Российское открытое акционерное общество энергетики и электрификации
"ЕЭС России"

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ **СТО**

ОАО РАО «ЕЭС РОССИИ» **17330282.27.140.002-2008**

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ ГЭС И ГАЭС. УСЛОВИЯ СОЗДАНИЯ. НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ

Дата введения – 2008 -04 -15

Издание официальное

ОАО РАО «ЕЭС России» – 2008 г.

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. 184-ФЗ "О техническом регулировании", а правила применения стандарта организации – ГОСТ Р.1.4-2004 "Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения".

Сведения о стандарте

1. РАЗРАБОТАН НП «Гидроэнергетика России», ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева».

2. ВНЕСЕН НП «Гидроэнергетика России»

3. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом ОАО РАО «ЕЭС России» от 14.03.08 № 108

4. ВВОДИТСЯ ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ОАО РАО «ЕЭС России»

Содержание

	Введение ……	IV
1	Область применения ……	1
2	Нормативные ссылки ……..	3
3	Термины и определения …….	6
4	Обозначения и сокращения …….	11
5	Основные нормативные положения, регламентирующие условия создания гидротехнических сооружений …….	12
	5.1 Правила и нормы проектирования гидротехнических сооружений ……...	12
	5.1.1 Нормы и требования при проектировании оснований гидротехнических сооружений ……..……	12
	5.1.2 Нормы и требования при проектировании грунтовых плотин …	17
	5.1.3 Нормы и требования при проектировании бетонных и железобетонных плотин ……...	23
	5.1.4 Нормы и требования при проектировании бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений ……...	27
	5.1.5 Нормы и требования при проектировании водопропускных сооружений ……	29
	5.1.6 Нормы и требования при проектировании береговых, сопрягающих и раздельных устоев и стен ……..	35
	5.1.7 Нормы и требования при проектировании гидротехнических сооружений в сейсмических районах ……	37
	5.2 Правила производства работ при возведении гидротехнических сооружений ……	45
6	Приемка гидротехнических сооружений в эксплуатацию ……	46
	Библиография ……	50

Приложения

Книга 1	Приложение А (обязательное) Правила проектирования оснований гидротехнических сооружений ……	с 1 по 60
	Приложение Б (обязательное) Правила проектирования плотин из грунтовых материалов …….	с 61 по 165
Книга 2	Приложение В (обязательное) Правила проектирования бетонных и железобетонных плотин ……...	с 1 по 78
Книга 3	Приложение Г (обязательное) Правила проектирования бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений …	с 1 по 73
Книга 4	Приложение Д (обязательное) Правила проектирования гидротехнических сооружений в сейсмических районах ……..	с 1 по 28
	Приложение Е (обязательное) Правила производства бетонных работ при возведении гидротехнических сооружений …….	с 29 по 98
	Приложение Ж (обязательное) Основные расчетные положения при проектировании гидротехнических сооружений ……...	с 99 по 108
	Приложение И (рекомендуемое) Проектирование рыбозащитных и рыбоохранных устройств …….	с 109 по 112

Введение

Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России» «Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Условия создания. Нормы и требования» (далее – Стандарт) разработан в соответствии с требованиями Федерального закона № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

Стандарт направлен на повышение безопасности эксплуатации гидротехнических сооружений ГЭС и ГАЭС.

При разработке Стандарта использованы относящиеся к области его применения действовавшие в электроэнергетике нормативно-технические документы или отдельные разделы этих документов. В Стандарт включены апробированные, подтвержденные опытом эксплуатации технические нормы, методики и рекомендации по эксплуатации гидротехнических сооружений, уточнены применительно к гидроэлектростанциям действующие порядок и правила работы при осуществлении технического обслуживания ГТС.

Требования Стандарта исходят из комплексной оценки элементов сооружений и их конструктивных узлов на работоспособность и безопасность гидроэнергообъекта в целом.

Установленные Стандартом нормы и требования при техническом обслуживании гидротехнических сооружений учитывают подтвержденные опытом эксплуатации потенциальные опасности и сценарии развития опасных ситуаций с учетом требований безопасности.

В Стандарте не рассмотрены требования и нормы технического обслуживания механического оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), которые сформулированы в других стандартах.

Стандарт должен быть пересмотрен в случаях ввода в действие новых технических регламентов и национальных стандартов, содержащих не учтенные в Стандарте требования, а также при необходимости введения новых требований и рекомендаций, обусловленных развитием новой техники.

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ ОАО РАО «ЕЭС РОССИИ»

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ ГЭС И ГАЭС. УСЛОВИЯ СОЗДАНИЯ. НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ

Дата введения – 15 апреля 2008 года

1 Область применения

1.1 Объектами регулирования Стандарта являются гидротехнические сооружения и связанные с ними процессы их проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию. Стандарт регулирует отношения, возникающие при применении и исполнении в процессе проектирования требований к гидротехническим сооружениям, обеспечивающих безопасность их эксплуатации, технического обслуживания, консервации и ликвидации.

1.2 Требования Стандарта распространяются на следующие виды гидротехнических сооружений:

- водоподпорные речные сооружения (плотины, в том числе бетонные, грунтовые, смешанные и другие, дамбы), подпорные сооружения технологических водоемов, ограждающие дамбы бассейнов суточного регулирования и водохранилищ гидроаккумулирующих электростанций);
- водозаборные сооружения (водозаборы);
- водопропускные сооружения (водосбросы – в т.ч. водосбросные плотины, быстротоки, ступенчатые перепады, трубчатые и туннельные водосбросы; водоспуски и водовыпуски);
- регулирующие сооружения (шлюзы-регуляторы, вододелители);
- водоводы (подводящие и отводящие каналы, акведуки, дюкеры, туннели, трубопроводы);
- сопрягающие сооружения;
- защитные сооружения (ограждающие дамбы, дамбы обвалования, русловыправительные и берегоукрепительные сооружения, противоселевые и ледозащитные сооружения);
- специальные сооружения (отстойные бассейны, шуго- и ледосбросы, сороудерживающие, рыбопропускные, рыбозащитные, рыбоспускные и др.);
- подпорные стены, береговые, сопрягающие и раздельные устои и стены.

1.3 Стандарт не распространяется на сооружения зданий ГЭС, ГАЭС и насосных станций, механическое оборудование гидротехнических сооружений, относящиеся к сфере действия иных стандартов организации ОАО РАО «ЕЭС России», а также на гидротехнические сооружения, не являющиеся имущественными объектами субъектов ОАО РАО «ЕЭС России» (причалы, судоходные шлюзы и судоподъемники, рыбоподъемники, лесосплавные и другие сооружения).

1.4 Субъектами, на которые распространяется действие Стандарта, являются все организации (общества, компании), входящие в структуру ОАО РАО «ЕЭС России», осуществляющие функции заказчика проектных, строительных, монтажных работ, при поставке оборудования, устройств и иной продукции для создания новых и реконструкции находящихся в эксплуатации гидротехнических сооружений, а также:

- проектные, конструкторские, научно-исследовательские организации, разрабатывающие проекты, проводящие исследования по обоснованию проектных решений для нового строительства и реконструкции гидротехнических сооружений;
- строительные, монтажные, промышленные и иные организации, в любой форме привлекаемые заказчиком к созданию новых или к реконструкции эксплуатируемых гидротехнических сооружений;
- специализированные организации, осуществляющие экспертный анализ проектов гидротехнических сооружений и в установленном порядке участвующие в контроле безопасности строящихся и вводимых в эксплуатацию гидротехнических сооружений.

1.5 Требования Стандарта обязательны для применения организациями, в установленном порядке на добровольной основе присоединившимися к Стандарту; в иных случаях соблюдение требований Стандарта другими субъектами хозяйственной деятельности должно быть предусмотрено в договоре (контракте) между заказчиком – субъектом применения Стандарта и исполнителем заказываемых работ и услуг, изготовителем (поставщиком) продукции.

1.6 При выполнении требований Стандарта следует также учитывать требования следующих стандартов организации ОАО РАО «ЕЭС России»:

- общие требования к созданию гидроэлектростанций установлены в нормах и требованиях [6];
- требования к созданию зданий ГЭС и ГАЭС установлены в нормах и требованиях [4];
- требования к созданию механического оборудования гидротехнических сооружений установлены в нормах и требованиях [7];
- требования к созданию контрольно-измерительных систем и аппаратуры гидротехнических сооружений установлены в нормах и требованиях [9];

– требования к организации эксплуатации и технического обслуживания гидротехнических сооружений ГЭС и ГАЭС установлены в нормах и требованиях [8];

– требования к организации эксплуатации и технического обслуживания контрольно-измерительных систем и аппаратуры гидротехнических сооружений установлены в нормах и требованиях [10].

2 Нормативные ссылки

В Стандарте использованы следующие законодательные акты, национальные стандарты и нормативные правовые документы:

Федеральный закон от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

Федеральный закон от 26.03.2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике»

Федеральный закон от 27.04.1993 г. № 4871-1 (ред. от 10.01.2003 г.) «Об обеспечении единства измерений»

Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ.

Федеральный закон от 21.07.1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений»

Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 68 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»

Федеральный Закон РФ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 05.02.2007)

Федеральный Закон РФ «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 05.02.2007)

Федеральный закон РФ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 18.12.2006 г. № 232-ФЗ

Постановление Правительства РФ от 11.07.2001 г. № 526 «О реформировании электроэнергетики Российской Федерации»

Постановление Правительства РФ от 06.10.1998 г. № 1303 «Об утверждении Положения о декларировании гидротехнических сооружений»

ГОСТ Р 1.0-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения

ГОСТ Р 1.4-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организации. Общие положения

ГОСТ Р 1.5-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения

ГОСТ Р 1.12-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения

ГОСТ 5180-84. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик

ГОСТ 5781-82. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 6727-80. Проволока из низкоуглеродистой стали для армирования железобетонных конструкций

ГОСТ 7473-94. Смеси бетонные. Технические условия

ГОСТ 8267-93. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 8736-93. Песок для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 8829-94. Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытания нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости

ГОСТ 10060-95. Бетоны. Методы определения морозостойкости

ГОСТ 10178-85. Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия

ГОСТ 10180-90. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам

ГОСТ 10181-2000. Смеси бетонные. Методы испытаний

ГОСТ 10884-94. Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 10922-90. Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия

ГОСТ 12248-96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости

ГОСТ 12536-79. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) состава

ГОСТ 12730.0-78. Бетоны. Общие требования к методам определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости

ГОСТ 13015-83. Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Общие технические требования. Приемка

ГОСТ 13087-81. Бетоны. Методы определения истираемости

ГОСТ 14098-91. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкция и размеры

ГОСТ 17623-87. Бетоны. Радиоизотопный метод определения средней плотности

ГОСТ 17624-87. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности

ГОСТ 17625-83. Конструкции и изделия железобетонные. Радиационный метод определения толщины защитного слоя бетона, размеров и расположения арматуры

ГОСТ 18105-86. Бетоны. Правила контроля прочности

ГОСТ 20276-85. Грунты. Метод полевого определения характеристик деформируемости

ГОСТ 20522-96. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний

ГОСТ 22266-94. Цементы сульфатостойкие. Технические условия

ГОСТ 22690-88. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля

ГОСТ 22783-77. Бетоны. Метод ускоренного определения прочности на сжатие

ГОСТ 22904-93. Конструкции железобетонные. Магнитный метод определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры

ГОСТ 23278-78. Грунты. Методы полевых испытаний проницаемости

ГОСТ 23478-79. Опалубка для возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Классификация и общие технические требования

ГОСТ 23732-79. Вода для бетонов и растворов. Технические условия

ГОСТ 23858-79. Соединения сварные стыковые и тавровые арматуры железобетонных конструкций. Ультразвуковые методы контроля качества. Правила приемки.

ГОСТ 24211-2003. Добавки для бетонов. Общие технические требования

ГОСТ 24316-80. Бетоны. Метод определения тепловыделения при твердении

ГОСТ 24452-80. Бетоны. Методы определения призменной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона

ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация

ГОСТ 25137-82. Материалы нерудные строительные, щебень и песок плотные из отходов промышленности, заполнители для бетона пористые

ГОСТ 25192-82. Бетоны. Классификация и общие технические требования

ГОСТ 25589-83. Щебень, гравий и песок для строительных работ. Методы определения содержания сернокислых и сернистых соединений

ГОСТ 25592-91. Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов. Технические условия

ГОСТ 25781-83. Формы стальные для изготовления железобетонных изделий. Технические условия

ГОСТ 25818-91. Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия

ГОСТ 26263-84. Грунты. Метод лабораторного определения теплопроводности мерзлых грунтов

ГОСТ 26633-91. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

ГОСТ 26644-85. Щебень и песок из шлаков тепловых электростанций для бетона. Технические условия

ГОСТ 27006-86. Бетоны. Правила подбора составов

ГОСТ 28570-90. Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций

ГОСТ 30416-96. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения

ГОСТ 30459-2003. Добавки для бетонов. Методы определения эффективности

ГОСТ 30515-97. Цементы. Общие технические условия

Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации / Введены в действие 01.10.2003.

Примечание – При пользовании Стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В Стандарте применены термины по следующим законодательным и нормативно-правовым документам:

Федеральный Закон РФ «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ

ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения

ГОСТ 19431-84. Энергетика и электрификация. Термины и определения

СНиП 33-01-2003. Гидротехнические сооружения. Основные положения

СО 34.21.307-2005 Безопасность гидротехнических сооружений. Основные понятия. Термины и определения

СО 34.21.308-2005. Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения,

а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **безопасность гидротехнического сооружения:** Свойство гидротехнического сооружения, определяющее его защищенность от внутренних и внешних угроз или опасностей и препятствующее возникновению на объекте источника техногенной опасности для жизни, здоровья и законных интересов людей, состояния окружающей среды, хозяйственных объектов и собственности.

3.1.1 **показатели безопасности гидротехнического сооружения:** Количественные показатели, характеризующие вероятности реализации либо нарушения установленных критериев безопасности гидротехнического сооружения.

3.1.2 **уровень безопасности гидротехнического сооружения:** Степень соответствия состояний гидротехнического сооружения и окружающей

среды установленным критериям безопасности, принятым с соблюдением действующих норм проектирования, а квалификации эксплуатационного персонала и действий собственника (эксплуатирующей организации) – требованиям правил технической эксплуатации и действующего законодательства по техногенной и экологической безопасности.

3.1.3 **нормальный уровень безопасности гидротехнического сооружения:** Уровень безопасности гидротехнического сооружения, при котором значения критериев безопасности не превышают предельно допустимых для работоспособного состояния сооружения и основания, а эксплуатация осуществляется в соответствии с проектом и правилами эксплуатации без нарушений действующих законодательных актов, норм и правил, а также предписаний органов надзора.

3.1.4 **пониженный уровень безопасности гидротехнического сооружения:** Уровень безопасности гидротехнического сооружения, собственник (эксплуатирующая организация) которого допускает нарушения правил технической эксплуатации, невыполнение первоочередных мероприятий или неполное выполнение предписаний органов государственного надзора по обеспечению безопасности гидротехнического сооружения.

3.1.5 **неудовлетворительный уровень безопасности гидротехнического сооружения:** Уровень безопасности гидротехнического сооружения, эксплуатирующегося в условиях снижения механической или фильтрационной прочности, превышения предельно допустимых значений критериев безопасности для работоспособного состояния, других отклонений от проектного состояния, способных привести к возникновению аварии.

3.1.6 **критический уровень безопасности гидротехнического сооружения:** Уровень безопасности гидротехнического сооружения, эксплуатация которого происходит в условиях развивающихся процессов снижения прочности и устойчивости элементов конструкции и основания, превышения предельно допустимых значений критериев безопасности, характеризующих переход от частично неработоспособного к неработоспособному состоянию гидротехнического сооружения либо его основания.

3.2 **водобой:** Крепление русла за водопропускным сооружением, на котором происходит гашение основной части избыточной кинетической энергии потока и которое воспринимает его динамическое воздействие.

3.3 **водоприемник:** Часть водопропускного сооружения, служащая для непосредственного приема воды из водного объекта.

3.4 **гидротехническое сооружение, гидросооружение:** Сооружение, подвергающееся воздействию водной среды, предназначенное для использования и охраны водных ресурсов, предотвращения вредного воздействия вод, в том числе загрязненных жидкими отходами.

3.5 **гидротехнический туннель, туннель:** Водовод замкнутого поперечного сечения, устроенный в горных породах без вскрытия вышележащего массива.

3.6 **гидротехнический отстойник, отстойник:** сооружение, служащее для осаждения содержащихся в воде наносов и последующего их удаления.

3.7 **гидродинамическая авария: А**вария на гидротехническом сооружении, связанная с распространением с большой скоростью воды и создающая угрозу возникновения техногенной чрезвычайной ситуации.

3.8 **государственный надзор за безопасностью гидротехнических сооружений:** Организация и проведение уполномоченными государственными органами исполнительной власти периодических инспекций (проверок) гидротехнических сооружений с целью установления соответствия их состояния и уровня эксплуатации требованиям безопасности, включая правила техники безопасности, требованиям норм и правил технической эксплуатации, экологическим нормативам, а также с целью проверки деятельности собственников (эксплуатационных организаций) гидротехнических сооружений по обеспечению и поддержанию их безопасности, в том числе исполнения предписаний предыдущих инспекций в установленном Законом Российской Федерации «О безопасности гидротехнических сооружений» порядке.

3.9 **дамба:** Гидротехническое сооружение для защиты территории от затопления, ограждения искусственных водоемов и водотоков, направленного отклонения потока воды.

3.10 **декларация безопасности гидротехнического сооружения:** Документ, составляемый собственником гидротехнического сооружения или эксплуатирующей организацией, а проектируемых и строящихся гидротехнических сооружений – юридическим лицом или физическим лицом, выполняющим функции заказчика, для предъявления органу надзора за промышленной безопасностью, в котором обосновывается безопасность гидротехнического сооружения и определяются меры по ее обеспечению в соответствии с классом сооружения.

3.11 **деривация:** Совокупность сооружений, осуществляющих отвод воды из естественного русла или водохранилища с целью создания сосредоточенного перепада уровней воды.

3.12 **дренаж:** Устройство для частичного или полного перехвата фильтрационного потока в основании или внутри водоподпорного сооружения, сбора и отвода профильтровавшихся вод.

3.13 **канал:** Водовод незамкнутого поперечного сечения в виде искусственного русла в грунтовой выемке и/или насыпи.

3.14 **критерии безопасности гидротехнического сооружения:** Предельные значения количественных и качественных диагностических показателей состояния гидротехнического сооружения и условий его эксплуатации, соответствующие допустимому уровню риска аварии гидротехнического сооружения и утвержденные в установленном порядке федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими государственный надзор за безопасностью гидротехнических сооружений.

3.15 **консервация гидротехнического сооружения:** Комплекс мероприятий, направленных на полное прекращение выполнения гидротехниче-

ским сооружением функций по регулированию использования водных ресурсов и защите от вредного воздействия вод и осуществление комплекса организационных и технических мер, обеспечивающих безопасность гидротехнического сооружения, его материальную сохранность, предотвращение его разрушения, а также его работоспособность после расконсервации.

3.16 **ликвидация гидротехнического сооружения:** Комплекс мероприятий по демонтажу, сносу и перепрофилированию гидротехнического сооружения, приведению занимавшейся им территории, включая соответствующую часть водного объекта, в состояние, безопасное для людей и окружающей среды.

3.17 **надежность гидротехнического сооружения:** Интегральное свойство гидротехнического сооружения, характеризующее его способность выполнять требуемые функции при установленных режимах и условиях эксплуатации, технического обслуживания и ремонта в течение заданного периода времени, сохраняя при этом в установленных пределах значения всех параметров, определяющих эти функции.

3.18 **напор на сооружение:** Разность между полной удельной энергией потока в верхнем бьефе и удельной потенциальной энергией в нижнем бьефе (разница уровней воды в верхнем и нижнем бьефах).

3.19 **напорный бассейн:** Водоем для сопряжения безнапорной деривации (канала, туннеля, лотка) с турбинными трубопроводами деривационной ГЭС.

3.20 **плотина:** Водоподпорное сооружение, перегораживающее водоток и (иногда) долину водотока для подъема уровня воды.

3.20.1 **арочная плотина:** Криволинейная в плане бетонная плотина, устойчивость которой обеспечивается, в основном, путем опирания на скальные береговые массивы.

3.20.2 **арочно-гравитационная плотина:** Криволинейная в плане бетонная плотина, устойчивость которой обеспечивается как путем опирания на скальные береговые массивы, так и силами сопротивления сдвигу, зависящими от веса сооружения. **глухая плотина:** Плотина или ее часть, в которой отсутствуют устройства для пропуска воды.

3.20.3 **водосбросная плотина:** Плотина или ее часть, выполняющая функции водосбросного сооружения.

3.20.4 **водосливная плотина:** Водосбросная плотина, пропуск воды через гребень которой осуществляется со свободной поверхностью потока.

3.20.5 **гравитационная плотина:** Плотина, устойчивость которой обеспечивается силами сопротивления сдвигу, зависящими, в основном, от веса сооружения и водной пригрузки, например, бетонная гравитационная плотина.

3.20.6 **земляная плотина:** Плотина из грунтовых материалов, тело которой возведено из глинистых, песчаных, гравелисто-галечных грунтов.

3.20.7 **каменноземляная плотина:** Плотина из грунтовых материалов, тело которой состоит частично из песчаных или глинистых грунтов, а частично – из крупно-обломочных грунтов.

3.20.8 **контрфорсная плотина:** Плотина, устойчивость которой обеспечивается силами сопротивления сдвигу вертикальных стен-контрфорсов, воспринимающих через опертую на них напорную грань давление воды.

3.21 **подпорный уровень; ПУ:** Уровень воды, устанавливающийся в верхнем бьефе в результате преграждения или стеснения русла сооружениями.

3.21.1 **нормальный подпорный уровень; НПУ:** Наивысший подпорный уровень, который может поддерживаться в нормальных условиях эксплуатации подпорного сооружения.

3.21.2 **форсированный подпорный уровень; ФПУ:** Подпорный уровень выше нормального, допускаемый в верхнем бьефе в особых условиях эксплуатации гидротехнических сооружений при сбросе паводков малой обеспеченности.

3.22 **рисберма:** Расположенный за водобоем участок крепления нижнего бьефа, предназначенный для гашения остаточной энергии потока и защиты водобоя от подмыва.

3.23 **переходное крепление нижнего бьефа:** Деформируемое крепление из каменной наброски (иногда покрываемое плитами с гибкими связями), предназначенное для сопряжения рисбермы с неукрепленным руслом.

3.24 **риск аварий на гидротехническом сооружении:** Комбинация вероятностей возникновения аварий на гидротехническом сооружении и их ожидаемых последствий для жизни и здоровья людей, собственности и окружающей среды.

3.25 **рыбозащитное сооружение:** Водозаборное сооружение или его часть, предназначенное для предупреждения попадания, травмирования и гибели личинок и молоди рыб на водозаборах и отведения их в жизнеспособном состоянии в безопасное место рыбообитаемого водоема для естественного воспроизводства или хозяйственного использования.

3.26 **рыбоспускное сооружение:** Рыбозащитное сооружение, предназначенное для безопасного перевода покатников рыб из верхнего бьефа гидроузла в нижний бьеф.

3.27 **суффозионная устойчивость:** Сохранение первоначальной структуры грунта (грунтового материала) при заданной интенсивности фильтрационного потока.

3.28 **фильтрационная прочность:** Способность самого сооружения и/или его основания сопротивляться разрушающему воздействию фильтрационного потока, проявляющемуся в виде механической или химической суффозии.

3.29 **шугосброс:** Водопропускное сооружение, предназначенное для предотвращения попадания шуги в закрытый водовод и ее сброса в нижний бьеф.

3.30 **эксплуатирующая организация:** Организация любой организационно-правовой формы, осуществляющая техническую эксплуатацию и обслуживание на праве собственности, праве хозяйственного ведения или праве оперативного управления, аренды либо на ином законном основании.

4 Обозначения и сокращения

ВОЗ – возможные очаги землетрясений;

ВСФ – водоподпорное сооружение в составе напорного фронта;

ГСК – градостроительный кодекс (Федеральный Закон РФ «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 190-ФЗ; ГСК РФ);

ГАЭС – гидроаккумулирующая электрическая станция;

ГТС – гидротехнические сооружения;

ГЭС – гидравлическая электрическая станция;

ДСР – детальное сейсмическое районирование;

ДТ – динамическая теория;

ИГЭ – инженерно-геологический элемент;

КИА – контрольно-измерительная аппаратура;

ЛСТ – линейно-спектральная теория;

МРЗ – максимальное расчетное землетрясение;

НДС – напряженно-деформированное состояние (напряженно-деформированное состояние сооружения);

НПУ – нормальный подпорный уровень;

ОГК – оптовые генерирующие компании;

ОСР – общее сейсмическое районирование (общее сейсмическое районирование, выполненное в 1997 г.; ОСР-97);

ПДЗ – предельно-допустимые значения (предельно-допустимые значения критериальных показателей состояния сооружения);

ПЗ – проектное землетрясение;

ПТЭ – Правила технической эксплуатации (Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей);

ПФУ – противофильтрационное устройство;

РА – расчетная акселерограмма;

РГЭ – расчетный геологический элемент;

РЗС – рыбозащитные сооружения;

СМР – сейсмическое микрорайонирование;

ТГК – территориальные генерирующие компании;

УИС – уточнение исходной сейсмичности;

УМО – уровень мертвого объема;

ФПУ – форсированный подпорный уровень.

5 Основные нормативные положения, регламентирующие условия создания гидротехнических сооружений

5.1 Правила и нормы проектирования гидротехнических сооружений

5.1.1 Нормы и требования при проектировании оснований гидротехнических сооружений

Общие положения

5.1.1.1 Проектирование оснований гидротехнических сооружений должно выполняться на основе результатов анализа природных условий, опыта возведения аналогичных гидротехнических сооружений в сходных природных условиях, технико-экономического сравнения вариантов проектных решений, выполнения требований надежности объекта, его социальной и экологической безопасности.

5.1.1.2 Нагрузки и воздействия на основания гидротехнических сооружений должны определяться расчетом, исходя из совместной работы сооружения и основания и в соответствии с требованиями приложения А.

5.1.1.3 Расчеты оснований гидротехнических сооружений следует проводить по двум группам предельных состояний.

5.1.1.4 В проектах оснований сооружений должна быть предусмотрена система мониторинга, обеспечивающая проведение натурных наблюдений и оценку состояния системы гидротехническое сооружение-основание, а также оценку технологических процессов, влияющих на экологическую обстановку в районе гидроузла.

5.1.1.5 Состав и объем натурных наблюдений должен назначаться в зависимости от класса сооружения, геологических и гидрогеологических особенностей основания, новизны проектных решений.

5.1.1.6 При проектировании оснований сооружений I – III классов необходимо предусмотреть установку контрольно-измерительной аппаратуры (КИА). Состав и объем установки КИА должен определяться проектом. Для сооружений IV класса и их оснований, как правило, следует предусматривать только визуальные и геодезические наблюдения.

5.1.1.7 При проектировании оснований гидротехнических сооружений должны быть предусмотрены инженерные мероприятия по охране окружающей среды. Экологическое обоснование проекта обустройства основания гидротехнического сооружения должно включать разработку комплекса природоохранных мероприятий при строительстве и эксплуатации ГЭС, а также мероприятия по охране окружающей среды, ведущие к улучшению экологической обстановки.

Номенклатура грунтов оснований и их физико-механические характеристики

5.1.1.8 Номенклатуру грунтов оснований гидротехнических сооружений и их физико-механические характеристики следует устанавливать согласно требованиям приложения А.

5.1.1.9 Для вновь возводимых сооружений комплекс полевых и лабораторных исследований грунтов должен быть направлен на обоснованное определение нормативных и расчетных значений всех характеристик, необходимых как для классификационных целей, так и для разработки инженерно-геологических и расчетных схем оснований и оценки надежности систем «сооружение – основание».

Обработка результатов испытаний при определении нормативных и расчетных значений характеристик грунтов должна производиться в соответствии с указаниями ГОСТ 20522-96. Расчетные значения характеристик определяются с учетом коэффициента надежности по грунту γ_g.

5.1.1.10 Во всех случаях при проектировании системы «сооружение – основание» следует учитывать возможное изменение характеристик грунтов в процессе возведения и эксплуатации сооружения, особенно в случае строительства на многолетнемерзлых и промороженных основаниях.

Инженерно-геологическая и расчетная схематизация оснований

5.1.1.12 Проектирование оснований гидротехнических сооружений и оценку их состояния при эксплуатации следует выполнять на основе инженерно-геологических и расчетных геомеханических схем (моделей). Расчетные геомеханические схемы (модели) используются при расчетах и разработке конструкций, при обосновании их технической надежности, экологической безопасности и экономической целесообразности (Приложение А).

Инженерно-геологические изыскания надлежит проводить в соответствии с [1].

5.1.1.13 Разработка инженерно-геологических и расчетных схем оснований (представление основания в виде инженерно-геологических элементов – ИГЭ, и расчетных геологических элементов – РГЭ) должно основываться на результатах инженерно-геологических изысканий и исследований, которые должны содержать достоверные данные по: структурно-тектоническим условиям и геологическому строению участка строительства, сейсмической активности территории, гидрогеологическим условиям участка и их изменению во времени, условиям залегания легкорастворимых, выщелачиваемых и слабых грунтов, температурному режиму и строению мерзлых грунтов, физико-механическим свойствам грунтов и скальных пород, возможности развития опасных геодинамических процессов (Приложение А).

Расчеты устойчивости (несущей способности)

5.1.1.14 Расчеты устойчивости (несущей способности) системы «сооружение – основание» следует производить для сооружений всех классов по предельным состояниям 1-й группы; расчеты устойчивости склонов следует производить в зависимости от последствий их разрушения либо по предельным состояниям 1-й или 2-й групп.

5.1.1.15 Оценка устойчивости сооружений I класса должна проводиться в детерминистической постановке. В дополнение к ней может использоваться вероятностная модель.

5.1.1.16 В расчетах устойчивости гравитационных сооружений на нескальных основаниях следует рассматривать потерю устойчивости по схемам плоского, смешанного и глубинного сдвигов. Эти схемы могут иметь место как при поступательной форме сдвига, так и при сдвиге с поворотом в плане.

5.1.1.17 При расчетах устойчивости сооружений на глинистых водонасыщенных грунтах необходимо учитывать незавершенные процессы консолидации основания путем учета в расчетах порового давления, либо расчетных характеристик прочности грунтов и степени их консолидации (приложение А).

5.1.1.18 При расчетах устойчивости сооружений на мерзлых основаниях необходимо учитывать изменение прочностных показателей грунтов в процессе возможного оттаивания основания.

5.1.1.19 При расчетах устойчивости сооружений на водонасыщенных нескальных основаниях, воспринимающих кроме статических также динамические нагрузки, следует учитывать влияние последних на несущую способность грунтов.

5.1.1.20 Для бетонных и железобетонных подпорных сооружений на скальных основаниях следует также рассматривать схему предельного поворота (опрокидывания).

5.1.1.21 Оценку устойчивости сооружений и откосов всех типов следует производить по кинематически возможным схемам обрушения приближенными методами, удовлетворяющими уравнениям равновесия, а также на основе анализа результатов расчетов напряженно-деформированного состояния системы «сооружение – основание», основанных на использовании нелинейных моделей материалов и численных методов решения статических и динамических задач механики сплошной среды.

Фильтрационные расчеты оснований

5.1.1.22 При проектировании оснований гидротехнических сооружений необходимо обеспечивать фильтрационную прочность грунтов, устанавливать допустимые по технико-экономическим показателям фильтраци-

онные расходы и противодавление фильтрующей воды на подошву сооружения.

5.1.1.23 Фильтрационную прочность основания следует оценивать, сопоставляя полученные в результате математического или физического моделирования характеристики фильтрационных полей (градиенты напора, скорости фильтрации) с их критическими значениями.

5.1.1.24 Проектирование подземного контура напорных сооружений должно выполняться в соответствии с требованиями приложения А.

5.1.1.25 При выборе систем дренажного и противофильтрационного обустройства основания проектируемого сооружения необходимо учитывать требования по охране окружающей среды в части подтопления, заболачивания прилегающей территории, активизации карстово-суффозионных процессов и т.п.

5.1.1.26 Устройство противофильтрационных завес обязательно в тех случаях, когда основание сложено фильтрующими слабо водоустойчивыми и быстро растворимыми, а также суффозионно неустойчивыми грунтами. Могут быть использованы и другие инженерные решения (соляная завеса, дренаж и т.п.)

5.1.1.27 При проектировании скальных оснований высоких бетонных плотин следует допускать возможность возникновения под напорной гранью зоны разуплотнения с разрывом противофильтрационной завесы, приводящих к многократному увеличению фильтрационных расходов и заметному увеличению противодавления (приложение А).

Расчет местной прочности скальных оснований

5.1.1.28 Расчет местной прочности скальных оснований следует производить для сооружений I и II классов по предельным состояниям второй группы при основном сочетании нагрузок.

5.1.1.29 Определенная расчетом местной прочности зона разуплотнения не должна пересекать цементационную завесу и дренаж. В противном случае необходим пересчет фильтрационного режима основания в нелинейной постановке с учетом изменения фильтрационных свойств скальных пород.

Определение напряжений

5.1.1.30 Напряжения в основании гидротехнических сооружений I и II классов надлежит определять численными методами механики сплошных сред с учетом неоднородности строения основания, нелинейных свойств грунтов и скальных пород, изменения прочностных и деформационных свойств материалов во времени.

Для сооружений III и IV классов допускается использовать приближенные методы строительной механики и сопротивления материалов.

5.1.1.31 При определении контактных напряжений по подошве жестких бетонных сооружений с грунтом допускается использовать метод экспериментальных эпюр, а также метод коэффициента постели.

Расчет оснований по деформациям

5.1.1.32 Расчет оснований по деформациям необходимо проводить по первой или по второй группам предельных состояний в соответствии с приложением А.

5.1.1.33 Определенные расчетом осадки, горизонтальные смещения и крены сооружений на грунтовых основаниях не должны превосходить нормируемые критерии, гарантирующие по этому фактору нормальные условия эксплуатации, обеспечивающие техническую надежность и долговечность гидротехнического сооружения.

5.1.1.34 Расчет сооружений по деформациям должен производиться на основные, а при соответствующем обосновании – и на особые сочетания нагрузок, с учетом характера их действия в процессе строительства и эксплуатации сооружения.

5.1.1.35 Предельные значения совместной деформации основания и сооружения должны устанавливаться соответствующими нормами проектирования отдельных видов сооружений, правилами технической эксплуатации сооружения или оборудования (приложение А).

5.1.1.36 При определении деформаций оснований и сооружений, также как и при расчете напряжений, следует в зависимости от класса сооружения и этапа проектирования использовать как упрощенные (инженерные) методы, так и современные вычислительные методы с использованием детальной схематизации системы сооружение-основание и сложных математических моделей материалов.

5.1.1.37 Значение деформаций сооружений и оснований в процессе эксплуатации, при наличии в основании глинистых грунтов надлежит определять с учетом процессов консолидации и ползучести грунтов.

Инженерные мероприятия по обеспечению надежности оснований

5.1.1.38 При проектировании оснований сооружений следует предусматривать конструктивные и технологические мероприятия по сопряжению сооружения с основанием, обеспечивающие устойчивость сооружения, прочность основания, допустимое напряженно-деформированное и термическое состояние основания и сооружения при всех расчетных сочетаниях нагрузок и воздействий на период строительства и проектный срок эксплуатации.

5.1.1.39 При проектировании сооружений с сохранением мерзлых грунтов в основании следует предусматривать мероприятия, предотвращающие деградацию мерзлоты.

5.1.1.40 Для повышения несущей способности основания, уменьшения осадок и смещений сооружения, а также обеспечения требуемой проектом водонепроницаемости и фильтрационной прочности грунтов, следует предусматривать в необходимых случаях закрепление и уплотнение грунтов.

5.1.2 Нормы и требования при проектировании грунтовых плотин

Общие положения

5.1.2.1 Плотины из грунтовых материалов должны проектироваться с учетом:

– основных природных факторов, включая инженерно-геологические условия площадки строительства, наличие местных строительных материалов, особенностей гидрологического и гидрогеологического режимов в створе гидроузла, сейсмичности района строительства, климатических условий;

– опыта проектирования, строительства и эксплуатации плотин в аналогичных природных условиях,

– технико-экономического обоснования путем сравнения возможных вариантов проектных решений.

5.1.2.2 Сочетание нагрузок и воздействий при расчетах плотин из грунтовых материалов должно выбираться по приложению Б.

5.1.2.3 Для обеспечения эксплуатационной надежности и требуемой долговечности грунтовых плотин в проекте следует проводить:

– анализ природных условий района строительства и створа размещения грунтовой плотины; оценку этих условий с точки зрения требований, предъявляемых к строительству плотины; прогноз изменения природных условий в период строительства и эксплуатации;

– анализ прочности и устойчивости плотины в целом и отдельных ее элементов, фильтрационной прочности;

– разработку комплекса защитных мероприятий, направленных на обеспечение прочности (включая фильтрационную прочность) и устойчивости плотин в эксплуатационный период;

– разработку систем инженерного контроля в период строительства и эксплуатации плотины (приложение Б).

Требования к инженерным изысканиям

5.1.2.4 Инженерные изыскания должны выполняться в соответствии с требованиями общегражданских норм, государственных стандартов и других нормативных документов по изысканиям и исследованиям в строительстве.

5.1.2.5 Состав и объем инженерных изысканий для проектирования грунтовых плотин должен определяться в соответствии с требованиями приложения Б и устанавливаться с учетом конкретных условий площадки (приложение Б).

5.1.2.6 Инженерные изыскания должны обеспечивать получение исходных материалов, используемых при разработке проекта плотин, включая все основные расчеты, выработке решений по инженерной защите, охране окружающей среды.

5.1.2.7 Инженерными изысканиями устанавливаются основные параметры физических, механических, а при необходимости – и теплофизических свойств грунтов, с помощью которых определяются деформации плотин, устойчивость их откосов, фильтрационная прочность.

5.1.2.8 Нормативные и расчетные значения характеристик грунтов для плотин I и II классов и их оснований устанавливаются на основе результатов статистической обработки расчетных значений характеристик грунтов, принимаемых при расчетах устойчивости откосов плотин с обеспеченностью $\alpha = 0{,}95$, а при расчетах смещений плотин $\alpha = 0{,}85$. Характеристики грунтов для плотин III и IV классов могут устанавливаться по аналогам.

5.1.2.9 Виды грунтов плотин и оснований, их физико-механические и теплофизические характеристики необходимо определять в соответствии с требованиями ГОСТ, помещенных в нормативных ссылках по этому вопросу.

5.1.2.10 Для плотин I и II классов следует предусматривать на предварительных стадиях проектирования проведение опытных отсыпок и укаток, а при возведении намывных плотин – опытный намыв.

Конструкции плотин

5.1.2.11 Тип плотины должен устанавливаться с учетом:

- инженерно-геологического строения основания,
- наличия местных строительных материалов,
- климатических условий строительства.

5.1.2.12 Крутизна откосов плотины назначается, исходя из условия их устойчивости, порядка возведения плотины и способа производства работ.

5.1.2.13 Отметка гребня плотины должна обеспечивать недопущение перелива воды через плотину при уровнях верхнего бьефа, принимаемых для основного или особого сочетания нагрузок, а также при нормированных значениях ветрового нагона и наката волны (приложение Б).

5.1.2.14 Ширина гребня плотины назначается в зависимости от класса плотины, условий производства работ и ее эксплуатации.

5.1.2.15 Крепление верховых откосов плотин должно защищать их от воздействия волн, льда, течений воды, изменения уровней воды в водохранилище, атмосферных осадков, ветра и других разрушающих откос факторов.

5.1.2.16 Крепление низовых откосов плотин следует выбирать в зависимости от материала, из которого возведена низовая призма плотины, с целью защиты от атмосферных осадков и разрушения землеройными животными. Если низовой откос подвержен воздействию льда и волн, его крепление назначается так же, как и для верхового откоса.

5.1.2.17 Для уменьшения фильтрации через тело плотины в конструкции плотины следует предусмотреть противофильтрационные устройства из слабопроницаемых грунтов или негрунтовых материалов.

Водопроницаемость грунтовых противофильтрационных устройств мерзлых плотин следует обеспечивать устройством в них мерзлотных завес, смыкающихся, в частности, с многолетнемерзлыми грунтами основания.

5.1.2.18 Противофильтрационные устройства следует выбирать в зависимости от вида плотины, характеристик грунтов ее тела и оснований, наличия грунтовых и негрунтовых материалов, высоты плотины, условий производства работ, а также по результатам технико-экономического сопоставления вариантов с различными конструкциями.

5.1.2.19 Гребень ядра или экрана должен быть выше ФПУ с учетом ветрового нагона не менее чем на 0,5 м.

5.1.2.20 На контакте грунтового противофильтрационного устройства (ядра или экрана) с крупнозернистым грунтом необходима укладка обратного фильтра.

5.1.2.21 Асфальтобетонные экраны следует выполнять из гидротехнического асфальтобетона или полимер-асфальтобетона. Свойства асфальтобетона следует назначать из условия устойчивости его на откосе, трещиностойкости при отрицательных температурах воздуха, усталостной прочности и жесткости при волновых нагрузках.

5.1.2.22 Асфальтобетонные диафрагмы надлежит выполнять из литого, пластичного или уплотненного горячего асфальтобетона. Тип и состав асфальтобетона следует выбирать, исходя из прочностных свойств материала, выбранной технологии строительства и экономических расчетов.

5.1.2.23 Железобетонные экраны в насыпных земляных плотинах надлежит устраивать с учетом гранулометрического состава, прочностных и деформационных свойств грунтов верховой призмы плотины. За экраном следует проектировать зону из малодеформируемых грунтов, грунтобетона, кладки насухо (приложение Б).

5.1.2.24 При использовании полимерных материалов (например, полиэтиленовой, поливинилхлоридной, бутилкаучуковой пленок и др.) для создания противофильтрационных конструкций следует обеспечить их защиту от механических повреждений и солнечной радиации.

5.1.2.25 Противофильтрационное устройство в плотине в виде инъекционной диафрагмы должно обладать необходимой фильтрационной прочностью, деформационными и прочностными свойствами, обеспечивающими долговечность плотины.

Состав и технология нагнетания инъекционных растворов должны быть обоснованы исследованиями, а при необходимости – опытными работами в производственных условиях.

5.1.2.26 Дренажные устройства тела земляной плотины следует проектировать с целью:

– организованного отвода воды, фильтрующей через тело плотины, основание и береговые примыкания плотины в нижний бьеф,

– предотвращения выхода фильтрационного потока на низовой откос и в зону, подверженную промерзанию,

– снижения депрессионной поверхности для повышения устойчивости низового откоса,

– обеспечения устойчивости верхового откоса при быстрой сработке верхнего бьефа,

– снятия порового давления, возникающего при сейсмических воздействиях,

– отвода воды, профильтровавшей через экран или ядро из слабопроницаемого грунта.

5.1.2.27 При проектировании дренажных устройств необходимо учитывать их суффозионность и условия фильтрации в области дренажа.

5.1.2.28 Сопряжение дренажа с плотиной следует осуществлять с помощью обратного фильтра.

5.1.2.29 В проекты намывных плотин следует включать мероприятия по обеспечению качества намыва грунта и установленной плотности его укладки, а также устойчивости откосов в строительный период. Для намывных плотин должна быть установлена предельная интенсивность их наращивания по условию водоотдачи намытого грунта.

5.1.2.30 При необходимости следует предусматривать дополнительное искусственное уплотнение намытых грунтов (глубинное гидровибрирование, уплотнение взрывами и т.п.), которые, как правило, должны быть обоснованы полевыми исследованиями.

5.1.2.31 В проекте каменно-земляных и каменных плотин следует предусматривать способ отсыпки и уплотнения каменного материала.

5.1.2.32 Возведение каменно-земляных плотин направленным взрывом допускается в благоприятных для этого метода природных условиях: в узком створе, при скальных породах берегов. Возможно обрушение методом непрерывного взрыва заранее заготовленных грунтов.

5.1.2.33 При проектировании плотин из крупнообломочных грунтов с грунтовыми противофильтрационными устройствами надлежит предусматривать переходные зоны, рассчитываемые аналогично обратным фильтрам.

5.1.2.34 В проекте грунтовой плотины любого типа необходимо предусматривать мероприятия по ее сопряжению с основанием и бортами речной долины, с целью повышения общей фильтрационной прочности и суффозионной устойчивости грунтов как тела плотины, так и грунтов основания.

5.1.2.35 При проектировании плотин для Северной строительно-климатической зоны необходимо предусмотреть мероприятия по предотвращению развития негативных процессов в мерзлых основаниях в период эксплуатации сооружения, связанных с явлениями тепломассопереноса фильтрующей воды.

Основные положения расчетов плотин

5.1.2.36 Расчеты грунтовых плотин должны проводиться по двум группам предельных состояний (приложение Б).

5.1.2.37 Нагрузки и воздействия выбираются для их основного и особого сочетаний с учетом нормированных коэффициентов надежности, условий работы, сочетаний нагрузок, а также коэффициентов надежности по нагрузке. При проектировании плотин в сейсмически опасных районах следует учитывать сейсмические нагрузки согласно требованиям приложения Б.

5.1.2.38 В расчетах по первой группе предельных состояний используются расчетные значения характеристик материалов, по второй группе – их нормативные значения (приложение Б).

5.1.2.39 При проектировании грунтовых плотин I и II классов капитальности необходимо выполнение следующих расчетов:

- фильтрации и фильтрационной прочности;
- устойчивости откосов плотины, экрана и защитных конструкций верхового откоса плотины;
- напряжений и деформаций в теле плотины и ее основании;
- консолидации в глинистых элементах плотины и глинистых грунтах основания;
- прочности и устойчивости креплений откосов;
- температурных полей (при проектировании плотин в северной строительно-климатической зоне);
- обратных фильтров, переходных слоев и дренажей.

Для плотин III и IV классов допускается ограничиться расчетами фильтрационных режимов, фильтрационной прочности, дренажей и фильтров, устойчивости откосов, осадок и крепления откосов.

5.1.2.40 Расчеты плотин следует производить для всех характерных поперечных сечений плотины. Для плотин II и III классов расчеты могут проводиться в плоской постановке, для плотин I класса – желательно в пространственной постановке.

Ремонт и реконструкция плотин

5.1.2.41 Необходимость осуществления ремонта (реконструкции) плотины, а также выбор технических решений и технологии ремонтно-строительных работ определяются оценкой технического состояния сооружения, которая выполняется в соответствии с требованиями [2] на основании освидетельствования и технического обследования плотины с проведением необходимых исследований. В процессе проектирования плотины должна быть предусмотрена возможность выполнения типовых ремонтных работ, номенклатура которых определяется на основании опыта эксплуатации однотипных сооружений (ремонтопригодностью).

При реконструкции плотин следует руководствоваться нормами и правилами ведения строительных гидротехнических работ.

Требования к охране окружающей среды

5.1.2.42 При проектировании грунтовых плотин необходимо учитывать требования Федерального Закона РФ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ и других нормативных документов (приложение Б).

5.1.2.43 При строительстве плотин должно быть обеспечено выполнение требований по охране окружающей среды, рациональному использованию природных ресурсов, учету ближайших и отдаленных экологических, экономических, социальных, демографических последствий строительства при приоритете охраны здоровья и благополучия населения.

5.1.2.44 Проектирование грунтовых плотин должно осуществляться в соответствии с требованиями Закона РФ об охране окружающей среды.

При проектировании плотин должны учитываться предельно допустимые нагрузки на окружающую среду как в строительный, так и в эксплуатационный периоды и предусматриваться меры предупреждения и устранения загрязнения окружающей природной среды.

5.1.2.45 При проектировании грунтовых плотин не следует применять материалы и технологии, способствующие химическому, физическому и биологическому загрязнению окружающей среды.

5.1.3 Нормы и требования при проектировании бетонных и железобетонных плотин

Общие положения

5.1.3.1 Плотины бетонные и железобетонные надлежит проектировать в соответствии с требованиями правил, изложенных в приложениях В и Ж, и с учетом требований п. 5.1.1 Стандарта.

5.1.3.2 Проектирование бетонных и железобетонных плотин следует выполнять из условий обеспечения общей прочности и прочности отдельных элементов плотин, устойчивости плотин на сдвиг и опрокидывание, а также долговечности в конкретных условиях эксплуатации каждой плотины.

5.1.3.3 Вид, конструкцию и местоположение бетонных и железобетонных плотин в створе гидроузла, а также методы их возведения надлежит выбирать с учетом природных (геологических, топографических, климатических и сейсмических) условий района строительства, пропуска строительных и эксплуатационных расходов, компоновки гидроузла, наличия местных строительных материалов и режима эксплуатации, на основании технико-экономического сравнения вариантов.

5.1.3.4 Нагрузки и воздействия на бетонные плотины определяются в соответствии с требованиями правил, изложенных в приложении В.

5.1.3.5 Класс бетонных и железобетонных плотин следует устанавливать в соответствии с требованиями приложения Ж.

5.1.3.6 Если отдельные участки напорного фронта выполнены из плотин разных видов, то их класс принимается по классу плотины, расположенной в наиболее глубокой части створа.

5.1.3.7 При проектировании плотин для любых районов строительства следует предусматривать мероприятия, обеспечивающие минимальное нарушение окружающей природной среды. Оценка влияния гидротехнических сооружений на окружающую среду должна выполняться на основе РД 153-34.2.-02.409-2003 «Методические указания по оценке влияния гидротехнических сооружений на окружающую среду».

Требования к строительным материалам

5.1.3.8 Строительные материалы для бетонных и железобетонных плотин и их элементов должны удовлетворять требованиям, изложенным в приложении В и в государственных стандартах на строительные материалы, помещенных в нормативных ссылках и относящихся к подбору и испытанию строительных материалов.

5.1.3.9 В плотинах и их элементах в зависимости от условий работы бетона в отдельных частях плотин в эксплуатационный период надлежит различать четыре зоны:

– I – наружные части плотин, не омываемые водой и находящиеся под воздействием атмосферы;

– II – наружные части плотин, находящиеся в пределах колебаний воды в бьефах, в том числе поверхности, подвергающиеся воздействию сбрасываемых потоков;

– III – наружные части, расположенные ниже минимальных уровней воды в бьефах, а также примыкающие к подошве плотины;

– IV – внутренние зоны, ограниченные зонами I и III.

К бетону различных зон плотин всех классов необходимо предъявлять требования, приведенные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 **Требования, предъявляемые к бетону для различных зон плотин**

Определяемый параметр	Зоны плотин	
	бетонных	железобетонных
Прочность на сжатие	I, II, III, IV	I, II, III, IV
Прочность на растяжение	I, II, III	I, II, III
Водонепроницаемость	II, III	II, III
Морозостойкость	I, II	I, II
Стойкость против агрессивного воздействия воды	II, III	II, III
Сопротивляемость истиранию потоком воды при наличии взвешенных и влекомых наносов, а также стойкость против кавитации при скорости воды по поверхности бетона 15 м/с и более	II	II
Тепловыделение при твердении бетона	I, II, III, IV	Предъявляется при соответствующем обосновании

5.1.3.10 Требования к бетону плотин по прочности, водопроницаемости и морозостойкости и т.д., необходимо устанавливать дифференцированно, в соответствии с фактическими условиями работы бетона различных зон.

5.1.3.11 Возраст (срок твердения) бетона, соответствующий его проектному классу по прочности на сжатие и марке по водопроницаемости, следует назначать с учетом сроков возведения плотины и наполнения водохранилища.

5.1.3.12 Марки бетона по водонепроницаемости должны назначаться в зависимости от градиентов напора в соответствии с требованиями, изложенными в приложении Г. В агрессивной воде–среде марку бетона по водонепроницаемости следует принимать на одну ступень выше требуемой.

5.1.3.13 Марки бетона по морозостойкости следует назначать в зависимости от климатических условий района строительства плотины и рас-

четного числа циклов попеременного замораживания и оттаивания в год в соответствии с таблицей 5.2.

Таблица 5.2 **Марки бетона по морозостойкости**

Определяемый параметр	Зоны плотин	
	бетонных	железобетонных
Надводная зона (зона 1)	F150	F200
Водосливы и водосбросы (зона II)	F400	F400
Подводная (зона III)	-	F100
Внутренняя (зона IV)	-	-
Переменного уровня (зона II) при числе циклов попеременного замораживания и оттаивания в год:		
До 50 вкл.	F150	F200
Св.50 до 75	F200	F300
Св.75 до 100	F300	F400
Св.100 до 150	F400	F500
св.150 до 200	F500	F600

Примечание – При числе расчетных циклов более 200 следует применять специальные виды бетонов (с комплексными добавками) или конструктивную теплозащиту.

5.1.3.14 Расчетные сопротивления бетона плотин в возрасте 180 суток (или 1 год) следует определять, исходя из устанавливаемых при проектировании расчетных сопротивлений бетона, требуемых ко времени нагружения сооружения эксплуатационными нагрузками, с учетом реального возраста, который будет иметь бетон к указанному времени, и условий возведения плотины.

5.1.3.15. Класс бетона и раствора омоноличивания должен быть не ниже класса бетона омоноличиваемых конструкций, если последний не ниже В25.

Основные положения по расчетам на прочность

5.1.3.16 Расчеты бетонных и железобетонных плотин следует производить в соответствии с требованиями приложения Ж.

5.1.3.17 Расчеты плотин надлежит производить по методу предельных состояний:

– предельные состояния первой группы – расчеты на общую прочность и устойчивость, а также на местную прочность элементов плотин;

– предельные состояния второй группы – расчеты сооружений по образованию трещин, а также по раскрытию строительных швов в бетонных и трещин в железобетонных конструкциях.

5.1.3.18 Расчеты плотин, их оснований и отдельных элементов на прочность и устойчивость следует проводить для наиболее неблагоприятных

расчетных случаев эксплуатационного и строительного периодов с учетом последовательности возведения и нагружения плотины и прогноза изменения температурного режима.

5.1.3.19 Расчеты на прочность плотин I-III классов, возводимых на нескальных основаниях, должны выполняться с учетом пространственной работы несущих элементов конструкции. При этом внутренние усилия следует определять с учетом неупругого поведения конструкций, вызванного трещинообразованием в бетоне.

5.1.3.20 В тех случаях, когда в сооружении возможно раскрытие строительных швов, появление и раскрытие трещин, а в основании – нарушение сплошности в растянутых зонах, должен производиться расчет сооружения на прочность по образовавшимся вторичным схемам.

Отказ от расчета сооружений по вторичным схемам допускается при специальном обосновании, включающем установление соответствующих условий прочности сооружения.

5.1.3.21 В расчетах бетонных плотин на общую прочность и по деформациям в случаях, когда в расчетной схеме профиля сооружения наличие швов не учитывается, расчетное значение модуля деформации бетонной кладки плотины F_{bd} определяется с учетом начального значения модуля упругости бетона E_b, числа вертикальных швов бетонирования по подошве секции плотины, высоты блоков бетонирования, методов бетонирования.

5.1.3.22 При возрасте бетона 180 суток и более начальный модуль упругости бетона плотин допускается принимать по таблице 5.3.

Таблица 5.3 **Значения начального модуля упругости бетона E_b**

Осадка конуса бетонной смеси, см	Максимальный размер крупного заполнителя, D_{max}, мм	Начальные модули упругости бетона при сжатии и растяжении $E_b.10^3$, МПа, при проектном классе бетона по прочности на сжатие							
		B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30
<4	40	23,5	28,0	31,0	33,5	35,5	38,5	40,5	42,5
	80	26	30,5	34,0	36,5	38,5	41,5	43,5	45,0
	120	28,0	33,0	36,5	38,5	40,5	43,5	43,5	47,0
4 ÷ 8	40	19,5	24,0	27,0	29,5	31,5	34,5	37,0	39,0
	80	22,5	28,0	30,0	32,5	34,5	37,5	40,0	42,0
	120	24,5	29,0	32,5	35,0	37,0	40,0	42,0	43,5
>8	40	13,0	16,0	18,0	21,0	23,0	27,0	30,0	32,5
	80	15,0	19,0	22,0	24,5	26,5	30,0	33,0	35,0
	120	17,5	21,5	24,5	27,0	29,0	32,5	35,0	37,0

5.1.3.23 Расчетные сопротивления бетона снижаются (или повышаются) путем умножения на коэффициенты условий работы бетона γ_m, учиты-

вающие влияние на прочность бетона сочетаний нагрузок, градиентов деформаций по сечению, формы поперечного сечения элемента, сложного напряженного состояния, строительных швов, многократного повторения нагрузок, других факторов и определяемые в соответствии с указаниями главы 5.1.4 стандарта.

5.1.3.24 При проектировании поверхностных и глубинных водосбросных отверстий плотин следует выполнять расчет прочности опорных конструкций затворов (пазов, консолей и т.п.). Расчеты прочности этих конструкций следует выполнять методами теории упругости с учетом совместной работы стальных опорных деталей и бетонного основания.

При проектировании нагрузок на опорный рельс паза, превышающих 2500 кН/м, кроме расчетов на прочность пазовых конструкций, рекомендуется выполнять экспериментальные исследования на моделях этих конструкций.

5.1.4 Нормы и требования при проектировании бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений

5.1.4.1 Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений надлежит проектировать в соответствии с правилами, изложенными в приложениях Г и Ж.

5.1.4.2 Проектирование бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений (определение геометрических параметров, назначение классов бетона и арматуры, марок бетона по водонепроницаемости и морозостойкости, разработка схем армирования и др.) следует выполнять из условия обеспечения прочности и устойчивости положения и формы конструкции, долговечности сооружения, а также жесткости конструкции (если этого требуют условия эксплуатации).

5.1.4.3 Расчеты бетонных и железобетонных конструкций ГТС необходимо проводить по методу предельных состояний в соответствии правилами, изложенными в приложении Ж. По предельным состояниям первой группы следует проводить расчеты при всех сочетаниях нагрузок и воздействий, а по предельным состояниям второй группы – только при основном сочетании нагрузок и воздействий.

5.1.4.4 Бетонные конструкции необходимо рассчитывать:

– по предельным состояниям первой группы – на прочность с проверкой устойчивости положения и формы конструкции;

– по предельным состояниям второй группы – на образование трещин.

Железобетонные и сталежелезобетонные конструкции следует рассчитывать:

– по предельным состояниям первой группы – на прочность с проверкой устойчивости и по выносливости при многократно повторяющейся нагрузке;

– по предельным состояниям второй группы – на образование трещин (трещиностойкие конструкции) и на деформации (нетрещиностойкие конструкции).

При проектировании сталебетонных конструкций необходимо дополнительно рассчитывать на прочность следующие элементы:

– металлические облицовки – на действие транспортных, монтажных и строительных нагрузок,

– железобетонные части элементов водопроводящего тракта – при действии нагрузок аварийного разрыва облицовки;

– анкеры, обеспечивающие совместную работу листовой арматуры и бетона.

5.1.4.5 Для конструкций, заанкеренных в основании плотины, наряду с расчетом на прочность следует производить экспериментальные исследования для определения несущей способности анкерных устройств и релаксации напряжений в бетоне, скальном основании и анкерах. Необходимо предусмотреть мероприятия по защите анкеров от коррозии.

5.1.4.6 При расчете элементов сборных конструкций на усилия, возникающие при подъеме, транспортировании и монтаже, нагрузку от собственного веса элемента следует вводить в расчет с коэффициентами динамичности.

5.1.4.7 При расчете статически определимых стержневых систем, тонких плит и арок по предельным состояниям первой и второй групп внутренние усилия, перемещения и углы поворота следует определять методами сопротивления материалов. В статически неопределимых стержневых конструкциях внутренние усилия и перемещения следует определять методами строительной механики. При оценке прочности и трещиностойкости элементов по напряжениям (балки-стенки, консольные стенки, толстые арки, трубы и объемные элементы) последние определяются методами теории упругости или экспериментально.

5.1.4.8 В сечениях напорных стержневых систем, плиточных, арочных и кольцевых элементов следует учитывать противодавление в соответствии с правилами, изложенными в приложении В.

5.1.4.9 При проектировании бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений должны быть предусмотрены мероприятия, обеспечивающие их долговечность (заданный срок эксплуатации без капитального ремонта и реконструкции).

5.1.4.10 Проектирование гидроизоляционных и теплоизоляционных покрытий надлежит осуществлять в соответствии с правилами, изложенными в приложении В.

5.1.4.11 Расчеты по определению ширины раскрытия трещин в железобетонных конструкциях гидротехнических сооружений следует выполнять в соответствии с правилами, изложенными в приложении Г.

5.1.5 Нормы и требования при проектировании водопропускных сооружений

Общие положения

Проектирование водопропускных сооружений необходимо производить, исходя из требований пропуска расчетного расхода воды поверочного расчетного случая.

Максимальные расходы воды надлежит принимать, исходя из ежегодной вероятности превышения (обеспеченности), устанавливаемой в зависимости от класса сооружений для двух расчетных случаев – основного и поверочного [3]:

Таблица 5.4 **Ежегодные вероятности *P*, %, превышения расчетных максимальных расходов воды**

Расчетные случаи	Классы сооружений			
	I	II	III	IV
Основной	0,1	1,0	3,0	5,0
Поверочный	0,01*	0,1	0,5	1,0

Примечание – * Поверочный расход принимается увеличенным на значение гарантийной поправки ΔQ, которое определяется в зависимости от гидрологической изученности реки и принятого вероятностного закона распределения максимальных расходов воды.

Расчетный расход воды, подлежащий пропуску в процессе эксплуатации через постоянные водопропускные сооружения гидроузла, следует определять исходя из расчетного максимального расхода с учетом трансформации его создаваемыми для данного гидротехнического сооружения или действующими водохранилищами и изменения условий формирования стока, вызванного хозяйственной деятельностью в бассейне реки.

Пропуск расчетного расхода воды для основного расчетного случая должен обеспечиваться при НПУ через все эксплуатационные водопропускные сооружения гидроузла.

При пропуске расходов воды основного расчетного случая через водосливы, необорудованные затворами, при определении гидростатической нагрузки следует учитывать, что уровни верхнего бьефа устанавливаются выше отметки НПУ.

При количестве затворов на водосбросной плотине более шести следует учитывать вероятную невозможность открытия одного затвора и исключать один пролет из расчета пропуска паводка.

Учет пропускной способности гидроагрегатов в пропуске расчетных паводочных расходов должен быть обоснован при проектировании каждого конкретного гидроузла в зависимости от количества агрегатов гидроэлектростанции, условий ее работы в энергосистеме, вероятности аварийных ситуаций на ГЭС, а также фактического напора на ГЭС. Для совмещенных ГЭС должно быть учтено влияние на действующий напор гидротурбины работающего одновременно в том же блоке водосброса (водослива).

Пропуск поверочного расчетного расхода должен осуществляться при наивысшем технически и экономически обоснованном форсированном подпорном уровне (ФПУ) всеми водопропускными сооружениями гидроузла, включая эксплуатационные водосбросы, турбины ГЭС, водозаборные сооружения оросительных систем и систем водоснабжения, судоходные шлюзы, рыбопропускные сооружения и резервные водосбросы. При этом, учитывая кратковременность прохождения пика паводка, допускаются:

– уменьшение выработки электроэнергии ГЭС;

– нарушение нормальной работы водозаборных сооружений, не приводящее к созданию аварийных ситуаций на объектах – потребителях воды;

– повреждение резервных водосбросов, не снижающее надежности основных сооружений.

5.1.5.1 Назначение удельного расхода воды в нижнем бьефе водосбросных, водоспускных и водовыпускных сооружений, выбор их конструкции, режима сопряжения бьефов и гашения энергии, конструкций концевых устройств (носков-трамплинов, носков-уступов, водобоев, рисберм), креплений берегов, раздельных и сопрягающих стен надлежит обосновывать технико-экономическим сравнением вариантов с учетом геологических условий, неравномерного распределения расхода по ширине водосливного фронта, требований к гидравлическому режиму руслового потока в бьефах и изменения уровней воды в нижнем бьефе, вызываемого трансформацией русла после зарегулирования реки.

5.1.5.2 При выборе компоновки и проектировании водопропускных сооружений и их сопряжений с нижним бьефом надлежит обеспечивать:

– защиту сооружений гидроузла от опасного размыва их оснований,

– защиту зданий ГЭС и судоходных каналов от воздействий сбросного потока,

– предупреждение деформаций русла, неблагоприятных для эксплуатации этих сооружений.

Не следует располагать береговые водосбросы в пределах потенциально неустойчивых склонов.

5.1.5.3 Для элементов водосбросных сооружений необходимо учитывать гидродинамические воздействия и возможность истирания их поверхности наносами, а также повреждения камнями и другими предметами, транспортируемыми потоком. При скоростях течения более 12–14 м/с следует учитывать кавитационные воздействия на обтекаемые поверхности.

5.1.5.4 Для сооружений I, II и III классов необходимо производить сравнение технико-экономических показателей разработанных вариантов по результатам гидравлических расчетов и лабораторных исследований. Для сооружений IV класса сравнение вариантов следует производить по результатам гидравлических расчетов и по аналогам.

Водосбросы, водовыпуски и водоспуски бетонных плотин

5.1.5.6 Оголовки водосливных плотин всех классов следует проектировать безвакуумными с профилем криволинейного очертания. Прямоугольные или трапецеидальные профили применяются при надлежащем обосновании при напорах до 12 м.

5.1.5.7 При проектировании водосбросных сооружений плотин и креплений нижнего бьефа, обтекаемых потоком со скоростью более 15 м/с, следует предусматривать мероприятия, исключающие кавитационные явления.

5.1.5.8 Водосбросные бетонные и железобетонные плотины на любом типе оснований надлежит разбивать на секции температурно-осадочными швами. При однородных основаниях в ряде случаев допускается ограничиваться устройством швов-надрезов.

5.1.5.9 Заглубление фундаментной плиты в грунт следует предусматривать с учетом требований статической устойчивости, гидравлических и фильтрационных условий.

Береговые водосбросы

5.1.5.10 Береговые открытые водосбросы следует проектировать в виде быстротоков и (или) перепадов. При проектировании необходимо учитывать топографические, геологические, сейсмологические и другие факторы, а также необходимость удовлетворительных условий сопряжения бьефов.

5.1.5.11 При проектировании водосбросов в горных и предгорных районах следует рассматривать варианты закрытых водосбросов в виде напорных и безнапорных туннелей. Выбор типа водосброса (открытый или закрытый) обосновывается технико-экономическим сравнением вариантов.

5.1.5.12 Конструктивно-технические решения входных участков береговых водосбросов (водосливных оголовков, порталов глубинных водосбросов, шахтных, башенных или траншейных водоприемников) должны определяться условиями пропуска расходов основного и поверочного случаев при соответствующих отметках верхнего бьефа.

Крепление нижнего бьефа и концевые устройства водосбросов

5.1.5.13 Гашение энергии в нижнем бьефе за водосбросными сооружениями на нескальном основании, как правило, надлежит осуществлять на креплении, в состав которого могут входить водобой и рисберма (жесткая

и гибкая), усиленные гасителями и направляющими элементами, а также концевые устройства в виде зуба и(или) переходного крепления. Отметку поверхности водобоя, рисбермы и концевого участка, их длину и толщину следует назначать на основании гидравлических исследований, статических расчетов и технико-экономического сравнения вариантов.

При необходимость следует предусматривать мероприятия по пропуску воды и льда в строительный период.

5.1.5.14 Выбор типа гасителей, их расположение на водобое необходимо определять на основании технико-экономического сравнения вариантов с учетом допустимых глубин на водобое, условий возникновения кавитации и сбойности течения, а также размывающей способности потока ниже гасителей.

Конструкция гасителя наряду с гашением энергии должна обеспечивать устойчивость потока и исключать опасность возникновения сбойных течений.

5.1.5.15 Толщины плит водобоя и рисбермы следует определять расчетным путем, из условий обеспечения их прочности и устойчивости с учетом осредненных и пульсационных нагрузок.

Длина и профиль рисбермы, конструкция переходного крепления от рисбермы к незакрепленному руслу должны определяться на основе технико-экономического сравнения вариантов с учетом гидравлических условий в начале незакрепленного русла.

5.1.5.16 Во избежание отрыва плит водобоя и рисбермы при пропуске больших сбросных расходов через плотину необходимо предусматривать мероприятия по уменьшению противодавления в подплитных областях и исключению суффозионных процессов в подстилающем грунте.

5.1.5.17 При проектировании крепления нижнего бьефа за водосбросной плотиной необходимо предусмотреть мероприятия, предотвращающие подмыв и разрушение на концевом участке, в частности при образовании воронки размыва.

5.1.5.18 При проектировании крепления за водосбросными плотинами, возводимыми на скальных и полускальных основаниях, наряду со схемой сопряжения бьефов с гидравлическим прыжком, надлежит рассматривать варианты отброса струи в нижний бьеф на безопасное расстояние. При этом необходимо использовать технические решения, уменьшающие гидродинамическое воздействие потока на сооружения и берега и усиливающие прочность контакта сопряжения со скальными породами основания. Крепление дна в ряде случаев может отсутствовать или быть ограничено водобоем. В узких створах необходимо исключить опасное воздействие потока на берега каньона.

5.1.5.19 При проектировании водосбросных сооружений следует разрабатывать правила маневрирования затворами с целью минимизации неблагоприятных воздействий сбрасываемых потоков на конструкции нижнего бьефа плотины и речные берега.

Туннельные и трубчатые водосбросы

5.1.5.20 Водосбросные сооружения замкнутого поперечного сечения туннельные и трубчатые следует использовать в тех случаях, когда при принятой компоновке гидроузла и в связи с требованиями организации строительства необходимо обеспечить сброс воды сквозь тело напорного сооружения (трубчатые) или в обход его (туннельные).

5.1.5.21 При проектировании водоводов и сооружений на них следует выполнять гидравлические расчеты, а в необходимых случаях – лабораторные гидравлические исследования для определения:

– пропускной способности и потерь напора по длине водовода,

– уровней воды и их колебаний в безнапорных водоводах при неравномерном и неустановившемся движении воды,

– осредненных и пульсационных составляющих давления при прогнозе гидродинамических нагрузок и возможности возникновения кавитации,

– экстремальных значений давления воды по длине напорных водоводов в случае гидравлического удара.

5.1.5.22 Выбор трассы и типа гидротехнических туннелей, конструкции крепления и формы поперечного сечения туннелей следует выполнять на основе технико-экономического сравнения вариантов.

5.1.5.23 При проектировании туннелей в районах распространения многолетнемерзлых грунтов следует учитывать температурный режим массива, его криогенное строение и изменение свойств пород вмещающего массива в процессе строительства и эксплуатации.

5.1.5.24 Выбор типа и конструкции трубопровода следует производить на основе технико-экономического сопоставления вариантов с учетом его назначения, общей компоновки сооружений, условий монтажа и эксплуатации, напора, геомеханических характеристик грунтов основания. При низких показателях прочностных и деформационных свойств грунтов необходимо предусматривать специальные мероприятия по укреплению грунтов.

5.1.5.25 К железобетонным и сталежелезобетонным трубопроводам необходимо предъявлять требования по ограничению ширины раскрытия трещин, обеспечивающие долговечность конструкции по условиям коррозии арматуры и бетона, а также достаточную фильтрационную непроницаемость. Следует предусматривать защиту от коррозии металла.

Каналы и бассейны суточного регулирования

5.1.5.26 Выбор трассы, параметров, типа деривационного, а также подводящего и отводящего каналов гидроэлектростанции должен быть обоснован сопоставлением вариантов с учетом пропускной способности, объемов работ, потерь воды и напора, требований охраны окружающей среды.

5.1.5.27 Для каналов следует предусматривать мероприятия по защите от подтопления и заболачивания территории вдоль трассы, а также от зарастания каналов водной растительностью.

5.1.5.28 Откосы канала следует предохранять от разрушения дождевыми и талыми водами. Заложение откосов каналов в любых грунтах должно быть обосновано расчетами устойчивости. Для защиты откосов и дна канала от размывов и механических повреждений следует предусматривать устройство креплений, а для уменьшения потерь на фильтрацию – противофильтрационных элементов.

5.1.5.29 Превышение гребня ограждающих дамб и бровки берм над наивысшим уровнем воды в канале следует принимать в соответствии с указаниями главы 5.1.2. Ширину гребня дамб и берм надлежит назначать исходя из требований эксплуатации и производства работ. При проектировании канала следует также учитывать условия его зимней эксплуатации.

5.1.5.30 Вдоль канала необходимо предусматривать прокладку служебных дорог, а также устройство ограждений в районах населенных пунктов и в местах прогона скота.

5.1.5.31 Бассейны суточного регулирования деривационных ГЭС надлежит предусматривать при отсутствии достаточных регулирующих емкостей в верхнем бьефе плотин и в деривационных водоводах.

При проектировании бассейнов суточного регулирования ГЭС с пиковым режимом (в том числе – бассейнов ГАЭС) надлежит учитывать особенности уровенного режима, льдообразования и заиления наносами.

При проектировании бассейнов ГАЭС также следует, помимо указанного, предусмотреть мероприятия, обеспечивающие гашение энергии воды, поступающей из напорных водоводов.

5.1.5.32 В составе сооружений напорного бассейна надлежит предусматривать сооружения автоматического действия, обеспечивающие пропуск всего расхода ГЭС, при ее остановке.

Защита от плавающих тел, льда и наносов

5.1.5.33 Необходимо предусматривать компоновочные решения и конструктивные мероприятия по защите водоприемников, водоводов и каналов от попадания в них влекомых наносов, плавающих тел, топляков, льда и шуги.

5.1.5.34 На реках с большим количеством наносов в составе гидроузлов необходимо предусматривать наносоулавливающие сооружения и устройства – отстойники, песко- и гравиеулавливающие устройства. Выбор типа отстойника (с непрерывным и периодическим промывом либо с механической очисткой) следует обосновывать технико-экономическим сравнением вариантов с учетом строительных и эксплуатационных показаний.

5.1.5.35 Проектирование рыбозащитных и рыбоохранных устройств следует проводить с учетом требований приложения И.

5.1.6 Нормы и требования при проектировании береговых, сопрягающих и раздельных устоев и стен

5.1.6.1 При проектировании речных гидроузлов места сопряжения бетонных сооружений (зданий ГЭС, водосбросных плотин и т.п.) с грунтовыми сооружениями (плотинами, дамбами) и с берегами, как правило, оформляются в виде сопрягающих и береговых устоев, конструктивно выполняемых в виде подпорных стен.

5.1.6.2 Раздельные устои, сооружаемые в местах непосредственного примыкания бетонных водопропускных сооружений разного назначения (здания ГЭС, водосбросные плотины и других водопропускных сооружений), должны обеспечивать приемлемые гидравлические режимы в бьефах при всех предусмотренных проектом сочетаниях условий работы этих сооружений.

При проектировании водопропускных сооружений строительного периода следует оценивать целесообразность использования раздельных устоев в качестве элементов продольной перемычки, а также размещения в них трубчатых водосбросов для пропуска расходов реки через створ строящегося гидроузла после перекрытия русла.

5.1.6.3 Раздельные стены должны обеспечивать возможность разделения и регулирования с помощью затворов расхода, пропускаемого через водопропускные сооружения, создания благоприятных гидравлических режимов на водосбросном тракте.

5.1.6.4 При проектировании сопрягающих сооружений со зданиями ГЭС следует учитывать требования стандарта [4].

Основные положения проектирования

5.1.6.5 Проектирование раздельных устоев и стен должно выполняться в соответствии с требованиями приложения Г.

5.1.6.6 Размеры раздельных стен водосбросных сооружений следует назначать в зависимости от типа и конструкции затворов, размеров водосбросных отверстий, эксплуатационных и аварийных выходов из продольных галерей, размеров и конструкции мостовых пролетных строений.

5.1.6.7 Отметку верха раздельных стен водосливной плотины со стороны верхнего бьефа следует назначать с учетом отметки гребня глухой плотины, типа затворов, условий маневрирования ими, подъемных и транспортных механизмов, наличия мостового перехода и его габаритов по высоте. Отметку верха стен следует принимать наивысшей из определенных по каждому из перечисленных условий.

5.1.6.8 Очертание раздельных стен в плане со стороны верхнего бьефа должно обеспечивать плавный вход воды в водопропускное отверстие и минимальное сжатие потока.

5.1.6.9 Очертание в плане и высоту раздельных стен на тракте водосбросов и со стороны нижнего бьефа следует определять общими конструктивными требованиями с учетом прочностных и гидравлических условий, расположения мостовых конструкций и других сооружений, а также незатопления верха стен.

5.1.6.10 Лицевую грань сопрягающих, береговых и раздельных устоев в пределах водосброса следует конструировать аналогично граням раздельных стен.

5.1.6.11 При проектировании автомобильных или железнодорожных мостов по раздельным стенам и устоям водосбросов к ним следует предъявлять дополнительно требования как к мостовым опорам.

Основные расчетные положения

5.1.6.12 Подпорные стены следует рассчитывать по методу предельных состояний – по первой и второй группам предельных состояний.

5.1.6.13 При расчетах подпорных стен следует учитывать совместную работу сооружения с основанием и грунтом засыпки. При этом боковое давление грунта засыпки надлежит определять с учетом прочностных свойств грунта, последовательности строительства сооружения и устройства засыпки, изменений уровня воды и температуры окружающей среды в процессе эксплуатации.

5.1.6.14 Подпорные стены и другие аналогичные сооружения, возводимые на скальных основаниях, кроме обычных расчетов на сдвиг, следует дополнительно рассчитывать на опрокидывание, а также на сдвиг с поворотом в плане.

5.1.7 Нормы и требования при проектировании гидротехнических сооружений в сейсмических районах

Общие положения

5.1.7.1 При проектировании гидротехнических сооружений, размещаемых в районах с нормативной сейсмичностью $I^{норм}$, равной 6 баллам и более по сейсмической шкале MSK-64, следует выполнять дополнительные требования по обеспечению их безопасности.

Указанные требования следует выполнять при проектировании, строительстве, вводе в эксплуатацию, эксплуатации, обследовании реального состояния, декларировании безопасности, реконструкции, восстановлении, консервации и ликвидации гидротехнических сооружений с соблюдением требований приложения Д.

5.1.7.2 При определении нормативной сейсмичности надлежит использовать следующие карты общего сейсмического районирования (ОСР-97 [5]):

– карту С – для водоподпорных сооружений в составе напорного фронта водоподпорного сооружения I и II класса – при расчете этих сооружений на максимальное расчетное землетрясение (МРЗ);

– карту А – для всех сооружений при расчете их на проектное землетрясение (ПЗ).

5.1.7.3 Гидротехнические сооружения должны воспринимать ПЗ без угрозы для жизни и здоровья людей и с сохранением собственной ремонтопригодности (для водоподпорных сооружений – при любом предусмотренном правилами эксплуатации уровне верхнего бьефа). Остаточные смещения, деформации, трещины и иные повреждения не должны нарушать нормальную эксплуатацию объекта.

Водоподпорные сооружения I и II классов должны обладать способностью воспринимать МРЗ без угрозы собственного разрушения или прорыва напорного фронта. При этом допускаются любые иные повреждения сооружения и основания, в том числе – нарушающие нормальную эксплуатацию объекта.

Определение нормативной, исходной и расчетной сейсмичности

5.1.7.4 Исходная сейсмичность $I^{исх}$ площадки водоподпорного сооружения определяется для ПЗ и МРЗ методами детального сейсмического районирования (ДСР) или уточнения исходной сейсмичности (УИС). Сейсмотектоническая модель района расположения объекта должна включать карту и характеристики основных зон возможных очагов землетрясений (ВОЗ).

Исходную сейсмичность остальных гидротехнических сооружений для ПЗ допускается принимать равной значению $I_{500}^{\text{норм}}$, определяемому по карте А ОСР-97.

В тех случаях, когда нормативная сейсмичность района на соответствующих картах ОСР-97 (п.5.1.7.2) превышает 9 баллов, исходная сейсмичность площадки строительства независимо от вида и класса гидротехнического сооружения должна определяться на основе ДСР или УИС.

5.1.7.5 Расчетная сейсмичность $I^{\text{расч}}$ площадки водоподпорного сооружения I или II класса определяется для ПЗ и МРЗ инструментальными и расчетными методами сейсмического микрорайонирования (СМР).

Расчетная сейсмичность остальных гидротехнических сооружений определяется для ПЗ методами СМР; при отсутствии соответствующих исследований значение $I^{\text{расч}}$ принимается с использованием результатов инженерно-геологических изысканий на площадке строительства.

В тех случаях, когда расчетная сейсмичность площадки определяется методами СМР, дополнительно устанавливаются скоростные, частотные и резонансные характеристики грунта основания сооружения.

5.1.7.6 На предпроектных стадиях при выборе площадки гидротехнического сооружения исходную сейсмичность допускается определять по картам А и С ОСР-97 (для ПЗ и МРЗ соответственно), а расчетную сейсмичность – по [5].

5.1.7.7 Строительство гидротехнических сооружений на площадках с расчетной сейсмичностью 9 баллов при наличии грунтов III категории по сейсмическим свойствам требует специального обоснования.

Строительство гидротехнических сооружений на площадках с расчетной сейсмичностью более 9 баллов допускается только по согласованию с уполномоченными органами исполнительной власти в области надзора за строительством.

Учет сейсмических воздействий и определение их характеристик

5.1.7.8 Сейсмические воздействия учитываются в тех случаях, когда значение $I^{\text{расч}}$ составляет 7 баллов и более.

Сейсмические воздействия включаются в состав особых сочетаний нагрузок и воздействий.

При проектировании гидротехнических сооружений в сейсмоопасных районах следует руководствоваться требованиями приложения Д.

5.1.7.9 Значение периода повторяемости проектного землетрясения $I_{\text{пов}}^{\text{ПЗ}}$ принимается по усмотрению Заказчика в диапазоне от назначенного срока службы сооружения до 500 лет (но не менее 100 лет).

Значение периода повторяемости максимального расчетного землетрясения $I_{\text{пов}}^{\text{МРЗ}}$ принимается равным 10000 лет; при соответствующем обосновании, по усмотрению Заказчика, значение $I_{\text{пов}}^{\text{МРЗ}}$ допускается принимать в диапазоне от 5000 до 10000 лет.

5.1.7.10 Для водоподпорных сооружений I или II класса должны быть установлены расположение и характеристики основных зон возможных очагов землетрясений (ВОЗ) сейсмического района, включая параметры сейсмических воздействий и направление подхода к сооружению сейсмических волн из расположенных в указанных зонах очагов землетрясений.

На основе выполненных исследований для площадки гидротехнического сооружения устанавливаются значения максимальных пиковых ускорений основания при проектном землетрясении $a_{\text{п}}^{\text{ПЗ}}$ и максимальном расчетном землетрясении $a_{\text{п}}^{\text{МРЗ}}$ (с обеспеченностью не менее 50%).

Расчетные сейсмические воздействия допускается моделировать расчетными акселерограммами (РА).

5.1.7.11 Для гидротехнических сооружений, не перечисленных в п.5.1.7.10, характеристикой расчетного сейсмического воздействия служит значение сейсмического ускорения основания.

Расчеты сооружений на сейсмические воздействия

5.1.7.12 Гидротехнические сооружения, в зависимости от вида и класса сооружения и уровня расчетного землетрясения (ПЗ или МРЗ), следует рассчитывать на сейсмические воздействия методами динамической теории (ДТ) или линейно-спектральной теории (ЛСТ). Общая схема использования различных методов расчета сооружений на сейсмические воздействия приведена в таблице 5.5.

Таблица 5.5 **Схема использования методов расчета гидротехнических сооружений на сейсмические воздействия**

Расчетное землетрясение	Класс сооружений		
	I – II	III – IV	I – IV
	Водоподпорные сооружения		Остальные ГТС
ПЗ	ДТ	ЛСТ	ЛСТ
МРЗ	ДТ	–	–

5.1.7.13 В расчетах сейсмостойкости гидротехнических сооружений с использованием динамической теории (ДТ) сейсмическое ускорение основания задается расчетной акселерограммой землетрясения (РА).

В качестве исходного сейсмического воздействия могут задаваться также велосиграммы либо сейсмограммы.

Гидротехнические сооружения рассчитываются по ДТ на ПЗ, как правило, с применением линейного временного динамического анализа, а на МРЗ - нелинейного или линейного временного динамического анализа.

5.1.7.14 В расчетах сооружений на ПЗ по ЛСТ материалы сооружения и основания считаются линейно-упругими; в поведении системы «сооружение-основание» отсутствует геометрическая, конструктивная или физическая нелинейность.

Плотность материалов сооружений и грунтов оснований следует определять согласно указаниям ГОСТ 12536-79, ГОСТ 30416-96, ГОСТ 5180-84, а также норм проектирования конкретных видов сооружений. При этом плотность материалов и грунтов устанавливается с учетом степени их водонасыщения.

Динамические деформационные и прочностные характеристики материалов сооружений и грунтов оснований при расчете сейсмостойкости гидротехнических сооружений следует определять экспериментально, в том числе – с использованием геофизических методов.

При отсутствии экспериментальных данных эти характеристики допускается определять по корреляционным связям со статическими характеристиками.

5.1.7.15 При наличии в основании, боковой засыпке или теле гидротехнического сооружения водонасыщенных несвязных или слабосвязных грунтов следует выполнять исследования для оценки области и степени возможного разжижения этих грунтов при сейсмических воздействиях.

При этом следует учитывать также влияние возможных при сейсмических воздействиях других видов локальных разуплотнений и разрушений грунта (например, при наличии в указанных элементах сооружения глинистых тиксотропных грунтов – возможность текучести этих грунтов).

5.1.7.16 При расчетах гидротехнических сооружений на ПЗ оценка их прочности и устойчивости выполняется по критериям, принятым в нормах проектирования конкретных видов сооружений. Эти критерии должны соответствовать требованиям, предъявляемым к сооружениям при расчете их на ПЗ.

Для оценки прочности и устойчивости сооружений при расчете на МРЗ должны использоваться специально разработанные критерии, обеспечивающие выполнение требований п. 5.1.7.3 и принятые проектной организацией.

5.1.7.17 Для определения напряженно-деформированного состояния гидротехнического сооружения при сейсмических воздействиях следует применять расчетные схемы, как правило, соответствующие расчету сооружения на нагрузки и воздействия основного сочетания. При этом следует

учитывать направление сейсмического воздействия относительно сооружения и пространственный характер колебаний сооружения при землетрясении.

5.1.7.18 В расчетах прочности гидротехнических сооружений с учетом сейсмических воздействий в случае контакта боковых граней сооружения с грунтом (в том числе – наносами) следует учитывать влияние сейсмических воздействий на боковое давления грунта.

5.1.7.19 Проверка устойчивости гидротехнических сооружений и их оснований с учетом сейсмических нагрузок должна производиться в соответствии с указаниями приложения Д.

В тех случаях, когда по расчетной схеме при потере устойчивости сооружение сдвигается совместно с частью грунтового массива, в расчетах устойчивости сооружений и их оснований следует учитывать сейсмические силы в сдвигаемой части расчетной области основания. Применение иных схем учета грунтовых сейсмических сил требует соответствующего обоснования.

При расчете устойчивости откосов сооружений из грунтовых материалов и склонов с использованием ЛСТ сейсмические силы, действующие на сдвигаемую часть откосов и склонов, допускается определять инженерными методами (с учетом примененных методов проверки устойчивости).

5.1.7.20 В тех случаях, когда прогнозируется отложение у верховой грани сооружения наносов, следует учитывать влияние этих наносов в расчетах прочности и устойчивости сооружения при сейсмических воздействиях.

5.1.7.21 В створе сооружения, в зоне водохранилища и нижнем бьефе подлежат проверке на устойчивость участки береговых склонов, потенциально опасные в отношении возможности обрушения при землетрясениях больших масс горных пород и отдельных скальных массивов, результатом чего могут быть повреждения основных сооружений гидроузла, образование волн перелива и затопление населенных пунктов или промышленных предприятий, разного рода нарушения нормальной эксплуатации гидротехнического сооружения.

5.1.7.22 В расчетах устойчивости гидротехнических сооружений, их оснований и береговых склонов следует учитывать возникающие под влиянием сейсмических воздействий дополнительное (динамическое) поровое давление, а также изменения деформационных, прочностных и других характеристик грунта.

5.1.7.23 Подземные сооружения I и II классов на сейсмические воздействия на уровнях ПЗ и МРЗ рассчитываются по ДТ. В этих случаях напряженно-деформированное состояние сооружения определяется из единого динамического расчета системы, включающей вмещающую подземное сооружение грунтовую среду и само сооружение.

В расчетах подземных сооружений типа гидротехнических туннелей, как по ДТ, так и по ЛСТ, следует учитывать сейсмическое давление воды.

5.1.7.24 В расчетах гидротехнических сооружений на сейсмические воздействия при определении периодов собственных колебаний и сейсмических нагрузок следует учитывать инерционное влияние колеблющейся со-

вместно с сооружением части жидкости. Сейсмическое давление воды на сооружение допускается не учитывать, если глубина водоема у сооружения менее 10 м.

Мероприятия по повышению сейсмостойкости гидротехнических сооружений

5.1.7.25 При необходимости размещения сооружений на участке тектонического разлома основные сооружения гидроузла (плотины, здания ГЭС, водосбросы) следует размещать на едином структурно-тектоническом блоке, в пределах которого исключена возможность взаимных подвижек частей сооружения.

При невозможности исключения взаимных подвижек частей сооружения в проекте должны быть разработаны специальные конструктивные мероприятия, позволяющие воспринять дифференцированные подвижки без ущерба для безопасности сооружения.

5.1.7.26 Строительство водоподпорных и других сооружений, входящих в состав напорного фронта, на оползнеопасных участках допускается только при осуществлении мероприятий, исключающих образование оползневых деформаций в основании сооружения и береговых склонах в створе сооружения.

5.1.7.27 При возможности нарушения устойчивости сооружения, а также развития чрезмерных деформаций в теле сооружения и в основании вследствие разжижения и других деструктивных изменений состояния грунтов в основании или теле сооружения под влиянием сейсмических воздействий следует предусматривать искусственное уплотнение или укрепление этих грунтов.

5.1.7.28 Для каменно-земляных плотин в сейсмических районах с верховой стороны ядер и экранов следует предусматривать устройство фильтров (переходных слоев), при этом подбор состава первого слоя фильтра должен обеспечивать кольматацию (самозалечивание) трещин, которые могут образоваться в противофильтрационном элементе при землетрясении.

5.1.7.29 Верховые водонасыщенные призмы плотин из грунтовых материалов следует проектировать из крупнозернистых грунтов с повышенными коэффициентами неоднородности и фильтрации (каменная наброска, гравелистые, галечниковые грунты и др.).

5.1.7.30 С целью повышения устойчивости при сейсмических воздействиях верховой упорной призмы плотин из грунтовых материалов с ядрами или диафрагмами надлежит разрабатывать мероприятия, обеспечивающие снижение избыточного порового давления в грунтах.

Геодинамический мониторинг гидротехнических сооружений в процессе эксплуатации

5.1.7.31 В проектах водоподпорных сооружений I и II классов при расчетной сейсмичности площадки строительства для ПЗ 7 баллов и выше, а также при возможности опасных проявлений других геодинамических процессов (современных тектонических движений, оползней, резких изменений напряженно-деформированного состояния или гидрогеологического режима верхних частей вмещающей геологической среды и др.), следует предусматривать создание комплексной системы геодинамического мониторинга, включающей:

– сейсмологический мониторинг за естественными и техногенными землетрясениями на участке плотины и в зоне водохранилища;

– инженерно-сейсмометрический мониторинг на сооружениях и береговых примыканиях;

– геофизический мониторинг физико-механических свойств и напряженно-деформированного состояния сооружения и основания, а также района расположения гидроузла;

– геодезический мониторинг деформационных процессов, происходящих в сооружении и основании, а также земной поверхности в районе водохранилища;

– тестовые динамические испытания сооружения;

– проведение поверочных расчетов сейсмостойкости и оценка сейсмического риска в случае изменения сейсмических условий площадки строительства, свойств основания и сооружения во время эксплуатации;

– систему мероприятий, осуществленных персоналом действующего гидротехнического сооружения по снижению негативного влияния опасных геодинамических процессов и явлений.

Конкретные составы и методы наблюдений и исследований должны разрабатываться по заданию федеральных органов надзора специализированной проектной или исследовательской организацией и охватывать период от начала строительства до конца эксплуатации гидротехнического сооружения.

5.1.7.33 Сейсмологический мониторинг проводится для оперативного слежения за сейсмическим режимом и его изменением во времени. Специальной задачей исследований является выявление взаимосвязи сейсмичности района с режимом эксплуатации водохранилища.

Проект сейсмологического мониторинга разрабатывается с учетом расположения основных сейсмогенерирующих зон, величин максимально возможных магнитуд ожидаемых землетрясений, а также возможных изменений сейсмического фона за весь период наблюдений.

5.1.7.34 Инженерно-сейсмометрический мониторинг должен обеспечивать оперативную информацию о реакции сооружения на сейсмические воздействия.

Схема размещения сейсмометрических пунктов наблюдений разрабатывается на основе результатов динамических расчетов сооружения, а также опыта натурных и модельных исследований.

5.1.7.35 Геофизический мониторинг проводится для контроля за изменением во времени физико-механических свойств и напряженно-деформированного состояния плотины и основания на различных масштабных уровнях.

Геофизический мониторинг выполняется по специальной программе, предусматривающей проведение регулярных, с установленной проектом периодичностью, повторных сейсмических, ультразвуковых и других исследований. Программа геофизического мониторинга составляется на стадии проектирования гидротехнического сооружения.

5.1.7.36 На водоподпорных сооружениях, при сдаче их в эксплуатацию, а затем через каждые 5 лет, следует проводить силами специализированных организаций тестовые испытания по определению динамических характеристик этих сооружений (динамическое тестирование) с составлением динамических паспортов.

В процессе динамического тестирования должны быть определены собственные частоты и формы колебаний, затухание по формам, амплитудно-частотные характеристики динамической податливости.

Динамические характеристики сооружения устанавливаются при нормальном подпорном уровне и при уровне мертвого объема воды в водохранилище.

5.1.7.37 Все текущие данные геодинамического мониторинга должны поступать в специальный банк данных для совместной обработки и интерпретации. Данные об изменении геодинамической обстановки должны поступать и анализироваться в режиме, близком к реальному масштабу времени.

5.1.7.38 Все гидротехнические сооружения независимо от их назначения, класса, конструкции и материала изготовления должны подвергаться обследованию после каждого сейсмического воздействия интенсивностью 5 баллов и выше. При этом должны быть оперативно проанализированы показания всех видов КИА, установленной в сооружении, а также проведен осмотр сооружения. На основании установленных фактов проводится экспертная и расчетная оценка прочности, устойчивости и эксплуатационных качеств сооружения.

5.2 Правила производства работ при возведении гидротехнических сооружений

Правила производства работ

5.2.1 Обязательным условием создания безопасных, надежных и долговечных гидротехнических сооружений является производство работ при их возведении по определенным правилам.

5.2.2 При строительстве бетонных, железобетонных и сталежелезобетонных сооружений должны соблюдаться правила производства бетонных работ при возведении гидротехнических сооружений, приведенные в приложении Е. При этом для строительства гидротехнических сооружений I и II классов на основе этих правил, как правило, должны быть разработаны специальные местные технологические правила производства работ, учитывающие конкретные особенности и условия данного строительства. Местные технологические правила должны являться составной частью проекта и согласовываться Заказчиком, Проектировщиком и Подрядчиком.

5.2.3 Для строительства грунтовых гидротехнических сооружений I–III классов, из-за разнообразия их конструктивных решений, применяемых грунтов, условий и методов их возведения, в составе их проектов должны быть разработаны технологические правила производства работ, учитывающие конкретные особенности и условия данного строительства. Технологические правила также должны являться составной частью проекта и согласовываться с Заказчиком, генпроектировщиком и генподрядчиком.

5.2.4 Реконструкции (или ремонты) гидротехнических сооружений должны выполняться по проектам, разработанным на основе действующих нормативных документов, и включать специальные технологические правила выполнения таких работ для конкретного объекта.

5.2.5 Строительство гидротехнических сооружений должно осуществляться специализированными подрядными строительными и монтажными организациями, располагающими необходимым опытом и специальным строительно-монтажным оборудованием.

5.2.6 При реконструкции, ремонте или расширении действующих гидротехнических сооружений строительные работы должны выполняться методами, обеспечивающими сохранность существующих сооружений и подземных коммуникаций, находящихся в зоне строительства и не подлежащих сносу.

Технические требования к материалам для строительства гидротехнических сооружений

5.2.7 При создании гидротехнических сооружений должны применяться строительные материалы, качество которых отвечает требованиям ГОСТ, перечисленным в п. 5.1.3.8 Стандарта.

6 Приемка гидротехнических сооружений в эксплуатацию

6.1 Законченные строительством гидроэлектростанции или их пусковые комплексы должны быть введены в эксплуатацию в порядке, установленном Федеральным Законом РФ «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 190-ФЗ и действующими нормативными документами. Это требование распространяется также на ввод в эксплуатацию гидроэлектростанций после расширения и реконструкции.

Для ввода объекта в эксплуатацию застройщик обращается в федеральный орган исполнительной власти, орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации или орган местного самоуправления, выдавшие разрешение на строительство, с заявлением о выдаче разрешения на ввод объекта в эксплуатацию (ГСК РФ, ст. 55, ч.2).

6.2 Для приемки законченной строительством гидроэлектростанции (пускового комплекса ГЭС, объекта реконструкции, расширения) инвестор (застройщик) создает приемочную комиссию, основной задачей которой является проверка соответствия сдаваемого объекта требованиям технических регламентов, применяемых стандартов, проектной документации, техническим условиям. Заказчик и подрядчик предъявляют приемочной комиссии сдаваемый объект и всю необходимую документацию.

Приемочная комиссия на основании предъявленных материалов и освидетельствования объекта принимает решение о соответствии этого объекта установленным требованиям и о возможности его эксплуатации. Приемочная комиссия составляет акт приемки, который должен быть утвержден лицом (органом), назначившим комиссию. Акт приемочной комиссии является документом, подтверждающим соответствие построенного, реконструированного, отремонтированного объекта требованиям технических регламентов, проектной документации и техническим условиям, и предъявляется застройщиком органу, выдавшему разрешение на строительство, для получения от него разрешения на ввод объекта в эксплуатацию.

6.3 Приемочная комиссия назначается инвестором (застройщиком) не позднее, чем за 6 месяцев до установленного срока сдачи в эксплуатацию пускового комплекса ГЭС и не позднее, чем за месяц до затопления котлована ГЭС или начала наполнения водохранилища.

6.4 В обязательный состав приемочной комиссии включаются представители инвестора (застройщика, заказчика), органов исполнительной власти или самоуправления, подрядчиков, проектной организации, эксплуатирующей организации, федеральных (региональных, муниципальных) органов, специально уполномоченных в области безопасности гидротехнических сооружений, промышленной безопасности, охраны окружающей среды, пожарной безопасности, охраны труда, землепользования, водопользования и использования водных ресурсов и других органов государственного надзора, которым подконтролен сдаваемый объект. Председателем приемочной ко-

миссии назначается представитель инвестора (застройщика), назначившего комиссию.

Инвестор вправе включить в состав приемочной комиссии представителей других заинтересованных организаций с правом совещательного голоса.

6.5 При приемке гидротехнических сооружений приемочная комиссия должна установить соответствие принимаемых в эксплуатацию сооружений:

– Федеральному закону № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21 июля 1997 г.;

– Федеральному Закону РФ «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 190-ФЗ;

– проекту, прошедшему государственную экспертизу;

– стандартам;

– строительным нормам и правилам, оговоренным в подрядных договорах между Заказчиком и проектными организациями, между Заказчиком и подрядными строительно-монтажными организациями;

– техническим условиям на выполнение отдельных видов работ (бетонных, грунтовых, укрепительных и др.);

– требованиям органов государственного надзора по безопасности гидротехнических сооружений, промышленной безопасности, охраны труда и пожарной безопасности;

– условиям и критериям безопасности, изложенным в декларации безопасности гидротехнических сооружений в составе технического проекта.

6.6 Перед приемкой в эксплуатацию гидротехнические сооружения должны быть проверены в соответствии с программой постановки под напор, разработанной проектной организацией, согласованной с техническим руководителем ГЭС и утвержденной Заказчиком.

Проверка отдельных узлов и элементов гидротехнических сооружений должна проводиться в период их возведения, ремонта или реконструкции с составлением актов на скрытые работы.

6.7 До предъявления законченных строительством гидротехнических сооружений приемочным комиссиям, рабочие комиссии, назначаемые Заказчиком, должны проверить:

– соответствие гидротехнических сооружений и смонтированного на них оборудования и аппаратуры проектам;

– соответствие выполнения строительно-монтажных работ требованиям строительных норм и правил;

– результаты испытаний оборудования и сооружений;

– подготовленность объектов к эксплуатации, включая выполнение мероприятий по обеспечению на них условий труда в соответствии с требованиями техники безопасности и производственной санитарии, защите природной среды, и только после этого дать свое заключение о готовности гидротехнических сооружений к приемке в эксплуатацию.

Порядок и продолжительность работы рабочих комиссий определяется Заказчиком по согласованию с Генеральным подрядчиком.

6.8 В состав рабочих комиссий включаются представители заказчика (председатель комиссии), генерального подрядчика, субподрядных организаций, эксплуатационной организации, генерального проектировщика, органов государственного санитарного надзора, органов государственного пожарного надзора и органов государственного надзора за безопасностью гидротехнических сооружений.

6.9 Генеральный подрядчик представляет рабочим комиссиям следующую документацию:

- перечень организаций, участвовавших в производстве строительно-монтажных работ, с указанием видов выполненных ими работ и фамилий инженерно-технических работников, непосредственно ответственных за выполнение этих работ;
- комплект рабочих чертежей на строительство предъявляемого к приемке объекта, разработанных проектными организациями, с надписями о соответствии выполненных в натуре работ этим чертежам или внесенным в них изменениям, сделанными лицами, ответственными за производство строительно-монтажных работ. Указанный комплект рабочих чертежей является исполнительной документацией;
- сертификаты, технические паспорта или другие документы, удостоверяющие качество материалов, конструкций и деталей, примененных при производстве строительно-монтажных работ;
- акты об освидетельствовании скрытых работ и акты о промежуточной приемке отдельных ответственных конструкций (опор и пролетных строений мостов, арок, сводов, подпорных стен, несущих металлических и сборных железобетонных конструкций);
- акты об индивидуальных испытаниях смонтированного оборудования; акты об испытаниях технологических трубопроводов, внутренних систем холодного и горячего водоснабжения, канализации, газоснабжения, отопления и вентиляции, наружных сетей водоснабжения, канализации, теплоснабжения, газоснабжения и дренажных устройств; акты о выполнении уплотнения (герметизации) вводов и выпусков инженерных коммуникаций в местах прохода их через подземную часть наружных стен зданий в соответствии с проектом (рабочим проектом);
- акты об испытаниях внутренних и наружных электроустановок и электросетей;
- акты об испытаниях устройств телефонизации, радиофикации, телевидения, сигнализации и автоматизации;
- акты об испытаниях устройств, обеспечивающих взрывобезопасность, пожаробезопасность и молниезащиту;
- акты об испытаниях прочности сцепления в кладке несущих стен каменных зданий, расположенных в сейсмических районах;
- журналы производства работ и авторского надзора проектных организаций, материалы обследований и проверок в процессе строительства органами государственного и другого надзора.

6.10 Дефекты и несоответствия параметров гидротехнических сооружений проектной документации, выявленные в ходе строительства, а также при постановке гидротехнических сооружений под напор, должны быть устранены исполнителями строительно-монтажных работ до приемки сооружений в эксплуатацию. Приемка в эксплуатацию гидротехнических сооружений с дефектами не допускается.

6.11 Комиссия (подкомиссия) по приемке гидротехнических сооружений в эксплуатацию должна оценить качество выполненных строительно-монтажных работ, надежность и безопасность созданных гидротехнических сооружений, а также полноту технической документации, подготовленной и исправленной в процессе строительства (ремонта, реконструкции ГТС).

6.12 Заказчик (застройщик) должен представить Приемочной комиссии документацию, подготовленную рабочей комиссией и подтверждающую соответствие выполненных работ, материалов, конструкций, технологического оборудования и инженерных систем утвержденному проекту и требованиям нормативных документов, включая исполнительные схемы, результаты лабораторных испытаний и акты на скрытые работы.

6.13 Приемочная комиссия обязана принять решение о сроках затопления котлована ГЭС и перекрытия русла реки на основании проверки актов рабочих комиссий о готовности сооружений, технических систем и оборудования.

6.14 Акт о готовности к вводу объекта в эксплуатацию должен быть подписан всеми членами Приемочной комиссии, каждый из которых несет ответственность за принятые комиссией решения в пределах своей компетенции. Акт приемки утверждается органом, назначившим приемочную комиссию.

Приемочная комиссия слагает свои полномочия после утверждения акта приемочной комиссии либо в установленный срок окончания работы комиссии, если приемка объекта не состоялась.

6.15 В случае отказа отдельных членов приемочной комиссии от подписи в акте они должны представить председателю комиссии обоснование и заключения соответствующих органов, представителями которых они являются, с изложением замечаний по вопросам, входящим в их компетенцию. Указанные замечания должны быть сняты с участием органов, выдавших заключения. Объекты, по которым такие замечания не сняты в установленный для работы комиссии срок, должны быть признаны комиссией не подготовленными к вводу в эксплуатацию.

6.16 Дефекты и недоделки, допущенные в ходе строительства и монтажа и выявленные в процессе испытаний и пробных пусков, должны быть устранены строительными, монтажными организациями и организациями–изготовителями.

6.17 При сдаче гидротехнических сооружений в эксплуатацию эксплуатирующей организации должны быть переданы:

– контрольно-измерительная аппаратура (КИА) и все данные наблюдений по ней в строительный период - подрядной строительной организацией;

– данные анализа результатов натурных наблюдений, инструкции по организации наблюдений, методы обработки и анализа натурных данных с указанием предельно допустимых по условиям устойчивости и прочности сооружений показаний КИА - проектной организацией.

Библиография

[1] СНиП II-02-97. Инженерные геологические изыскания в строительстве

[2] Здания и сооружения объектов энергетики. Методика оценки технического состояния (Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России»)

[3] СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик

[4] Здания ГЭС и ГАЭС. Условия создания. Нормы и требования (Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России»)

[5] СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах

[6] Гидроэлектростанции. Условия создания. Нормы и требования (Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России»)

[7] Механическое оборудование гидротехнических сооружений ГЭС. Условия создания. Типовые нормы и требования (Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России»)

[8] Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования. (Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России»)

[9] Контрольно-измерительные системы и аппаратура гидротехнических сооружений ГЭС. Условия создания. Нормы и требования (Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России»)

[10] Контрольно-измерительные системы и аппаратура гидротехнических сооружений ГЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования

УДК _____ ОКС_____

Ключевые слова: Гидроэлектростанция (ГЭС), гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС), гидротехнические сооружения (ГТС), эксплуатация, техническое обслуживание, стандарт организации (СТО), плотина бетонная, плотина из грунтовых материалов, деривация, водопропускные и водопроводящие сооружения.

Руководитель организации-разработчика
НП «Гидроэнергетика России»
Исполнительный директор _____ Р.М. Хазиахметов

Руководитель разработки
главный эксперт, к.т.н. _____ В.С. Серков

Соисполнитель
ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»
Исполнительный директор _____ Е.Н. Беллендир

Руководитель разработки
Директор Экспертного центра, к.т.н. _____ А.Г. Василевский

Исполнители
Главный научный сотрудник,
д.т.н., проф. _____ А.Л. Гольдин

Главный научный сотрудник, д.т.н. _____ В.Б. Судаков

Изменения в СТО 17330282.27.140.002-2008 внесены:
приказом ОАО «РусГидро» и ОАО «УК ГидроОГК» от 22.12.2009 № 847/1п-225;
приказом ОАО «РусГидро» и ОАО «УК ГидроОГК» от 06.07.2010 № 447/1п-66,
приказом ПАО "РусГидро" 984 от 15.12.2022.

Перечень изъятий и изменений, подлежащих учету при применении СТО 17330282.27.140.002-2008 «Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Условия создания. Нормы и требования» [1]

Раздел 5.1.5 Подраздел «Общие положения» дополнить пунктом 5.1.5.5 следующего содержания:

«5.1.5.5 В составе сооружений гидроузлов I и II классов, расположенных в климатических зонах с продолжительным периодом минусовых температур, при соответствующем обосновании следует предусматривать водосбросы, приспособленные к работе в морозных условиях. На этих водосбросах должны быть приняты меры по исключению опасного оледенения элементов затворов, затворных камер, аэрационных отверстий, пазов, а также оледенение линий электропередачи, конструкций и оборудования, расположенных на здании ГЭС, плотине и берегах в зоне водовоздушного облака, образующегося при работе водосброса. Должны быть обеспечены условия для безотказной работы в этот период подъемных устройств, автоматики и электроснабжения затворов.».

Изложить пункт 5.1.5.36 (новый) в следующей редакции:

На площадках со стороны верхнего и нижнего бьефов гидроузлов, расположенных в климатических зонах с продолжительным периодом отрицательных температур, должны быть предусмотрены помещения, приспособленные для круглогодичного проведения ремонта механического оборудования и средств удаления сора.

Раздел 5 Изложить заглавие раздела 5.3 (новый) в следующей редакции:

Требования по обеспечению безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений ГЭС и ГАЭС в чрезвычайных ситуациях

Раздел 5.3 Изложить пункт 5.3.1(новый) в следующей редакции:

В составе проектной документации должны быть указаны вероятные причины возникновения чрезвычайных (аварийных) условий при эксплуатации гидротехнических сооружений ГЭС и ГАЭС, и разработаны мероприятия по предупреждению таких ситуаций, по снижению ущерба в случае их возникновения, по ликвидации их последствий, а также рекомендации по действию персонала в указанных условиях. Должны быть установлены отметки возможного затопления при аварии в соответствии с СТО 17330282.27.140.011-2008.

Изложить пункт 5.3.2 (новый) в следующей редакции:

При проектировании компоновок и конструкций бетонных и грунтовых гидротехнических сооружений должны быть предусмотрены инженерные решения, обеспечивающие физическую защиту объекта, безопасность персонала и условия для безаварийной работы оборудования и инженерных систем.

Изложить пункт 5.3.3 (новый) в следующей редакции:

Ремонтные мастерские, производственные и бытовые помещения с постоянным пребыванием персонала, как правило, не

[1] Новые пункты и измененные абзацы действующих пунктов выделены полужирным шрифтом.

	должны располагаться внутри напорных гидротехнических сооружений ниже отметок возможного затопления. Отметки возможного затопления определяются в соответствии с СТО 17330282.27.140.011-2008 **При невозможности или при крайней необходимости размещения таких помещений на низких отметках, эти помещения должны иметь запасные выходы на не затапливаемые отметки, позволяющие осуществить эвакуацию работников в случае угрозы затопления, а также должны быть оборудованы средствами индивидуальной и коллективной защиты и спасения, способными защитить работников в случае затопления помещений. Все помещения должны быть оборудованы самозакрывающимися дверями, открывающимися из помещения.** Изложить пункт 5.3.4 (новый) в следующей редакции: **Галереи в теле гидротехнических сооружений, расположенные ниже отметок возможного затопления, должны иметь не менее двух выходов.** Изложить пункт 5.3.5 (новый) в следующей редакции: **Должно быть предусмотрено оснащение эвакуационных выходов из галерей и внутренних помещений видимыми при отключении основного освещения водонепроницаемыми указателями с автономными источниками питания.** Изложить пункт 5.3.6 (новый) в следующей редакции: **При проектировании должны быть разработаны схемы и пути вывода работников из любой зоны, в которой может возникнуть опасность чрезвычайной ситуации (затопление, обрушение грунта и др.), на отметки выше возможного затопления, оползня или других видов опасности.** Изложить пункт 5.3.7 (новый) в следующей редакции: **Гребни напорных гидротехнических сооружений, внутренние галереи (потерны), площадки размещения оборудования водосбросных, водопропускных и водоприемных сооружений должны быть оборудованы системой видеонаблюдений и беспроводной связи с выводом информации на центральный пульт управления ГЭС с архивированием записей.** Изложить пункт 5.3.8 (новый) в следующей редакции: **Компоновочные и конструктивные решения по гидротехническим сооружениям должны быть подтверждены специальным исследованиями с целью предупреждения их динамического воздействия на оборудование гидроэлектростанции и на окружающую территорию.** Изложить пункт 5.3.9 (новый) в следующей редакции: **Открытые воздухозаборники аэрационных устройств и иные технологические отверстия на гребне гидротехнических сооружений должны быть защищены от затопления водой при непроектном повышении подпорного уровня. Выпускные участки таких устройств с выходом на низовую часть гидротехнических сооружений должны быть расположены так, чтобы в зоне их воздействия при затоплении не находились какое-либо оборудование и (или) щиты (пульты, колонки др.) управления этим оборудованием, сборки (шкафы) электропитания.**
Раздел 5	Дополнить подраздел «5.1.5. Нормы и требования при проектировании водопропускных сооружений. Общие положения» новым пунктом 5.1.5.7 в следующей редакции: «5.1.5.7. Для ГЭС установленной мощностью менее 50 МВт при устройстве водопропускных сооружений (деривационных каналов, водосбросов, отстойников, аванкамер, бассейнов суточного регулирования, напорных бассейнов) следует предусматривать автоматические водосбросы, не имеющие регулирующего механического оборудования». Считать пункты 5.1.5.7 – 5.1.5.36 СТО 17330282.27.140.002-2008 в прежней редакции соответственно пунктами 5.1.5.8 – 5.1.5.37