

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Часть 1. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ. ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ	6
1.1. Причины аварий гидротехнических сооружений (ГТС). Инструкция по эксплуатации ГТС.....	6
1.2. Приборы и контрольно-измерительная аппаратура	7
1.3. Технологии ремонта ГТС	8
1.4. Диагностические показатели. Проект размещения КИА.....	9
1.5. Декларация безопасности ГТС	12
Часть 2. КУРСОВАЯ РАБОТА.....	14
2.1. Тематика и структура курсовой работы	14
2.2. Состав курсовой работы.....	15
Библиографический список	30
ПРИЛОЖЕНИЯ	31

ВВЕДЕНИЕ

В первой части учебно-методического пособия согласно рабочей программе дисциплины для магистратуры кратко изложены тематика и содержание практических занятий, акцентировано внимание на особенности учебного материала. Так как в указанную дисциплину входит большой объем разнообразной информации, то часть разделов, например касающихся контрольно-измерительной аппаратуры, состава декларации безопасности, вынесена на практические занятия.

Вторая часть пособия посвящена выполнению курсовой работы. Приведены темы курсовых работ, их примерные структура и объем, даны вопросы для последующей защиты работы.

Часть 1. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ. ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ

1.1. Причины аварий гидротехнических сооружений (ГТС).

Инструкция по эксплуатации ГТС

В ходе занятия обучающиеся изучают основные причины аварий гидротехнических сооружений, хронологию аварий на плотинах Титон и Оровилл (США) и на основе этих примеров анализируют сценарии возникновения аварийных ситуаций, их течение и последствия.

Среди непосредственных причин аварий ГТС можно отметить следующие [1; 3]:

- 1) потеря устойчивости гидросооружения из-за деформации сооружения, его конструктивных элементов и основания;
- 2) потеря прочности сооружения по причине накопления повреждений и износа его конструкций, конструктивных элементов, основания;
- 3) недостаточная пропускная способность водопропускных сооружений и перелив воды через гребень плотины;
- 4) особые причины — теракт, диверсия, военные действия, ошибки управления и др.

Социально-экологические нарушения на объектах гидротехники — это любые неблагоприятные изменения природных, экологических либо социальных условий проживания людей, которые оказывают влияние на биологические или социально-экономические особенности человека, его возможности к адаптации в ситуациях, связанных с реальной или мнимой угрозой его жизни и здоровью.

К социально-экологическим нарушениям, которые связаны со строительством и эксплуатацией объектов гидротехники и могут привести к катастрофическим последствиям, относятся следующие:

- 1) наводнения и затопления территорий;
- 2) подтопление земель;
- 3) размыв и подмыв берегов;
- 4) появление организмов, представляющих опасность для здоровья людей;
- 5) эрозионные процессы и деградация земель;
- 6) неисправность гидросооружений.

Причинами возникновения социально-экологических нарушений на объектах гидротехники могут быть: аварии на гидросооружениях; отказы и неисправности ГТС; непроектные режимы их эксплуатации; неблагоприятные сочетания факторов окружающей среды и режимов эксплуатации гидросооружений.

Сценарий аварии — графоаналитическая модель, отображающая последовательность событий, состояний, явлений, процессов, действий собственника объекта, эксплуатационного персонала, специальных служб и населения, которые определяют причины возникновения, характер развития и последствия аварии в пространстве и времени.

Адекватность моделируемого сценария определяется наличием и полнотой исходной информации об объекте, степени «раскрытия» цепочек факторов, событий, процессов, которые определяют прохождение аварий и нарушений, их дифференциацию и конкретизацию в каждом случае с учетом опыта проектирования, строительства и эксплуатации объектов такого типа и конструкции. При построении сценариев возникновения аварий и нарушений может использоваться прямой и обратный порядок анализа.

Обратный порядок анализа (от следствий к причинам) применяют при раскрытии причин аварии и нарушения, наблюдаемых на практике, *прямой* — используют при моделировании причинно-следственных отношений между событиями, состояниями, процессами, явлениями, которые могут быть связаны с реализацией вероятных аварий и нарушений.

При обратном порядке анализа основными элементами сценариев возникновения аварий и нарушений являются: анализируемое нарушение — головное событие, вероятные прямые, опосредованные и косвенные причины его возникновения. Стрелками отображают пути анализа от следствия к причинам. Сама диаграмма имеет вид корневой системы дерева событий и состояний. Типовые возможные сценарии аварий гидросооружений, основанные на анализе статистики аварийных ситуаций на гидротехнических объектах, приведены в прил. 1.

В ходе занятия также происходит ознакомление со структурой типовой инструкции по эксплуатации гидротехнических сооружений. На каждой эксплуатируемой ГЭС на основе типовой инструкции составляется *местная производственная инструкция* (МПИ) по эксплуатации гидросооружений, которая учитывает все их особенности и содержит требования по эксплуатации гидросооружений конкретной ГЭС. При едином управлении и обслуживании общим гидротехническим цехом (участком) каскада ГЭС может быть составлена единая МПИ на весь каскад с указанием особенностей эксплуатации сооружений каждого гидроузла.

При разработке МПИ необходимо учитывать требования действующих нормативно-технических документов. Состав МПИ определяется типовой инструкцией по эксплуатации ГЭС. Местная производственная инструкция утверждается главным инженером ГЭС либо каскада ГЭС.

Безопасность производства ремонтных и других видов работ обеспечивается в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации водного хозяйства, гидротехнических сооружений и гидромеханического оборудования электростанций». В МПИ необходимо отразить дополнительные меры безопасности, вызванные особенностями конструкций и эксплуатационных режимов гидросооружений рассматриваемой ГЭС.

1.2. Приборы и контрольно-измерительная аппаратура

Контрольно-измерительная аппаратура (КИА) — это стационарная измерительная аппаратура или устройства, которые устанавливаются на ГЭС для контроля их состояния. На ответственных ГЭС проводятся регулярные инструментальные наблюдения, т.е. измерения технических характеристик сооружений с помощью стационарной КИА.

На занятии приводятся примеры КИА [3–5] для измерения осадок, горизонтальных смещений, фильтрационных расходов; для контроля уровня воды и пьезометрического давления; для измерения температуры в теле бетонных, грунтовых плотин, температуры фильтрационного потока и т.д.

Осадка сооружений контролируется следующими приборами и устройствами: поверхностными марками; боковыми марками; глубинными марками; опорными рабочими реперами; фундаментальными реперами; гидростатическими нивелирами; элеваторами высот.

Горизонтальные перемещения контролируются следующими приборами и устройствами: прямыми отвесами; обратными отвесами; створными знаками; подвижными визирными марками; опорными визирными марками; геодезическими знаками спутниковой системы наблюдений; инклинометрами; оптическими, магнитными или другими датчиками для измерения перемещения натянутой струны.

Взаимные смещения секций или отдельных элементов бетонных сооружений контролируются одно-, двух-, трехосными щелемерами или закладной КИА.

Пьезометрические напоры и противодействие контролируются:

— в теле и основании грунтовых сооружений с помощью: пьезометров закладных; пьезометров опускных; преобразователей давления (пьезодинамометров, манометров);

– под подошвой и в основании бетонных сооружений при помощи: пьезометров закладных напорных и безнапорных; пьезометров опускных безнапорных; преобразователей давления (манометров, пьезодинамометров).

Расход фильтрации в дренажных устройствах (скважинах, лотках и др.), в местах неорганизованного выхода воды в бетонных и грунтовых сооружениях и их основаниях контролируют с помощью: мерных водосливов; расходомеров; гидрометрических вертушек; объемомерных измерений.

Уровни воды в верхнем (УВБ) и нижнем (УНБ) бьефах контролируют с помощью погружных и закладных датчиков давления, поплавковых приборов различных типов, различных устройств для измерения расстояния до поверхности воды.

Температуру в теле бетонных и грунтовых сооружений контролируют с помощью дистанционных термометров: струнных преобразователей температуры; термометров сопротивления; различного типа электронных измерительных устройств; термогирлянд, располагаемых в трубах или скважинах; оптоволоконных преобразователей температуры, в том числе в виде кабеля специального типа.

Состав КИА для выполнения специальных наблюдений:

– закладные пьезодинамометры — используются для контроля порового давления в грунте;

– закладные преобразователи напряжения грунта — для определения напряжений в грунте;

– закладные тензометры — для определения деформаций и/или напряжений в бетоне;

– арматурные динамометры — для определения напряжений в арматуре;

– тензометры — для определения деформаций и/или напряжений в металлоконструкциях;

– геодезическая аппаратура и/или оптические системы (рулетки, дальнометры и пр.) — для измерения сближения стен сооружений;

– длиннобазные деформометры-экстензометры и глубинные марки — для измерения послойных деформаций;

– деформометры-экстензометры, преобразователи линейных перемещений, преобразователи линейных деформаций, измерители раскрытия швов и трещин (трещиномеры) — для контроля трещинообразования в грунте и бетоне;

– измерители раскрытия швов (щелемеры) и трещин (трещиномеры), преобразователи линейных перемещений — для измерения раскрытия деформационных и межсекционных швов;

– наклонометры — для измерения углов наклона сооружений от вертикальной оси;

– грунтовые динамометры и закладные преобразователи напряжений в грунте — для измерения напряжений в основании и на контакте с сооружением;

– дистанционные термометры — для контроля температурного режима;

– индуктивные датчики — для измерения пульсации гидродинамического давления;

– низкочастотные вибродатчики — для измерения вибрации бетонных и железобетонных элементов.

1.3. Технологии ремонта ГТС

В ходе занятия приводятся примеры ремонта основных повреждений на гидросооружениях [5; 6]: способы ремонта крепления откосов, гребня, дренажа земляных плотин; способы ремонта бетонных сооружений (в зоне переменного уровня, на разделительных бычках, водосливной грани и др.). Вариант ремонта конструкций ГТС входит в курсовую работу, некоторые примеры ремонтов рассматриваются во второй части пособия.

Гидросооружения *общего назначения*: водоподпорные (плотины, дамбы и т.д.), водосбросные, водопроводящие (каналы, трубопроводы, гидротехнические туннели, лотки), регуляционные, водозаборные, сопрягающие и др.

Специальные гидросооружения: гидроэнергетические (здания ГЭС, бассейны и т.д.); воднотранспортные (судоходные шлюзы, каналы, порты, пристани, причалы, волноломы); водопроводные и канализационные (водозаборы, насосные станции, резервуары, коллекторы); мелиоративные (оросительные, осушительные каналы и сооружения на них); рыбохозяйственные, рыбозащитные и др.

Совмещенные гидросооружения, выполняющие разные функции (водосливная ГЭС, шлюз-водосброс).

Все эти сооружения, имеющие ряд специфических особенностей, объединяет существенный фактор — постоянное взаимодействие с водой. Независимо от того, с какой водной средой (морская, пресная вода, грунтовые или сточные воды) контактирует сооружение, она, как правило, является агрессивной по отношению к материалам, из которых возведено большинство ГТС. Вода оказывает на сооружения механическое, физическое, химическое и биологическое воздействие, что приводит к преждевременному разрушению гидротехнических сооружений и их отдельных конструкций.

Сегодня по результатам инвентаризации большинство гидросооружений России (более 52 %) находится в состоянии, требующем капитального ремонта. Средний возраст плотин, дамб и других гидротехнических сооружений составляет 30–40 лет, а в некоторых случаях приближается к 100 годам. Значительное количество гидротехнических сооружений нуждается в текущем ремонте, сотни ГТС находятся в аварийном и предаварийном состоянии.

Железобетон — основной материал, из которого построено большинство объектов гидротехники. Существует большое количество современных материалов и технологий для ремонта, защиты, гидроизоляции бетонных и железобетонных конструкций, но выбор оптимальных для каждого конкретного случая материалов и технологий является сложным многофакторным процессом, который зависит от множества условий [5; 6].

Одним из наиболее важных факторов при выборе стратегии ремонта является оценка условий эксплуатации как всего сооружения, так и его отдельных элементов. Необходимо учитывать зону расположения конструкции (надводная, переменного уровня воды, подводная), величину кавитационного воздействия, подверженность ударным и динамическим нагрузкам, агрессивность среды (контакт с морской водой, грунтовыми или сточными водами) и т.п. От правильной оценки условий работы ремонтируемой конструкции будет зависеть, насколько выбранный ремонтный материал должен быть, к примеру, морозостойким, сульфатостойким или устойчивым к истиранию [6].

Большое значение имеет плановое расположение конструкции и ее доступность для выполнения ремонта, т.е. возможность монтажа опалубки или необходимость применения тиксотропных материалов.

Кроме того, необходимо определить причины и степень разрушения, т.е. степень влияния данного дефекта на несущую способность конструкции. Это уже само по себе определяет выбор материала для конструкционного или неконструкционного ремонта.

Особенность проведения ремонтных работ на гидротехнических сооружениях заключается в их сезонности и ограничении сроков ремонта. На внутренних водных путях, например, принято проводить ремонтные работы после закрытия навигации, т.е. в зимний период. Но появление большого количества быстротвердеющих материалов создало дополнительные возможности для ремонтных работ в межэксплуатационные «окна».

1.4. Диагностические показатели. Проект размещения КИА

Оперативная оценка технического состояния гидротехнических сооружений производится специализированным подразделением, специалистами ГЭС, осуществляющими мониторинг, после каждого цикла измерений по контрольно-измерительной аппаратуре и визуальных осмотров сооружений. Техническое состояние сооружений оценивают по

результатам анализа соответствия фактических значений диагностических показателей состояния ГТС установленным критериям безопасности К1 и К2 [3; 4].

Диагностические показатели — контролируемые показатели, наиболее значимые для диагностики и оценки безопасности ГТС и их состояния, для которых назначаются количественные или качественные критерии безопасности.

Контролируемые показатели — это измеряемые в натуральных условиях или вычисленные с использованием результатов этих измерений *количественные* значения или *качественные* показатели состояния ГТС. Из числа контролируемых выбираются наиболее значимые для диагностики и оценки состояния ГТС диагностические показатели, для которых и назначаются *количественные* или *качественные* критерии безопасности.

Количественные и качественные диагностические показатели для грунтовых и бетонных гидротехнических сооружений приведены в прил. 2, исходя из которого можно установить диагностические показатели для выбранного типа сооружения.

В основном для гидротехнических сооружений устанавливаются 2 уровня критериев безопасности:

– 1-й уровень (К1) — это значения контролируемых показателей состояния ГТС, которые определяют при *основном* сочетании нагрузок. При достижении данных показателей устойчивость, механическая и фильтрационная прочность гидросооружения и его основания, пропускная способность водосбросных и водопропускных сооружений соответствуют условиям нормальной эксплуатации ГТС;

– 2-й уровень (К2) — значения контролируемых показателей состояния ГТС, которые устанавливают при *особом* сочетании нагрузок. При превышении (уменьшении) этих показателей эксплуатация ГТС в проектном режиме не допустима, состояние сооружения может перейти в предаварийное.

Определенное с помощью критериев безопасности состояние ГТС может быть надежное (работоспособное), удовлетворительное (частично неработоспособное), предаварийное (предельное) [1; 3]. Безопасность гидротехнических сооружений считается обеспеченной полностью, если эксплуатационное состояние ГТС оценивается как надежное (работоспособное).

Определение видов инструментальных наблюдений и средств измерений для контроля качества сооружения

В соответствии с нормативными требованиями на гидротехнических сооружениях I–III классов для контроля их состояния должны быть включены следующие виды наблюдений:

1) для *грунтовых плотин* (дамб): осадки гребня и основания; горизонтальные перемещения гребня (берм); фильтрационные (пьезометрические) напоры в области фильтрации; положение депрессионной поверхности фильтрационного потока; фильтрационный расход через плотину и основание; градиенты фильтрационных напоров в теле плотины, на противофильтрационных элементах и в основании; проявления очагов сосредоточенной фильтрации, суффозии грунта, трещин и просадок грунта, повреждений волновых креплений откосов, заилений дренажных устройств;

2) для *бетонных и железобетонных плотин*: напряжения и деформации в теле плотины и в основании; усилия в арматуре в ответственных железобетонных элементах; противодействие воды на подошву плотины; фильтрационные расходы, напоры и градиенты напоров в областях фильтрации; осадки плотины и основания; горизонтальные перемещения гребня; раскрытия швов и трещин; образование трещин, деструктивные разрушения бетона; отложения донных наносов; размывы в нижнем бьефе.

Проект размещения КИА

Выбор числа и мест установки средств измерения для контроля состояния гидросооружений основывается на принципах технической диагностики сложных систем [2]:

— первый принцип — гидротехническое сооружение разбивают на объекты диагностирования так, чтобы оценка их состояния позволяла однозначно оценить состояние сооружения в целом. Для грунтовой плотины с ядром объектами диагностирования являются верховая и низовая призмы, гребень, ядро и переходные зоны, зоны сопряжения плотины с основанием и с бетонными сооружениями, зоны влияния в верхнем и нижнем бьефах;

— второй принцип — выделение уязвимых зон на объектах диагностирования, т.е. участков, на которых наиболее часто проявляются повреждения и дефекты. Как правило, к таким уязвимым зонам относятся места приложения сосредоточенных и переменных нагрузок, концентрации напряжений или деформаций, места наиболее интенсивного износа, зоны контактов элементов из различных материалов, зоны резкого изменения формы элементов системы.

Контроль состояния уязвимых зон гидротехнических объектов позволяет существенно повысить вероятность своевременного обнаружения дефектов и повреждений, кроме того, уменьшает трудоемкость работ по диагностике состояния технической системы. Для гравитационной бетонной плотины уязвимыми зонами могут быть участок сопряжения напорной грани с основанием (контактный шов), цементационная завеса с дренажем в основании, участок напорной грани в зоне переменного уровня воды от *форсированного подпорного уровня (ФПУ)* до уровня сработки водохранилища, участок низовой грани плотины в зоне переменного уровня воды, деформационные швы, поверхность водослива и т.п.

Для каждого гидросооружения и для каждого объекта диагностирования существует множество контролируемых показателей и косвенных признаков, по которым можно судить об их эксплуатационном состоянии. Для целей диагностики важно выделить минимально необходимое число показателей и признаков, контроль которых гарантировал бы однозначное и верное определение состояния самого объекта диагностирования и в целом сооружения. Состояние сооружения может изменяться в основном по двум причинам:

— под действием нагрузок и воздействий;

— в результате изменения физико-механических свойств основания и строительных материалов, из которых сооружение построено (по этим же причинам изменяется реакция сооружения на нагрузки и воздействия).

Исходя из этого, диагностическими показателями состояния сооружения будут являться:

— наиболее значимые нагрузки и воздействия (уровни воды, высота волн, напор на сооружении, толщина льда, температура воздуха и воды и т.д.);

— реакции сооружения на нагрузки и воздействия (напряжения, деформации, фильтрационный расход, положение кривой депрессии, температура сооружения в характерных точках). Связано это с тем, что любое сооружение при функционировании и взаимодействии с внешней средой порождает множество физических и химических процессов, которые характеризуют состояние сооружения. Например, для грунтовых плотин характерными состояниями процессами являются осадка плотины, фильтрация воды, распределение температуры в теле и основании плотины, особенно для плотин, возведенных в суровых климатических зонах. С позиций технической диагностики воду и теплоту рассматривают как природные агенты, при помощи которых постоянно контролируют эксплуатационное состояние сооружения (плотность, прочность, водонепроницаемость и др.);

— физико-механические свойства основания и строительных материалов, из которых построено сооружение (прочность, водонепроницаемость, трещиностойкость, деформативность, теплопроводность и пр.).

Уплотнение грунтов на грунтовых плотинах, набор прочности бетона на бетонных плотинах приводят к уменьшению значения диагностических показателей фильтрации (скорости фильтрации, расхода фильтрационного потока) и снижению внутренней температуры сооружений, а при фильтрационных деформациях грунтов и коррозии бетона эти диагностические показатели, наоборот, растут.

Диагностическими показателями для грунтовых плотин являются: геодезические отметки уровней воды в бьефах; геодезические отметки и осадки гребня, тела плотины и основания; положение кривой депрессии; расход, температура и мутность воды, профильтровавшейся через тело плотины. Расход фильтрационного потока не только характеризует водопроницаемость тела плотины, но и оценивает её другие важнейшие качества: плотность, трещиностойкость, деформативность и т.д.

Важную информацию о состоянии диагностируемого объекта дают косвенные признаки происходящих в сооружении процессов. Для грунтовой плотины такими признаками являются проявление в фильтрующейся воде взвешенных частиц, изменение её химического состава, появление на низовом откосе влаголюбивой растительности.

Мутность воды в дренаже грунтовой плотины, как правило, свидетельствует о развитии трещин или о наличии фильтрационных деформаций в грунтах. При проведении анализа химического состава фильтрующейся воды удается оценить процессы износа, коррозии и фильтрационных деформаций элементов плотины. Изменение температуры фильтрующейся воды указывает на повышение проницаемости грунтов в теле либо основании плотины. Появление влаголюбивой растительности на низовом откосе может говорить о подъёме кривой депрессии, вызванном, в частности, заилением обратного фильтра дренажной призмы. Преимуществами использования косвенных признаков для диагностики являются их доступность и информативность, а недостатком — неоднозначность их трактовки, ибо часто присутствуют несколько причин их появления.

Рационально размещать средства измерений в продольных (т.е. вдоль оси створа) и поперечных измерительных створах в наиболее уязвимых точках (зонах) — в местах максимального проявления измеряемого диагностического показателя (осадки, фильтрации, напряжений, трещинообразования, температуры и т.д.).

1.5. Декларация безопасности ГТС

На занятии происходит ознакомление со структурой декларации безопасности ГТС, содержанием основных ее разделов и данными, необходимыми для ее заполнения, а также с особенностями ее подготовки.

Декларация безопасности гидросооружения — это документ, в котором обосновывается безопасность ГТС и определяются меры по обеспечению безопасности гидротехнического сооружения с учетом его класса. Состав ее разделов приведен в [6].

Госэкспертиза декларации безопасности гидросооружения — установление соответствия информации, представленной собственником либо эксплуатирующей организацией в декларации безопасности ГТС, ее научной обоснованности и объективности фактическому состоянию объекта и установленным требованиям по безопасности экспертом (специализированной научно-исследовательской или проектной организацией, учреждением, специалистом, или группой специалистов), который действует по заданию органа госнадзора за безопасностью гидросооружений.

Декларация безопасности ГТС рассматривается как основной документ, который обосновывает безопасность гидросооружений, их соответствие критериям безопасности, проекту, действующим техническим нормам и правилам, а также определяет характер и масштабы возможных аварийных ситуаций и меры по обеспечению безопасной эксплуатации. В связи с этим осуществление государственного надзора за безопасностью ГТС начинается с разработки декларации безопасности.

Декларирование безопасности гидросооружений, аварии которых могут привести к возникновению ЧС, является обязательным на всех стадиях жизненного цикла объекта [1; 3], т.е. при их проектировании, строительстве, вводе в эксплуатацию, эксплуатации, выводе из эксплуатации, после реконструкции, капремонта, восстановления или консервации.

Перечень гидротехнических сооружений, подлежащих декларированию безопасности, как правило, устанавливается органом надзора, исходя из критериев возможного возникновения ЧС и класса ГТС.

Государственная экспертиза декларации безопасности ГТС осуществляется органом надзора за безопасностью гидросооружений. Утверждение декларации безопасности органом надзора является основанием для получения разрешения на строительство, ввод в эксплуатацию, эксплуатацию или вывод из эксплуатации ГТС, а также на его реконструкцию, капитальный ремонт, восстановление или консервацию.

Проведение госэкспертизы декларации безопасности ГТС должно осуществляться для установления полноты и достоверности сведений, указанных в декларации, в части определения степени опасности функционирования гидросооружений, достаточности предусмотренных мер по обеспечению их безопасности и соответствия этих мер действующим нормам и правилам.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru