

## **Лекция 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 (ТЭО) и технико-экономических расчётах (ТЭР) должны решаться во взаимной увязке следующие основные задачи:

1. увеличение продуктивности орошаемых земель путем оптимизации водного режима орошения, повышения равномерности увлажнения и коэффициента земельного использования;
2. экономия воды, расходуемой на орошение;
3. повышение производительности труда при поливе на основе применения прогрессивной поливной техники, механизации и автоматизации полива;
4. расширение при возможности площади орошаемых земель за счет сэкономленной воды;
5. охраны природы и окружающей среды.

При решении указанных задач должны 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, ГТС, 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 (КЗИ) в мелиорации, показатель, характеризующий отношение орошаемой площади, занятой с.-х. культурами, к общей площади реконструируемой мелиоративной системы.

Улучшение использования земель при реконструкции оросительных систем сводится к решению следующих основных задач:

- охрана почвы от эрозий и других разрушительных процессов;
- сокращение площадей, которые по разным причинам выпадают из хозяйственного оборота, вовлечение в оборот ранее не используемых 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 водных источников, 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 в себя 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 по 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 – необходимым 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 от +1 до 30°C, содержать осадок до 5 г/л и взвешенные частицы крупностью 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 него, 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 заиливать оросительные каналы, быть пригодной для полива существующей техникой. Качество оросительной воды зависит от ее температуры, количества и крупности 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 внутрпочвенном 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 безвредная 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 (азота, фосфора, калия) и вредных (смола, сода, фенолов, нефтепродуктов, свинца, фтора и др.) и сравнивают их количество с допустимыми концентрациями. Если их содержание меньше допустимых концентраций, то 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) должны учитывать следующее:

- а) наличие надежного обеспечения электроэнергией и нефтепродуктами;
- б) расходно-напорные характеристики насосов должны соответствовать расходно-напорным характеристикам оросительной системы;
- в) иметь стабильный уровень воды в водоисточнике.

Насосные станции должны обеспечивать своевременную и бесперебойную подачу расчетного расхода воды согласно графика полива при требуемых напорах воды для ирригационных комплектов (одного комплекта). При выборе места стоянки насосной станции необходимо стремиться к тому, 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, то 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 капитального ремонта станции и замены оборудования. Реконструкция системы объединенной канализации сточных и дождевых вод в отдельные ка-

нализационные 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 реконструкции. 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 досмотра 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, выбора рабочей точки, составления сметы, принятия решения о проведении реконструкции, строительных работ, надзора, инструктажа персонала и ввода насосной станции в эксплуатацию. В этом данный процесс 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:

- По имеющимся чертежам и рабочим документам установить проектные данные насосной станции. Наличие полной технической документации станции значительно облегчит данную задачу.

- Сведения о практической эксплуатации станции можно получить, ознакомившись с журналом эксплуатации насосной станции или путем опроса технического персонала. Таким образом, можно получить данные о проблемах, возникавших в ходе эксплуатации насосной станции, таких как сбой в работе насосов и их причины, проблемы запахов, образование скоплений

поверхностных загрязнений или оседание твердых частиц и осадка на дне насосной станции.

– 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.

– 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.

– Определяется точная рабочая точка установленных на станции насосов. В случае необходимости к насосной станции может быть временно подключен переносной блок управления ELSA 2000 с целью получения точных данных о производительности насосов, объеме поступающей в насосную станцию и откачиваемой из нее воды, продолжительности циклов работы насосов и другие сведения.

– По возможности рекомендуется установить объем утечек, проникающих в систему сточных вод и насосную станцию.

– 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.

– Состояние и функционирование пульта управления. Старые электрощиты подчас не отвечают современным требованиям, и при проведении реконструкции на них следует обратить особое внимание.

– 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 приведение в порядок действующих оросительных систем, улучшение мелиоративного состояния земель, повышение водообеспеченности, коэффициентов полезного действия системы и полезного использования воды, совершенствование техники полива и водораспределения имеют большое экономическое значение.

### **15.3. Реконструкция трубопроводной сети и дождевальной техники**

Перед использованием существующей трубопроводной сети потребуется проверка технического ее состояния с целью получения достоверных данных, необходимых для принятия обоснованных решений по дальнейшей ее эксплуатации, ремонту, реконструкции в случае неудовлетворительного состояния.

При определении остаточного ресурса оросительных трубопроводов и арматуры анализируется эксплуатационная документация. Цель такого анализа это установление технических параметров эксплуатации трубопроводной сети, её ресурса, выявление наиболее вероятных отказов и повреждений арматуры, ее деталей, сборочных единиц, или комплектующих элементов.

Анализ эксплуатационной документации должен завершаться составлением акта, включающего в себя:

- перечень проанализированной документации;
- указания по составлению недостающих или не полных 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 в себя следующие процедуры: визуальный и измерительный контроль;

- разборка и ревизия внутренних полостей арматуры с дефектацией отдельных сборочных единиц и деталей, в т. ч. 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 резвившиеся 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 те 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 др.). 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 др.);
- составление методик контроля;
- обработку показаний дефектоскопов.

Дефектоскопии должна подвергаться арматура, длительно работавшая в наиболее неблагоприятных условиях (при максимальных рабочих параметрах, т. п.). Дефектоскопия должна проводиться в местах резкого изменения толщин (сочленения: патрубок-корпус, патрубок-фланец, корпус-фланец), подфланцевых зонах, в радиусных переходах, в местах пересечения или стыковки сварных швов, в зонах концентрации напряжений и других подобных

местах должна подвергаться арматура, длительно работавшая в наиболее неблагоприятных условиях, при максимальных рабочих параметрах и т. п. В основе существующих методов дефектоскопии лежит исследование физических свойств материалов при воздействии на них рентгеновских, инфракрасных, ультрафиолетовых и гамма-лучей, радиоволн, ультразвуковых колебаний, магнитного и электростатического полей и др.

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, плёны и др.) в металлических изделиях и внутренние дефекты в изделиях из стекла или прозрачных для видимого света пластмасс. Минимальный размер дефектов, обнаруживаемых невооружённым глазом, составляет 0,1-0,2 мм, а при использовании оптических систем – десятки мкм.

**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.

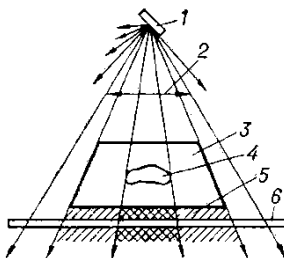


Рис. 15.1. Схема рентгеновского просвечивания:

- 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

Интенсивность лучей регистрируют несколькими методами. Фотографическими методами получают снимок детали на плёнке. Визуальный метод основан на наблюдении изображения детали на флуоресцирующем экране.

Чувствительность методов рентгенодефектоскопии определяется отношением протяжённости дефекта в направлении просвечивания к толщине детали в этом сечении и для различных материалов составляет 1-10 %. Применение рентгенодефектоскопии эффективно для деталей сравнительно небольшой толщины, т.к. 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 лёгких 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 используется излучение гамма-лучей, испускаемых искусственными радиоактивными изотопами различных металлов (кобальта, иридия, европия и др.). 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, отражённом 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 приёмником.

**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 др. 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 др.), 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 др. соединениях, между тонкой обшивкой и элементами жесткости или заполнителями в многослойных кон-

струкциях. 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, возбужденного 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 цветового контраста дефектного участка относительно неповрежденного. Методы капиллярной дефектоскопии позволяют обнаруживать невооруженным глазом тонкие поверхностные трещины и др. 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 др.). На очищенную от избытка пенетранта поверхность наносят тонкий порошок белого проявителя (окись магния, тальк и т.п.), 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 (магнитнолюминесцентный 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 3-х замеров, а за результат принимается их средне-

арифметическое 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 априорной 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 соответствующими исполнителями с указанием их должностей и фамилий, а также фотопленки, 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 расчетами на прочность;
- изменились требования нормативно-технических документов.

Расчеты производятся разработчиком или другим предприятием, имеющим соответствующую 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 в себя:

- анализ отказов и предельных состояний изделий, применительно к которым предъявляются требования по надежности;

- обобщение данных, необходимых для оценки остаточного ресурса и показателей надежности элемента мелиоративной системы, в том числе о наработках арматуры в часах и циклах, 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 его 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 решения следующих задач:

- планирование мероприятий по ремонту и восстановлению трубопроводной сети;

- выбор способа и технологии работ по реконструкции оросительной сети;

- прогнозирование 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 ( $K_r$ );

- степень снижения пропускной способности трубопровода определяется по расходно-напорным характеристикам системы и путем определения средней толщины слоя отложений на внутренних стенках трубопровода;
- состояние наружного изоляционного покрытия определяется по количеству сквозных повреждений изоляции на единицу длины трубопровода;
- коррозионное состояние трубопровода анализируется 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 конструктивной схемой оросительной сети, производится ее 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 для цепочек трубопроводов, каждая из которых состоит из распределительного и оросительного трубопровода и обеспечивает подачу воды к дожде-вальным машинам, работающим от последних гидрантов оросителей. Коэффициент готовности для таких цепочек, являющихся составной частью системы «Насосная станция – трубопроводная сеть – дожде-вальная машина» определяется как произведение коэффициентов готовности соответствующего оросителя и распределительного трубопровода, или части его.

Степень готовности системы описывается через коэффициент готовности, который является безразмерной величиной и не может быть больше 1. На самом деле полученный коэффициент отражает тот временной интервал, который система может «позволить себе» простаивать за период времени. Коэффициент готовности это «вероятность того, 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 норматив-

но-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 ( $K_r$ );

$t_p$  – 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 их нормативными или проектными значениями.

Одним из важнейших факторов правильной организации современного орошаемого хозяйства – это высококачественное проведение поливов сельскохозяйственных культур. Качество поливов дождеванием, прежде всего, зависит 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 на разработку дождевальных машин и оборудования.

В области широкозахватной поливной техники создание:

- дождевальных машин модульного типа;

- работающие от стационарной и мобильной оросительной сети;
- все технологические операции, в том числе создание напора, перемещение и т.д., должны выполняться с использованием одного энергоносителя;
- широкий диапазон (не менее трех) дождеобразующих устройств;
- расход дождевальной машины в зависимости от направления движения (фронтальный, круговой или продольный) не должен превышать 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;
- агрегатов с гибкими трубопроводами;
- расход дождевального агрегата в зависимости от площади мгновенного полива не должен превышать 7-8 л/с на 10 м длины крыла;
- возможность внесения различного вида удобрений и проведения химических обработок;
- широкий диапазон (не менее трех) дождеобразующих устройств;
- обслуживающий персонал при выполнении основного цикла не должен превышать одного человека на агрегат.

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 на работы по реконструкции оросительных систем должны быть меньше затрат, необходимых на новое орошение. Поэтому приведение в порядок действующих оросительных систем, улучшение мелиоративного состояния земель, повышение водообеспеченности, коэффициентов полезного действия системы и полезного использования воды, совершенствование техники полива и водораспределения имеют большое экономическое значение.