубину 3...5 см с очисткой и насечкой поверхности, затем наносится новый бетон и затирается заподлицо с существующей поверхностью. Участки бетонных элементов с повышенной водопроницаемостью и пониженной прочностью укрепляют инъекцией цементного раствора под давлением через пробуренные скважины или путем замены бетона с применением арматурных сеток.

Водопроницаемость бетона может устраняться торкретированием. Поверхность должна быть зачищена металлическими щетками. Толщина слоя, наносимого за один прием, должна быть не более 20 мм при торкретировании снизу вверх и 30 мм – сверху вниз.

---

Простейший ремонт швов заключается в их очистке и заливке жидким битумом с конопаткой просмоленным канатом. Тонкие трещины могут быть залиты горячим битумом.

Особое внимание следует уделять состоянию понура, водобоя, рисбермы, выявлять возможные размывы дна за рисбермой, обращать внимание на наличие выноса грунта из основания и т. д.

До наступления паводков производится необходимый ремонт сооружений, очистка от снега и льда, проверяется работа подъемников и затворов. Пропуск паводков осуществляется при открытых затворах водосброса. Наивысший горизонт пика паводка регистрируется по установленной водомерной рейке. До наступления низких температур проводится тщательный осмотр швов бетонных сооружений и выполняются мероприятия по устранению всех дефектов.

Все металлоконструкции и механическое оборудование гидротехнических сооружений в процессе эксплуатации должны находиться под постоянным надзором, подвергаться периодическим ревизиям, профилактическим и плановым ремонтам. Обнаруженные в процессе эксплуатации дефекты, повреждения или отклонения в работе механического оборудования устраняются силами обслуживающего персонала при текущем ремонте или включаются в план капитального ремонта. Затворы рабочие и ремонтные считаются исправными, когда они при работе под напором не имеют перекосов и заметных деформаций, когда движения их совершаются плавно, а прилегание и посадка на порог исключают утечку воды.

При ревизиях проверяют наличие деформаций и коррозионных повреждений основных связей конструкции, состояние уплотнений, планок и болтов для их крепления, надежность свободного от руки вращения колес (для колесных затворов), состояние крепления грузовых винтов к проушинам затворов, опорных шарниров и т. д. Периодически проверяется работа ходовых частей, соединений, передач, проводящих частей затворов и других механизмов. Затворы, пазы, опорные и ходовые части должны регулярно очищаться от грязи, случайных предметов, а в зимнее время – ото льда и снега. Перед

---

каждым рабочим подъемом или опусканием затворов необходимо осмотреть механизмы, пазы и уплотнения.

При осмотрах и ремонтах затворов рекомендуется:

- проверить сварные соединения, при необходимости вырубить и заварить лопнувшие сварные швы;
- проверить надежность затяжки болтовых соединений;
- произвести разборку и промывку деталей, нанести новую смазку на трущиеся поверхности;
- проверить состояние резины и металла в уплотняющих устройствах, заменить износившиеся элементы новыми;
- проверить состояние закладных частей, очистить их от грязи, продуктов коррозии, при необходимости заварить раковины.

Участки с местными коррозионными повреждениями глубиной до 10 % толщины металла зачищают и покрывают антикоррозийной краской. Ремонтные затворы и решетки должны быть пронумерованы и размещены в местах хранения в порядке, обеспечивающем последовательность установки на сооружении. Металлические части должны быть покрыты консервирующей смазкой, деревянные – антисептированы. Металлоконструкции служебных мостиков, площадок, решетки, лестницы, перильные ограждения, металлические трубопроводы подлежат текущему надзору и профилактическому ремонту. Устраняют деформации металлоконструкций, вырубают и заваривают вновь дефектные сварные швы. Металлоконструкции окрашивают не реже одного раза в год.

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 электросварки, цемента, ступков промасленной и засохшей грязи. В порядке профилактики опорно-ходовые части,

---

пазы и в целом затворы систематически очищают от грязи, льда, снега, мусора, случайных предметов. 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; на 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 % от толщины металлического элемента, рассматривают вопрос о его замене или капитальном ремонте.

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/м<sup>2</sup>. Наиболее часто встречающимся таким организмом является моллюск дрейссена. Известны такие способы борьбы и защиты элементов сооружений от биологического обрастания, как механический,

---

химический, биологический и т. д. 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 такая рыба, как плотва, язь, лещ, сазан, а также рак поедает 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 затворов 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, 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.

## 9.8. 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 сохранности рисбермы и всего флютбета, а также для 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 сооружения 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 необходимость, 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  $-0,02...-0,05$  °С, а иногда до  $-0,1$  °С. Частицы шуги могут быть представлены в виде игл, зерен чечевицы или горошин, пластин, комьев и т. д. Донный лед – это внутриводный лед, появляющийся на дне водотока, чаще покрытого камнями, валунами и т. д. 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, стесняющее живое сечение и приводящее 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. д.) 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. Затопы возникают, как правило, весной, в период ледохода. Сформировавшиеся затопы и зажоры могут значительно повысить уровни воды, что в определенных условиях обуславливает появление наводнений, переливов воды через гребень ограждающих дамб, а также оказать 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 затопов и зажоров.

## 9.9. 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, просадок, ходов землеройных животных, повреждение 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. д. При этом учитывают прогнозы гидрометеослужбы, специфику сооружений, особенности региона расположения водоема, а также используют опыт пропуска 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 русел;
  - оценка состояния водобойного колодца с обязательной очисткой его ото 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, разрушении ледовых заторов, устройстве каменной наброски в подводных условиях, при устранении прорывов воды с помощью мешков, заполненных сыпучим материалом, при сборке и разборке запоней и т. д.

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 и паводковые комиссии смежных участков о состоянии уровней воды в водохранилище, о расходах, сбрасываемых в нижний бьеф, о 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 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 за 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, 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 предназначенная населенным пунктам и предприятиям информация 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, чтобы можно было срезать пик паводка.

Ливневые паводки отличаются коротким периодом и требуют большой оперативности от служб эксплуатации. При выпадении сильного дождя ливневого характера в период максимальных уровней воды в водохранилище водосбросные и водозаборные сооружения должны открываться для пропуска поступающей воды с учетом пропускной способности сооружения.

В случае выявленных на сооружениях неисправностей, устранить которые к паводкам не представляется возможным, но которые могут повлечь разрушения, необходимо принять меры по незаполнению водоема.

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, информацию о состоянии затопленных элементов сооружений получают всеми доступными методами (промеры глубин; прощупывание 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 требоваться 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;
  - 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 нанести большой материальный ущерб или создать опасность для жизни людей, устраняют немедленно любыми доступными средствами.

## **9.10. 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 ремонты. 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:

- показатели конструктивной надежности – прочность, устойчивость, водонепроницаемость, морозостойкость и т. д.;
- 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 обусловливается 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 работоспособность в течение заданного времени при нормальных условиях эксплуатации. Под долговечностью понимают свойство сооружения сохранять эксплуатационные качества до момента выхода из строя. Ремонтпригодность сочетает совокупность времени и стоимости, необходимых для устранения повреждений или отказов; устанавливается технико-экономическими обоснованиями.

Потеря сооружениями или их элементами требуемых эксплуатационных качеств называется старением, или износом. Различают физическое старение, когда сооружение теряет 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 срабатывает 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 т. д.

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 износа, а также с целью повышения 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. Разделявают 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 анкеры и дополнительную арматуру. Перед бетонированием поверхность очищают от пыли, смачивают или промывают струей воды. Для обеспечения повышенной прочности на обрабатываемую поверхность рекомендуется наносить 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 °С. Температурный режим твердения бетона под наблюдением обеспечивают до получения 50 % марочной прочности, т. е. в течение 7...14 суток. При температуре воздуха до -10 °С бетонировать 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 °С бетон укладывают в тепляках, где поддерживается положительная температура не ниже +5...10 °С.

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 суток, с пластифицирующими добавками – 14 суток.

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 т. д. 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 трапецидальную, 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.

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 воз-

---

можно ее проникновение в траншею, место проведения ремонтных работ огораживают шпунтом.

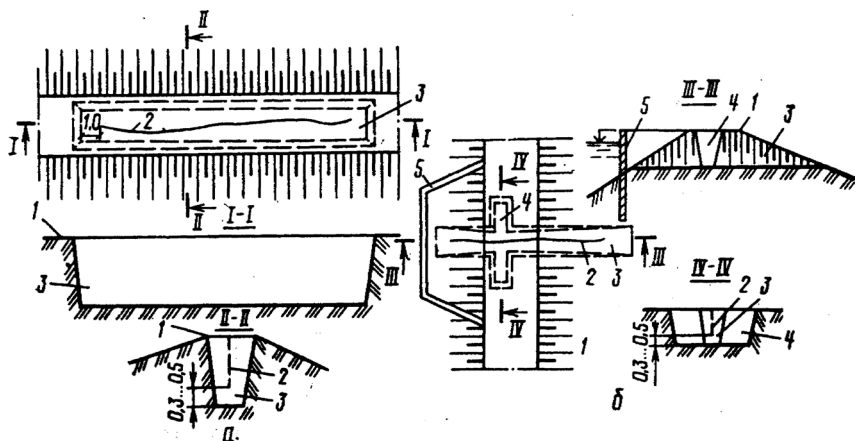


Рис. 9.2. Заделка трещин грунтовых плотин: а – продольной; б – поперечной; 1 – гребень плотины; 2 – трещина; 3 – траншея; 4 – замок траншеи; 5 – шпунтовое ограждение

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 уположивание 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.

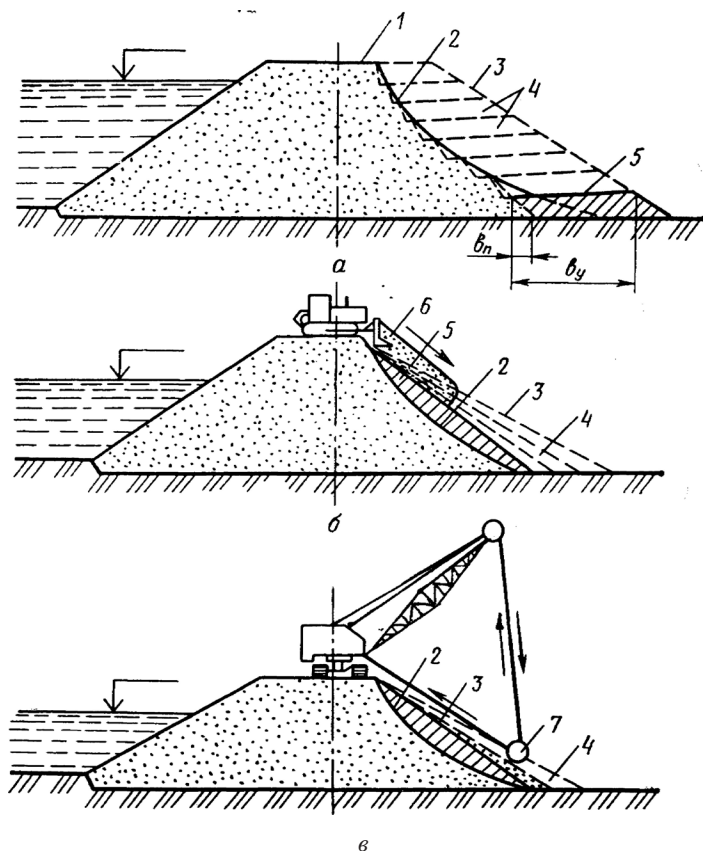


Рис. 9.3. Схема уширения и упрочнения откосов грунтовых плотин:  
*a* и *б* – продольный и поперечный способы; *в* – уплотнение грунта катком;  
 1 – гребень плотины; 2 – низовой откос до ремонта; 3 – проектный откос;  
 4 – слой отсыпки и уплотнения грунта; 5 – уплотненный грунт;  
 6 – грунт, разравниваемый 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 оправданно. 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/м<sup>2</sup> 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 ( $\geq 50$  см/сут).

В зоне подножия низового откоса земляной плотины может появиться выклинивание воды. Выход воды в виде ключей – серьезный сигнал об аварийной ситуации на плотине. 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.

## **9.11. Техника безопасности при эксплуатации прудов и водохранилищ**

При эксплуатации прудов и водохранилищ должны соблюдаться правила техники безопасности, установленные для каждого вида работ сборником действующих правил и положений по технике безопасности и производственной санитарии для предприятий и организаций.

Общее руководство и соблюдение правил по технике безопасности осуществляет начальник управления эксплуатации. Каждый работник службы эксплуатации обязан знать и выполнять правила техники безопасности на своем рабочем месте и немедленно сообщать вышестоящему руководителю обо всех неисправностях и нарушениях, представляющих опасность для людей или сохранности сооружений и оборудования. Все работники службы эксплуатации

---

обязаны уметь плавать, пользоваться весельными лодками, знать правила спасения утопающих и уметь оказывать первую помощь пострадавшим.

Допускаются работники к исполнению своих обязанностей только после инструктажа по технике безопасности. Нарушение правил техники безопасности недопустимо.

При выполнении работ ночью и при авариях выделяются специальные лица для наблюдения за выполнением правил по технике безопасности.

Производство работ в чаше прудов и водохранилищ, по берегам и напорному откосу плотин должно обеспечиваться спасательными средствами, которые всегда должны содержаться в состоянии полной готовности. Защитные ограждения, особенно в местах повышенной опасности, должны быть постоянно исправными. Работа на воде в непосредственной близости от открытого затвора (в зоне кривой спада) категорически запрещается.

При работе осенью и ранней весной при температуре воды ниже 10 °С, а на выходе из дренажей – круглый год пребывание в воде разрешается не более 30 мин с последующим переодеванием и обогреванием не менее 1 ч. При работах на льду обязательно устройство настила из досок, работу следует выполнять группой, при опасности необходимо взаимно страховать привязкой веревками.

Особое внимание следует обращать на точное соблюдение правил техники безопасности при работе с электрооборудованием, электроприборами, взрывчатыми и легковоспламеняющимися материалами.

Взрывные работы в непосредственной близости от сооружений водохранилища должны проводиться с особой осторожностью; на земляных сооружениях, находящихся под напором, взрывные работы не допускаются.

Места ремонтов должны освещаться и обозначаться предупредительными знаками. Подъемные устройства и механизмы должны ограждаться и закрываться на замок, а ключи и съемные ручки храниться в назначенном месте. При работе механизмов на откосах

---

плотины и крутых косогорах принимаются меры против их оползания и опрокидывания.

Для выкашивания растительности на водохранилище применяются самоходные камышекосилки. К обслуживанию плавучих самоходных камышекосилок могут допускаться лица, практически обученные этому делу, сдавшие экзамены по технической эксплуатации и технике безопасности, а также прошедшие медицинское освидетельствование. Для каждого типа применяемых плавучих самоходных камышекосилок должна быть специальная инструкция по технической эксплуатации и ремонту, которой обеспечиваются обслуживающие рабочие. Выкос водной растительности в водохранилище плавучими самоходными камышекосилками в ночное время не разрешается.

Запрещается:

- выкос водной растительности плавучей самоходной камышекосилкой, если в радиусе до 10 м от нее находятся люди или домашние животные;
- эксплуатация камышекосилок со снятыми предохранительными устройствами (кожухами у ременных и шестереночных передач и т. д.);
- ремонт, смазка, регулирование камышекосилок, а также очистка режущего аппарата от срезанной растительности и других предметов во время работы;
- очищение ножей режущего аппарата и их смена незащищенными руками;
- оставление без присмотра камышекосилки с работающим двигателем.

При эксплуатации камышекосилки на ее борту должен находиться только обслуживающий персонал.

---

## **РАЗДЕЛ 2**

# **РЕКОНСТРУКЦИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ**

---

### **Глава 10**

## **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕКОНСТРУКЦИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ**

---

### **10.1. Цели и задачи реконструкции мелиоративных систем**

Такие понятия, как технический уход, ремонт, восстановление и реконструкция мелиоративной системы, тесно связаны друг с другом.

Технический уход – комплекс мероприятий, направленных на поддержание мелиоративных систем в рабочем состоянии путем систематического устранения мелких повреждений и предохранения сооружений от разрушений. При своевременном и качественном

---

выполнении технического ухода отпадает необходимость в частом проведении текущих ремонтов мелиоративных систем, значительно отодвигаются сроки проведения капитальных ремонтов.

Ремонт мелиоративных систем – система технико-экономических и организационных мероприятий, направленных на поддержание или полное восстановление основных технических параметров мелиоративных систем или отдельных сооружений на них. Различают текущие, капитальные, аварийные ремонты.

Восстановление мелиоративных систем следует рассматривать как комплекс мероприятий, при реализации которых сохраняются первоначальные технико-экономические показатели проекта. При этом восстанавливаются системы, степень разрушения которых 75 % и более.

Реконструкция мелиоративных систем – комплекс мероприятий, направленных на повышение технического уровня действующих систем путем изменения конструкций и основных параметров сети, замены устаревших сооружений новыми, внедрение автоматизации управления водным режимом с целью повышения продуктивности мелиорированных земель, рационального использования земельных и водных ресурсов, охраны окружающей среды.

Необходимость реконструкции может вызываться изменением направления сельскохозяйственного использования земель (вместо использования под луга намечается выращивание полевых культур), неудовлетворительным состоянием водно-воздушного режима почвы в связи с недостаточной нормой осушения, наличием частой открытой сети каналов, техническим несовершенством существующих систем, значительным износом открытых каналов и закрытого дренажа, несоответствием технико-экономическим требованиям для получения высоких и устойчивых урожаев на мелиорированных землях.

Реконструкцию мелиоративных систем следует назначать, когда проведение капитального ремонта или мероприятий по их улучшению не может обеспечить возможность регулирования водного режима мелиорируемых почв согласно требованиям сельскохозяйственного производства.

---

Объемы работ, выполняемые при реконструкции мелиоративных систем, по капитальным затратам нередко приближаются к новому строительству, в связи с чем их осуществление требует обоснования на каждом конкретном мелиоративном объекте.

Таким образом, основными целями реконструкции является:

- увеличение объема производства сельскохозяйственной продукции с мелиорируемых земель;
- повышение плодородия и создание требуемого водно-воздушного режима почв;
- рациональное использование водных и земельных ресурсов;
- повышение производительности труда при технической эксплуатации мелиоративных систем и в сельскохозяйственном производстве;
- сохранение окружающей среды.

Реконструкции подлежат мелиоративные системы или их элементы, которые не обеспечивают нормативного водного режима почвы:

- из-за физического и морального износа при снижении балансовой стоимости элементов мелиоративной системы более чем на 50 %, с истечением проектного срока эксплуатации;
  - выхода из строя отдельных элементов осушительных и осушительно-увлажнительных мелиоративных систем вследствие заиления и зарастания открытой проводящей сети, создающего подпор в регулирующей сети; заиления полостей дренажных труб песчаными отложениями или заохривания плотными отложениями, не удаляемыми при промывке; уменьшения глубины заложения дрен из-за уплотнения и сработки торфа;
  - разрушения дренажных линейных элементов мелиоративных систем при строительстве дорог и прокладке коммуникаций;
  - разрушения оградительных дамб, сооружений, износа оборудования, не подлежащего ремонту, или из-за недостаточной производительности насосных станций;
  - изменения характеристик почвенного покрова (в том числе сработка торфяных почв), физико-механических свойств грунтов в результате длительного интенсивного сельскохозяйственного
-

использования мелиорируемых земель и хозяйственной деятельности, которые привели к значительному снижению водопроницаемости засыпки дренажных траншей или полной кольматации защитно-фильтрующих материалов и входных отверстий дренажных труб, а также к периодическому переувлажнению из-за образования уплотненного подпахотного слоя; образования бессточных понижений вследствие неравномерной осадки поверхности земли и неправильной обработки почвы, в которых происходит вымочка посевов и зарастание кустарником;

- обстоятельств природного и техногенного характера, повлиявших на техническое состояние элементов мелиоративной системы (паводки, аварии, строительство на мелиоративных системах других объектов и т. д.);

- достижения предельного состояния прочности сооружения (элемента мелиоративной системы), при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима по условиям аварийной опасности или экономической нецелесообразности;

- использования сооружения по новому назначению;

- состояния сооружения, которое не обеспечивает соблюдения эксплуатационных требований (изменение пропускной способности, местоположения, технических показателей и т. д.);

- низкой продуктивности земель из-за неудовлетворительного водного режима и ухудшения в связи с этим условий проживания и обеспечения занятости населения, снижения эффективности сельскохозяйственного производства;

- изменения структуры землепользования и использования сельскохозяйственных земель, реформировании и изменении специализации сельскохозяйственных предприятий.

Основные задачи реконструкции заключаются в повышении надежности осушительной системы, улучшении условий и повышении производительности труда, уменьшении эксплуатационных затрат, укрупнении угодий с выпрямлением контуров, в очистке площадей от кустарника, в переустройстве дорожной сети и линий связи, применении новых конструкций сооружений, автомати-

---

зации и механизации производственных процессов, оздоровлении окружающей среды (ликвидация заболоченных и закустаренных участков). При реконструкции систем возможно расширение мелиорируемых площадей за счет прилегающих и ранее не осушенных участков.

Различают два вида реконструкции систем и сооружений: полную и частичную.

Полная реконструкция – это коренное переустройство сооружений с заменой материалов, оборудования, частичным или полным изменением размеров и конструкций, элементов и сетей систем. При полной реконструкции сооружений, каналов, закрытых мелиоративных сетей их эксплуатация может быть приостановлена.

Частичная реконструкция – замена некоторых элементов, конструкций без остановки работы системы.

Систему реконструируют на основе новейших достижений мелиоративной науки и практики, применяя долговечные материалы, прогрессивные способы осушения и комплексного использования водных ресурсов. Обычно открытую регулируемую 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.

Эксплуатационная служба должна составлять перспективные планы развития систем. 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  $r$ ):

$$r = \frac{F\alpha_2 \cdot R_2 - F\alpha_1 \cdot R_1}{K},$$

где  $F$  – площадь осушения брутто, га;

$\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – 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. Углубление сети может потребовать углубления водоприемника или строительства насосной станции с линией электропередачи, 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 т. д. 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. д.); 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.

## **10.2. Выбор объектов для проведения реконструкции**

При выборе объектов для реконструкции учитывают техническое состояние мелиоративной системы. Объем и содержание работ 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, 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 оценивает комиссия, которая, наряду с другими показателями, анализирует возможность беспрепятственно и в лучшие агротехнические сроки проводить весенние полевые работы, потери урожая по причине запозывания 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, естественный износ (техническое состояние) отдельных элементов и системы в целом.

Выбор объектов для реконструкции мелиоративных систем проводится в соответствии с Инструкцией о порядке подбора объектов для проведения реконструкции мелиоративных систем (утверждена постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия от 30 января 2006 г. № 6). В соответствии с ней выделяются для сельскохозяйственных предприятий следующие приоритеты при выборе объектов для реконструкции:

- сельскохозяйственные организации, определенные как базовые по наращиванию объемов выпуска сельскохозяйственной продукции (согласно протоколу поручений Президента Республики Беларусь от 24 сентября 2003 г. № 38);
- организации, имеющие крупные животноводческие комплексы в целях обеспечения их кормами, узкую высокодоходную производственную специализацию (овощи, лекарственные растения и т. д.);
- организации, имеющие 50 % и более мелиорированных земель, а также мелиорированные земли, которые подвержены затоплению паводковыми водами при экстремальных погодных условиях.

При подборе объектов для реконструкции мелиоративных систем учитывают наличие высокого потенциального плодородия мелиорированных земель, их кадастровую оценку.

Также при выборе объектов реконструкции учитывают;

- материалы оптимизации землепользования сельскохозяйственных организаций;
  - окупаемость инвестиций, основанную на высокой эффективности использования мелиорированных земель;
  - экономическое состояние сельскохозяйственных организаций, их обеспеченность трудовыми и материальными ресурсами, энерговооруженность;
-

- эффективность использования ранее мелиорированных земель, технический уровень существующей мелиоративной системы;
- степень радиоактивного загрязнения земель;
- безопасность проживания населения.

Подбор объектов для проведения реконструкции мелиоративных систем проводится комиссиями комитетов по сельскому хозяйству и продовольствию областных исполнительных комитетов, управлений сельского хозяйства и продовольствия районных исполнительных комитетов.

В состав областных комиссий включаются:

- председатель комитета по сельскому хозяйству и продовольствию областного исполнительного комитета – председатель комиссии;
- представитель Белорусского государственного концерна по строительству и эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных систем – заместитель председателя комиссии;
- руководитель областной землеустроительной и геодезической службы;
- руководитель областной организации мелиоративных систем;
- начальник отдела растениеводства комитета по сельскому хозяйству и продовольствию облисполкома;
- председатель областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды (по согласованию);
- главный инженер РУП «Проектный институт Белгипрозем» (его дочерних организаций).

В состав районных комиссий включаются:

- начальник управления сельского хозяйства и продовольствия районного исполнительного комитета – председатель комиссии;
  - представитель областного отдела мелиорации и технического надзора концерна «Белмелиоводхоз»;
  - руководитель районной землеустроительной и геодезической службы;
  - руководитель районной организации мелиоративных систем;
-

- главный агроном управления сельского хозяйства и продовольствия райисполкома;
- начальник районной инспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды (по согласованию);
- руководитель сельскохозяйственной организации.

Информация об объектах для проведения реконструкции мелиоративных систем на территории соответствующего района для рассмотрения районной комиссией готовится организацией по обслуживанию мелиоративных систем совместно с районной землеустроительной и геодезической службой по заявкам сельскохозяйственных организаций, представленным в районные управления сельского хозяйства и продовольствия.

Заявка составляется землепользователем совместно с эксплуатационной службой. Для составления заявки землепользователем и эксплуатационной службой проводится оценка мелиоративного состояния объекта, которая отражается в акте обследования.

Акт обследования составляется комиссией, назначенной заказчиком. Участие проектной организации в обследовании мелиоративной системы осуществляется по договору. Комиссия проводит предварительное изучение материалов, полное рекогносцировочное обследование систем и сооружений, выполняет раскопки закрытого дренажа с целью определения его технического состояния и работоспособности, определяет причины отказов работы дренажных систем, проводит другие виды обследования. Материалы, подготовленные комиссией, используют при выборе объектов для проведения реконструкции.

Подбор объектов проводится по мелиоративным системам в границах землепользований сельскохозяйственных организаций с отображением на плане землепользования в масштабе 1:10 000 (выкопировке из плана) границ объектов для проведения реконструкции мелиоративных систем.

В процессе подбора объекта для проведения реконструкции мелиоративной системы устанавливается:

- год ввода объекта в эксплуатацию;
-

- площадь объекта, подлежащего реконструкции;
- техническое состояние гидротехнических сооружений мелиоративных систем на основе материалов инвентаризации и актов обследования;
- специализация сельскохозяйственной организации и ее экономические показатели;
- фактическое использование и мелиоративное состояние осушенных земель;
- баллы кадастровой оценки земель по объекту проведения реконструкции мелиоративных систем;
- структура почвенного покрова;
- сведения о продуктивности земель за последние два года;
- экономическая целесообразность реконструкции мелиоративной системы в зависимости от качества земель и других показателей;
- глубина торфяной залежи;
- охраняемые природные объекты и их охранные зоны.

Данные о механическом составе почв и баллах кадастровой оценки земель наносятся на план землепользования сельскохозяйственной организации (выкопировку из плана) в границах рассматриваемого объекта для проведения реконструкции мелиоративной системы.

Объект для реконструкции мелиоративной системы подбирается из расчета завершения строительных работ в течение не более 2 лет.

Районная комиссия рассматривает представленные материалы с учетом объемов работ по реконструкции, предусмотренных районной программой сохранения и использования мелиорированных земель, и направляет свои предложения на рассмотрение райисполкома.

Райисполком рассматривает подготовленные районной комиссией материалы по подбору объектов для проведения реконструкции мелиоративных систем, с учетом возможности получения максимального экономического эффекта от использования мелиорированных земель принимает решение о возможности и целесообразности проведения реконструкции мелиоративных систем в районе

---

и утверждает бизнес-планы рекомендуемых объектов для проведения реконструкции мелиоративных систем.

Областная комиссия рассматривает представленные райисполкомами материалы по подбору объектов для реконструкции мелиоративных систем, готовит заключение по каждому объекту реконструкции и вносит предложения в облисполком о возможности и целесообразности проведения реконструкции мелиоративных систем с учетом объемов работ, предусмотренных областной программой сохранения и использования мелиорированных земель.

Облисполком рассматривает предложения областной комиссии, принимает соответствующее решение о целесообразности выбора объекта для проведения реконструкции мелиоративных систем.

Решения облисполкомов с приложением бизнес-планов и планов землепользований в срок до 1 марта года формирования перечня проектно-изыскательских работ направляются в ГО «Белводхоз».

### **10.3. Способы реконструкции мелиоративных систем**

Применяемые методы при реконструкции осушительных систем остаются такими же, как и при первичном осушении болот и заболоченных земель. Основные элементы гидромелиоративных систем при этом не меняются.

После строительства осушительных систем и длительного сельскохозяйственного использования земель водно-физические свойства почв изменяются, причем особенно резкие изменения наблюдаются в торфяной залежи. Эти изменения необходимо учитывать. В противном случае может получиться, что осушительная сеть перестанет или будет недостаточно выполнять свои функции. Правильный учет изменений при составлении проектов реконструкции осушительных систем имеет большое практическое значение.

Основной причиной изменения водно-физических свойств осушаемой торфяной залежи является уплотнение торфа в процессе

---

усадки. Фазы изменений перераспределяются главным образом за счет уменьшения содержания воды и увеличения концентрации скелета и воздуха. Процесс перераспределения зависит от вида торфа и степени осушения, неравномерен по глубине залежи и наиболее заметен в верхних слоях.

Осушение и освоение торфяных почв резко усиливает аэрацию, улучшает тепловой режим и микробиологические процессы. С осушением и освоением болотных почв изменяется также фильтрационная способность, водоотдача, высота капиллярного поднятия, водовместимость торфа. Сельскохозяйственное использование осушенных торфяников значительно изменяет структурные особенности пахотного и корнеобитаемого слоев.

С осушенных и используемых под посевами сельскохозяйственных культур низинных болот суммарное испарение за вегетационный период превышает годовое количество осадков. Поэтому на ранее осушенных и освоенных болотах подлежащее удалению осушительными каналами количество воды значительно меньше.

Все происходящие изменения в результате осушения должны учитываться при составлении проектов реконструкции осушительных систем.

В проекте реконструкции систем должное внимание уделяется мероприятиям по повышению плодородия почв. Перспективно применять следующие способы реконструкции:

- на торфяных почвах – преимущественно закрытый дренаж и подпочвенное увлажнение. На участках торфяных почв, подстилаемых песками с  $K_{\phi} > 1$  м/сут – сеть открытых каналов и выборочный дренаж. Сеть открытых каналов – при интенсивном грунтово-напорном питании и первичном осушении болот с глубиной торфа  $> 1$  м. На участках земель с деформируемым после осушения рельефом – мероприятия по организации поверхностного стока;

- на переувлажненных минеральных почвах тяжелого гранулометрического состава – закрытый дренаж в сочетании с организацией поверхностного стока, агромелиоративными и агротехническими мероприятиями (планировка полей, устройство фильтров, колодцев

---

поглотителей, ложбин стока, раскрытие понижений, глубокое рыхление или кротование, улучшение структуры почвы, внесение органических удобрений и т. д.);

- на почвах легкого и среднего гранулометрического состава – закрытый дренаж и сеть открытых каналов в сочетании с организацией поверхностного стока, агрономелиоративными мероприятиями в условиях сложного рельефа, внесение оптимальных доз органических удобрений. В южной зоне при необходимости – увлажнительные мелиорации;

- на пойменных угодьях – строительство систем двустороннего действия водооборотного типа с механическим водоподъемом (польдеры), ускоренный сброс поверхностных паводковых вод сетью открытых каналов и агрономелиоративными мероприятиями, поверхностное улучшение луговых угодий.

Для отдельных видов гидромелиоративных систем применяются следующие способы реконструкции:

1. Открытые осушительные системы – замена открытой осушительной сети на закрытую с сохранением отдельных элементов и сооружений систем; проведение мероприятий по организации поверхностного стока; строительство нагорно-ловчих каналов и ловчих дрен; дополнение осушительных систем вертикальным дренажем; строительство осушительно-увлажнительных систем (в том числе с машинным водоподъемом); устройство защитных дамб обвалования.

2. Закрытые осушительные системы – сгущение закрытого дренажа с использованием существующих коллекторов и дрен, при необходимости их промывка; в ряде случаев переустройство дренажных линий, увеличение глубины заложения дренажа; проведение мероприятий по организации поверхностного стока; перевод осушительных систем в осушительно-увлажнительные; переустройство систем самотечного осушения на системы с машинным водоотводом; строительство защитных дамб обвалования; устройство нагорно-ловчих каналов и ловчих дрен.

3. Польдерные осушительные системы – углубление и выпрямление русел магистральных каналов и переустройство коллекторно-

---

дренажной сети; наращивание существующих дамб, укрепление их тела и откосов; дополнительное строительство дамб обвалования; устройство ловчих каналов и дрен, нагорных каналов; проведение противофильтрационных мероприятий; переустройство насосных станций, повышение производительности и надежности их работы, модернизация насосно-силового оборудования; строительство осушительно-увлажнительных водооборотных систем; строительство новой или дополнение существующей коллекторно-дренажной сети.

Наряду с капитальной реконструкцией, на территории всего объекта, если система полностью не вышла из строя, необходимо осуществлять реконструкцию отдельных участков с заменой способов осушения и без замены, частичную замену сооружений, реконструкцию водоприемников.

#### **10.4. Комплексные инженерные изыскания объектов реконструкции**

Для разработки проектов реконструкции проводят следующие изыскания:

- топографо-геодезические;
- инженерно-геологические и гидрогеологические;
- почвенно-мелиоративные;
- ботанико-культуртехнические;
- гидрологические;
- мелиоративно-гидротехнические.

*Топографо-геодезические изыскания* выполняют:

- 1) для обновления топографической основы участка реконструкции;
  - 2) получения продольных и поперечных профилей каналов, водоприемников, дорог;
  - 3) составления эскизов и съемки существующих инженерных сооружений;
-

4) привязки скважин;

5) геодезического обеспечения мест раскопок коллекторов и дрен.

При изменении ситуации и рельефа более чем на 35 % съемку проводят заново.

*Инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания* выполняют при необходимости:

1) уточнения геологического строения и гидрогеологических характеристик почвогрунтов, включая исследования по новым трассам каналов, водоприемников, дамбам и т. д.;

2) определения содержания закисного железа в грунтовых водах;

3) определения водно-физических свойств почвогрунтов и дренажной засыпки в слабоводопроницаемых грунтах.

По результатам этих изысканий составляется пояснительная записка, инженерно-геологическая и гидрогеологическая карты, совмещенные с почвенно-мелиоративной, разрезы по основным характерным направлениям, а также по осям сооружений.

*Почвенно-мелиоративные и ботанико-культуртехнические изыскания* выполняются преимущественно в весенне-осенний периоды, по их итогам должны быть составлены:

1) почвенно-мелиоративная карта, на которой отражается состояние почв с подразделением на группы:

- крайне неудовлетворительное состояние – естественный водный режим или вторичная заболачиваемость;

- неудовлетворительное состояние – продолжительное переувлажнение поверхностными или грунтовыми водами;

- удовлетворительное состояние – нуждаемость в агро-мелиоративных мероприятиях;

- хорошее состояние – не требуется дополнительных мероприятий;

2) карта растительности и культуртехнического состояния объекта;

3) картограммы агрохимических характеристик гумусового горизонта почв;

4) пояснительная записка к картографическим материалам.

---

В ходе *гидрологических изысканий* устанавливают расчетные гидрологические характеристики, дается их обоснование и методика расчета.

*Мелиоративно-гидротехнические изыскания* проводят с целью определения и уточнения состояния сооружений, дорог, осушительной сети, возможности их дальнейшего использования.

В состав работ входят:

- 1) картирование скоплений поверхностных вод;
- 2) определение положения уровня грунтовых вод;
- 3) измерение дренажного стока в устьях коллекторов (дрен);
- 4) определение и уточнение технического состояния элементов гидромелиоративной системы;
- 5) раскопки дрен и коллекторов на избыточно увлажненных контурах (не менее одного вскрытия на 3 га контура).

Процесс изысканий следует разделять на три этапа:

- подготовительный;
- рекогносцировочное обследование объектов реконструкции;
- проведение необходимых комплексных инженерных изысканий.

Подготовительный этап обычно включает:

- 1) поиск, ознакомление и изучение фондовых материалов, материалов изысканий и проектирования прошлых лет, материалов инвентаризации мелиоративных систем, исполнительной документации и их анализ;
- 2) предварительное натурное обследование объектов.

В процессе рекогносцировочного обследования необходимо:

- уточнить тип водного питания объекта и его отдельных участков;
  - произвести оценку современного состояния естественной и искусственной гидрографической сети и гидротехнических сооружений на ней, их влияния на водный режим;
  - определить состав последующих инструментальных измерений;
  - определить дренажные системы, на которых должны быть проведены раскопки при комплексных изысканиях;
-

- уточнить характер рельефа (наличие западин, застоя воды около дорог и т. д.).

Определение современного состояния элементов мелиоративной системы и гидротехнических сооружений проводится путем их обследования.

Содержание видов изысканий и обследований элементов мелиоративной системы, проектные решения и технология строительных работ при реконструкции системы зависят от вида и конструкции элементов. Элементы мелиоративной системы в процессе эксплуатации подвергаются физическому и моральному износу, подлежащему изучению.

Моральный износ – постепенное (во времени) отклонение основных эксплуатационных показателей от современного уровня технических требований эксплуатации.

Существует два вида морального износа:

1) основные средства обесцениваются, так как аналогичные основные средства производятся с меньшими затратами и становятся дешевле;

2) в результате научно-технического прогресса появляется более современное и более производительное оборудование.

Физический износ чаще всего соответствует ухудшению технических и связанных с ними эксплуатационных показателей сооружений, вызванному объективными причинами.

Физический износ может быть двух видов: продуктивным и непродуктивным. Продуктивный физический износ – потеря стоимости в процессе эксплуатации; непродуктивный износ характерен для основных средств, находящихся на консервации вследствие естественных процессов старения.

Физический износ имеет ряд форм: механический износ, коррозию металла и усталость материала, деформацию и разрушение сооружений и т. д.

Механический износ может выражаться в поломке, поверхностном изнашивании и снижении механических свойств элемента.

---

Полная поломка элемента или появление на нем трещин является результатом превышения допустимых нагрузок. Иногда причина поломки кроется в несоблюдении технологии изготовления самого элемента (некачественное литье, сварка и т. д.).

Материалы обследования дренажных систем должны содержать следующие сведения о состоянии дренажных систем:

- 1) отклонения элементов дренажных систем в плановом и высотном отношении;
- 2) причины неудовлетворительной работы системы;
- 3) работоспособность элементов системы и их использование при реконструкции;
- 4) мероприятия, необходимые для восстановления работоспособности дренажа.

Оценка работоспособности дренажных систем должна производиться по двум показателям:

- водоотводящей способности, определяемой своевременным отводом воды, поступившей в полость труб;
- водоприемной способности, определяемой отводом избыточной воды из корнеобитаемого слоя в полость дренажных труб.

Водоотводящая способность дренажа зависит от диаметра и вида труб, уклона, степени заиления, подпора от канала, местных сопротивлений потока воды.

При отсутствии подпора от канала показателем нормальной водоотводящей способности коллектора является ненапорный характер его работы, когда трубы работают не полным сечением. Фонтанирование воды из труб в шурфе является показателем, что на нижележащем участке от раскопки до места, где нет напора в трубах, имеется сопротивление, создающее подпор. В такой ситуации возможно следующее:

- если диаметр труб и уклон соответствуют имеющемуся расходу, следует найти местное сопротивление и устранить его;
- подпор ускоряет заиление в полости труб.

Определяется наличие песчаных отложений в бесподпорной части коллектора, т. е. если в слое отложений имеются песчаные

---

частицы, это служит показателем, что на трассе коллектора есть отверстия, через которые песок проникает в полость труб. В этом случае промывка не будет эффективной без устранения указанного нарушения, необходимо найти место повреждения.

Возможно поступление песка в коллектор из одной или нескольких дрен, где не выполнена надлежащим образом защита от заиления, что выявляется в процессе раскопок дрен на расстоянии 1...2 м от их впадения в коллектор. Если в дренах присутствует песок и слой отложений превышает 0,3 диаметра, следует переустраивать всю систему из-за неудовлетворительной защиты труб от заиления или других нарушений.

В процессе изысканий следует проводить нивелировку открытых каналов для построения продольных профилей и поперечных сечений через 200 м. При необходимости следует производить съемку поперечных сечений в промежуточных точках (перекаты, скотоперегоны, оползни откосов и т. д.). При съемках необходимо определять отметки дна, воды, толщину слоя заиления. Ширина съемки приканальной полосы на поперечных профилях должна быть такой, чтобы можно было принимать решения по организации поверхностного стока в канал.

При реконструкции открытой осушительной сети на закрытую обследованию подлежат:

- водоприемники и магистральные каналы;
- открытые коллекторы и нагорно-ловчие каналы;
- один-два характерных открытых осушителя в системе каждого коллектора, а по остальным осушителям должны выполняться два-три поперечные сечения для определения объема работ по их засыпке.

По материалам изысканий должна быть произведена оценка технического состояния каждого сооружения с указанием причин неисправностей и необходимости ремонта или реконструкции. По результатам изысканий должны составляться акты обследования сооружений.

При обследовании насосных станций следует устанавливать напорно-расходную характеристику и коэффициент полезного дей-

---

ствия каждого насоса и станции в целом, исправность электродвигателей, пусковой и контрольно-измерительной аппаратуры, состояние элементов зданий, водозабора, напорных трубопроводов, водовыпуска, рыбозащитных устройств и т. д.

При обследовании плотин и дамб следует устанавливать наличие следующих нарушений:

- просядок на гребне, оползней и других деформаций на откосах;
- разрушений креплений откосов, их характер и размеры;
- выходов фильтрационных вод через тело плотины на низовом откосе;
- грифонов в дренажном канале;
- сосредоточенной фильтрации на контактах с бетонными сооружениями;
- трещин и ходов землеройных животных в теле дамбы.

Должна быть проверена исправность дренажных и ледозащитных устройств, затворов и подъемных механизмов водосбросов.

В пояснительной записке по комплексным инженерным изысканиям должна содержаться оценка состояния мелиоративной системы с точки зрения ее ремонтпригодности и использования существующей сети и сооружений при реконструкции, должны быть определены причины выхода из строя системы в целом или отдельных элементов и даны рекомендации по их устранению при реконструкции.

Для разработки проектной документации на реконструкцию мелиоративных систем, для выполнения культуртехнических изысканий при уровне загрязнения радионуклидами более  $1,0 \text{ Ки/км}^2$ , помимо изысканий, предусмотренных ранее, следует выполнять радиационную съемку по цезию (если нет государственной съемки в масштабе 1:10 000) с целью получения исходных данных, необходимых для проведения мероприятий по получению чистой сельскохозяйственной продукции, дезактивации территории, локализации сильно загрязненных участков и для других целей по ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС.

---

До начала полевых работ следует собрать и изучить имеющиеся по данному объекту или району материалы государственного контроля за охраной и использованием территорий радиоактивного загрязнения республиканских органов государственного управления и организаций, ответственных за контроль радиоактивного загрязнения.

Объектами радиационных изысканий должны являться почва, древесно-кустарниковая растительность, опад листьев, вода и ил каналов, рек и водоемов, вода колодцев, грунтовые воды, а также по специальному заданию строения различных типов.

Топографической основой радиационной съемки служат планы и карты в масштабе проводимых съемок или на один порядок крупнее.

Для проведения полевых работ исполнители должны экипироваться в соответствии с требованиями к проведению радиационной разведки. Лица, выполняющие полевые работы, должны проходить радиационный контроль в соответствии с порядком, установленным Министерством здравоохранения.

Выбор мест расположения учетных площадок (конвертов) для отбора проб следует осуществлять после проведения радиационной съемки дозиметрическими приборами. Размеры учетных площадок  $2 \times 5$  м или  $5 \times 5$  м. Дозиметром необходимо проводить измерение экспозиционной дозы местности в пяти точках конверта. Результаты суммировать и среднее значение записать как один замер. Отбор образцов на лабораторный анализ почв и грунтов следует проводить в пяти точках конверта послыбно, через 5 см до глубины 30 см. В одном шурфе следует проводить отбор образцов с глубины 30 см и далее – через 10 см до глубины 1 м. Из пяти отобранных образцов каждого слоя создают смешанный образец, который помещают в полиэтиленовый мешочек или другую плотную тару.

На участках, не распахивавшихся после апреля 1986 г., для лабораторных анализов образцы следует отбирать в каждой точке конверта. Если травяной покров превышает высоту 2 см, его следует предварительно срезать до уровня почвы.

---

На 25 % учетных площадок в почвенных образцах, отобранных до глубины 10 см, следует параллельно выполнять анализы на содержание  $K_2O$ ,  $P_2O_5$  и рН. Вес образцов должен быть не менее 0,5 кг. Количество учетных площадок зависит от масштаба съемок и категории сложности:

категория 1 – ранее осушенные земли с преимущественно равнинным рельефом и однородным почвенным покровом, заболоченность территории не более 15 %, покрытие древесно-кустарниковой растительностью не более 10 %;

категория 2 – расчлененный рельеф, почвенная однородность до 50 %, заболоченность до 30 %, покрытие древесно-кустарниковой растительностью до 25 %;

категория 3 – сильно расчлененный рельеф с развитым микро-рельефом при большой почвенной пестроте, заболоченность более 30 % и покрытие древесно-кустарниковой растительностью более 25 %.

Категория сложности должна устанавливаться как на объекте в целом, так и на отдельных участках. На каждый квадратный километр изыскиваемой площади следует закладывать количество учетных площадок согласно таблице 10.1.

Таблица 10.1

Количество учетных площадок

Масштаб съемки	Категория сложности		
	1	2	3
1:25 000	1	2	3
1:10 000	3	8	7
1:5000	8	12	15
1:2000	20	25	35

Одновременно с отбором образцов на загрязненность радионуклидами почв на этих же учетных площадках следует отбирать образцы древесно-кустарниковой растительности (кора, древесина

---

и опад листьев) по каждой представленной породе. Срез коры необходимо проводить в 30 см от поверхности почвы, на высоте 1,3...1,5 м с ветвей, а затем три образца одинаковой массы смешать. Масса смешанного образца должна быть не менее 0,5 кг. Образец древесины массой не менее 0,5 кг следует вырезать на одном уровне между первой и второй точками отбора образцов коры, образцы следует помещать в полиэтиленовые мешочки и плотно упаковывать в бумагу. Образцы опада листьев необходимо отбирать массой не менее 0,5 кг.

Отбор проб для определения плотности загрязнения радионуклидами поверхностных вод следует проводить из рек, каналов, озер, водохранилищ, прудов. Объем проб для определения плотности загрязнения воды радионуклидами цезия-137 – не менее 10 л, стронция-90 – не менее 5 л. Пробы необходимо отбирать из верхнего слоя воды без взмучивания донных отложений; на водотоках пробы следует отбирать по фарватеру в начальном и замыкающем створах, в водоемах – вблизи берегов и в центральной части.

Пробы, отобранные для определения плотности загрязнения радионуклидами, следует фильтровать. В лабораторию нужно доставлять отдельно профильтрованную воду и фильтр с взвешьями.

Отбор проб грунтовых вод в объеме не менее 10 л следует проводить из верхнего водоносного горизонта с глубины 0,5...3,0 м из расчета одна проба на 100 га изыскиваемой площади.

Образцы ила массой не менее 0,5 кг необходимо отбирать:

- по водоприемникам и магистральным каналам – в начальном и замыкающем створах;
- водоемам – вблизи берегов и в центральной части (расстояние между створами в пределах 200...750 м, но не менее двух створов на водоем).

Каждый образец следует отбирать в пяти точках (по конверту) с помощью штангового дночерпателя, или шупа, или других сертифицированных приборов.

До проведения анализов образцы следует подсушивать (любым доступным способом при температуре не более 105 °С до влажности 40...70 % (весовой)).

---

При обследовании шахтных колодцев необходимо отбирать не менее 10 л воды (одна проба – при количестве колодцев до 10 и две – при количестве колодцев более 10) и пропускать ее через фильтровальную бумагу. Бумагу следует помещать в бьюксы и отправлять в лабораторию. На анализ также отправляется отфильтрованная вода.

Все образцы и пробы (почв, воды, ила, придонных отложений, коры, древесины, опада листьев) необходимо снабжать этикетками установленной формы и помещать в металлические ящики, хранение которых запрещается в жилых и животноводческих помещениях. Транспортирование образцов в лабораторию следует осуществлять сразу же после завершения полевых работ в условиях изоляции людей.

По результатам анализов и их обработки изыскательскими подразделениями должны составляться ведомости загрязнения радионуклидами почв, коры и древесины, древесно-кустарниковой растительности, опада листьев, поверхностных вод, ила или придонных отложений, грунтовых вод и других объектов.

При камеральной обработке необходимо анализировать и увязывать данные имеющихся материалов, полевых определений и лабораторных анализов. На этой основе должна составляться карта плотности загрязнения территории радионуклидами в масштабе 1:10 000, на которой выделяются участки с разной плотностью загрязнения почвы. Эти участки следует закрашивать в соответствии с таблицей 10.2.

Таблица 10.2

**Обозначения на картах плотности загрязнения почвы радионуклидами**

Плотность загрязнения цезием-137, Ки/км <sup>2</sup>	Обозначение на картограмме	Плотность загрязнения стронцием-90, Ки/км <sup>2</sup>
1,1...5,0	Голубой	До 0,15
5,1...10,0	Синий	0,15...0,30 включительно
10,1...15,0	Зеленый	0,31...1,00
15,1...30,0	Желтый	1,10...3,00
30,1...40,0	Оранжевый	3,10...5,00
Свыше 40,0	Красный	Свыше 5,00

На всех нанесенных точках в результате проведенных исследований фиксируется плотность загрязнения. Карту радиационного загрязнения необходимо составлять в масштабе съемки генерального плана будущих проектных мероприятий.

По схеме М 1:10 000 плотности загрязнения радионуклидами коры необходимо составлять схему загрязнения древесно-кустарниковой растительностью. При этом у пунктов отбора образцов зеленым цветом следует наносить плотность загрязнения древесины, а черным – опада листьев. На схеме, в местах отбора проб, синим цветом должна наноситься плотность загрязнения поверхностных вод, а коричневым – ила или донных отложений.

По материалам изысканий необходимо составлять пояснительную записку, в которой указывать исполнителей, время проведения полевых работ, марку приборов, методику проведения исследований, особенности объекта, использованные материалы, принципы их увязки и следующие сведения:

- карта М 1:10 000 плотности радиационного загрязнения сельскохозяйственных земель с прилегающими территориями в полосе шириной не менее 100 м, а также экспликация пахотных и других земель по степени загрязнения;
- данные по степени загрязнения сельскохозяйственной продукции.

В результате изысканий составляется отчет (пояснительная записка, план сети 1:2000 с нанесенными контурами, границами, отметками и т. д.).

---

## Глава 11

# РЕКОНСТРУКЦИЯ ОТКРЫТОЙ МЕЛИОРАТИВНОЙ СЕТИ

---

### 11.1. Реконструкция водоприемников

К открытой мелиоративной сети следует относить водоприемник, проводящую, регулирующую и оградительную сеть каналов. Водоприемники включаются в открытую сеть объекта при прохождении их по территории объекта от верхнего створа на границе объекта до нижнего створа, являющегося верхним для нижерасположенного по течению объекта.

При наличии подпора от водоприемника в вегетационный период в результате заиления необходимо предусматривать его расчистку и углубление.

Задача водоприемника – прием воды с осушаемой территории и обеспечение бесподпорной работы осушительной сети.

При интенсивном сельскохозяйственном использовании земель к водоприемнику предъявляются следующие основные требования:

1. Уровни воды в водоприемнике не должны создавать подпор во впадающих в него осушительных каналах и коллекторах. Поэтому бытовой уровень в водоприемнике должен быть на одном уровне

---

или ниже бытового уровня впадающих в него каналов и на 30...40 см ниже дна устьев впадающих в него закрытых коллекторов.

2. Водоприемник должен обладать такой пропускной способностью, при которой предпосевные, летнепаводковые расходы проходили бы в нем с уровнями ниже на 20...30 см уровнем соответствующих расходов в магистральных каналах.

3. Расчетные уровни в водоприемнике должны располагаться ниже (на 50...70 см) осушаемой поверхности, чтобы обеспечивались свободный отток с нее воды и понижение уровня грунтовых вод.

4. Максимально допустимая продолжительность весеннего паводкового затопления в зависимости от возделываемых культур не должна превышать 25 суток. Зависит от возделываемых культур.

5. Затопление осушаемых земель водами летних паводков, как правило, не допускается.

Мероприятия по реконструкции рек-водоприемников индивидуальны для каждой реки, но принципиальная направленность их должна определяться необходимостью:

- поддержания определенного режима стока малых рек как действующих водотоков с учетом их рационального использования и охраны природной среды в современных условиях и в долгосрочной перспективе;
- восстановления эстетической и рекреационной значимости малых рек.

Первостепенное значение при регулировании рек имеет глубина русла, назначаемая в соответствии с рельефом местности, пропуском расчетного расхода, сопряжением горизонтов, соотношением ширины по дну и глубины потока для получения гидравлически наивыгоднейшего сечения, а также для обеспечения устойчивости русла в залегаемых грунтах по трассе реки. Все эти факторы должны учитываться при выборе методов регулирования рек-водоприемников осушительных систем.

Основной гидравлический расчет рек-водоприемников и магистральных каналов проводится на посевной сток, т. е. на сток, соответствующий моменту наступления оптимальных условий сева,

---

или на предпосевной сток, наступающий на 7...10 дней раньше посевного. Если предпосевной сток меньше летнего паводкового, рассчитывают на летний паводковый сток, а поверочный – на посевной и предпосевной.

При расчетах осушительных систем необходимо также знать весенний максимальный, осенний паводковый и бытовой сток. Весенний максимальный необходим для установления ширины отверстий гидротехнических сооружений и поверочных расчетов весенних паводков, чтобы в затопляемых зонах не вводить в севооборот озимые культуры. Осенний паводковый сток нужен для проверочных гидравлических расчетов на затопление осенними паводковыми водами, бытовой – для расчетов сопряжений горизонтов воды в осушительной сети, а также для определения скоростей ее течения.

Причины неудовлетворительного состояния водотоков-водоприемников:

- недостаточная глубина вреза русла водотока, обуславливающая высокое положение уровней воды в нем;
- высокое положение водотока по отношению к осушаемым землям;
- малые размеры русла водотока, не обеспечивающие приема и отвода воды из осушительной сети;
- малые уклоны дна водотока из-за извилистости;
- высокая шероховатость русла при зарастании кустарником и водной растительностью, засоренности корягами, топляком и камнями;
- неравномерное движение воды, ведущее к потерям напора и повышению уровней воды из-за резкого изменения глубины и ширины русла по длине водотока (плесы, перекаты);
- подпор воды искусственными сооружениями – плотинами, мостами и трубами-переездами, заколами и язами, устраиваемыми для купания и рыбной ловли.

Причины неудовлетворительного состояния водоемов-водоприемников:

- подпор воды плотинами на вытекающих из них реках;
  - недостаточный объем, малая глубина, высокое залегание уровней воды;
-

- чрезмерный подъем уровня воды при сгонно-нагонных движениях воды и приливах.

При использовании водоемов в качестве водоприемников уровни воды в них в расчетные периоды не должны подпирать уровни воды в магистральных каналах.

На основе анализа причин неудовлетворительного состояния водоприемника назначают мероприятия по его регулированию.

Очистка русла водоприемника – наиболее простая операция. Зарастание русла древесно-кустарниковой растительностью, засорение деловой древесиной (особенно на лесосплавных реках), хворостом и корягами не только уменьшает поперечное сечение русла, но и во много раз увеличивает его коэффициент шероховатости. В результате уровень воды в реке повышается.

Для очистки водоприемников от растительности применяют смонтированные на моторных лодках и понтонах косилки, а для удаления хлама используют экскаваторы со специальными ковшами. Иногда одной очистки русла, включая устранение подпоров, достаточно для регулирования реки. При недостатке проводят углубление и расширение русла, а также его спрямление.

Углубление и расширение русла проводят на реках, когда необходимо понижение уровней воды.

Углубление предпочтительнее уширения русла, поскольку приближает его к гидравлически выгоднейшему сечению. Однако это не всегда удается, так как углубление лимитируется положением местного базиса эрозии: нельзя заглублять реку ниже дна реки, в которую она впадает.

При углублении и расширении русла исходят из существующего поперечного сечения с максимальным сохранением устойчивых задернованных откосов. Если русло распластанное и есть возможность углубить его, обязательно сохраняют устойчивые откосы. Если такой возможности нет, русло уширяют с двух сторон или с одного берега. Наиболее распространен способ регулирования, основанный на одновременном углублении и уширении русла.

---

Спрявление русла проводят на извилистых участках реки с недостаточными уклонами и скоростями движения воды. Все реки, особенно протекающие на равнинах, имеют сильно извилистое русло. Коэффициент их извилистости (под ним понимают отношение длины реки к расстоянию между началом и концом участка реки по прямой) нередко достигает 3...5. Если бы реку удалось полностью выпрямить, то значительно (в данном случае в 3...5 раз) увеличился бы ее уклон.

Существуют разные способы спрявления реки, которые применяют в зависимости от извилистости и размеров естественного и проектного русла, характера слагающих его грунтов.

Если русло образует много мелких излучин и размеры его небольшие, новое русло проектируют по возможности прямолинейным с минимальным числом поворотов, не считаясь с положением существующего.

Если русло сильно извилистое и отдельные его участки имеют значительные размеры, спрямляют наиболее крупные излучины, устраивая короткие прокопы. В этом случае уменьшается объем земляных работ по регулированию. Однако это не всегда дает ожидаемый эффект, так как уклоны увеличиваются только на отдельных участках, а ниже их происходит заиление русла. Более эффективны решительные спрямления. В этом случае сразу удается исключить из реки крупные излучины.

Спрявления сопрягают с участками старого русла одной плавной изогнутой кривой с радиусом не менее  $3...5 B$ , где  $B$  – средняя ширина русла поверху. Спрямления проводят только в устойчивых грунтах, при этом по возможности не пересекают прирусловые валы, сложенные песками. Спрямления не должны заходить в пределы притеррасной поймы, сложенной малоустойчивыми грунтами (сильно разложившийся торф, сапропель), и тем более выходить за пределы поймы. Трассы спрямлений рек не должны пересекать озер. Если невозможно провести спрямление в обход озера, в целях защиты примыкающих к озеру участков реки от заиления и образования баров предусматривают специальные мероприятия.

---

При спрямлении рек участки старого русла, исключенные из реки, засыпают. При недостатке местного грунта засыпку проводят на 0,3...0,5 м выше бытового уровня, а с верховой стороны старого русла устраивают перемычку. С низовой стороны перемычку не делают, в результате исключенное русло превращается в своеобразный отстойник и постепенно заиливается.

Спрявление рек проводят экскаваторами, скреперами и земле-сосными установками. Вынимаемый грунт используют для отсыпки насыпей дорог, защитных дамб, перемычек и засыпки староречий.

Основные технические решения по реконструкции водоприемников должны обосновываться сравнением показателей возможных вариантов. Техничко-экономические расчеты следует выполнять по тем вариантам, достоинства и недостатки которых нельзя установить без расчетов.

Оптимальным следует считать вариант с наименьшей величиной затрат с учетом сокращения расходов материальных ресурсов, трудозатрат, электроэнергии и топлива.

Обоснование первоочередности работ по реконструкции рек-водоприемников необходимо проводить в соответствии с требованиями ТНПА, регламентирующих использование малых рек в качестве водоприемников и водисточников по экологическим и рекреационным условиям, а также законодательных актов, согласно схемам комплексного использования водных и земельных ресурсов в бассейнах рек.

## **11.2. Реконструкция открытой проводящей и регулирующей сети**

Для восстановления работоспособности открытой регулирующей и проводящей сети следует предусматривать:

- удаление древесно-кустарниковой и травяной растительности на откосах и бермах;
- очистку от наносов;

- при необходимости расширение и углубление каналов;
- крепление откосов посевом трав, специальное крепление откосов и дна каналов в местах сосредоточенных потоков поверхностных вод;
- строительство дополнительной регулирующей и оградительной сети.

Перед удалением древесно-кустарниковой и травяной растительности на откосах и бермах:

- предусматривают удаление посторонних предметов (камни, металлолом и т. д.);
- сооружения, непреодолимые препятствия, опасные места на трассе и в русле каналов, если они мало заметны, обозначают вешками, чтобы не повредить эти сооружения и не поломать рабочие органы агрегатов. При наличии на берме и откосах древесно-кустарниковой растительности с диаметром стволов более 20 мм необходимо выполнить срезку надземной части растений, корчевку пней и корней, перетряхивание срезанной и выкорчеванной древесно-земляной массы, переработку собранной в кучи древесно-кустарниковой растительности (заготовка дров, измельчение в технологическую щепу и т. д.), погрузку продуктов переработки и древесных остатков в транспортные средства и вывоз потребителям или в места складирования.

После удаления древесно-кустарниковой растительности производят разравнивание куч грунта, оставшихся после перетряхивания древесно-земляной массы, и планировку берм.

После окашивания берм и откосов каналов производится уборка скошенной травянистой растительности из русла на берму, сгребание ее в валки на берме, погрузка в транспортные средства и транспортировка потребителям или к местам хранения.

Чтобы предупредить заиливание каналов, устраивают отстойники в местах поступления в канал (реку) сосредоточенных потоков воды с наносами с прилегающей территории водосбора.

Отстойником называется гидротехническое сооружение, предназначенное для осаждения взвешенных наносов заданных фракций

---

и их удаления. Отстойники строят, в случае когда мутность воды превышает транспортирующую способность потока. Их располагают на головном участке магистрального канала; на участках, удобных по рельефным условиям для промывки отстойников. Отстойники могут быть с периодической и непрерывной промывкой наносов, гидравлическим и механическим их удалением.

По конструкции отстойники бывают однокамерные с последовательным и параллельным присоединением к каналу, двухкамерные и многокамерные.

При промывке однокамерного отстойника канал не работает; в многокамерном одна камера промывается, остальные работают. Чем больше камер одновременно работают, тем меньше нужен промывной расход воды.

Отстойники с периодической промывкой обычно имеют ширину камер около 5...7 м, длину 15...20 м, глубину 4...6 м, уклон дна 0,02...0,005, время промывки камеры 0,5...1 ч и период ее заилиения 1...5 дней. Промывные отверстия располагают у дна, ширина их в 1,5...2 раза меньше ширины камеры.

При проектировании расчет отстойника состоит из определения:

- мутности и состава взвешенных наносов при входе и выходе из него;
- размеров отстойника и объема наносов, отлагающихся в отстойнике;
- гидравлической промывки при возможности ее проведения или из определения мощности парка механизмов, размещения отвалов грунта и расчета транспортирования пульпы при невозможности гидравлической промывки.

Для предупреждения местных деформаций русел открытой сети при ее реконструкции необходимо:

- использовать крепления с дифференцированным выбором типов по высоте откоса для выравнивания допустимых размывающих средних скоростей для дна, откосов и бровок;
-

- предусматривать строительство подпорных, сопрягающих и регулирующих сооружений для поддержания в руслах скоростей воды в допустимых пределах;
- обеспечивать в открытой проводящей сети одинаковую по всей длине (или несколько возрастающую вниз по течению) транспортирующую способность потока;
- сохранять вдоль прилегающего водосбора у водоприемников существующие или создавать новые лесокустарниковые полосы, защищающие их от водной и ветровой эрозии;
- сопрягать в местах слияния потоков впадающий канал с принимающим под углом  $\alpha$   $30 \dots 60^\circ$ , так как при  $\alpha > 60^\circ$  имеют место большие подпоры, а при  $\alpha = 90^\circ$  они достигают максимального значения и наблюдается наибольшее отложение наносов;
- для участков с поворотами с недопустимыми радиусами закругления параметры русла следует приводить в соответствие с гидравлическим режимом или предусматривать крепление вогнутых берегов. В случае когда на таких участках предусмотрено возведение отстойников или экологических ниш, их рекомендуется совмещать с поворотами.

При необходимости дополнительного устройства открытую проводящую сеть при осушении минеральных почв размещают по наиболее низким отметкам поверхности, а при осушении болот – по наиболее низким отметкам минерального дна болота. Расположение проводящей сети в плане и в вертикальной плоскости увязывают с расположением существующих инженерных коммуникаций и сооружений (линии электропередачи, наземные и подземные линии связи, газопроводы, нефтепроводы, теплофикационные и канализационные трубопроводы, дороги, автодорожные и железнодорожные мосты и т. д.). Число пересечений проводящей сети с инженерными коммуникациями и сооружениями должно быть минимальным. Пересечение проводящих каналов с дорогами, трубопроводами и другими коммуникациями следует предусматривать под прямым или близким к прямому углом ( $75 \dots 90^\circ$ ). Отступление от этого правила допускается, если такое пересечение невозможно по условиям

---

рельефа; в связи с застроенностью прилегающей территории, необходимостью дополнительного поворота канала и по другим обоснованным причинам.

Трассы проводящих каналов следует размещать за пределами охранных и санитарно-защитных зон производственно-хозяйственных объектов.

При сопряжении каналов низших порядков с магистральными необходимо предусматривать закругление устьевой части впадающего канала. Проводящие каналы должны сопрягаться с магистральными под углом  $30...60^\circ$ .

При наличии дорог или проездов вдоль проводящего канала сопряжение обеспечивается конструкцией устьевого сооружения. Глубину проводящей сети следует устанавливать минимально допустимой в зависимости от величины и условий пропуска расчетного расхода воды и глубины впадающей открытой и закрытой регулирующих сетей.

Минимальную глубину собирателей следует принимать:

- в минеральных грунтах – 1,0 м;
- в торфяных грунтах – 1,2 м (после сработки торфа).

Строительную глубину проводящей сети, проходящей по болотам, следует принимать с учетом осадки и сработки торфа.

Уклоны дна каналов следует принимать не менее 0,0003 (как исключение, при плоском рельефе – 0,0002) и не более: для песчаных грунтов – 0,0005; для суглинистых грунтов – 0,003; для глинистых грунтов – 0,005. Принятые уклоны должны обеспечивать неразмыывающие скорости при пропуске расчетных расходов. При размывающих скоростях необходимо предусматривать крепление русла или сооружения, позволяющие уменьшать уклон канала, – перепады, быстротоки.

Гидравлический расчет каналов выполняется по формулам равномерного движения воды для следующих створов:

- устье канала;
  - выше и ниже впадения каждого гидравлически рассчитываемого канала;
-

- в местах изменения уклона дна (для обоих уклонов);
- на участках с постоянными уклонами при изменении площади водосбора более чем на 20 %.

В случае притока воды в проводящие каналы или поступления ее из каналов высшего порядка, что создает подпоры с изменением циркуляции потока или другие явления, влияющие на глубину и расход воды, гидравлический расчет необходимо производить по формулам неравномерного движения воды.

На каналах, где изысканиями отмечены места размыва откоса сосредоточенными поверхностными потоками воды с полей, следует проводить крепление откосов и дна каналов или устройство открытых или закрытых воронок. Подобные мероприятия следует предусматривать и при устройстве искусственных ложбин с расходом более 20 л/с.

На водотоках осушительной системы имеются в наличии гидротехнические сооружения различного назначения: мосты, трубы-переезды, шлюзы, дамбы обволочения и т. д.

При проведении реконструкции сооружений допускается включать следующие виды работ:

1) на *регулирующих и переездных трубчатых сооружениях*:

- очистку от заиления тела трубы, плит крепления понура и рисбермы;
  - ремонт разрушенных участков бетона оголовков;
  - замену разрушенных звеньев труб, блоков оголовков, плит креплений, не подлежащих ремонту;
  - установку блоков оголовков в вертикальное положение и заделку стыков между ними, а также между звеньями труб;
  - ремонт затворов на трубчатых регуляторах, замену уплотнений и неисправных механизмов для маневрирования затворами;
  - подготовку и покраску металлоконструкций;
  - замену разрушенных и не подлежащих ремонту плит служебного мостика;
  - установку сигнальных столбиков и ремонт проезжей части;
-

2) на шлюзах-регуляторах:

- ремонт разрушенных участков бетона на плите днища, стеновых, угловых блоках и блоках открылков;
- заделку стыков между блоками;
- ремонт (замену) покрытия пролетного строения и гидроизоляции;
- подсыпку обрушенных участков откосов на понуре, рисберме и прилегающих участках русла;
- устройство гравийно-песчаной подготовки при укладке плит крепления;
- ремонт затворов и замену уплотнений, а также перильного ограждения;
- установку (замену неисправных) механизмов для маневрирования затворами;
- подготовку и покраску всех металлоконструкций;

3) на мостах:

- ремонт свайных опор и насадок;
- ремонт (замену) пролетного строения, бетонного покрытия проезжей части, устройство гидроизоляции;
- ремонт поврежденных участков конусов, подъездов;
- ремонт перильных ограждений, установку сигнальных столбиков;

4) на ограждающих дамбах:

- подсыпку грунта на гребне и откосах до проектных параметров;
- устройство разъездов, съездов и покрытия проезжей части;
- крепление откосов посевом трав;

5) на насосных станциях:

- ремонт зданий и гидроизоляции;
- ремонт водозаборных и водовыпускных сооружений;
- ремонт (замену) сороудерживающих сооружений;
- замену не подлежащего ремонту гидромеханического оборудования.

При переустройстве открытой сети на дренаж дрены следует располагать в безуклонном поперечном направлении трассы ликвидируемых открытых каналов. В местах пересечения дрен с ликви-

---

дирующими каналами устраивают поглотительные элементы. При продольном расположении дрен в слабопроницаемых почвогрунтах необходимо устраивать закрытые собиратели, находящиеся на расстоянии 1,5...2,0 м от трассы ликвидируемых каналов с доведением засыпки фильтрующим материалом до подошвы пахотного слоя. Диаметр труб закрытого собирателя не должен быть менее 0,75 м. По возможности следует избегать разрыва элементов существующей сети. При переувлажнении на всей площади контура на безуклонных и малоуклонных участках применяется встречно-параллельная схема сопряжения вновь устраиваемой и существующих дренажных сетей, а на остальных участках устраиваются новые коллекторы на расстоянии 3...5 м от существующего.

Закрытый материальный дренаж при реконструкции открытой сети на торфяно-болотных и торфяно-глеевых почвах рекомендуется в первую очередь на объектах, где:

- имеется возможность обеспечить его бесподпорную работу (во время весеннего паводка подпор допустим на 5...10 дней, высотой затопления устья не более 0,5 м);
- подпор со стороны водоприемников во время прохождения летних паводков не влияет существенно на осушительное действие дренажных систем;
- уклоны поверхности осушаемого участка не менее 0,0015;
- произошла усадка торфяной залежи в результате осушительного действия сети открытых каналов.

Целесообразен закрытый дренаж при осушении низинных болот с мелкой залежью торфа до 1,0 м, а также болот напорно-грунтового питания, подстилаемых слабопроницаемыми грунтами, и минеральных заболоченных и периодически переувлажняемых почв.

При замене открытой осушительной сети на закрытую с сохранением отдельных элементов и сооружений системы можно использовать следующие типовые схемы реконструкции.

1. Первоначальное осушение мелкозалежных торфяников осуществлено сетью открытых каналов. Продолжительность эксплуатации системы – до 30 лет, открытая сеть с расстоянием между

---

каналами 200 м. Подпочва – мелкий пылеватый песок. Система используется в полевом севообороте.

Необходимо провести реконструкцию в связи с уменьшением глубины каналов, осадкой торфа, образованием мелких западин на поверхности почвы, невозможностью обеспечить равномерный водный режим по площади. Предлагаемая схема реконструкции представлена на рис. 11.1.

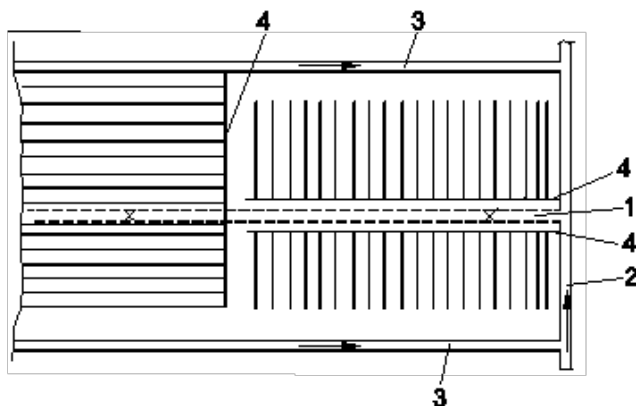


Рис. 11.1. Схема реконструкции открытой осушительной сети под систематический дренаж: 1 – каналы, подлежащие засыпке; 2 – проводящий канал; 3 – открытые собиратели; 4 – дренажные системы

В этом случае остается существующая открытая сеть и собиратели через 400...500 м. Устраивается сеть систематического дренажа в межканальном пространстве.

2. Первоначальное осушение – открытая сеть каналов с расстоянием между ними 200 м. Мелкозалежный торфяник, подстилаемый пылеватым мелким песком с коэффициентом фильтрации 1,0...3,0 м/сут. Используется в севообороте. Предлагается схема реконструкции, представленная на рис. 11.2, где выборочная закрытая дренажная сеть дополняется в понижениях колодцами-поглопителями.

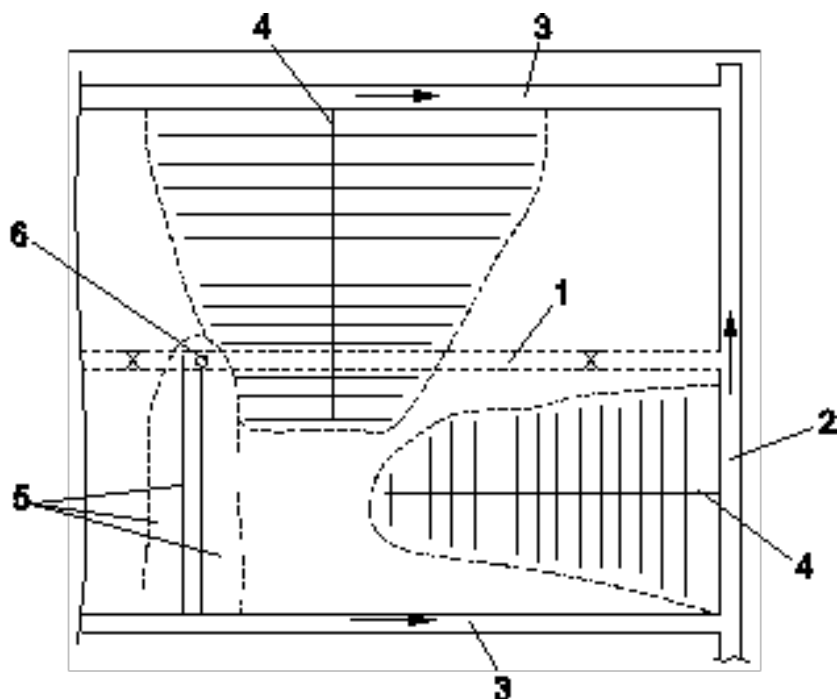


Рис. 11.2. Схема реконструкции открытой осушительной сети под системы выборочного дренажа: 1 – каналы, подлежащие засыпке; 2 – проводящий канал; 3 – открытые собиратели; 4 – дренажные системы; 5 – одиночные дрены; 6 – колодец-поглотитель

3. Первоначальное осушение – открытая сеть каналов через 200 м. Мелкозалежный торфяник подстилается супесью или пылеватыми песками с илистыми прослойками при средневзвешенном коэффициенте фильтрации менее 1 м/сут. Предлагается заменить открытую сеть на дренаж с открытыми каналами-собирателями с расстоянием между ними 350...400 м (рис. 11.3).

В средней части межканального пространства дренаж сгущен путем захождения концов дрен одних систем в междренное пространство других систем на 0,3...0,5 их длины. Во всех схемах нужно учитывать осушительное действие открытых каналов.

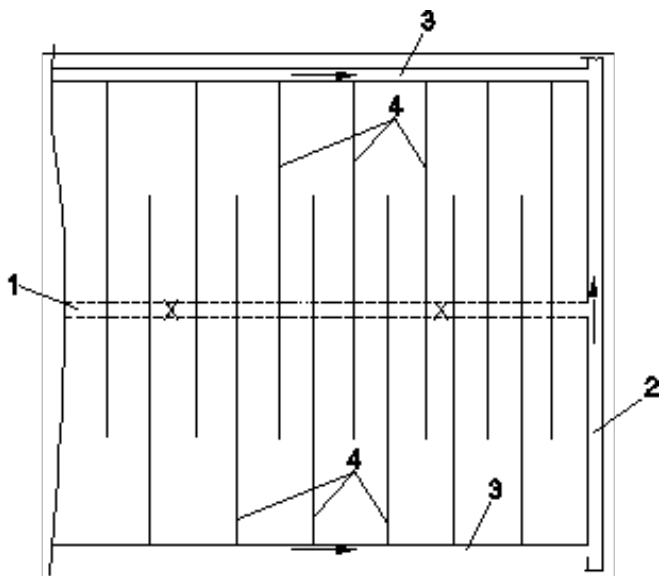


Рис. 11.3. Схема реконструкции открытой осушительной сети под разреженную систему одиночных дрен: 1 – каналы, подлежащие засыпке; 2 – проводящий канал; 3 – открытые сборщики; 4 – одиночные дрены

На участках с глинистыми и супесчаными грунтами, в дренажной засыпке которых при подпоре происходит разжижение комьев грунта с разрушением почвенных агрегатов и образование зоны низкой водопроницаемости, в зоне прогнозируемого подпора от открытого канала на дренах и коллекторе устраиваются фильтрующие колонки. Схема дренажной системы представлена на рис. 11.4.

Расстояния между колонками определяется фильтрационным расчетом исходя из баланса притока воды к дрене и оттока при известных размерах колонок и проницаемости материала, используемого при устройстве колонок.

На лессовых почвах с западинным рельефом и глубиной замкнутых понижений более 0,5 м предусматривается систематический или выборочный дренаж, выравнивание поверхности, устройство прудов-копаней для аккумуляции поверхностного стока.

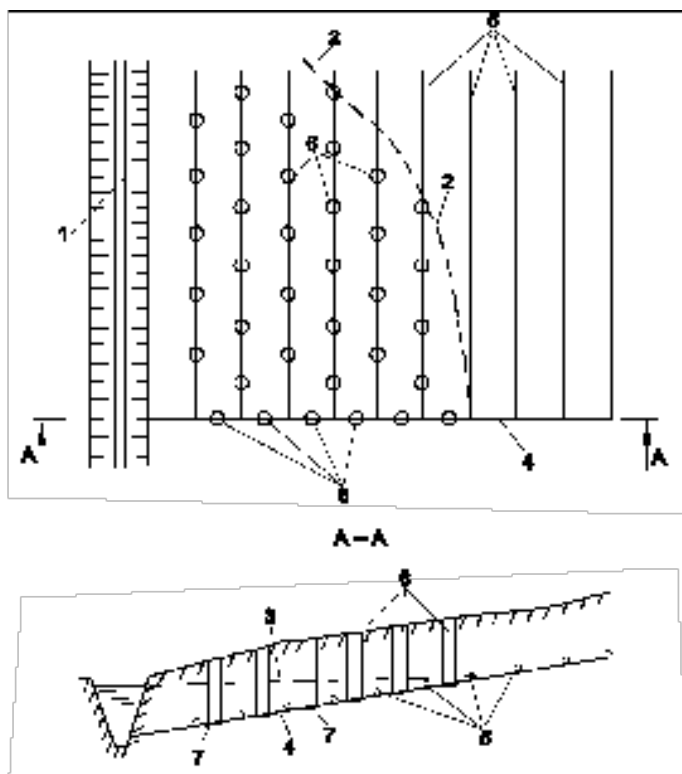


Рис. 11.4. Дренажная система: 1 – открытый канал;  
2 – граница зоны подпора; 3 – уровень грунтовых вод при подпоре;  
4 – коллектор; 5 – дрены; 6 – фильтрующие колонки;  
7 – вставки дренажных труб с повышенной  
водопримной способностью

Для повышения надежности осушительных систем выборочный дренаж должен устраиваться не менее чем из двух дрен с устройством фильтрующих окон или колодцев-поглотителей.

На объектах с почвами среднего и тяжелого механического состава и равнинным рельефом предусматривается систематический горизонтальный дренаж, планировка поверхности и глубокое рыхление.

На мелкозалежных торфяниках, подстилаемых песками, осушенных открытыми каналами, следует выполнять в первую очередь организацию поверхностного стока, планировку поверхности, засыпку или раскрытие понижений, устройство воронок, а также устройство выборочного дренажа для осушения понижений, раскрытие которых нецелесообразно.

На осушенных торфяниках с наличием слабопроницаемой прослойки на глубине 0,3...0,5 м с коэффициентом фильтрации  $K_f \leq 0,5$  м/сут следует проводить рыхление этих прослоек в местах застаивания поверхностных вод.

При реконструкции осушительных систем с обильным грунтово-напорным питанием в дополнение к закрытой осушительной сети необходимо предусматривать в дне или откосах открытых каналов устройство вертикальных самоизливающихся скважин в местах разгрузки напорных вод. При особых условиях (близкое расположение дорог, населенных пунктов, высокое качество изливающихся вод) нужно производить каптаж родников с обеспечением доступа к ним для использования изливающейся воды. Возможно устройство прудов-копаней многоцелевого назначения.

На объектах с грунтово-напорным питанием и на торфяниках, подстилаемых сапропелями, необходимо предусматривать луговое использование осушенных земель.

На землях с холмистым рельефом предусматриваются мероприятия по снижению поверхностного стока со склонов и эрозии почв путем задержания воды в верхней части склона с помощью щелевых дрен, заполненных фильтрующим материалом. При расчетах дренажных систем в понижениях следует учитывать повышенную водную нагрузку на дренаж вследствие притока склоновых вод.

### 11.3. Реконструкция оградительной осушительной сети

Оградительная осушительная сеть предназначается для защиты мелиорируемой территории от затопления и подтопления грунтовыми и поверхностными водами, поступающими с территории внешнего водосбора. Располагают по ее контуру. В зависимости от источников водного питания и расчетных расходов воды оградительную осушительную сеть выполняют в виде открытых ловчих каналов, закрытых ловчих дрен, нагорных каналов.

Ловчие каналы и дрены для перехвата подземных вод необходимо устраивать параллельно гидроизогипсам по линии выклинивания или наиболее высокого стояния грунтовых вод, вблизи подошвы склонов, по возможности в границах грунтов, не подверженных оплыванию. Минимальную глубину ловчих каналов и дрен для перехвата подземных вод следует назначать из условия их вреза под уровень грунтовых вод или в напорный водоносный пласт не менее чем на 0,3 м. Максимальная глубина определяется из условия их влияния на прилегающую к осушаемому массиву территорию с учетом геотехнических свойств грунтов и гидрогеологических условий.

Нагорные каналы для перехвата поверхностных вод необходимо рассчитывать на пропуск в бровках расходов воды расчетной обеспеченности. Ловчие каналы и дрены для перехвата поверхностных и подземных вод должны рассчитываться на пропуск расходов, определяемых на основании фильтрационных расчетов с учетом гидрогеологических условий осушаемой территории.

При сопряжении оградительной осушительной сети с принимающими каналами необходимо учитывать:

- гидравлически рассчитываемые каналы – уровень в уровень;
  - гидравлически не рассчитываемые каналы – дно в дно;
  - гидравлически не рассчитываемые каналы с рассчитываемыми – дно впадающего канала на 0,1 м ниже расчетного среднемеженного уровня в принимающем канале.
-

Минимальный уклон оградительной осушительной сети должен приниматься 0,0003 – для открытых каналов и 0,003 – для закрытых дрен. На безуклонных территориях допускается принимать уклоны 0,0002 для открытых каналов и 0,002 – для закрытых дрен.

Гидравлический расчет ловчих дрен следует выполнять на пропуск суммарного расхода грунтовых и поверхностных вод, поступающих в дрена с прилегающего водосбора. При расчетном диаметре ловчей дрены, превышающей 200 мм, необходимо предусматривать несколько параллельных дренажных линий меньшего диаметра, рассчитанных на пропуск суммарного расхода.

Нагорные каналы перехватывают поверхностные, делювиальные воды, стекающие с водосбора во время снеготаяния, дождей и верховодки. Их располагают в плане по границе объекта реконструкции и водосбора. Согласно классификации А. Д. Брудастова, можно выделить четыре основных типа нагорных каналов.

1. Непрерывные (рис. 11.5), когда каналы располагаются непрерывно вдоль всего склона и непосредственно впадают в магистральный канал или водоприемник.

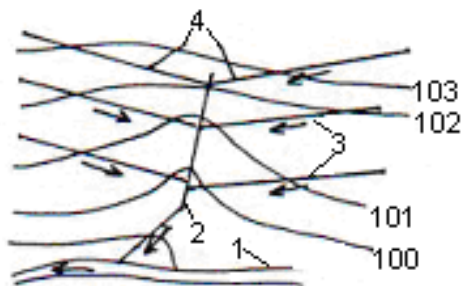


Рис. 11.5. Схема расположения непрерывных нагорных каналов:  
1 – водоприемник; 2 – магистральный канал; 3 – транспортирующие собиратели; 4 – нагорные каналы

2. Прерывистые (рис. 11.6), служащие как бы продолжением открытых проводящих каналов. Такое расположение нагорных каналов возможно, когда притекающие поверхностные воды не содержат

большого количества наносов и не представляют сосредоточенных потоков.

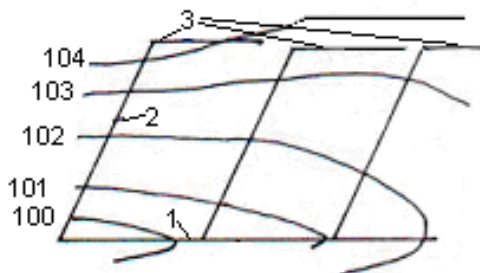


Рис. 11.6. Схема расположения прерывных нагорных каналов:  
1 – магистральный канал; 2 – сбросная часть нагорного канала;  
3 – рабочая часть нагорного канала

3. Y-образные каналы (рис. 11.7) устраивают, в случае когда прилегающие склоны имеют большую изрезанность отдельными тальвегами.

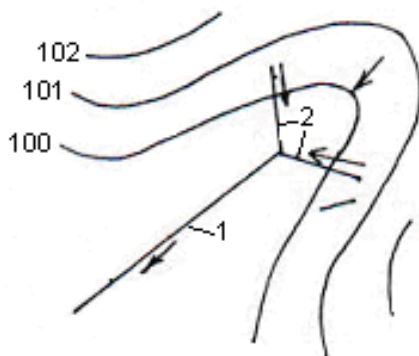
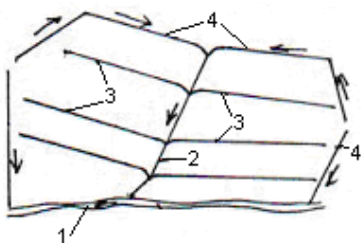


Рис. 11.7. Схема расположения Y-образных нагорных каналов:  
1 – сбросная часть нагорного канала; 2 – рабочая часть нагорного канала

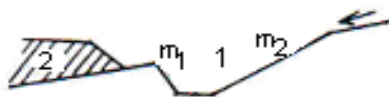
4. Пограничные (рис. 11.8), перехватывающие воду из примыкающих к осушаемому массиву залесенных водосборов. При осушении болот такие каналы располагают по границе залежи торфа.

---



**Рис. 11.8. Схема расположения пограничных нагорных каналов:**  
**1 – водоприемник; 2 – магистральный канал; 3 – транспортирующие собиратели; 4 – пограничные нагорные каналы**

Трасса нагорных каналов в плане должна иметь плановое очертание, а дно – однообразный уклон. Нагорные каналы выполняют трапециевидального профиля с несимметричным сечением (рис. 11.9): верховой откос делают пологим (в 2...5 раз более пологим, чем низовой) и засевают травами. Заложение низового откоса принимают в зависимости от характера грунта. Глубина нагорных каналов должна быть не более 1...1,2 м, причем грунт выемки следует размещать только на низовой стороне. Устройство такого обвалования значительно увеличивает площадь живого сечения канала. Чтобы предупредить заиливание каналов наносами, поступающими вместе с водой, целесообразно вдоль их верховой стороны делать посадки кустарников.



**Рис. 11.9. Конструктивная схема поперечного сечения нагорного канала:**  
**1 – сечение канала; 2 – ковальер**

Если трасса нагорного канала проходит через культурные сельскохозяйственные угодья (пашня, пастбище), вместо открытых нагорных каналов можно применить закрытый собиратель, который для увеличения водозахватной способности можно совместить

с ложбиной. Диаметр труб для такого собирателя подбирают расчетом.

Ловчие каналы или дрены предназначены для перехвата и понижения уровня грунтовых и грунтово-напорных вод, притекающих к объекту реконструкции со стороны внешнего водосбора. Обычно их располагают в зоне выклинивания грунтовых вод в виде родников, а при наличии напорных грунтовых вод – вдоль линии наибольших пьезометрических напоров.

Для того чтобы ловчий канал наиболее эффективно перехватывал грунтовые воды и способствовал уменьшению их напора, нижняя часть его сечения должна врезаться в грунты, насыщенные водой. Поэтому, если ловчий канал трассирует по болоту или минеральным землям, его глубину устанавливают в пределах 1,5...2 м, но с обязательным условием заглубления в подстилающие, хорошо водопроницаемые водоносные грунты не менее чем на 0,5 м.

При глубоком залегании напорного водоносного горизонта устройство открытых ловчих каналов по технико-экономическим соображениям нецелесообразно. В этом случае возможно применение самоизливающихся трубчатых колодцев, установленных через 20...40 м, устройство закрытого горизонтального головного дренажа, а в приемлемых гидрогеологических условиях – вертикального дренажа (рис. 11.10).

Сопряжение ловчих каналов с проводящими, в случае когда ловчий канал является последним впадающим каналом, может осуществляться дно в дно, т. е. дно принимающего канала служит продолжением дна ловчего канала.

Поперечное сечение ловчих каналов глубиной до 2 м во всех грунтах, а в устойчивых и более 2 м обычно имеет трапецеидальную форму. Поскольку ловчие каналы, как правило, необходимо закреплять, форма их сечения зависит от конструкции крепления. Если ловчий канал имеет глубину более 2...2,5 м и проходит в хорошо разложившихся торфяниках (степень разложения торфа более 50 %) или в смешанных, легких, иловатых и разжиженных грунтах, форма его сечения должна быть параболической.

---

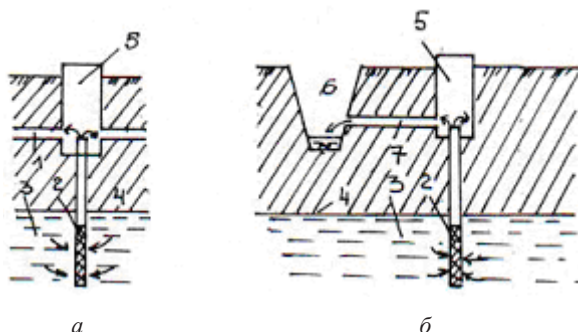


Рис. 11.10. Конструкция ловчих дрен с вертикальными самоизливающимися колодцами: *а* – с закрытой ловчей дреной; *б* – в сочетании с открытым ловчим каналом; 1 – закрытый коллектор (дрена); 2 – фильтр самоизливающейся скважины (колодца); 3 – водоносный (напорный) пласт; 4 – слабопроницаемый слой; 5 – колодец; 6 – открытый канал; 7 – сбросная труба

Если прилегающий к ловчему каналу водосбор покрыт кустарником, а поступающие поверхностные воды имеют небольшие расходы и вода не содержит наносов, нагорный канал совмещают с ловчим. Он перехватывает поверхностные и грунтовые воды и называется нагорно-ловчим.

Теорию расчета осушительного действия ловчего канала, дно которого лежит на наклонном водоупоре, при внешнем питании грунтовых вод предложил Н. Н. Павловский (рис. 11.11).

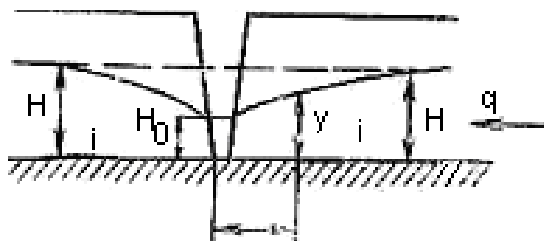


Рис. 11.11. Схема действия ловчего канала при наклонном водоупоре

Форма кривой депрессии выше канала (по течению потока) определяется уравнением

$$ix = H_0 - y + H \ln \frac{H - H_0}{H - y},$$

ниже канала – выражением

$$ix = y - H_0 + H \ln \frac{H + H_0}{H + y},$$

где  $i$  – уклон дна водоупора или  $i_1$  и  $i_2$ , если разные уклоны;

$H$  – толщина потока грунтовых вод при равномерном движении ( $H = q / k$  – приток ( $\text{м}^3/\text{сут}$ ) грунтовых вод на 1 м длины канала с одной из сторон);

$k$  – коэффициент фильтрации, м/сут.

Когда дно ловчего канала не доходит до водоупора, расчет ведут по способу Гопера и Треффтца (рис. 11.12).

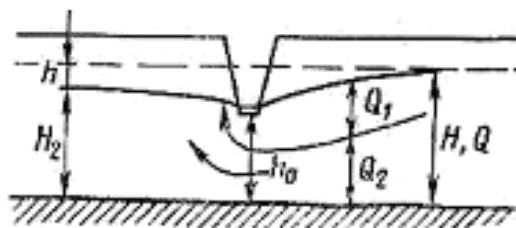


Рис. 11.12. Схема действия ловчего канала, когда дно не доходит до водоупора

Между расходом  $Q_1$ , поступающим в канал  $Q_2$ , протекающим под каналом, глубиной потока  $H$  выше канала, соответствующей расходу  $Q = Q_1 + Q_2$ , и глубиной  $H_2 = H - h$  ниже канала имеется соотношение

$$\frac{Q}{Q - Q_1} = \frac{H}{H_1 - h}; \quad h = H - H_2; \quad \frac{Q}{Q_2} = \frac{H}{H_2}.$$

Для случая глубокого положения водоупора и установившегося потока имеется формула В. И. Аравина, не учитывающая испарения и осадков:

$$x = q \left( \operatorname{ch} \frac{\pi y}{2q} - 1 \right); \quad y = \frac{2q}{\pi} \operatorname{arch} \left( \frac{x}{q} + 1 \right); \quad q = \frac{Q_1}{k},$$

где  $x, y$  – координаты кривой депрессии;

$\operatorname{ch}$  – гиперболический косинус;

$k$  – коэффициент фильтрации;

$q$  – расход грунтового потока на 1 м его ширины.

Расчет ловчих каналов и головных дрен по способу С. Ф. Аверьянова (рис. 11.13) состоит в том, что по известному исходному положению уровня грунтовых вод или пьезометрическому уровню находят положение их при действии ловчего канала и определяют дальность действия канала.

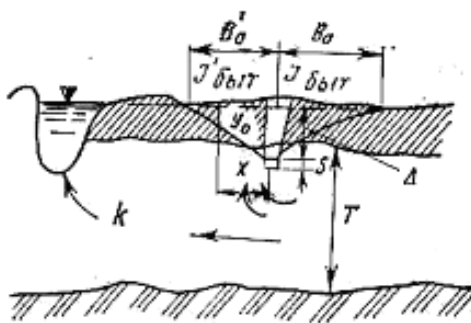


Рис. 11.13. Схема действия ловчего канала по С. Ф. Аверьянову

Дальность действия ловчего канала определяют выше него ( $B_0$ ) и ниже ( $B'_0$ ).

Для притока грунтовых вод выше канала

$$B_0 = 1,5 \sqrt{L \Delta / I_{\text{бгт}}},$$

ниже канала

$$B'_0 = 1,5\sqrt{L\Delta / I'_{\text{быт}}},$$

или приближенно

$$B'_0 = \frac{1}{2} \frac{\Delta}{I'_{\text{быт}}},$$

где  $I_{\text{быт}}$ ,  $I'_{\text{быт}}$  – уклон грунтовых вод выше и ниже канала;

$L$  – длина канала;

$\Delta$  – расстояние от исходного положения кривой депрессии до уровня воды в канале.

Ординаты кривой депрессии выше канала

$$y_0 = \Delta \left( 1 - \frac{x}{B_0} \right)$$

и ниже канала

$$y'_0 = \Delta \left( 1 - \frac{x}{B'_0} \right).$$

Этот способ расчета применим для ловчих каналов и глубоких дренажей в потоке любой мощности и в потоке со свободной поверхностью грунтовых вод при конечном залегании водоупора (при  $T/\Delta > 5$  с ошибкой 10 % и для  $T/\Delta > 2$  с ошибкой 25 %, где  $T$  – глубина залегания водоупора от неподвижной поверхности грунтовых вод;  $\Delta$  – искусственное понижение).

---

## Глава 12

# РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗАКРЫТОЙ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

---

Реконструкция осушительных систем с закрытым дренажем в зависимости от причин их низкой эффективности и с учетом изменений с начала эксплуатации свойств почв, рельефа, гидрогеологических условий должна производиться по следующим основным схемам:

- при недостаточной водоприемной способности дрен из-за кольматации стыков труб или водоприемных отверстий, защитно-фильтрующего материала и достаточной водоотводящей способности необходимо устраивать дополнительные дренажи параллельно существующим, а также проводить мероприятия, повышающие осушительный эффект (устройство объемных фильтров из местных материалов или фильтрующих колонок);

- при недостаточной глубине существующего коллектора следует устраивать новый коллектор параллельно существующему на требуемой глубине и к нему подключать как вновь устраиваемые дренажи, так и существующие. Существующие дренажи следует сопрягать с новым коллектором посредством фильтрующей засыпки песком с коэффициентом фильтрации не менее 5 м/сут, которая устраивается в месте пересечения на высоту не менее 0,4 м над коллектором;

---

- при недостаточной водоотводящей способности коллектора или дрена из-за заилиenia по всей их длине песком или уплотненными железистыми отложениями следует устраивать новый дренаж. В местах пересечения с отдельными работоспособными дренами следует устраивать фильтрующую засыпку на высоту не менее 0,4 м в месте пересечения. В этих местах необходимо укладывать трубы с повышенной водопримной способностью;

- при местных нарушениях водоотводящей способности из-за брака при строительстве или при разрушениях в процессе эксплуатации и всех других удовлетворительных параметрах дренажа необходимо установить место нарушения и устранить его причины;

- особый случай неудовлетворительной работы дренажа представляет размокание грунта обратной засыпки траншей и образование над дренажной пластичной слабопроницаемой прослойки. Причин возникновения этого дефекта несколько. Основные – это засыпка траншей при строительстве размокшим грунтом в дождливую погоду, длительный подпор дренажа от канала или разрушение устья.

При назначении мероприятий по реконструкции закрытой сети следует учитывать, что при заилиении резко уменьшается водопримная и водоотводящая способность дренажа. При заилиении 30 % полости труб уменьшение составляет 40 %, а при заилиении 70 % – более 80 %.

В слабопроницаемых почвогрунтах водопроницаемость дренажной засыпки должна быть не менее 1,5 м/сут. При более низких значениях следует предусматривать рыхление подпахотного слоя или устройство засыпки хорошо фильтрующим материалом. Если неудовлетворительная работа дренажа вызвана малой глубиной его закладки, обратным уклоном дренажных линий, большими зазорами между керамическими дренажными трубами, их смещениями, восстановление возможно путем замены нарушенных участков или устройства новых дренажных линий.

Для восстановления работоспособности дренажа при его заохривании рыхлыми отложениями следует предусматривать его промывку. Она проводится при заохривании коллекторных труб до 80 %

---

рыхлыми отложениями и при заилинии до 30 % полости регулирующих дрен.

Число проходов дренажно-промывочной головки зависит от диаметра труб и степени их заилиния. При диаметре труб до 100 мм и степени заилиния до 30 % назначается один проход, при заилинии 30...70 % труб требуется двукратная промывка. При диаметре 100 мм и более и степени заилиния до 30 % требуется два прохода. При заилинии более 70 % площади сечения – не менее трех проходов. Промывка коллекторов диаметром более 100 мм и степенью заилиния 50 % и более возможна только отдельными участками из-за недостаточной транспортирующей способности потока воды в коллекторе. Промывают первоначальный участок от устья коллектора длиной 20...30 м и извлекают промывочный рукав до устья коллектора. Затем совершают очередной проход на 40...60 м с последующим извлечением до устья и т. д.

Для устройства закрытой проводящей сети следует применять полимерные, керамические, асбестоцементные и другие трубы, способные выдерживать нагрузку от давления грунта и сельскохозяйственной техники, а также противостоять воздействию агрессивной среды и микробиологическому разложению. Минимальный диаметр керамических и пластмассовых труб для закрытой регулирующей сети принимается 50 мм. Уклоны дрен и закрытых собирателей при минимальной диаметре должны быть 0,003 и более. Допускается увеличение диаметра дрен при невозможности обеспечить минимально допустимый уклон в условиях притока подземных вод при повышенном содержании в грунтовых водах закисного железа на осушительных системах двустороннего действия. При минимальном диаметре длину дрен и закрытых собирателей следует принимать не более 250 м, а в мелкозернистых водонасыщенных песках и илах – не более 150 м. При осушении окраин массива длина дрен принимается не менее 50 м. При осушении мелкозалежных торфяников закрытая регулирующая сеть должна размещаться в подстиляющем грунте.

---

Площадь входных отверстий регулирующих дрен должна составлять не менее:

- 20 см<sup>2</sup>/м – для труб диаметром 50...100 мм;
- 30 см<sup>2</sup>/м – для труб диаметром 125...200 мм.

Диаметр круглых отверстий не должен превышать 4 мм, ширина щелей должна быть не более 2,5 мм при длине не более 25 мм.

Строительство закрытых коллекторов необходимо выполнять с учетом рельефа поверхности осушаемых земель. Закрытые коллекторы следует прокладывать по кратчайшему пути к принимающему каналу, обеспечивая по возможности двусторонний выпуск дрен и прямолинейность трасс. При проектировании закрытых коллекторов следует избегать пересечения замкнутых понижений, торфяной (сапропелевой) залежи мощностью свыше 1,5 м, глубоких западин, существующих каналов и староречий глубиной свыше 1,5 м. При неизбежности такого пересечения необходимо предусматривать предварительное осушение.

Трассы закрытых коллекторов, проходящих по тальвегам с водосборной площадью 15 га и более, следует располагать на 0,2...0,3 м выше дна тальвегов, предусматривая мероприятия по отводу поверхностных вод в канал, минуя коллектор.

При пересечении закрытыми коллекторами древесных и кустарниковых насаждений должна быть предусмотрена глухая изоляция стыков керамических труб или прокладка коллекторов из асбестоцементных, канализационных керамических, железобетонных, бетонных труб. Длину глухих участков коллекторов следует определять с учетом требований к минимальным расстояниям до древесных и кустарниковых насаждений.

Сопряжение коллекторов между собой необходимо проектировать внахлест с применением соединительных деталей, колодцев-перепадов при разнице в глубинах сопрягаемых коллекторов более 0,3 м, колодцев-отстойников, когда скорость воды во впадающем коллекторе превышает скорость воды в принимающем более чем на 30 %, а также в пылеватых грунтах. При угле поворота коллекторов в плане более 60° допускается устройство смотровых колодцев.

---

Закрытые коллекторы должны быть оборудованы смотровыми колодцами или колодцами-отстойниками:

- в местах подключения к закрытому коллектору высшего порядка двух и более коллекторов низшего порядка;
- при длине коллектора 1 км и более – через каждые 500 м, при уклоне более 0,0006 и через 200...250 м – при уклоне менее 0,0006.

Сопряжение коллекторов с принимающими каналами и водоприемниками необходимо осуществлять с помощью устьев сооружений, располагаемых на участках, не подверженных размыву и заилению. Низ устьевой трубы коллекторов следует проектировать не менее чем на 0,10 м выше расчетного межженного уровня в принимающем канале и водоприемнике, но не менее чем на 0,50 м выше их дна. Оптимальными для закрытых коллекторов являются уклоны в пределах 0,006...0,015.

Диаметр коллекторов следует определять подбором, используя формулу Гауклера – Маннинга – Штриклера:

$$V = k_S \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot Y^{\frac{1}{2}},$$

где  $V$  – скорость воды в трубе, м/с;

$k_S$  – коэффициент шероховатости, для современных дренажных труб принимают  $k_S = 86$ ;

$R$  – гидравлический радиус, м;

$$R = \frac{d}{4}, \text{ м}$$

$Y$  – уклон дренажного трубопровода.

Расход воды определяется по формуле

$$Q = 0,1085 \cdot d^{\frac{8}{3}} \cdot Y^{\frac{1}{2}},$$

где  $d$  – внутренний диаметр трубы, см.

---

Подключение дрен к коллекторам следует выполнять внахлест или впритык с использованием соединительной арматуры. При этом подключение предусматривается под углом 60...90°. Соединение дрен с коллекторами диаметром 15 см и более следует выполнять через вспомогательные коллекторы меньшего диаметра.

При реконструкции закрытого дренажа на слабопроницаемых почвах необходимо предусматривать устройство объемных фильтров (обсыпок) толщиной не менее 20 см. Объемный фильтр должен быть выполнен до подошвы пахотного горизонта. В качестве объемного фильтра необходимо использовать местные, естественные или искусственные материалы: песчано-гравийную смесь, крупнозернистый песок с содержанием зерен размером более 0,5 мм не менее 40 % по массе, гравий, щебень, шлак, измельченную древесно-кустарниковую растительность, опилки, керамзит, солому, торф со степенью разложения не более 15 %, оструктуренный почвенный слой. Коэффициент фильтрации объемного фильтра должен быть не менее 1 м/сут.

Применение закрытой регулирующей сети из пластмассовых труб допускается:

- на минеральных почвах и предварительно осушенных торфяниках с коэффициентом фильтрации 0,3 м/сут и более;
- в почвах с коэффициентом фильтрации менее 0,3 м/сут с заполнением дренажной щели фильтрующими материалами, обеспечивающими гидравлическую связь дрены с избыточными водами пахотного слоя;
- при содержании в грунтах не более 4 % каменистых включений размером 30...60 см;
- при содержании пней не более 3 %;
- при содержании 3 % и менее погребенной древесины диаметром не более 10 см.

Для соединения более двух коллекторов следует предусматривать установку полимерных смотровых колодцев диаметром 400, 500 или 700 мм, а при соответствующем обосновании – железобетонных смотровых колодцев диаметром 500...1000 мм.

---

На объектах, где существует опасность заохривания дренажных труб, следует предусматривать установку специальных промывных труб в устье и в смотровых колодцах в соответствии с рис. 12.1.

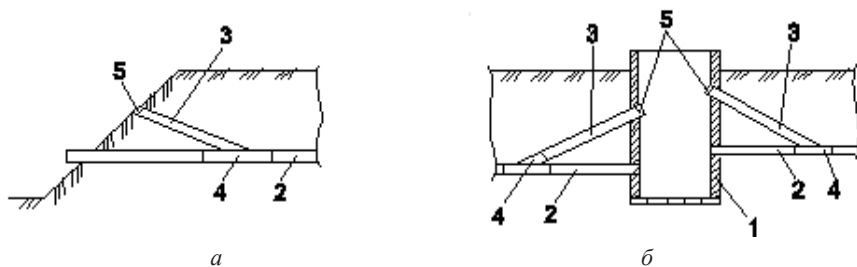


Рис. 12.1. Установка промывных труб: *а* – в откосе канала; *б* – в смотровом колодце; 1 – смотровой колодец; 2 – коллекторы; 3 – промывные трубы; 4 – фасонные детали; 5 – заглушки

Диаметры труб, соединительных муфт и заглушек для промывки выбираются из того же ряда, что и диаметры дренажных труб. В устье для предотвращения обходной фильтрации должна устанавливаться глухая (без перфорации) труба длиной не менее 2 м соответствующего диаметра.

При подключении к смотровому колодцу глухая гладкостенная труба должна одним концом входить в отверстие колодца, а другим опираться на ненарушенный коренной грунт. В эту трубу должна входить подключаемая дрена или коллектор. Длина гладкостенной глухой трубы должна быть не менее 1,25 м.

При диаметре коллекторов 100 мм и более вместо лотковой конструкции устьев рекомендуется применять конструкции устьев с порталной стенкой. Схематический чертеж такой конструкции представлен на рис. 12.2.

Для защиты дрен от заилиения следует использовать защитно-фильтрующий материал, удовлетворяющий следующим основным требованиям:

- коэффициент фильтрации материала при поперечном сжатии давлением 20 кПа должен быть не менее  $5 \cdot 10^{-4}$  м/с (43,2 м/сут);

- через защитно-фильтрующий материал допускается проникновение частиц диаметром не более 0,05 мм;
- толщина материала при нагрузке 20 кПа должна быть не менее 0,6 мм;
- разрывная нагрузка во влажном состоянии на полоску материала шириной 50 мм должна быть в продольном направлении не менее 50Н, в поперечном направлении – не менее 30Н;
- материал должен быть ровным, без утонщений, разрывов и посторонних включений.

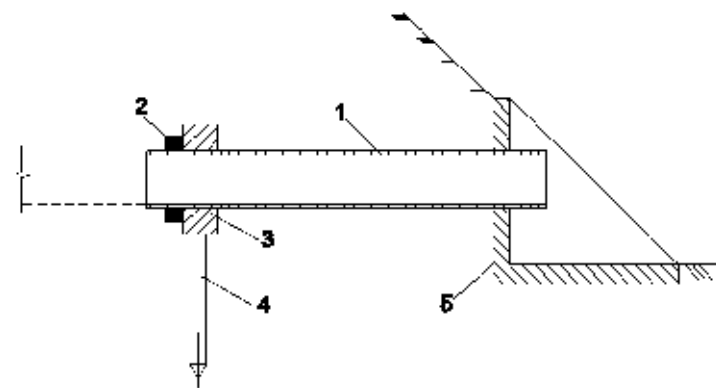


Рис. 12.2. Дренажное устье: 1 – устьевая труба; 2 – сальник; 3 – крепление трубы; 4 – опора; 5 – порталная стенка

Схема использования защитно-фильтрующего материала определяется грунтовыми условиями и типом водного питания объекта. Во всех случаях предпочтительна круговая защита стыков керамических труб, например подстилочная лента снизу и полоски сверху на стыках, и сплошное обертывание труб из полимерных материалов. В дополнение к ним в хорошо разложившемся торфе и других связных грунтах при атмосферном типе водного питания для повышения водопримной способности дрен рекомендуется использовать в качестве пунктирной или сплошной присыпки фильтрующие материалы (мох, солома или отходы легкой промышленности).

Для снижения опасности заохривания дренажа необходимо предусматривать:

- уклоны дрен не менее 0,004 и коллекторов – не менее 0,003 (не допуская при этом общего заглубления проводящей осушительной сети);
- обеспечение увеличения или неизменности скорости течения воды в дренах и коллекторах от истока к устью;
- увеличение уклонов устьевых участков дрен до 0,01 и более на протяжении 5...10 м;
- засыпку дренажных траншей сразу после укладки труб после их присыпки растительным грунтом;
- устройство смотровых колодцев потайного типа;
- глубокое (до 0,8 м) рыхление слабоводопроницаемых подпочвенных слоев с внесением извести по всему профилю почвы;
- устройство ловчих каналов для перехвата грунтовых вод со сбросом в проводящую сеть;
- применение объемных фильтров из опилок, соломы, щепы, измельченной древесно-кустарниковой растительности;
- устройство одиночных дрен, впадающих непосредственно в открытую проводящую сеть;
- уклоны дренажных линий ( $i$ ), обеспечивающие скорость течения воды в дренах и коллекторах не менее 0,35 м/с.

Накопленный опыт по строительству закрытого дренажа при реконструкции открытой сети позволяет рекомендовать следующее.

1. Количество закрытых коллекторов должно быть минимальным, а длина дрен – максимально допустимой для данных условий. Нужно использовать трассы существующих открытых собирателей и осушителей.

2. Направление закрытых коллекторов и дрен необходимо увязывать с рельефом местности и глубиной торфа; избегать пересечения коллекторов и дрен с дорогами и глубокими каналами.

3. Прокладывая коллекторы и дренажи, нельзя допускать излишние изломы.

4. Устья коллекторов нужно располагать в наиболее устойчивой части открытых каналов.

5. Менее сложным при строительстве является соединение дрены с коллектором под прямым углом. Если по условиям это невозможно, дрены следует располагать в интервале  $60...70^\circ$ .

6. Воду в открытый канал из дренажных систем требуется сбрасывать по кратчайшему пути. При значительных уклонах местности коллекторы располагать по тальвегам, образовавшимся в результате максимальной осадки торфа, или по направлению естественных тальвегов.

7. Прокладывая открытые каналы – водоприемники дренажных систем, нужно стремиться придавать им направление, соответствующее господствующим ветрам в зимний период, потому что проложенные под углом к направлению ветров каналы зимой сильно заносятся снегом и забиваются образовавшимся на дне льдом, вследствие чего устья коллекторов затапливаются на длительный период.

Расстояние между дренами и глубину их закладки необходимо определять в каждом конкретном случае в зависимости от свойств почвогрунта, типа водного питания и хозяйственного использования осушаемых земель. Глубину закладки дрен на глубоких торфяниках нужно принимать с учетом осадки торфа  $1,35...1,40$  м, для легких почв –  $0,9...1,2$  м и тяжелых суглинков –  $0,8...1,0$  м.

При удовлетворительном техническом состоянии, достаточной водопропускной способности и допустимой глубине заложения существующего коллектора предусматривается подсоединение к нему вновь устраиваемых дрен. На остальных переувлажненных участках проектируется выборочный дренаж с поглотительными элементами или закрытые собиратели с подсоединением их к существующему коллектору.

---

## Глава 13

# ОРГАНИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА, АГРОМЕЛИОРАТИВНЫЕ И КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

---

### 13.1. Организация поверхностного стока и агромелиоративных мероприятий

При реконструкции осушительной сети необходимо дополнительно предусматривать:

- устройство искусственных ложбин, колонок-поглотителей;
- планировку поверхности мелиорируемых земель;
- глубокое рыхление почв среднего и тяжелого механического состава;
- ликвидацию западин и понижений;
- устройство водоемов-копаней для аккумуляции поверхностного и дренажного стоков.

Планировка мелиорируемых земель должна включать следующие мероприятия:

---

- засыпку старых ликвидируемых каналов, карьеров, ям, староречий, сети предварительного осушения;
- засыпку мелких понижений и частичную засыпку крупных понижений при их раскрытии и уполаживании откосов за счет местного, а также привозного грунта;
- уничтожение валов выкорчеванной древесно-кустарниковой растительности; разравнивание кавальеров (толщиной слоя не более 0,10 м), неиспользуемых насыпей, буртов грунта;
- выборочную и площадную бульдозерную планировку на участках с развитым микрорельефом, раскорчеванных площадях, участках с наличием западин глубиной до 25 см и шириной более 20 м, которые не могут быть ликвидированы длиннобазовым планировщиком.

Глубокое рыхление как разовое мероприятие в период реконструкции осушительной системы следует применять:

- на минеральных почвах легкого состава – при наличии цементированных гидроокисью железа или карбонатами линзообразных горизонтов небольшой мощности;
- на торфяных почвах мощностью до 0,5 м – при наличии слоя оглеения на контакте торфа с минеральным грунтом.

При устройстве искусственных ложбин должны соблюдаться следующие требования: глубина ложбин должна быть 0,2...0,6 м; при западинном рельефе глубину ложбин на водоразделительном участке небольшой протяженности допускается увеличивать до 0,8 м; длина ложбин при безуклонном рельефе должна быть не более 400 м; уклон ложбин следует принимать не менее 0,001; гумусовый слой должен быть сохранен или восстановлен; коэффициент заложения откосов  $m$  засеваемых ложбин, используемых под пашню, должен приниматься равным 10, под сенокосы и пастбища – 5, ширина ложбин по дну – 0...10 м, для незасеваемых ложбин – на землях не сельскохозяйственного использования – 3 м; вдоль бровок ложбин необходимо предусмотреть защитные дрены; гидравлический расчет ложбин выполнять при расчетном расходе воды более 0,05 м<sup>3</sup>/с и уклоне дна более 0,005.

---

Колодцы-поглотители применяются для отвода поверхностных вод из замкнутых понижений. При этом площадь водосбора замкнутого понижения должна быть не менее 3 га. При меньшей площади и невозможности устройства искусственных ложбин предусматривается устройство закрытых собирателей или дрен с пунктирной засыпкой дренажной траншеи до подошвы гумусового слоя фильтрующими материалами с коэффициентом фильтрации  $K > 2,0$  м/сут (сгущение дренажа).

Эффективность возделывания сельскохозяйственных культур зависит не только от применяемых инженерных приемов осушения земель, но и от обработки почв, которая должна иметь агромелиоративную направленность. Комплекс агромелиоративных мероприятий применяется на землях, осушаемых как открытой осушительной сетью, так и закрытой. Агромелиоративные мероприятия вместе с инженерной сетью должны обеспечивать своевременный отвод избыточной воды с осушаемой территории и в то же время обеспечивать накопление влаги в подпахотных слоях для использования ее сельскохозяйственными культурами в засушливое время. Поэтому по своему действию на водный режим агромелиоративные мероприятия подразделяют на три группы.

В первую группу включают приемы, которые обеспечивают быстрый отвод избыточной воды по поверхности и частичной по пахотному слою. К ним относят узкозагонную вспашку и профилирование поверхности поля, выборочное бороздование. Мероприятия этой группы ускоряют просыхание пахотного слоя в ранневесенний период и сокращают период переувлажнения почвы после обильных дождей, предохраняя сельскохозяйственные культуры от вымокания.

Вторая группа состоит из приемов, ускоряющих внутрипочвенный сток избыточной воды по пахотному слою. Это гребневая и грядовая вспашки, создающие рифленую поверхность почвы.

Третья группа – это приемы, способствующие отводу избыточной воды по подпахотному слою. Это кротование, безотвальное рыхление подпахотного слоя и глубокая вспашка. Увеличивая влагоемкость почвенного профиля, они способствуют созданию допол-

---

нительных запасов продуктивной влаги в подпахотном слое. Такие приемы обработки наиболее активно регулируют водно-воздушный, тепловой и пищевой режимы.

Агромелиоративные мероприятия являются дешевым способом упорядочения водного режима осушаемых почв. Глубокое рыхление уменьшает объемную массу подпахотных слоев почвы на 10 %. В то же время в пахотном слое она остается практически неизменной. Разуплотнение почвы увеличивает ее фильтрационные свойства и объем дренажного стока. После проведения рыхления коэффициент фильтрации пахотного слоя возрастает в 2...4 раза. Глубокое рыхление повышает урожай зерновых на 17...25 %, а трав – на 9...15 ц/га. Значительный эффект дает также применение кротования. Уровень грунтовых вод на кротованных участках до глубины 50 см понижается на 8 суток раньше, чем на некротованных. Это, в свою очередь, позволяет раньше провести полевые работы.

*Узкозагонную вспашку* применяют на сравнительно ровных полях с выраженным общим уклоном. Ширина загонов при узкозагонной вспашке при уклоне поверхности менее 0,002 должна быть 12...15 м, а при больших – 15...20 м (*рис. 13.1, а*). Вспашку проводят вдоль склона обычными тракторными плугами, предварительно наметив расположение будущих свалов и развалов. При последующих вспашках свалы и разъемные борозды хорошо заметны, поэтому повторно их не разбивают и не провешивают.

*Профилирование поверхности поля* применяют на безуклонных землях и достигают путем повторного проведения узкозагонной вспашки загонами этой же ширины при неизменном положении свалов и развалов. Профилирование загонов проводят постепенно, т. е. каждую последующую вспашку выполняют при очередных сроках обработки (весной, осенью, следующей весной). Чтобы избежать чрезмерного свалакивания гумуса от краев загона к его центру, нельзя вспахивать поля по одному и тому же следу более трех раз. Профилируют поверхность поля при мощности гумусового слоя не менее 20 см. В целях образования выпуклой поверхности необходимо, чтобы на первых двух проходах плуга передний его корпус был

---

поставлен на 5...7 см глубже других. При последующих проходах все корпуса устанавливают на одну глубину вспашки. При двух последних проходах плуга на загоне передний корпус следует поднять до отказа вверх, а задний углубить на 5...7 см ниже средней глубины вспашки. Поверхность профилируют под яровые зерновые культуры, многолетние травы и особенно при освоении новых земель под луга и пастбища.

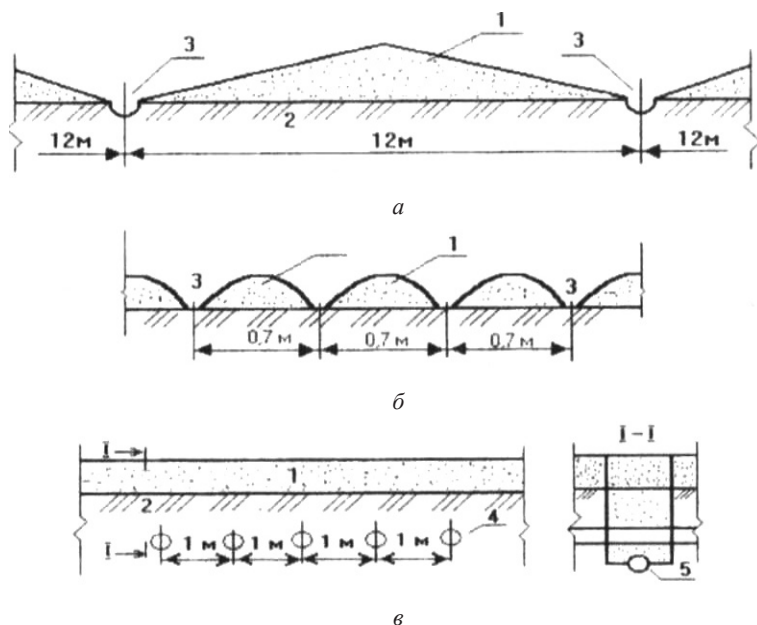


Рис. 13.1. Агромелиоративные мероприятия: а – узкозагонная вспашка; б – гребневание; в – кротование; 1 – гумусовый (пахотный) слой; 2 – подпахотный слой; 3 – борозда; 4 – кротовина; 5 – материальная дрена

Выборочное бороздование применяют на полях с неровным рельефом, имеющих замкнутые бессточные понижения. Борозды глубиной 25...30 см, впадающие непосредственно в открытые каналы, прокладывают бороздоделами КРН-0,35, Б-8, БН-300, БН-500.

При отсутствии бороздодела выборочное бороздование можно проводить навесным однокорпусным плугом или окучником. Если западины неглубокие, выборочные борозды можно проводить также конным окучником или плугом. Борозды проводят после вспашки (при подъеме зяби) или сразу же после посева озимых или яровых культур. Выборочные борозды проводят, начиная от открытого канала, в направлении вверх по уклону.

На безуклонных полях с тяжелосуглинистыми слабоводопроницаемыми почвами, где для зерновых культур и многолетних трав применяют профилирование поверхности, для пропашных культур рекомендуется более эффективный прием регулирования водного режима пахотного слоя – *гребневание* поверхности поля, т. е. создание рифленой поверхности. При этом образуется частая сеть межгребневых борозд с расстоянием между ними 0,7 м (рис. 13.1, б). Межгребневые борозды углубляют при каждой очередной междурядной обработке пропашных культур; после завершения последней обработки нарезают поперечные водоотводные борозды и расчищают их пересечения с межгребневыми бороздами, а также места впадения водоотводных борозд в каналы. Нарезку гребней проводят культиваторами-окучниками КОН-2,8 ПМ, КРН-3,6, КРН-4,2 Г. Гребневую вспашку проводят осенью при зяблевой обработке почвы, но чаще гребни нарезают весной при предпосевной обработке. Исследования показали, что осеннее гребневание значительно ускоряет оттаивание и поспевание почвы весной, а весеннее – улучшает водно-воздушный и тепловой режимы пахотного слоя.

*Кротование* рекомендуется для улучшения водно-воздушного режима глинистых, средних и тяжелосуглинистых почв. Этот прием применяют, в случае когда невозможно провести глубокое рыхление почв из-за их повышенной влажности. Срок службы кротовин от 1...2 до 3...4 лет. Кротование заключается в нарезке частой сети кротовин, проходящих параллельно друг другу через 1...2 м на глубине 30...40 см (рис. 13.1, в) поперек расположения материальной закрытой сети. Такая сеть кротовин обеспечивает быстрый отток избыточной воды по подпахотному слою и способствует аккумуляции влаги

---

в этом слое. Кротование подпахотного слоя можно проводить двумя способами: совместно со вспашкой и отдельно. Для нарезки кротовин совместно со вспашкой используют кротователь, имеющий вертикальный нож (длиной 25 см), на нижнем конце которого приварен цилиндрический дренаж диаметром 7 см. Кротователь, укрепленный на втором корпусе плуга ПН-4-35 или П-5-35, при вспашке разрезает подпахотный слой и образует кротовину на глубине 15...17 см ниже плужной подошвы. Кротование совместно со вспашкой рекомендуется проводить кротовым приспособлением на участках, осушенных закрытой сетью (керамической, пластмассовой и т. д.).

Кротование подпахотного слоя отдельно от вспашки проводят навесным трехрядным кротователем КР-3, который навешивают на трактор. Кротование ведут в направлении, совпадающем с направлением обработки поля. Для обеспечения прямолинейности кротовин первый проход агрегата желателно обозначить вехами. Выглубляют и заглубляют кротователь на концах поля. Кротование этим способом можно проводить на участках, осушенных открытой или закрытой сетью. Во втором случае его проводят таким образом, чтобы кротовины начинались от канала. Для этого агрегат задним ходом подают к открытому каналу и опускают рабочий орган непосредственно в канал.

*Глубокое рыхление подпахотного слоя* – активный прием усиления внутрпочвенного стока и накопления полезной влаги в подпахотном слое. Является самым распространенным агро-мелиоративным приемом. Глубокое рыхление следует выполнять на дренированных тяжелых минеральных почвах атмосферного водного питания с коэффициентом фильтрации менее 0,1 м/сут. Глубокое рыхление эффективно также при наличии уплотненных слабопроницаемых прослоек на глубинах 0,2...0,6 м и с коэффициентом фильтрации подпахотного слоя 0,1...0,3 м/сут. Проводят глубокое рыхление на глубину 0,6...0,8 м. На участках с уклоном поверхности земли до 0,003 предусматривают сплошное рыхление, а при больших уклонах выполняют полосное рыхление с расстоянием между полосами 1,2...1,5 м. Рыхление выполняют под прямым углом (но не менее

---

75") к дренам. Глубина рыхления должна быть на 0,2...0,3 м меньше глубины дрен. Делают эту операцию летом после прекращения дренажного стока или ранней осенью при влажности почв 60...80 % от наименьшей влагоемкости. При меньшей влажности качество рыхления уменьшается. Для повышения плодородия почвы и сохранения ее улучшенных водно-физических свойств одновременно с глубоким рыхлением применяют химическую и биологическую мелиорацию: внесение больших доз извести, химвелиорантов, органических и минеральных удобрений. На рыхленных почвах выращивают сельскохозяйственные культуры с интенсивно развивающейся корневой системой.

Глубокое рыхление проводят одновременно со вспашкой или раздельно от нее как самостоятельный прием. В первом случае на обычный тракторный плуг монтируют лапы почвоуглубителей, которые проходят на 12...15 см ниже плужной подошвы и рыхлят подпахотный слой. Срок действия рыхления на глинистых и тяжелосуглинистых почвах 2...3 года, после чего должно выполняться эксплуатационное глубокое рыхление. При соблюдении этого требования, расстояние между дренами можно увеличить на 30...50 %.

Для упорядочения стока воды применяют также *планировку поверхности* мелиорированных земель. Она подразделяется на строительную, послеосадочную и эксплуатационную. Строительная и послеосадочная планировка проводится в период строительства мелиоративной системы, а эксплуатационная – в процессе сельскохозяйственного использования мелиорируемых земель. Во время строительной планировки выполняют следующие операции: снятие с участков и буртование растительного слоя почвы, проводят засыпку старых ликвидируемых каналов, карьеров, ям, староречий, сети предварительного осушения; срезку крутых переходов от старопашотных земель к нераспаханным; засыпку мелких понижений, а также частичную засыпку глубоких понижений, их раскрытие и уположивание; разравнивание кавальеров, неиспользуемых насыпей, буртов грунта; бульдозерную планировку участков, на которых проведено корчевание древесно-кустарниковой растительности. После

---

проведения планировочных работ растительная почва разравнивается на участках, которые были подвержены мелиоративному воздействию.

Если в западине проводится раскорчевка древесно-кустарниковой растительности, расчетную величину  $h$  увеличивают на 0,2 м. При этом объем грунта, предназначенного для срезки, должен на 5...15 % превышать объем насыпи. Срезаемым и подсыпаемым при планировке участкам придают общий уклон 0,002...0,01 с целью обеспечения стока поверхностной воды.

Длиннобазовыми планировщиками проводят засыпку понижений глубиной до 0,15 м и площадью до 0,03 га, ликвидируют микропонижения, появившиеся в результате обработки почвы, а также строительную отделку поверхности мелиорируемых земель. Количество проходов планировщика в зависимости от наличия понижений на 100 га планируемой площади, коэффициента фильтрации грунта и мощности гумусового слоя составляет 2...5 (строительная) и 2 на послеосадочной. Планировочные работы длиннобазовым планировщиком выполняются после вспашки участка и разделки пласта. Максимальный слой срезаемого грунта за один проход не должен превышать 4 см. После каждого двух проходов планировщика выполняется дополнительное рыхление почвы тяжелыми дисковыми боронами. Качественное выполнение планировочных работ обеспечивается при влажности суглинистых и глинистых почв 13...28 % к весу сухой массы почвы. После выполнения планировочных работ определяют полученную мощность гумусового слоя. Если мощность гумусового слоя получена менее 0,12 м на площади более 4 %, вносят органические удобрения в количестве 10 т/га на каждый сантиметр срезанного сверх этой нормы гумусового слоя.

Послеосадочная планировка производится через 1...2 года после проведения строительной планировки. В состав этой планировки входят вспашка и разделка пласта, ликвидация просадок по трассам закрытой сети, на засыпанных каналах, староречьях, понижениях, а также на участках площадной строительной планировки бульдозе-

---

рами и другими механизмами. После этих работ поверхность полей выравнивают длиннобазовыми планировщиками. Поверхность территории после планировки не должна иметь понижение глубиной более 5 см.

Регулярное применение системы агромелиоративных приемов обработки почвы осушаемых земель, а особенно глубоких обработок пахотного слоя способствует ускоренному окультуриванию почвы. Увеличиваются порозность, водовместимость и водопроницаемость почвы, усиливаются аэрация почвенного профиля и развитие аэробной почвенной микрофлоры, снижается общая кислотность. Следовательно, улучшаются все условия естественного плодородия почвы. Урожай различных сельскохозяйственных культур на полях, где применяют агромелиоративные приемы обработки почвы, в целом на 10...30 % выше, чем при обычной обработке этих полей, в любые по метеорологическим условиям годы.

## **13.2. Культуртехнические мероприятия при реконструкции гидромелиоративных систем**

Теоретические исследования и накопившийся опыт проведения культуртехнических работ позволяет сформулировать следующие требования к их планированию и производству.

1. Соответствие приемов освоения земель генетическим особенностям почв, мощности их плодородного слоя, агрохимическим, водно-физическим, а также культуртехническим характеристикам.

Неправильный выбор приема освоения или механическое перенесение приемов с одного вида почв на другой может привести к снижению их плодородия, замедлить процесс окультуривания.

2. Максимальное сохранение органического вещества почвы.

Способы и технология предварительной подготовки почвы должны выбираться с учетом минимальных потерь плодородного слоя (за счет механической эрозии, т. е. сгребания части плодородного слоя,

---

перемешивания его с подстилающими почвенными горизонтами). По возможности они должны содействовать вовлечению в общий баланс органического вещества травяной и древесно-кустарниковой растительности. Приемы освоения земель и общая их схема не должны способствовать водной и ветровой эрозии почв.

3. Способы и приемы освоения, выбираемые с учетом характера последующего использования площади, в частности с учетом требований сельскохозяйственных культур к качеству первичной обработки почвы.

После запашки кустарника первые 3...4 года нельзя проводить вспашку поля с оборотом пласта, поэтому такие площади обычно используются под многолетние травы. При поверхностном улучшении естественных кормовых угодий расчистку площадей от древесно-кустарниковой растительности с целью сохранения дернины целесообразно проводить с применением срезки по мерзлому грунту.

Однако с учетом особенностей рыночной экономики, которые могут вызвать частые изменения структуры площадей и угодий, необходимо отдавать предпочтение таким способам мелиорации, в том числе освоения, которые в конечном счете обеспечивали бы универсальное использование земель под любую культуру данной зоны, которую можно выращивать на данном типе почв.

4. Культуртехнические мелиорации, повышающие коэффициент использования осваиваемых площадей.

Предусматривается ликвидация мелкоконтурности. Валы, кучи и другие препятствия, имевшиеся ранее или созданные при проведении культуртехнических работ должны быть по возможности удалены до посева первых культур. Валы и кучи снижают производительность машин как при мелиоративном освоении, так и при возделывании культурных растений, а также приводят к замораживанию части капитальных затрат на освоение.

5. Возможность комплексной механизации технологического процесса освоения, подбор технологических схем и механизмов, обеспечивающих максимальную производительность.

---

Существующий комплекс машин позволяет практически полностью механизировать все работы по освоению. Поэтому применение ручных работ должно иметь соответствующее обоснование.

6. Максимальное сокращение межсезонного периода проведения культуртехнических работ.

В настоящее время разработаны и серийно выпускаются ряд машин и механизмов, производительно работающих в зимний период. Разработаны и соответствующие технологии производства работ.

7. Комплексность и неразрывность культуртехнических и других мелиораций.

Культуртехнические работы должны выполняться в комплексе с гидротехническими, агромелиоративными, природоохранными и другими мероприятиями. Этот комплекс мероприятий и специальных видов работ должен быть направлен на улучшение природных условий путем регулирования водно-физических, агрохимических, биологических свойств почв с целью повышения плодородия мелиорируемых земель, увеличения сельскохозяйственных угодий, повышения производительности труда в сельском хозяйстве и обеспечения гарантированного высокоэффективного сельскохозяйственного использования мелиорируемых земель.

Гидротехнические мелиорации, предварительная подготовка поверхности почвы, ее первичная обработка и другие работы по освоению земель должны проводиться взаимоувязанно – неразрывно или параллельно по технологическим совместимым схемам.

Разрывы в производстве работ могут допускаться только по технологическим причинам – при необходимости предварительного осушения – на время сработки избыточных вод до величины, обеспечивающей нормальные условия производства культуртехнических работ. Однако и в этом случае сроки проведения первых работ не должны отставать от осушения более чем на год. Невыполнение этого требования приводит к дополнительным трудностям, вызванными укоренением дернины, древесно-кустарниковой растительности (ежегодный прирост кустарника в высоту после осушения может достигать 1 м), а также к значительной потере питательных веществ,

---

вымытых из почвенного раствора почвенно-грунтовыми водами в осушительную сеть и не использованных культурными растениями.

Сельскохозяйственное освоение также должно следовать неразрывно за мелиоративным.

8. Выполнение требований по охране окружающей среды.

Некоторые виды работ способствуют эрозионным процессам (удаление древесной растительности, уничтожение дернины, рыхление почвы и т. д.). Поэтому запрещается проводить такие культуртехнические работы на участках, где невозможно предупредить процессы развития водной и ветровой эрозии (затопаемые земли, крутые склоны участков с бесструктурными слабогумусированными почвами).

9. Выбор объектов и способов освоения земель должен быть экономически обоснован.

На основе технико-экономических расчетов и сравнения конкурирующих вариантов необходимо добиваться минимального соотношения между затратами на освоение и выходом сельскохозяйственной продукции.

Культуртехнические мелиорации по целенаправленности можно разделить на следующие группы:

- первичное освоение осушаемых земель;
- освоение под посевы сельскохозяйственных культур новых площадей, не требующих осушения;
- коренное улучшение старопахотных земель;
- коренное улучшение выродившихся сенокосов и пастбищ;
- поверхностное улучшение сенокосов и пастбищ;
- культуртехнические работы, связанные с рекультивацией земель (освоение выработанных торфяников и т. д.).

Освоение осушаемых и не требующих осушения земель заключается в ликвидации старой растительности, очистке пахотного горизонта и его поверхности от пней, камней и других препятствий для его обработки и роста растений, а также в подготовке площадей к посеву сельскохозяйственных культур. Эти мероприятия положи-

---

тельно влияют на водно-воздушный и тепловой режимы почв, усиливая действия гидротехнических мелиораций.

Улучшение старопахотных земель в основном заключается в ликвидации мелкоконтурности и повышении плодородия недостаточно окультуренных участков, а также в очистке их от камней и других помех. Работы обычно выполняются в комплексе с агромелиоративными мероприятиями, улучшающими водно-воздушный режим почв.

Коренное улучшение выродившихся лугов и пастбищ заключается в создании чистой ровной поверхности и замене выродившегося травостоя сеяным, что позволяет резко повысить его урожайность.

Поверхностное улучшение сенокосов и пастбищ заключается в очистке поверхности от кустарника, кочек, камней, в заравнивании ям и ликвидации других помех, рыхлении дернового уплотненного слоя, внесении удобрений, борьбе с сорняками, в подсеве многолетних трав и других работах. Цель этих работ – создать оптимальные условия для роста и развития природного травостоя, имеющего хорошие кормовые качества, но находящегося в угнетенном состоянии.

Культуртехнические работы, связанные с рекультивацией земель, обычно включают уборку древесно-кустарниковой растительности, планировочные работы, подготовку площадей к посеву. Освоение таких площадей связано также с работами по окультуриванию пахотного слоя.

Конкретные виды работ для каждой группы культуртехнических мелиораций зависят от состояния объекта. Однако все такие работы должны проводиться в комплексе с другими видами мелиоративных работ.

По видам культуртехнические работы подразделяют на предварительную подготовку поверхности почвы и ее первичную обработку (первичное или мелиоративное освоение). Часто первичное освоение можно выделить в самостоятельный раздел подготовки территории. Поэтому под культуртехническими работами иногда

---

понимается более узкий смысл – только предварительная подготовка поверхности почвы. Однако эти два вида работ тесно связаны технологически, способы проведения одного из них обычно определяют второй, поэтому указанные работы проектируются и выполняются в едином комплексе производства работ.

Задача предварительной подготовки поверхности почвы – приведение осваиваемых угодий в пахотнопригодное или в пригодное для эффективного сельскохозяйственного использования состояние, ликвидация мелкоконтурности и улучшение организации территории.

Предварительная подготовка предусматривает:

- расчистку земель от древесно-кустарниковой растительности и пней;
- ликвидацию валов и куч, образующихся при некоторых способах удаления древесно-кустарниковой растительности;
- удаление из торфяной залежи погребенной древесины;
- уничтожение кочек;
- удаление камней с пахотного горизонта и его поверхности;
- удаление мохового очеса.

В некоторых случаях сюда можно включить и работы по выравниванию поверхности.

Основные приемы предварительной подготовки следующие.

Для расчистки земель от древесно-кустарниковой растительности используется:

- корчевание (раздельное или прямое);
- срезка (раздельное удаление надземной части растительности и корней);
- запашка;
- фрезерование (способ размельчения древесины);
- способы удаления древесно-кустарниковой растительности с применением химических средств (химико-механические).

Срезка кустарника наиболее эффективна при освоении минеральных закустаренных земель, фрезерование – при освоении торфяно-болотных почв.

---

Ликвидация валов и куч может осуществляться разравниванием с последующим фрезерованием старых валов, пролежавших 2...3 года. Возможно также хозяйственное использование древесины (частичное, реже полное).

Ранее широко применялось сжигание кустарника на месте или в траншеях, а также вывозка из торфяников на минеральные земли с последующим сжиганием. Однако такое мероприятие может привести к существенным нарушениям экологии, поэтому в настоящее время запрещено.

Погребенную древесину из торфяной залежи убирают после вспашки кустарниково-болотными плугами или извлекают на поверхность корчевальными машинами. Уничтожение кочек в зависимости от их вида и высоты осуществляют запахиванием, фрезерованием и срезкой. Удаление камней в зависимости от их размера осуществляют корчевкой, погрузкой и вывозом за пределы участка или камнеуборочными машинами. Удаление мохового очеса в зависимости от его мощности осуществляют запахиванием, рыхлением с последующим сгребанием и вывозом за пределы участка, обжигом.

Первичная обработка почвы создает необходимые условия для возделывания сельскохозяйственных культур. Она уничтожает природную непродуктивную растительность и рыхлит почву. Тем самым повышается аэрация почвы, что способствует ускорению процесса разложения дернины и других органических веществ, высвобождению элементов питания растений, окислению вредных для растений закисных соединений в окисные. При первичной обработке происходит выравнивание почвы, причем во время ее проведения при необходимости, обычно возможно выполнение планировочных работ с применением длиннобазовых планировщиков.

Основные приемы первичной обработки включают отвальную вспашку, разделявание пласта, безотвальную обработку почвы, фрезерование, прикатывание. Конкретные способы первичной обработки выбирают в зависимости от вида почвы, мощности гумусового горизонта и других ее характеристик, а также в зависимости от способов предварительной подготовки.

---

К культуртехническим также можно отнести и некоторые другие работы по окультуриванию, такие как увеличение мощности пахотного слоя и восстановление нарушенного плодородия почвы.

Первичное окультуривание мелиорируемых земель предусматривает улучшение плодородия до уровня среднекультуренных земель по показателям  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , рН увеличения пахотного слоя и включает:

- известкование кислых почв в соответствии с показателями рН. Норма внесения извести указана на картограмме кислотности, имеющейся в хозяйстве. Внесение извести необходимо производить перед последним слоем дискования;
- внесение органических удобрений для восстановления почвенного плодородия на минеральных землях. Вносить органические удобрения необходимо под вспашку или другие виды обработки.

Для окультуривания торфяно-болотных почв необходимо внести 2 кг меди на 1 га. Первичное окультуривание мелиорируемых земель выполняется хозяйством в едином технологическом процессе с мелиоративно-строительными работами (обработка почв) и завершается в период подготовки и ввода в действие площадей. При сельскохозяйственном использовании мелиорируемых земель показатели плодородия почв повышаются до уровня, обеспечивающего выход на полную проектную урожайность за годы освоения, т. е. мощность пахотного слоя составит до 24...26 см. Содержание подвижного фосфора и обменного калия – 15...18 мг на 100 г почвы. На 1 га мелиорируемых земель в процессе использования необходимо вносить 30 кг действующего вещества минеральных удобрений. Органические удобрения необходимо вносить в среднем по 15 т/га. На торфяно-болотных почвах – вносить 2 кг/га меди один раз в 5 лет. Известкование мелиорируемых земель проводить через 5 лет согласно картограмме кислотности.

В процессе использования мелиорируемых земель производится углубление пахотного слоя на 1...3 см в год вспашки. При этом на 1 см припахиваемого слоя необходимо вносить 10...12 т/га органических удобрений.

---

Сенокосы создаются методом посева предварительных культур, окультуривания в течение 2...3 лет и последующего залужения. Состав травосмесей и норма высева семян трав на сенокосе представлена в таблице 13.1.

Таблица 13.1

Состав травосмесей и норма высева семян трав

Состав травосмеси	Норма высева семян	
	На минеральных почвах, кг/га	На торфяниках, кг/га
Клевер красный	5	–
Клевер розовый	4	5
Тимофеевка луговая	8	8
Костер безостный	12	12

При весеннем залужении на минеральных землях травосмесь лучше высевать под покров вико-овсяной смеси, а на торфяных – под покров райграса однолетнего (6...7 кг/га).

Проектирование ставит задачу найти наиболее целесообразное решение: в зависимости от технических свойств поверхности определить количество и качество механического труда по сводке древесно-кустарниковой растительности, удалению кочек, пней, камней, засыпки понижений, первичному освоению, окультуриванию и другим видам работ в соответствии с генетическими особенностями почв. Направлено на сохранение и повышение плодородия мелиорируемых земель.

Культуртехнические исследования являются частью почвенно-мелиоративных изысканий или самостоятельными исследованиями и представляют собой изучение и описание технического состояния поверхности и пахотного слоя почвы с точки зрения ее эффективно использования.

Для правильного выбора способов производства культуртехнических работ составляется культуртехническая карта. Ее дополнительное описание и легенда должны содержать сведения о технической

характеристике поверхности, пахотного и подпахотного слоев почвы: о наличии мелкоколеса и кустарника, их густоте, составе и диаметре, засоренности угодий камнем и т. д., а также общие характеристики поверхности и ее использования (наличие пахотных угодий и залежей, оврагов, выработок и т. д).

Культуртехническая карта и ее описание могут иметь комплексный характер: содержать дополнительно данные почвенно-мелиоративных изысканий (почвы, их увлажненность, мощность гумусового горизонта и т. д.), а также некоторые другие сведения, так как проектированию культуртехнических мероприятий должно предшествовать установление границ осушения объекта, границ с разными способами осушения, границ торфяных и минеральных почв, наличие на объекте лесов, лесопарков, рощ, лесополос, отдельных ценных деревьев, плодовых насаждений и дикорастущих ягодников, не подлежащих сводке, границ мелкозалежных торфяников и почв с мало-мощным гумусовым горизонтом.

---

## Глава 14

# РЕКОНСТРУКЦИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ НА ОБЪЕКТАХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ

---

### 14.1. Особенности реконструкции систем на землях, загрязненных радионуклидами

При реконструкции осушительных систем предусматривается восстановление работоспособности мелиоративной сети. При этом должны применяться инженерные решения, обеспечивающие надежность и оперативность управления водным режимом, включающие комплекс специальных мероприятий, направленных на снижение поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию и на уменьшение внешнего и внутреннего облучения работников и местных жителей. Это мероприятия:

- организационные – изменение структуры посевных площадей и севооборотов, переспециализация хозяйств, организация радиационного контроля;
  - агротехнические – применение культур с низким уровнем накопления радионуклидов, обычная и глубокая вспашка, культуртехнические работы, применение средств защиты растений;
-

- технологические – эксплуатационное регулирование водного режима, промывка и первичная очистка продукции, местная переработка продукции, применение сорбирующих препаратов в животноводстве;

- промывка в проточной воде, очистка от кожуры, удаление кроющих листьев у капусты, отмачивание в воде;

- санитарно-гигиенические – строительство санитарно-бытовых помещений, обеспечение спецодеждой, респираторами, организация полевого питания и перевозка рабочих в закрытых передвижных средствах;

- природоохранные – устройство лесополос, гидротехнических сооружений и другие меры по предотвращению загрязнения радионуклидами прилегающих территорий.

Концентрация радионуклидов в продукции уменьшается также при консервировании, засолке, варке, но надо помнить, что радионуклиды переходят в маринад или воду при варке. Огурцы и помидоры достаточно перед использованием промыть. Капусту следует употреблять без верхних 3...4 листьев и кочерыжки. Удаление кроющих листьев снижает загрязнение до 40 раз.

Расчетные уровни загрязнения сельскохозяйственной продукции, получаемой после реконструкции мелиоративных систем, не должны превышать действующие нормы. Временные нормы постоянно ужесточаются, поэтому при проектировании реконструкции необходимо предусматривать мероприятия, обеспечивающие получение возможно более чистой продукции в сравнении с получаемой в соответствии с современными нормами, что позволит получать нормативно чистую продукцию в течение более длительного периода после реконструкции.

Целесообразность проведения реконструкции в загрязненной зоне обосновывается экономическими расчетами, но предпочтение всегда должно отдаваться наименее загрязненным участкам. И только в случае их отсутствия следует переходить к рассмотрению загрязненных объектов. Исключение составляют объекты, примыкающие к населенным пунктам.

---

При обосновании выбора объектов для проведения реконструкции мелиоративных систем одним из основных критериев выбора тех или иных вариантов является прогноз загрязненности сельскохозяйственной продукции. При прочих равных условиях предпочтительнее вариант с менее радиоактивной ожидаемой продукцией, в любом случае выбирается наименее затратный вариант, при котором продукция является нормативно чистой.

При прогнозировании уровня загрязненности после проведения реконструкции необходимо учитывать следующие радиологические аспекты:

- параметры водного режима почвы (режим влажности и водный баланс) в корнеобитаемом загрязненном радионуклидами слое почвы в вегетационный период оказывают существенное влияние на поглощение радионуклидов растениями, за счет регулирования водного режима почвы можно уменьшить поступление радионуклидов в растения в 3...5 раз;
- повышение урожайности сельскохозяйственных культур снижает удельное содержание радионуклидов в продукции;
- на переувлажненных (естественных и мелиорированных) землях с расположением радионуклидов в пахотном слое происходит их более интенсивное накопление, чем на землях с нормальным водным режимом. Например, на типичном объекте отклонение уровня грунтовых вод всего на 20...30 см выше рекомендуемого диапазона приводит к увеличению средней загрязненности продукции в 4 раза. Отклонение на эту же величину в сторону понижения уровня грунтовых вод – к двукратному уменьшению;
- специальными агротехническими приемами можно ускорить очищение корнеобитаемого слоя мелиорированных сельскохозяйственных угодий в несколько раз по сравнению с естественными процессами.

В зависимости от топографических условий на мелиорированных торфяных почвах рекомендуется проведение следующих комплексов мероприятий по снижению поступления радионуклидов. Первый

---

и второй комплексы предназначены для земель с невыраженным мезорельефом, третий и четвертый – для земель с колебанием отметок поверхности в пределах одного поля соответственно 0,8...1,2 м и более 2 м.

Первый комплекс:

- поддержание уровня грунтовых вод в диапазоне 75...120 см от поверхности;
- внесение повышенных доз кальция и калия;
- внесение минеральных удобрений в подпахотный слой почвы.

Предпочтительно выращивание культур с низким уровнем накопления радионуклидов (зерно, корнеплоды).

Второй комплекс:

- заправка верхнего грязного слоя на глубину 60...80 см;
- поддержание уровня грунтовых вод на глубине 70...90 см;
- культивирование многолетних трав;
- внесение калия и кальция в грязный запахиваемый слой.

Несмотря на высокую стоимость глубокой заправки, второй комплекс имеет существенные преимущества, так как при его реализации можно получить практически чистую продукцию на участках, сильно загрязненных цезием-137. На осушенных мелкозалежных торфяниках Полесья, характеризующихся колебанием отметок поверхности в пределах поля севооборота 0,8...1,2 м, рекомендуется применять третий комплекс мероприятий.

Третий комплекс:

- регулирование уровня грунтовых вод в пределах, обеспечивающих минимальное поглощение радионуклидов при их расположении в пахотном слое;
  - заправка загрязненного пахотного слоя в понижениях, представленных торфяными почвами, на глубину 60...80 см. Если нет возможности провести заправку, необходимо внесение дополнительных доз азотных удобрений (50...75 кг/га);
  - внесение дополнительных доз элементов-аналогов (кальций и калий) в «грязный» слой перед его заправкой;
-

- внесение элементов-аналогов в пахотный слой и остальных элементов минерального питания в подпахотный слой на площадях, где не производится глубокая запашка.

На площадях с колебанием отметок поверхности почвы более 2 м, где понижения занимают более 20 % площади, целесообразно использовать четвертый комплекс, который отличается от третьего рекомендациями по ведению контурного земледелия.

Четвертый комплекс: на площадях, где проведена глубокая запашка торфяных почв, должны выращиваться травы, а на остальной территории, которая обычно представлена минеральными почвами, – зерновые или кормовые культуры, характеризующиеся низким коэффициентом накопления радионуклидов.

Кроме вышеприведенных мероприятий, целесообразно применение следующих приемов, пригодных для любых условий:

- подбор видов трав, которые не только соответствуют почвенным условиям и гидрологии полей, но и характеризуются относительно низким уровнем накопления радионуклидов;
- переход на двухукосное использование сенокосов с соответствующим переносом сроков уборки с фазы колошения на более поздний срок в комплексе с весенним внесением элементов-аналогов.

Проведение реконструкции осушительной сети и культуртехнических работ целесообразно ограничивать участками с плотностью загрязнения радионуклидами, Ки/км<sup>2</sup>:

- на минеральных землях: 15,0 – цезием-137; 1,0 – стронцием-90;
- на торфяниках: 5,0 – цезием-137; 0,3 – стронцием-90.

Допускается выбор участков и с большей плотностью загрязнения цезием-137 (до 40,0 Ки/км<sup>2</sup>), расположенных среди массивов земель с более низкой плотностью загрязнения. Но в этом случае должна предусматриваться система мероприятий по дезактивации территории (глубокая запашка, захоронение радиоактивного слоя в траншеях и т. д.). Кроме того, должно оговариваться их специальное назначение (например, для выращивания технических культур, обеспечения кормами животноводческих комплексов крупного рогатого скота на первой стадии откорма и т. д.).

---

На средне- (30...60 %) и сильнозакустаренных (более 60 %) площадях, землях с выраженным мезорельефом строительство мелиоративных систем необходимо проводить в два этапа.

На первом этапе выполняют работы по предварительному осушению земель, сведению древесно-кустарниковой растительности и ее утилизации, строительству дорог и сооружений, сельскохозяйственному освоению территории. На втором этапе при реконструкции проектируется закрытый материальный дренаж.

Расстояния между элементами регулирующей сети на объектах грунтового и атмосферного питания, определенные по общепринятым методикам, применяются с понижающим коэффициентом 0,8. Такое уменьшение расчетного расстояния обеспечивает более оперативное управление водно-воздушным режимом мелиорируемых земель.

Для предотвращения выноса радионуклидов за пределы объекта и поступления на объект с прилегающей загрязненной территории в составе мелиоративных систем предусматривают комплекс специальных мероприятий (устройство отстойников на каналах, оградительной сети, дамб, валиков, крепление воронок и торцов каналов, залужение откосов каналов и природоохранных прибрежных полос, использование затопливаемых пойм под улучшенными сенокосами).

Сведение древесно-кустарниковой растительности на загрязненных радионуклидами землях предусматривается с учетом следующих основных положений:

- при средней плотности загрязнения коры 18,5...37 кБк/кг производится захоронение выкорчеванной и срезанной древесной и кустарниковой массы и пней на возвышенных элементах рельефа в валах с присыпкой слоем грунта толщиной не менее 0,8 м, в песчаных и легких супесчаных грунтах захороняемую массу следует укладывать на подушку из слабоводопроницаемых грунтов (тяжелые супеси, суглинки, глины, торф) толщиной не менее 0,25 м;
  - средней плотности загрязнения коры 3,7...18,5 кБк/кг древесная и кустарниковая масса укладывается без присыпки грунтом;
-

- средней плотности загрязнения коры до 3,7 кБк/кг уничтожение древесной и кустарниковой массы производится в обычном порядке, включая сжигание на месте или оставление в валах;

- деловой лес со средней плотностью загрязнения коры до 18,5 кБк/кг, но при чистой древесине используется без ограничений при условии обрубки сучьев и окаривания на месте.

Расстояние до населенных пунктов от мест утилизации древесно-кустарниковой растительности должно быть не менее 1,0 км, при сжигании – не менее 3,0 км.

Мероприятия по захоронению или запашке загрязненного верхнего радиоактивного слоя почвы предусматривают, руководствуясь следующими положениями:

- на минеральных землях и мелкозалежных торфяниках (слой торфа не толще 0,7 м), не обрабатывавшихся после апреля 1986 г., – снятие загрязненного слоя толщиной 8...10 см и захоронение его в траншеях или валах с присыпкой слоем чистого грунта толщиной не менее 0,8 м;

- на минеральных землях и мелкозалежных торфяниках (слой торфа не толще 0,7 м), которые обрабатывались после апреля 1986 г., – запахивание двухъярусным плугом загрязненного верхнего слоя на глубину 0,35...0,40 м;

- на осушительно-увлажнительных системах – захоронение загрязненного верхнего слоя или обработка почвы обычными плугами;

- на торфяниках мощностью более 0,7 м – запахивание загрязненного слоя на 6 см глубже пахотного слоя;

- перед захоронением или запахиванием загрязненного слоя в него вносятся в оптимальных дозах калийные удобрения и известь в соответствии с рекомендуемыми нормами;

- на минеральных связных почвах выполняется рыхление подпахотного слоя на глубину 0,6...0,7 м с внесением калийных удобрений и негашеной извести;

- после захоронения или запахивания загрязненного слоя выполняются мероприятия по окультуриванию нового пахотного слоя.

---

## **14.2. Охрана окружающей среды на объектах реконструкции**

При реконструкции мелиоративных систем и сооружений необходимо соблюдать следующие природоохранные требования:

- реконструировать мелиоративные системы и сооружения с учетом экологической значимости природных объектов осваиваемого района;
- повторно использовать сбросные и дренажные воды;
- создавать специальные инженерные сооружения и проводить необходимые мероприятия (водоочистные, противозерозионные, лесозащитные, рыбозащитные, переходы для животных через каналы) с учетом технологии сельскохозяйственного производства;
- сводить к минимуму возможные негативные воздействия мелиоративной системы на природную среду.

К организационно-хозяйственным водоохраным мероприятиям относят:

- удаление за пределы водоохраных зон имеющихся машино-тракторных мастерских, складов удобрений и ядохимикатов, животноводческих ферм и т. д.;
- строительство навозохранилищ, складов для хранения удобрений и пестицидов в соответствии с техническими требованиями, обеспечивающими безопасное хранение и условия их обслуживания;
- соблюдение правил транспортировки, хранения и внесения удобрений и пестицидов;
- запрещение применения любых видов удобрений по снежному покрову;
- исключение внесения минеральных удобрений вразброс;
- исключение авиаобработок посевов в случае отсутствия условий для их безопасного применения.

При реконструкции мелиоративных систем предусматривается сохранение земельного фонда от деградации; размещение мелиора-

---

тивных систем на потенциально плодородных почвах; максимальное сохранение природного соотношения естественных и сельскохозяйственных земель исходя из особенностей территории; создание системы агроландшафтов, обеспечивающих сохранение биологического разнообразия; действенный мониторинг состояния мелиоративных земель и прилегающих к мелиоративным объектам территорий.

Мелиоративные мероприятия должны быть дифференцированы в разрезе почвенных разновидностей и их комплексов с учетом специализации сельскохозяйственных предприятий, фермерских хозяйств, других организационных форм. На мелиоративных системах проектируется система мер по компенсации потери органического вещества и гумуса при проведении мелиоративных работ путем освоения специальных севооборотов, использования различных видов органических удобрений, широкого развития сидерации. Противоэрозионные гидротехнические сооружения в зависимости от назначения проектируются: водозадерживающие (валы-каналы, валы-террасы, запруды и полу запруды); водонаправляющие (нагорные каналы, валы и каналы для рассредоточения концентрированных потоков воды); водосбросные (быстротоки, перепады).

При строительстве и вводе в эксплуатацию новых мелиоративных объектов, реконструкции и расширении существующих объектов на рыбохозяйственных водоемах необходимо по согласованию с органами рыбоохраны осуществлять мероприятия по сохранению рыбных запасов, а при сооружении плотин – мероприятия по полному использованию водохранилищ для рыбного хозяйства.

Система рыбозащитных мероприятий должна включать следующие группы мероприятий:

- охрану среды обитания рыбы;
  - охрану путей нерестовых, зимовальных и кормовых миграций рыбы;
  - защиту рыбы в зоне влияния водозаборных сооружений;
  - устройство рыбозащитных сооружений;
  - компенсационные мероприятия.
-

Максимальному сохранению животного мира способствует организация ландшафтов, сочетающих агрозоны и резерваты (массивы естественных лесов кустарников, болот, неспрямленных и восстановленных малых рек). На линейных элементах мелиоративных систем следует предусматривать специальные переходы для животных.

Обследование существующих полевых защитных лесных полос на мелиорированных сельскохозяйственных землях осуществляется комиссией, по результатам обследования определяют объемы, места и сроки проведения агролесомелиоративных мероприятий, потребность в машинах и механизмах, рабочей силе и транспорте, стоимость затрат по каждому виду работ.

На мелиоративных системах при необходимости устраивают защитные лесополосы следующего назначения: полевые защитные, водоохранные, почвозащитные, озеленительные с продольным направлением (основные) – поперек преобладающих в данной местности ветров и поперечным (вспомогательные) – перпендикулярно продольным. Рекомендуемое расстояние между основными лесополосами – в пределах 400...500 м, между вспомогательными – 1500...2000 м. Основные полевые защитные лесные полосы на мелиорированных сельскохозяйственных землях рекомендуется проектировать трехрядными шириной 7,5...12,5 м с учетом закраек, вспомогательные – двухрядными шириной 5 м с расстоянием между рядами 2,5 м, с расстоянием в ряду 1,5 м.

На этапе устройства агролесомелиоративного мероприятия необходимо учитывать, что при угле встречи ветра с лесополосами  $90^\circ$  зона защитного влияния полевой защитной лесной полосы равна ее 25-кратной высоте.

В зависимости от рельефа и производственных требований допускается отклонение основных полевых защитных лесных полос от направлений господствующих ветров до  $30^\circ$ , но зона защитного влияния полевой защитной лесной полосы снижается при этом до 21-кратной высоты полевой защитной лесной полосы.

Расстояние от полевых защитных лесных полос по отношению к открытой осушительной сети устанавливают в зависимости от

---

ширины мелиоративных каналов. Для обеспечения проезда сельскохозяйственной техники в полезащитных лесных полосах при необходимости делаются разрывы шириной 6...8 м через 300...400 м, а на стыках между основными и вспомогательными – шириной 10...15 м.

При проведении агролесомелиоративных мероприятий предпочтение необходимо отдавать смешанному составу древесных и кустарниковых культур в полезащитных лесных полосах с чередованием пород в рядах.

В целях защиты мелиорированных сельскохозяйственных земель, в том числе почв, от дефляции рекомендуется создавать трех- – пятирядные полезащитные лесные полосы продуваемой и ажурно-продуваемой конструкции, которые в облиственном состоянии имеют равномерно расположенные просветы. Вдоль внутрихозяйственных дорог на мелиорированных сельскохозяйственных землях, вдоль магистральных и собирательных каналов рекомендуется создавать трехрядные основные полезащитные лесные полосы на расстоянии 4...5 м от соответствующих дорог и каналов.

Внутри контура мелиорированных сельскохозяйственных земель рекомендуется создавать двух-трехрядные вспомогательные полезащитные лесные полосы. При проведении агролесомелиоративных мероприятий ширина полезащитных лесных полос предусматривается в зависимости от числа рядов и ширины междурядий. Оптимальное расстояние между рядами древесных насаждений в полезащитных лесных полосах на мелиорированных сельскохозяйственных землях – 2...3 м. При двухметровых междурядьях трехрядные полосы рекомендуется закладывать шириной 6 м, при трехметровых междурядьях – шириной 9 м, при пятиметровых – 10...15 м, при двухрядных – 4...6 м. Полезащитные лесные полосы создаются саженцами высотой 0,7...1,5 м.

Размещение полезащитных лесных полос осуществляется с учетом обеспечения возможности проведения эксплуатационных и ремонтных работ на мелиоративных системах. При закладке новой полезащитной лесной полосы и (или) проведении рубки

---

реконструкции в существующей полезащитной лесной полосе предусматриваются три возрастных периода в жизненном цикле насаждений:

- до полного смыкания крон деревьев (первый);
- от смыкания крон деревьев до формирования необходимой конструкции полезащитной лесной полосы (второй);
- от формирования необходимой конструкции полезащитной лесной полосы с дальнейшей поддержкой оптимальной структуры конструкции и жизнеспособности полезащитной лесной полосы (третий).

Начало и продолжительность возрастных периодов в жизненном цикле полезащитных лесных полос зависят от породного состава насаждений, условий их произрастания, способов восстановления. При восстановлении полезащитных лесных полос предварительную подготовку площадок и обработку почвы допускается не проводить. Работы по созданию и восстановлению полезащитных лесных полос проводят ранней весной.

Критериями оценки состояния и жизнеспособности полезащитных лесных полос на мелиорированных сельскохозяйственных землях считаются приживаемость древесных и кустарниковых культур, распределение их по площади, рост и развитие древесных и кустарниковых культур, степень повреждения насекомыми, грибными заболеваниями, потравы скотом и дикими животными.

Санитарно-оздоровительные мероприятия в полезащитных лесных полосах включают:

- выборочные и сплошные санитарные рубки;
- уборку захламленности;
- выборку свежеселенных деревьев;
- другие меры защиты полезащитных лесных полос и находящейся в них древесины от вредителей и болезней.

В первую очередь санитарно-оздоровительные мероприятия назначаются в полезащитных лесных полосах неблагополучного санитарного состояния, расположенных вблизи магистральных каналов, постоянных дорог и скотопрогонов.

---

После работ по созданию и (или) восстановлению полезащитных лесных полос необходимо проводить агротехнический уход за полосами, включающий рыхление почвы и уничтожение сорной растительности. На первом году ввода в эксплуатацию полезащитной лесной полосы агротехнический уход выполняется не менее 4 раз в год, на втором году – 3...4 раза в год, на третьем – 1...2 раза в год. Глубина рыхления почв мелиорированных сельскохозяйственных земель в междурядьях полезащитных лесных полос составляет 8...16 см.

Оценка экономической эффективности затрат на создание и восстановление полезащитных лесных полос на мелиорированных сельскохозяйственных землях проводится по стоимости получаемой при этом дополнительной сельскохозяйственной продукции в границах эффективной защиты полезащитных лесных полос. Эффект от полезащитных лесных полос наступает после определенного периода и нарастает во времени.

На мелиорированных сельскохозяйственных землях с преобладанием торфяно-болотных почв и занятых в основном многолетними травами, культурными лугами новые полезащитные лесные полосы, как правило, не предусматриваются, существующие лесополосы содержатся в надлежащем санитарном состоянии.

---

## Глава 15

# РЕКОНСТРУКЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

---

### 15.1. Общие требования и задачи реконструкции оросительных систем

Реконструкция оросительных систем должна обеспечивать доведение показателей их технико-экономического уровня до современных нормативных требований. При этом в технико-экономических обоснованиях реконструкции оросительных систем и технико-экономических расчетах должны решаться во взаимной увязке следующие основные задачи:

- увеличение продуктивности орошаемых земель путем оптимизации водного режима орошения, повышения равномерности увлажнения и коэффициента земельного использования;
  - экономия воды, расходуемой на орошение;
  - повышение производительности труда при поливе на основе применения прогрессивной поливной техники, механизации и автоматизации полива;
  - расширение при возможности площади орошаемых земель за счет сэкономленной воды;
  - охрана природы и окружающей среды.
-

При решении указанных задач должна оцениваться экономическая, социальная и природоохранная эффективность намечаемых мероприятий и срочность их проведения с учетом нарастающего по времени ущерба от неудовлетворительного состояния оросительной системы.

На ранее построенных оросительных системах при реконструкции необходимы:

- замена вышедших из строя трубопроводов, гидротехнических сооружений, оборудования насосной станции;
- оснащение закрытых оросительных систем приборами и устройствами, гасящими гидравлический удар;
- снижение рабочего напора в закрытой оросительной сети для использования низконапорных дождевальных машин;
- проведение мероприятий по повышению водообеспеченности с учетом совершенствования поливного режима.

Коэффициент земельного использования в мелиорации – показатель, характеризующий отношение орошаемой площади, занятой сельскохозяйственными культурами, к общей площади реконструируемой мелиоративной системы.

Улучшение использования земель при реконструкции оросительных систем сводится к решению следующих основных задач:

- охрана почвы от эрозии и других разрушительных процессов;
- сокращение площадей, которые по разным причинам выпадают из хозяйственного оборота, вовлечение в оборот ранее не использованных участков;
- повышение плодородия земель в процессе реконструкции.

Значительно сокращаются потери воды на объектах реконструкции при применении прогрессивных способов полива: капельного орошения, подпочвенного и мелкодисперсионного полива.

Состав мероприятий по реконструкции оросительной системы должен определяться на основе анализа современного состояния орошаемых земель и всех элементов оросительной системы с обязательным использованием материалов инвентаризации орошаемых

---

земель и оросительных систем, мелиоративного кадастра орошаемых земель и водного кадастра состояния водоисточников, а также прогноза возможного ухудшения природных условий и снижения продуктивности орошаемых земель без реконструкции системы в ближайшие 10...15 лет.

Проект реконструкции следует составлять на основе анализа и обработки материалов инвентаризации, данных службы эксплуатации и паспортов оросительных систем с использованием имеющихся предпроектных и проектных документов.

Планируемое сельскохозяйственное использование орошаемых земель, их продуктивность после реконструкции оросительной системы следует принимать по данным схемы развития и размещения культур в хозяйстве.

Проект реконструкции оросительной системы может состоять из разделов, включающих пояснительный текст, расчеты и графические приложения. В пояснительный текст включают:

1. Основные положения (краткий обзор выполненных разработок; исходные данные; сводка требуемой реконструкции в разрезе системы в целом и по видам реконструкции).
  2. Современное состояние орошаемых земель и оросительной системы.
  3. Планируемое сельскохозяйственное использование орошаемых земель после реконструкции.
  4. Мероприятия по улучшению существующей системы водохозяйственного устройства и реконструкции оросительных систем. Рассмотрение вариантов водоподводящих и сбросных трактов с учетом существующих и намеченных к строительству оросительных систем; основные направления автоматизации управления водораспределением.
  5. Улучшение эксплуатации реконструированной оросительной системы.
  6. Перспективный план организации и выполнения работ по реконструкции оросительной системы.
-

## 15.2. Реконструкция водозабора оросительной системы

Источником воды для орошения сельскохозяйственных культур служат реки, озера, ручьи, искусственные водохранилища, пруды, каналы и пробуренные скважины.

Основное требование к источнику: необходимый секундный расход воды в нем должен превышать секундный забор на орошение, а общий запас должен обеспечивать полив орошаемого участка за весь вегетационный период. Подаваемая для орошения вода может иметь температуру  $+1 \dots 30$  °С, содержать осадок до 5 г/л и взвешенные частицы размером до 2 мм. Источниками воды для орошения и обводнения могут быть реки в их естественном и зарегулированном состоянии; местный поверхностный сток, поступающий в пруды; подземные воды, забираемые из шахтных колодцев, буровых скважин, каптажных сооружений.

Для орошения можно также использовать промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды, шахтные воды и сбросные воды систем, а в некоторых случаях и морскую воду.

Требования, предъявляемые к источникам:

- вода должна быть пригодной для орошения сельскохозяйственных культур, а при обводнении – для обеспечения бытовых и хозяйственных нужд;
- запасы и расходы воды в источнике должны всегда и желательно полностью удовлетворять потребность в воде;
- источник должен располагаться вблизи орошаемого массива и выше его, чтобы было возможно подавать воду самотеком при небольшой стоимости строительства водозаборного сооружения и оросительной системы.

Требования, предъявляемые к качеству оросительной воды: при поливе она должна улучшать механический, химический, биологический, температурный режимы почвы, по возможности не заилать оросительные каналы, быть пригодной для полива существующей

---

техникой. Качество оросительной воды зависит от ее температуры, количества и размера взвешенных частиц, минерализации (количества и состава растворенных в воде солей и химических элементов).

При поливе дождевальными машинами в воде не должно быть мусора и взвесей крупнее 0,5 мм, чтобы не засорять установленный на трубе перед гидроцилиндром фильтр. При поливе из шлангов мутность должна быть не более 1...1,5 г/л; при поливе из подземных трубопроводов – 3...4 г/л. В зависимости от мутности воды устанавливают режим промывки шлангов и подземных трубопроводов. При внутрипочвенном и капельном орошении взвесей в воде быть не должно. Поэтому поливную воду предварительно очищают, пропуская через фильтр. Минерализацию воды определяет в основном плотный остаток в г/л (сумма растворимых солей), а также его химический состав.

Для большинства растений безвредна поливная вода с минерализацией до 1...1,5 г/л, а для солеустойчивых – до 5...8 г/л. Токсичной считают воду с содержанием 15...20 г/л растворимых солей. Поэтому в ряде случаев возможен даже полив морской водой.

Для использования сточных вод сельскохозяйственные и промышленные предприятия делают химический анализ для определения в них полезных веществ (азот, фосфор, калий) и вредных (смолы, сода, фенолы, нефтепродукты, свинец, фтор и т. д.) и сравнивают их количество с допустимыми концентрациями. Если их содержание меньше допустимых концентраций, вода пригодна для орошения, а если больше, то непригодна.

Для забора воды из источника в оросительную систему устраивают водозаборные сооружения разной конструкции. Для дождевальной системы в качестве водозаборного сооружения служит насосная станция.

В настоящее время номенклатура стационарных и передвижных насосных станций широка.

Насосные станции – как стационарные, так и передвижные (мотопомпы) необходимо использовать типовые.

---

При подборе насосных агрегатов (мотопомп) требуется учитывать следующее:

- должно быть надежное обеспечение электроэнергией и нефтепродуктами;
- расходно-напорные характеристики насосов должны соответствовать расходно-напорным характеристикам оросительной системы;
- уровень воды в водоисточнике должен быть стабильным.

Насосные станции должны обеспечивать своевременную и бесперебойную подачу расчетного расхода воды согласно графику полива при требуемых напорах для ирригационных комплектов (одного комплекта). При выборе места стоянки насосной станции необходимо стремиться, чтобы она была расположена по возможности близко к границам участка орошения, чтобы был удобен подход к воде. Для установки насосной станции необходимо иметь горизонтальную площадку. Если нет возможности ее выбрать, площадку следует спланировать и засыпать щебенкой. Кроме того, нужно подготовить подъездную дорогу к станции шириной не менее 3 м.

Для обеспечения лучших условий работы насосной станции или мотопомпы высота всасывания должна быть наименьшей: ось насоса рекомендуется располагать над урезом воды не выше, чем на величину высоты всасывания, указанной в характеристике насоса. Глубина воды в месте забора должна быть не менее 0,7 м. При меньшей глубине необходимо устройство простейшего подпорного сооружения или приямка.

Необходимость реконструкции старой насосной станции может быть вызвана многими причинами. За время долгого срока службы насосы и другое оборудование насосной станции устаревают и изнашиваются, что увеличивает расходы на эксплуатацию насосной станции и вызывает необходимость ее капитального ремонта и замены оборудования. Реконструкция системы объединенной канализации сточных и дождевых вод в отдельные канализационные системы также обуславливает проведение реконструкции насосных станций в соответствии с новым функциональным назначением.

---

Ужесточившаяся разрешительная практика органов надзора за состоянием окружающей среды может повлечь требование провести реконструкцию. Устаревшая или находящаяся в плохом техническом состоянии насосная станция может оказывать негативное воздействие на прилегающую территорию в виде, например, неприятных запахов. Необходимость реконструкции насосной станции может быть вызвана и изменившимися эксплуатационными факторами. Ввод в эксплуатацию приборов дистанционного наблюдения часто предполагает замену блоков управления насосами и в некоторых случаях самих насосов. Практический срок службы станции зависит от условий эксплуатации. Замена насосов производится раз в 15...20 лет, а основательная проверка состояния станции и техническое обслуживание должны выполняться по меньшей мере один раз в 10 лет. Проведенная специалистом проверка и составленный на основании детального осмотра насосов отчет об их техническом состоянии служат основой для заблаговременного составления плана реконструкции насосных станций и условием выгодного планирования экономической деятельности.

Реконструкция насосной станции – это всеобъемлющий процесс, состоящий из ознакомления с объектом; работ по проектированию, в том числе по выбору рабочей точки, составлению сметы; из принятия решения о проведении реконструкции, строительных работ, надзора, инструктажа персонала и ввода насосной станции в эксплуатацию. Это во многом совпадает с процессом поставки новой насосной станции. В процессе проектирования структура расходов должна рассматриваться в целом с учетом не только непосредственных затрат на приобретение оборудования, но и расходов в течение срока службы насосной станции.

Ознакомление с объектом и определение его нынешнего технического состояния следует выполнять с особой тщательностью. Необходимо собрать по крайней мере следующую информацию:

1. По имеющимся чертежам и рабочим документам установить проектные данные насосной станции. Наличие полной технической документации станции значительно облегчит данную задачу.

---

2. Сведения о практической эксплуатации станции можно получить путем ознакомления с журналом эксплуатации насосной станции или опроса технического персонала. Таким образом можно получить данные о проблемах, возникавших в ходе эксплуатации насосной станции, таких как сбой в работе насосов, проблема запахов, образование скоплений поверхностных загрязнений или оседание твердых частиц и осадка на дне насосной станции.

3. При проверке насосной станции производится определение ее общего состояния, а также оценка состояния насосов и других наиболее важных систем. Проверке подвергаются насосы, трубопроводы и клапаны. При определении состояния конструкций особое внимание следует уделить состоянию конструкции водозаборного колодца и выяснить, не произошло ли смещения или просадки. Выполненные из бетонных колец колодцы непрочны и часто протекают.

4. При необходимости на время проверки колодец насосной станции следует опорожнить, а входящую трубу заглушить. После основательной промывки возможен осмотр дна насосной станции и других внутренних конструкций, таких как рабочие площадки, лестницы, направляющие трубы, утепленные соединения и фиксаторы насосов. Акт, составляемый по результатам осмотра, является одним из документов, используемых при дальнейшем проектировании.

5. Определяется точная рабочая точка установленных на станции насосов. В случае необходимости к насосной станции может быть временно подключен переносной блок управления ELSA 2000 в целях получения точных данных о производительности насосов, объеме поступающей в насосную станцию и откачиваемой из нее воды, о продолжительности циклов работы насосов и других сведений.

6. По возможности рекомендуется установить объем утечек, проникающих в систему сточных вод и насосную станцию.

7. В случае отсутствия полной документации насосной станции необходимо провести ее обмеры. Измеряются диаметр и глубина колодца, расположение и высота подводящего и напорного входов,

---

размер и расположение люков верхней крышки. Определяется геометрическая форма колодца, в том числе форма скосов дна.

8. Выясняется состояние и функционирование пульта управления. Старые электрощиты подчас не отвечают современным требованиям, при проведении реконструкции на них следует обратить особое внимание.

9. Производится оценка прилегающей территории с точки зрения возможности проведения запланированных работ. Необходимо получить соответствующие разрешения на строительство возводимых при проведении реконструкции зданий и сооружений.

По результатам работ принимается одно из решений:

- продолжение эксплуатации на установленных (расчетных) параметрах;
- продолжение эксплуатации с ограничением рабочих параметров;
- ремонт;
- доработка (реконструкция);
- использование по иному назначению;
- вывод из эксплуатации.

В составе работ по реконструкции одно из важных мест занимает планировка поверхности поля. К реконструкции внутрихозяйственных систем приурочивают капитальную планировку поверхности, которую проводят как обязательное агротехническое мероприятие. Перед капитальной планировкой обязательны нивелирная съемка участка и разработка технологии работ.

Объемы капитальных вложений на работы по реконструкции систем в 3...5 раз меньше затрат, необходимых на новое орошение. Поэтому имеет большое экономическое значение 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.

### 15.3. Реконструкция трубопроводной сети и дождевальной техники

Перед использованием существующей трубопроводной сети потребуется проверка ее технического состояния с целью получения достоверных данных, необходимых для принятия обоснованных решений о ее дальнейшей эксплуатации, ремонте, реконструкции в случае неудовлетворительного состояния.

При определении остаточного ресурса оросительных трубопроводов и арматуры анализируется эксплуатационная документация. Цель такого анализа – установление технических параметров эксплуатации трубопроводной сети, ее ресурса, выявление наиболее вероятных отказов и повреждений арматуры, ее деталей, сборочных единиц или комплектующих элементов.

Анализ эксплуатационной документации должен завершаться составлением акта, включающего:

- перечень проанализированной документации;
- указания по составлению недостающих или неполных документов.

По результатам анализа выдаются рекомендации о составе и объеме работ по оценке технического состояния арматуры.

Обследование технического состояния производится индивидуально для каждой единицы арматуры по разработанной программе работ, которая включает:

- визуальный и измерительный контроль;
- разборку и ревизию внутренних полостей арматуры с дефектацией отдельных сборочных единиц и деталей, в том числе замер толщин стенок патрубков и корпусных деталей арматуры;
- контроль неразрушающими методами (в случае необходимости);
- контроль образцов материалов разрушающими методами (в случае необходимости);
- контроль приводных устройств (в случае необходимости).

При визуальном и измерительном контроле необходимо выявить и оценить видимые поверхностные дефекты, появившиеся или развившиеся в процессе эксплуатации на наружной поверхности корпусных и (или) крепежных деталей. Особое внимание при визуальном контроле следует уделять местам попадания на поверхность арматуры воды ввиду возможного образования в этих местах коррозионных поражений. Тщательному осмотру подлежат внутренние поверхности деталей, а также детали, сборочные единицы и места, где вероятнее всего происходит максимальный износ и возможны механические повреждения или усталостные явления. Необходимо проверить размеры изнашиваемых деталей и зазоры между подвижными сопрягаемыми деталями, а также детали, по которым были зафиксированы неисправности. Вследствие несовершенства технологии изготовления или в результате эксплуатации элементов оросительных систем появляются различные дефекты: нарушения сплошности или однородности материала, отклонения от заданного химического состава или структуры, а также от заданных размеров. Дефекты изменяют физические свойства материала (плотность, электропроводность, магнитные, упругие свойства и т. д.). В случае необходимости с учетом результатов визуального и измерительного контроля и ревизии внутренних полостей по решению рабочей группы проводится дефектоскопия с применением методов неразрушающего контроля.

*Дефектоскопия* – комплекс методов и средств неразрушающего контроля материалов и изделий с целью обнаружения дефектов. Дефектоскопия включает:

- разработку методов и подбор аппаратуры (дефектоскопы и т. д.);
- составление методик контроля;
- обработку показаний дефектоскопов.

Дефектоскопии должна подвергаться арматура, длительно работавшая в наиболее неблагоприятных условиях (при максимальных рабочих параметрах и т. д.). Дефектоскопия должна проводиться в местах резкого изменения толщин (сочленения патрубков – корпус,

---

патрубок – фланец, корпус – фланец), подфланцевых зонах, в радиусных переходах, местах пересечения или стыковки сварных швов, в зонах концентрации напряжений и других подобных местах. Исследованию должна подвергаться арматура, длительно работавшая в наиболее неблагоприятных условиях, при максимальных рабочих параметрах и т. д. В основе методов дефектоскопии лежит изучение физических свойств материалов при воздействии на них рентгеновских, инфракрасных, ультрафиолетовых и гамма-лучей, радиоволн, ультразвуковых колебаний, магнитного и электростатического полей и т. д.

Наиболее простым методом дефектоскопии, применяемым при реконструкции оросительных систем, является визуальный метод – невооруженным глазом или с помощью оптических приборов (например, лупы). Для осмотра внутренних поверхностей, глубоких полостей и труднодоступных мест применяют специальные трубки с призмами и миниатюрными осветителями (диоптрийные трубки). Визуальная дефектоскопия позволяет обнаруживать только поверхностные дефекты (трещины, пленки и т. д.) в металлических изделиях и внутренние дефекты в изделиях из стекла или в прозрачных для видимого света пластмассах. Минимальный размер дефектов, обнаруживаемых невооруженным глазом, составляет 0,1...0,2 мм, а при использовании оптических систем – десятки микрометров.

*Рентгенодефектоскопия* основана на поглощении рентгеновских лучей, которое зависит от плотности среды и атомного номера элементов, образующих материал среды. Наличие таких дефектов, как трещины, раковины или включения инородного материала, приводит к тому, что проходящие через материал лучи (рис. 15.1) ослабляются в различной степени. Регистрируя распределение интенсивности проходящих лучей, можно определить наличие и расположение различных неоднородностей материала.

Интенсивность лучей регистрируют несколькими методами. Фотографическими методами получают снимок детали на пленке. Визуальный метод основан на наблюдении изображения детали на флуоресцирующем экране.

---

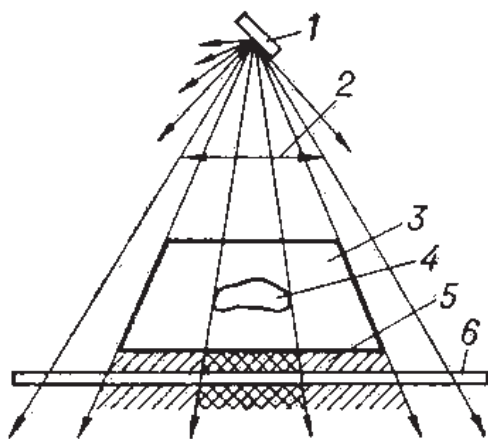


Рис. 15.1. Схема рентгеновского просвечивания: 1 – источник рентгеновского излучения; 2 – пучок рентгеновских лучей; 3 – деталь; 4 – внутренний дефект в детали; 5 – невидимое глазом рентгеновское изображение за деталью; 6 – регистратор рентгеновского изображения

Чувствительность методов рентгенодефектоскопии определяется отношением протяженности дефекта в направлении просвечивания к толщине детали в этом сечении, для различных материалов составляет 1...10 %. Применение рентгенодефектоскопии эффективно для деталей сравнительно небольшой толщины, так как проникающая способность рентгеновских лучей с увеличением их энергии возрастает незначительно. Рентгенодефектоскопию применяют для определения раковин, грубых трещин, ликвационных включений в литых и сварных стальных изделиях толщиной до 80 мм и в изделиях из легких сплавов толщиной до 250 мм. Для этого используют промышленные рентгеновские установки с энергией излучения от 5...10 до 200...400 КэВ ( $1 \text{ эВ} = 1,60210 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ ). Изделия большой толщины (до 500 мм) просвечивают сверхжестким электромагнитным излучением с энергией в десятки МэВ, получаемым в бетатроне.

*Гамма-дефектоскопия* имеет те же физические основы, что и рентгенодефектоскопия, но использует излучение гамма-лучей,

испускаемых искусственными радиоактивными изотопами различных металлов (кобальт, иридий, европий и т. д.). Используют энергию излучения от нескольких десятков КэВ до 1...2 МэВ для просвечивания деталей большой толщины. Этот метод имеет существенные преимущества перед рентгенодефектоскопией: аппаратура для гамма-дефектоскопии сравнительно проста, источник излучения компактный, что позволяет обследовать труднодоступные участки элементов мелиоративной системы. Кроме того, этим методом можно пользоваться, когда применение рентгенодефектоскопии затруднено (например, в полевых условиях). При работе с источниками рентгеновского и гамма-излучений должна быть обеспечена биологическая защита.

*Радиодефектоскопия* основана на проникающих свойствах радиоволн сантиметрового и миллиметрового диапазонов (микрорадиоволн), позволяет обнаруживать дефекты главным образом на поверхности изделий обычно из неметаллических материалов. Радиодефектоскопия металлических изделий из-за малой проникающей способности микрорадиоволн ограничена. Этим методом определяют дефекты в стальных листах, прутках, проволоке, а также измеряют их толщину или диаметр, толщину диэлектрических покрытий и т. д.

*Инфракрасная дефектоскопия* использует инфракрасные (тепловые) лучи для обнаружения непрозрачных для видимого света включений. Так называемое инфракрасное изображение дефекта получают в проходящем, отраженном или собственном излучении исследуемого изделия. Этим методом контролируют изделия, нагревающиеся в процессе работы. Дефектные участки в изделии изменяют тепловой поток. Поток инфракрасного излучения пропускают через изделие и регистрируют его распределение теплочувствительным приемником.

*Магнитная дефектоскопия* основана на исследовании искажений магнитного поля, возникающих в местах дефектов в изделиях из ферромагнитных материалов. Индикатором может служить магнитный порошок (закись-окись железа) или его суспензия в масле

---

с дисперсностью частиц 5...10 мкм. При намагничивании изделия порошок оседает в местах расположения дефектов (метод магнитного порошка). Поле рассеяния можно фиксировать на магнитной ленте, которую накладывают на исследуемый участок намагниченного изделия (магнитографический метод). Используют также малогабаритные датчики (феррозонды), которые при движении по изделию в месте дефекта указывают на изменения импульса тока, регистрирующиеся на экране осциллоскопа (феррозондовый метод).

Чувствительность метода магнитной дефектоскопии зависит от магнитных характеристик материалов, применяемых индикаторов, режимов намагничивания изделий и т. д. Магнитографическим методом контролируют главным образом сварные швы оросительных трубопроводов толщиной до 10...12 мм и обнаруживают тонкие трещины и непровар.

*Ультразвуковая дефектоскопия*, использующая несколько переменных параметров (частотный диапазон, типы волн, режимы излучения, способы осуществления контакта и т. д.), является одним из наиболее универсальных методов неразрушающего контроля.

Разновидностью ультразвуковой дефектоскопии, применяемой при реконструкции оросительных систем, является резонансный метод. Он основан на определении собственных резонансных частот упругих колебаний (частотой 1...10 МГц) при возбуждении их в изделии. Этим методом измеряют толщину стенок металлических и некоторых неметаллических изделий. При возможности измерения с одной стороны точность измерения около 1 %. Кроме того, этим методом можно выявлять зоны коррозионного поражения. Резонансными дефектоскопами осуществляют контроль ручным способом и автоматизированным с записью показаний прибора.

Импедансный метод основан на измерении механического сопротивления (импеданса) изделия датчиком, сканирующим поверхность и возбуждающим в изделии упругие колебания звуковой частоты. Этим методом можно выявлять дефекты в клеевых, паяных и других соединениях, между тонкой обшивкой и элементами жесткости или заполнителями в многослойных конструкциях. Обнаруживаемые

---

дефекты площадью от 15 мм<sup>2</sup> и более отмечаются сигнализатором и могут записываться автоматически.

Метод свободных колебаний основан на анализе спектра свободных колебаний контролируемого изделия, возбужденных ударом. Применяется для обнаружения зон нарушения соединений между элементами в многослойных клееных конструкциях значительной толщины из металлических и неметаллических материалов.

*Капиллярная дефектоскопия* основана на искусственном повышении свето- и цветовконтрастности дефектного участка относительно неповрежденного. Методы капиллярной дефектоскопии позволяют обнаруживать невооруженным глазом тонкие поверхностные трещины и другие несплошности материала, образующиеся при изготовлении и эксплуатации деталей оросительных машин. Полости поверхностных трещин заполняют специальными индикаторными веществами (пенетрантами), проникающими в них под действием сил капиллярности. Для так называемого люминесцентного метода пенетранты составляют на основе люминофоров (керосин, нориол и т. д.). На очищенную от избытка пенетранта поверхность наносят тонкий порошок белого проявителя (окись магния, тальк и т. д.), обладающего сорбционными свойствами, за счет чего частицы пенетранта извлекаются из полости трещины на поверхность, обрисовывают контуры трещины и ярко светятся в ультрафиолетовых лучах. При так называемом цветном методе контроля пенетранты составляют на основе керосина с добавлением бензола, скипидара и специальных красителей (например, красной краски). Для контроля изделий с темной поверхностью применяют магнитный порошок, окрашенный люминофорами (магнитно-люминесцентный метод), что облегчает наблюдение тонких трещин.

Чувствительность капиллярной дефектоскопии позволяет обнаруживать поверхностные трещины с раскрытием менее 0,02 мм. Однако широкое применение этих методов ограничено из-за высокой токсичности пенетрантов и проявителей.

Выбор методов контроля, определение объема работ по дефектоскопии осуществляется рабочей группой с привлечением в случае

---

необходимости специалистов, имеющих опыт работы и соответствующие удостоверения на проведение такого рода работ.

С целью проведения косвенной оценки прочностных характеристик материала арматуры рекомендуется замер твердости металла, наплавки и сварных швов. Места замера твердости и их количество устанавливаются специалистами, производящими обследование. При этом в каждом случае должно быть сделано не менее трех замеров, а за результат принимается их среднеарифметическое значение. Для оценки состояния металла корпусных деталей оросительной арматуры допускается применение неразрушающих методов при наличии аттестованных в установленном порядке стационарных или переносных измерительных средств и соответствующих методик контроля.

По результатам визуального и измерительного контроля, разборки и ревизии арматуры, осмотра внутренних полостей, дефектации отдельных сборочных единиц и деталей, контроля неразрушающими методами составляется дефектовочный акт, в котором отражаются все обнаруженные дефекты с их подробным описанием, приведением схем расположения, геометрических размеров деталей, значений толщины стенки корпусных деталей изделия и схем точек замера толщины.

В случае отсутствия достоверной информации о свойствах материалов основных деталей арматуры, подлежащей капитальному ремонту, применительно к условиям и срокам ее эксплуатации должна быть предусмотрена вырезка образцов металла деталей для проведения контроля его физико-механических характеристик. Аналогичное решение может быть принято рабочей группой на основании изучения эксплуатационной документации элементов мелиоративных систем и при неудовлетворительных результатах визуального контроля, разборки и ревизии изделия, осмотра внутренних полостей, контроля неразрушающими методами. Результаты работ по контролю материалов должны быть оформлены актами. К актам должны быть приложены бланки результатов анализа по формам, установленным на предприятии, выполняющем контроль, подписанные ис-

---

полнителями с указанием их должности и фамилии, а также фотографии, диаграммы и прочие физические носители информации.

Также выполняется поверочный расчет элементов мелиоративных систем, у которых выявлено:

- утонение стенок или изменение размеров деталей;
- изменение характеристик металла;
- отличие режимов эксплуатации и расчетов на прочность;
- изменились требования нормативно-технических документов.

Расчеты производятся разработчиком или другим предприятием, имеющим лицензию, по действующей нормативно-технической документации. В результате расчета должно быть подтверждено соблюдение условий прочности на продлеваемый период с запасом прочности.

Инженерный анализ и математическая обработка данных, полученных в результате оценки технического состояния изделия, и имеющихся данных эксплуатационной статистики включает:

- анализ отказов и предельных состояний изделий, применительно к которым предъявляются требования к надежности;
- обобщение данных, необходимых для оценки остаточного ресурса и показателей надежности элемента мелиоративной системы, в том числе о наработках арматуры в часах и циклах, об отказах, дефектах, неисправностях и повреждениях за период эксплуатации, а также данные о количестве, периодичности и составе проводившихся ранее ремонтов;
- расчет и оценку количественных значений показателей надежности за период эксплуатации мелиоративной системы на момент проведения ремонта и на продлеваемый период.

Величину остаточного ресурса в общем случае определяют как разность между назначенным (средним) ресурсом, и наработкой изделия на момент снятия с трубопровода для проведения капитального ремонта при условии:

- отсутствия за предыдущий период эксплуатации отклонений от параметров эксплуатации;
  - отсутствия отклонений от заложенной в расчете изделия скорости коррозии и (или) эрозии корпусных деталей;
-

- своевременного проведения профилактических мероприятий, связанных с техническим обслуживанием оросительной системы.

В случае если в процессе эксплуатации имели место отклонения от проектных параметров или несвоевременно проводились профилактические мероприятия, связанные с техническим обслуживанием оросительной системы, величины назначенного (среднего) ресурса и наработки на момент обследования должны быть пересчитаны с учетом фактических значений рабочих параметров, скорости коррозии и (или) эрозии в процессе эксплуатации, результатов дополнительных испытаний.

Контроль технического состояния закрытой оросительной сети необходим:

- для планирования мероприятий по ремонту и восстановлению трубопроводной сети;
- выбора способа и технологии работ по реконструкции оросительной сети;
- прогнозирования срока службы сети с нормативными показателями надежности, обеспечивающими выполнение проектных режимов орошения.

Объектами контроля технического состояния являются трубопроводные сети, насосные станции, поливные машины. Показателями технического состояния являются:

- эксплуатационная надежность, определяемая по коэффициенту готовности ( $K_T$ );
  - степень снижения пропускной способности трубопровода, определяемая по расходно-напорным характеристикам системы и средней толщине слоя отложений на внутренних стенках трубопровода;
  - состояние наружного изоляционного покрытия, определяемое по количеству сквозных повреждений изоляции на единицу длины трубопровода;
  - коррозионное состояние трубопровода, анализируемое на основании остаточной толщины металла труб, распространения очагов язвенной коррозии.
-

Организацию работ по сбору и учету информации о техническом состоянии действующих оросительных систем на местах осуществляет эксплуатирующая организация. Методическое руководство осуществляет зональная головная организация по сбору и анализу информации из числа назначаемых руководящими органами проектных или научно-исследовательских организаций. Для каждой из контролируемых оросительных систем в соответствии с ее конструктивной схемой производится разбивка на участки с указанием их характеристик. В качестве основных источников информации используют первичные документы наблюдений, осуществляемых подразделениями эксплуатационных организаций, проводящих эксплуатацию оросительных систем.

На основании имеющейся информации составляется ведомость отказов трубопроводной сети и производится расчет коэффициентов готовности как отдельных участков трубопровода, так и цепочек трубопроводов, каждая из которых состоит из распределительного и оросительного трубопровода и обеспечивает подачу воды к дождевальным машинам, работающим от последних гидрантов оросителей. Коэффициент готовности для таких цепочек, являющихся составной частью системы «насосная станция – трубопроводная сеть – дождевальная машина», определяется как произведение коэффициентов готовности соответствующего оросителя и распределительного трубопровода или его части.

Степень готовности системы описывается через коэффициент готовности, который является безразмерной величиной и не может быть больше 1. На самом деле полученный коэффициент отражает временной интервал, который система может позволить себе проставить за определенный период. Коэффициент готовности – это вероятность, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается. В свою очередь, работоспособное состояние – это состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям

---

нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации. В общем случае это можно записать следующим образом:

$$A = \frac{t_p}{t_p + t_b},$$

где  $A$  – коэффициент готовности системы ( $K_T$ );

$t_p$  – суммарное время нахождения объекта в работоспособном состоянии;

$t_b$  – суммарное время восстановления объекта

Выводы о надежности сети в целом и всех ее элементов в отдельности получают путем сравнения полученных значений коэффициентов готовности с нормативными или проектными значениями.

Один из важнейших факторов правильной организации современного орошаемого хозяйства – это высококачественное проведение поливов сельскохозяйственных культур. Качество поливов дождеванием зависит прежде всего от применяемой поливной техники. Поэтому она должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- обеспечивать расчетные поливные режимы сельскохозяйственных культур;
- равномерно увлажнять почву в пределах корнеобитаемого слоя по всему полю без непроизводительного сброса воды за пределы поля и в более глубокие слои почвогрунтов;
- не препятствовать проведению агротехнических мероприятий и других сельскохозяйственных работ;
- обеспечивать качественные поливы на любых уклонах сельскохозяйственных угодий;
- снижать затраты труда и средств на единицу сельскохозяйственной продукции по сравнению с ранее применяемой поливной техникой;
- способствовать повышению плодородия почв и улучшению мелиоративного состояния орошаемых и прилегающих земель.

Современную дождевальную технику классифицируют в зависимости от типа насадок или аппаратов, с помощью которых создается

---

искусственный дождь, а также от того, где установлены эти насадки и аппараты: на поливном трубопроводе, консольной ферме или тракторе; от технологии дождевания, т. е. как происходит полив – в движении машины или позиционно.

В настоящее время существуют следующие приоритетные направления разработки дождевальных машин и оборудования.

В области широкозахватной поливной техники:

- создание дождевальных машин модульного типа, работающих от стационарной и мобильной оросительной сети;
- выполнение всех технологических операций, в том числе создание напора, перемещение, с использованием одного энергоносителя;
- широкий диапазон (не менее трех) дождеобразующих устройств;
- расход дождевальной машины в зависимости от направления движения (фронтальный, круговой или продольный), не превышающий 10...50 л/с на 100 м длины крыла;
- автоматизация основного технологического процесса;
- возможность внесения различного вида удобрений и проведения химических обработок;
- уменьшение требований к техническому уровню обслуживающего персонала;
- исключение применения дорогостоящих цветных металлов.

В области дождевальных агрегатов:

- создание агрегатов навесного и прицепного типа, работающих с тракторами различного класса;
  - создание агрегатов с гибкими трубопроводами;
  - расход дождевального агрегата, в зависимости от площади мгновенного полива не превышающий 7...8 л/с на 10 м длины крыла;
  - возможность внесения различного вида удобрений и проведения химических обработок;
  - широкий диапазон дождеобразующих устройств (не менее трех);
-

- количество обслуживающего персонала, не превышающее одного человека на агрегат при выполнении основного цикла.

В области поливной техники для поверхностного полива создание:

- поливных агрегатов навесного и прицепного типа;
- приспособления для перевода дождевальных машин и агрегатов на поверхностный полив;
- гибких трубопроводов;
- быстроразборных трубопроводов;
- телескопических трубопроводов.

Объемы капитальных вложений в работы по реконструкции оросительных систем должны быть меньше затрат, необходимых на новое орошение. Поэтому имеют большое экономическое значение 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.

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

---

1. Автомобильные дороги районного агропромышленного комплекса. / Ю. Ф. Ключин [и др.]; под ред. А. К. Славуцкого. – М.: Транспорт, 1987. – 207 с.

2. *Ачкасов, Г. П.* Технология и организация ремонта мелиоративных гидротехнических сооружений / Г. П. Ачкасов, Е. С. Иванов. – М.: Колос, 1984. – 174 с.

3. *Бадаев, Л. И.* Техническая эксплуатация гидромелиоративных систем: справочник / Л. И. Бадаев, В. М. Донской. – М.: Колос, 1992. – 271 с.

4. *Беличенко, Ю. П.* Рациональное использование и охрана водных ресурсов / Ю. П. Беличенко, М. М. Швецов. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 224 с.

5. *Брудастова, М. А.* Эксплуатация гидротехнических сооружений / М. А. Брудастова, Р. И. Вишнякова. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 72 с.

6. Водный кодекс Республики Беларусь. – Минск: ЗАО «Белбизнеспресс», 1998. – 72 с.

7. *Голченко, М. Г.* Орошение сточными водами / М. Г. Голченко, В. И. Желязко. – М.: Агропромиздат, 1987. – 102 с.

8. *Голченко, М. Г.* Влагообеспеченность и орошение земель в Белоруссии / М. Г. Голченко. – Минск: Ураджай, 1976. – 192 с.

---

9. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 11 марта 2016 г., № 196.

10. Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности: Закон Респ. Беларусь, 2 дек. 1994 г., № 3434-ХП.

11. *Зубец, В. М.* Реконструкция гидромелиоративных систем / В. М. Зубец. – Минск: Урожай, 1966. – 187 с.

12. Инструкция по проведению осмотров и оценке технико-эксплуатационного состояния мостов и труб на автомобильных дорогах: ВСН 44-93. – Минск: Миндорстрой Респ. Беларусь, 1993. – 98 с.

13. *Кавешников, Н. Т.* Эксплуатация и ремонт гидротехнических сооружений / Н. Т. Кавешников. – М.: Агропромиздат, 1989. – 272 с.

14. Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров: учеб. для вузов / М. В. Кузнецов [и др.]. – М.: Недра, 1992. – 238 с.

15. Комплексное использование и охрана водных ресурсов / О. Л. Юшманов [и др.]; под ред. О. Л. Юшманова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 303 с.

16. *Лихацевич, А. П.* Мелиорация земель в Беларуси / А. П. Лихацевич, А. С. Мееровский, Н. К. Вахонин. – Минск: БелНИИ МиЛ, 2001. – 308 с.

17. Эксплуатация мелиоративных насосных станций / К. И. Лысов [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1988. – 255 с.

18. Методические указания по выполнению уходных и ремонтных работ на мелиоративных системах. Ч. 1. Уходные и ремонтные работы на открытой сети / В. Н. Титов, Г. Ю. Левин. – Минск: РУП «Институт мелиорации», 2015. – 52 с.

19. Методические указания по выполнению уходных и ремонтных работ на мелиоративных системах. Ч. 2. Выполнение техниче-

ского ухода за дренажной сетью с использованием малозатратных технологий / Н. Н. Погодин, В. А. Болбышко, Г. Ю. Левин. – Минск: РУП «Институт мелиорации», 2015. – 28 с.

20. *Натальчук, М. Ф.* Эксплуатация гидромелиоративных систем / М. Ф. Натальчук, В. И. Ольгаренко, В. А. Сурин. – М.: Колос, 1995. – 320 с.

21. О мелиорации земель: Закон Респ. Беларусь, 23 июля 2008 г., № 423-3 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2008. – № 184. – 2/1520. – С. 122–132.

22. Правила технической эксплуатации мелиоративных систем в Белорусской ССР. – Минск: М-во вод. хоз. и восст. земель БССР, 1991. – 67 с.

23. Правила эксплуатации (обслуживания) мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 10 июля 2009 г., № 920 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2010. – № 183. – 5/30173. – С. 6–56.

24. *Равовой, П. У.* Эксплуатация мелиоративных и водохозяйственных систем: учебник / П. У. Равовой, Т. П. Иванова. – Горки: БГСХА, 2005. – 312 с.

25. *Равовой, П. У.* Эксплуатация инженерных систем: внутрихозяйственные автомобильные дороги: пособие / П. У. Равовой, Т. П. Иванова. – Горки: БГСХА, 2001. – 56 с.

26. Сельскохозяйственные мелиорации: учебник для студентов высш. учеб. заведений специальности «Мелиорация и водное хозяйство» / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко, Г. И. Михайлов; под ред. А. П. Лихацевича. – Минск: Тэхналогія, 2010. – 464 с.

27. *Сурин, В. А.* Механизация и автоматизация полива сельскохозяйственных культур / В. А. Сурин, В. Ф. Носенко. – М.: Колос, 1981. – 271 с.

---

28. Технический кодекс установившейся практики. Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования. ТКП 45-3.04-8-2005 (02250). – Минск, 2006. – 106 с.

29. Технический кодекс установившейся практики. Реконструкция осушительных систем. Правила проектирования. ТКП 45-3.04-177-2009 (02250). – Минск, 2010. – 54 с.

30. Технический кодекс установившейся практики. Ремонт мелиоративных систем. Правила проектирования. ТКП 45-3.04-176-2009 (02250). – Минск, 2010. – 35 с.

31. Технический кодекс установившейся практики. Осушительно-увлажнительные мелиоративные системы. Правила проектирования. ТКП 45-3.04-203-2010 (02250). – Минск, 2011. – 90 с.

32. Технический кодекс установившейся практики. Устойчивое лесопользование и лесовосстановление. Наставление по лесовосстановлению и лесоразведению в Республике Беларусь. ТКП 047-2009 (02080). – Минск, 2009. – 65 с.

33. Шульга, Н. К. Учебник мастера орошения / Н. К. Шульга, А. И. Дукмасов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 334 с.

34. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: учеб. пособие / И. И. Леонович [и др.]; под общ. ред. И. И. Леоновича. – Минск: Высш. шк., 1988. – 347 с.

---

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	3
--------------------------	---

<b>РАЗДЕЛ 1. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ</b> .....	8
---	---

<b>Глава 1. ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ</b> .....	8
---	---

1.1. Мелиоративные системы и их характеристика .....	8
--	---

1.2. Структура и задачи эксплуатационной службы .....	12
---	----

1.3. Паспортизация и инвентаризация на мелиоративной системе .....	17
---	----

1.4. Приемка в эксплуатацию мелиоративных объектов .....	22
--	----

1.5. Планирование эксплуатационных мероприятий и отчетность.....	28
---	----

1.6. Требования охраны труда на эксплуатационных работах .....	31
--	----

<b>Глава 2. РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ</b> .....	34
---	----

2.1. Требования сельскохозяйственного производства к водному режиму почвы.....	34
---	----

---

2.2. Формирование водного режима на мелиорированных землях .....	40
2.3. Составление плана регулирования водного режима почвы .....	43
2.4. Приемы регулирования водного режима почвы.....	57
2.5. Учет воды на системе и контроль водного режима почвы .....	64
<b>Глава 3. ПОВРЕЖДЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>72</b>
3.1. Причины повреждений и деформаций мелиоративных систем .....	72
3.2. Виды деформаций и приемы их предупреждения .....	76
<b>Глава 4. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАБОТЫ НА ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ .....</b>	<b>88</b>
4.1. Основные требования к техническому состоянию гидромелиоративных систем.....	88
4.2. Порядок эксплуатационного обслуживания систем .....	91
4.3. Надзор и уход за гидромелиоративными системами .....	94
4.4. Виды эксплуатационных работ в разные периоды года .....	101
<b>Глава 5. РЕМОНТ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>105</b>
5.1. Виды ремонта гидромелиоративных систем .....	105
5.2. Ремонт открытой сети.....	113
5.3. Ремонт закрытой сети .....	137
5.4. Ремонт гидротехнических сооружений.....	160
<b>Глава 6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>171</b>
6.1. Техническая характеристика оросительных систем .....	171
6.2. Водопользование на оросительных системах.....	175
6.3. Эксплуатация дождевальных оросительных систем .....	195
6.4. Эксплуатация дождевальной техники .....	200

---

6.5. Эксплуатация самотечных оросительных систем.....	238
6.6. Эксплуатация систем при использовании сточных вод и животноводческих стоков для орошения.....	251
<b>Глава 7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДОРОГ .....</b>	<b>259</b>
7.1. Автомобильные дороги и их значение для сельскохозяйственного производства .....	259
7.2. Требования к автомобильным дорогам .....	262
7.3. Эксплуатационные качества дорог и критерии их оценки.....	266
7.4. Воздействие транспортных средств на дорогу.....	269
7.5. Влияние природных факторов на эксплуатационное состояние дорог .....	272
7.6. Деформации и разрушение дорог .....	274
7.7. Содержание дорог в летний и осенний периоды .....	279
7.8. Содержание дорог зимой.....	282
7.9. Содержание дорог в весенний период .....	285
7.10. Ремонт дорог и сооружений .....	286
7.11. Контроль качества и приемка дорожно-ремонтных работ .....	294
<b>Глава 8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ .....</b>	<b>298</b>
8.1. Общие сведения о насосных станциях и приемка их в эксплуатацию.....	298
8.2. Техническое обслуживание насосных станций.....	304
8.3. Эксплуатация мелиоративных насосных станций .....	313
8.4. Ремонт насосных станций .....	325
<b>Глава 9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРУДОВ И ВОДОХРАНИЛИЩ .....</b>	<b>328</b>
9.1. Назначение и характеристика прудов и водохранилищ.....	328
9.2. Требования к качеству воды в водоемах .....	332
9.3. Основные источники загрязнения воды в водоемах и меры предупреждения .....	337

---

9.4. Организация эксплуатации прудов и водохранилищ.....	348
9.5. Охрана прудов и водохранилищ от заиления .....	353
9.6. Деформации и повреждения сооружений прудов и водохранилищ.....	354
9.7. Уходные работы при обслуживании прудов и водохранилищ.....	371
9.8. Маневрирование затворами сооружений .....	377
9.9. Пропуск весеннего паводка.....	381
9.10. Ремонт сооружений прудов и водохранилищ .....	388
9.11. Техника безопасности при эксплуатации прудов и водохранилищ.....	396

## **РАЗДЕЛ 2. РЕКОНСТРУКЦИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ.....399**

### **Глава 10. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕКОНСТРУКЦИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ.....399**

10.1. Цели и задачи реконструкции мелиоративных систем.....	399
10.2. Выбор объектов для проведения реконструкции .....	405
10.3. Способы реконструкции мелиоративных систем .....	410
10.4. Комплексные инженерные изыскания объектов реконструкции .....	413

### **Глава 11. РЕКОНСТРУКЦИЯ ОТКРЫТОЙ МЕЛИОРАТИВНОЙ СЕТИ.....425**

11.1. Реконструкция водоприемников .....	425
11.2. Реконструкция открытой проводящей и регулирующей сети.....	430
11.3. Реконструкция оградительной осушительной сети .....	443

---

<b>Глава 12. РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗАКРЫТОЙ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СЕТИ .....</b>	<b>452</b>
<b>Глава 13. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА, АГРОМЕЛИОРАТИВНЫЕ И КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ .....</b>	<b>462</b>
13.1. Организация поверхностного стока и агромелиоративных мероприятий .....	462
13.2. Культуртехнические мероприятия при реконструкции гидромелиоративных систем.....	471
<b>Глава 14. РЕКОНСТРУКЦИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ НА ОБЪЕКТАХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ .....</b>	<b>481</b>
14.1. Особенности реконструкции систем на землях, загрязненных радионуклидами .....	481
14.2. Охрана окружающей среды на объектах реконструкции .....	488
<b>Глава 15. РЕКОНСТРУКЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>494</b>
15.1. Общие требования и задачи реконструкции оросительных систем .....	494
15.2. Реконструкция водозабора оросительной системы .....	497
15.3. Реконструкция трубопроводной сети и дождевальной техники.....	503
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>517</b>

---

---

## ДЛЯ ЗАМЕТОК

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ДЛЯ ЗАМЕТОК

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Учебное издание

**Васильев** Валентин Витальевич  
**Равовой** Петр Устинович  
**Левшунов** Иван Александрович  
**Набздоров** Сергей Васильевич

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Учебное пособие

Редактор *Л. Ф. Остроумова*  
Компьютерная верстка *Т. В. Лукашенок*  
Корректор *Н. В. Боярова*

Подписано в печать 30.08.2021. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 30,7. Уч.-изд. л. 27,3. Тираж 200 экз. Заказ 83.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
государственное учреждение образования  
«Республиканский институт высшей школы».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/174 от 12.02.2014.  
Ул. Московская, 15, 220007, г. Минск.