

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1. НОРМАТИВНАЯ БАЗА В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ	6
Глава 2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.....	10
2.1. Задачи и функции службы эксплуатации гидротехнических сооружений. Техническая и оперативная эксплуатация	10
2.2. Эксплуатационные режимы водохранилищ. Воздействие гидротехнических сооружений на природу	11
2.3. Температурный и фильтрационный режимы, напряженно-деформированное состояние гидротехнических сооружений	14
2.4. Эксплуатация гидромеханического и гидросилового оборудования гидротехнических сооружений.....	17
2.5. Отказы гидротехнических сооружений и их виды.....	17
2.6. Статистика и причины аварий гидротехнических сооружений	18
2.7. Действия службы эксплуатации при аварии на гидротехническом сооружении.....	21
Глава 3. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ	23
3.1. Изменение качеств гидросооружений в процессе эксплуатации. Технические состояния и диагностические показатели состояния гидросооружений.....	23
3.2. Мониторинг, визуальный и инструментальный контроль гидротехнических сооружений	24
3.3. Средства контроля состояния гидросооружений	25
3.4. Информационно-диагностические системы	26
3.5. Критерии безопасности (состояний) для инструментальных и визуальных диагностических показателей.....	27
3.6. Факторы безопасности и оценка безопасности гидротехнических сооружений	28
3.7. Сценарии потенциально возможных аварий гидротехнических сооружений	28
3.8. Гидродинамические аварии, классификация чрезвычайных ситуаций.....	29
Глава 4. РЕМОНТ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ	33
4.1. Виды ремонтов гидросооружений и их периодичность	33
4.2. Ремонт грунтовых сооружений	35
4.3. Ремонт бетонных сооружений	37
4.4. Ремонт металлических частей гидротехнических сооружений.....	40
4.5. Цели и задачи реконструкции. Реконструкция грунтовых и бетонных плотин	41
Глава 5. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ	44
5.1. Эволюция методов расчета конструкций и сооружений	44
5.2. Риски аварий на гидросооружениях	48
5.3. Процедура заявления о безопасности гидротехнических сооружений.....	54
5.4. Надзор и контроль государственных органов за состоянием гидросооружений. Деятельность основных государственных надзорных структур.....	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
Библиографический список.....	57

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие по эксплуатации и безопасности гидротехнических сооружений (ГТС) разработано для обучающихся по специализации «Гидротехническое строительство» в НИУ МГСУ и других вузах. Необходимость этого учебного пособия вызвана прогрессирующим старением гидротехнических сооружений, изменением природных условий, постоянным обновлением нормативно-технической и правовой документации, а также тесно связана с подготовкой специалистов в области эксплуатации и безопасности ГТС для надзорных органов и организаций, эксплуатирующих гидротехнические сооружения, повышения квалификации и переподготовки таких специалистов.

По всему миру эксплуатируется свыше 60 тыс. гидроузлов различного назначения: для ирригации, выработки электроэнергии, регулирования стока, судоходства, рекреации и др. Сооружения гидроузлов оказывают серьезное воздействие на природную среду и человека.

Построенные гидротехнические сооружения демонстрируют сравнительную высокую надежность и долговечность, но общемировая статистика свидетельствует, что исключить риск повреждений и разрушений таких сооружений нельзя.

В последнее время большое значение среди причин повреждения гидросооружений приобрели социально-экономические причины. Значительную угрозу для гидросооружений представляют стихийные и антропогенные факторы.

В свою очередь, повреждения и разрушения гидротехнических сооружений представляют серьезную угрозу населению, окружающей среде, хозяйственным объектам, инфраструктуре и пр. Рост опасности повреждения и разрушения гидросооружений заставляет обратить пристальное внимание на проблему их безопасности.

На территории России в настоящее время состояние многих крупных плотин и ГЭС не удовлетворяет возросшим требованиям безопасной эксплуатации. Риск аварии плотин увеличивают такие факторы, как превышение нормативных сроков эксплуатации на ряде плотин и других ГТС, отсутствие профилактических ремонтов из-за финансовых затруднений и т.д. Прямой угрозой безопасности плотин, водосбросов и ГЭС является их старение. Значительное количество гидросооружений, построенных в СССР, эксплуатируется более 40–50 лет. Некоторые из гидроузлов, в частности Волховская ГЭС, перешагнули 90-летний юбилей.

Вопросы безопасности гидросооружений регулируются положениями Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» [1], введенного в действие в 1997 г., а также рядом правительственных и ведомственных документов и инструкций. В ОАО «НИИЭС» и ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева были разработаны методики оценки безопасности гидросооружений ГЭС. С некоторыми из этих документов кратко знакомит настоящее учебное пособие.

Глава 1. НОРМАТИВНАЯ БАЗА В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Вопросы безопасности гидротехнического сооружения, решаемые на стадии его проектирования, заключаются:

- 1) в проведении инженерных изысканий в полном объеме и в соответствии с требованиями нормативной документации;
- 2) в расчетном обосновании и исследовании сооружений и конструкций в необходимом объеме и в соответствии с требованиями нормативной документации;
- 3) в осуществлении проектирования конструкций и сооружений с использованием богатого предшествующего опыта, применения новых технологий проектирования, конструкций и материалов;
- 4) в разработке раздела проекта по размещению контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) в сооружениях и состава наблюдений за сооружением;
- 5) в разработке декларации безопасности объекта и ее согласовании в надзорных органах;
- 6) в получении положительного заключения Главгосэкспертизы России на проектную документацию.

Исходя из общих целей технического регулирования и стандартизации определять требования к объектам технического регулирования (нормирования), а также способствовать решению стоящих перед строительством задач должны нормативно-технические документы. Это необходимо, чтобы на всех этапах жизненного цикла сооружений и зданий обеспечить:

- безопасность для жизни и здоровья людей, окружающей природы, объектов строительства в процессе их возведения, эксплуатации и ликвидации;
- качество и надежность конструкций, оснований и оборудования инженерных систем сооружений;
- защиту от неблагоприятных воздействий местного населения, персонала, самих сооружений и зданий с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС);
- выполнение требований экологии и обоснованное использование трудовых, материальных и топливно-энергетических ресурсов;
- взаимопонимание между участниками инвестиционного процесса и устранение технических барьеров в области международного сотрудничества при осуществлении строительной деятельности.

Объектами технического регулирования (нормирования) в отрасли строительства являются:

- строящиеся, вводимые в эксплуатацию после завершения нового строительства, реконструкции или капитального ремонта и эксплуатируемые сооружения, другими словами — продукция строительства вне зависимости от ведомственной принадлежности и форм собственности;
- процессы инженерных изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации, ликвидации сооружений, работы и услуги в указанных сферах деятельности;
- материалы и изделия, строительные конструкции, элементы систем инженерного обеспечения, применяемые для строительства сооружений и зданий, которые обеспечивают их соответствие требованиям технических регламентов, нормативных документов, проектной документации.

Иерархия нормативной документации имеет следующий вид:

- а) *верхний уровень* — Федеральный закон Российской Федерации «О техническом регулировании», другие федеральные законы, технические регламенты, указы Президента Российской Федерации, постановления Правительства Российской Федерации;
- б) *средний уровень* — международные стандарты, регистры, правила, межгосударственные и национальные стандарты, своды правил (СП);
- в) *нижний уровень* — отраслевые требования, руководящие документы (РД), технические условия (ТУ), ведомственные стандарты, стандарты организаций (СТО), методические указания (МУ), методики, инструкции, нормы.

Гидросооружения должны полностью соответствовать содержанию разделов разработанной проектной документации, прошедшей государственную экспертизу.

Для разработки проектной документации должны быть выполнены следующие виды инженерных изысканий: инженерно-геологические, инженерно-гидрогеологические, инженерно-геодезические, инженерно-экологические, инженерно-гидрометеорологические и др.

Все гидротехнические сооружения подразделяют на четыре класса (I–IV). Сооружения I класса имеют самый высокий уровень ответственности. Класс ГТС должен устанавливаться разработчиком проектной документации в зависимости от их назначения, высоты, типа грунтов основания, характера защищаемой территории, последствий возможных гидродинамических аварий и быть приведенным в нормативной документации.

Класс основных ГТС принимают равным наиболее высокому значению из числа определенных согласно таблицам СП. От принятого класса гидросооружений в целом зависят срок службы сооружений, объем инженерных изысканий, глубина проработки проекта, а также объем, детализация и методы проводимых расчетов, необходимость проведения модельных исследований.

Материалы, используемые при строительстве, должны обеспечивать прочность, устойчивость и долговечность гидротехнических сооружений и их оснований в условиях действия расчетных нагрузок и воздействий, в том числе природных и техногенных воздействий на них в период строительства. В зависимости от вида и условий работы сооружений должны устанавливаться специальные показатели качества бетона при проектировании бетонных и железобетонных элементов и конструкций ГТС.

В процессе проектирования гидросооружений должны быть предусмотрены и обеспечены:

- безопасность, соблюдение требований прочности, устойчивости, водопропускной способности, водонепроницаемости в течение всего срока службы ГТС и их оснований в условиях действия расчетных нагрузок и воздействий при допустимом риске причинения вреда жизни, здоровью людей, имуществу физических и юридических лиц, окружающей среде;

- получение сведений о прочности, устойчивости, водонепроницаемости и водопропускной способности ГТС для возможности оценки их безопасности и своевременного информирования органов государственной власти, местного самоуправления, населения о состоянии сооружений и угрозе возможных аварий;

- превышения гребня подпорных гидросооружений над расчетным уровнем воды с учетом волновых воздействий — ветрового нагона, наката на откос волн, гравитационной волны, образующейся в результате землетрясения.

Расчеты фильтрационного, гидравлического, температурного режимов, а также напряженно-деформированного состояния (НДС) системы «сооружение – основание» должны выполняться для обоснования безопасности гидротехнических сооружений. Расчеты прочности, устойчивости, деформаций, смещений сооружений, а также их оснований должны производиться по первой и второй группам предельных состояний.

Вопросы, связанные с изысканиями, проектированием и обеспечением безопасности грунтовых и бетонных плотин, других гидротехнических сооружений, изложены в следующей нормативной документации [2–11].

Требования по объему, составу, перечню и оформлению разделов проектной документации (относится и к гидросооружениям) регламентируются Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 [12].

Для понимания материала в области безопасности ГТС необходимо привести некоторые важные понятия.

Свойство гидротехнических сооружений, позволяющее обеспечивать защиту жизни, здоровья, а также законных интересов людей, окружающей природной среды, объектов хозяйственного и гражданского назначения, называют *безопасностью гидротехнических сооружений* [13; 14].

Важнейшее интегральное свойство объекта, сооружения, которое характеризует способность сооружения или оборудования выполнять ими требуемые функции при установленных в проекте режимах и условиях эксплуатации, технического обслуживания и ремонта в течение заданного временного периода, называют *надежностью*.

Другое определение понятия *надежность*, согласно [15], — свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции в заданных режимах, условиях применения, стратегиях технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Опасное техногенное происшествие, которое создает на объекте определенной территории или акватории угрозу жизни и здоровью людей и может привести к разрушению сооружений, зданий, оборудования, транспортных средств, нарушению производственного и транспортного процессов, а также наносит ущерб окружающей среде, называется *авария*.

Опасность, возможный вред здоровью, жизни людей, их имуществу, окружающей природной среде по причине аварии на гидротехническом сооружении, называется *опасностью аварии ГТС*.

Способность сооружения или оборудования выполнять требуемые функции при заданных условиях и в течение заданного интервала времени называется *безотказностью*.

Способность не достигать сооружением предельного состояния в течение срока службы при заданных проектных условиях называют *долговечностью*.

Приспособленность к поддержанию и восстановлению состояния, при котором оборудование или сооружение способно выполнять требуемые функции, путем проведения ремонта и техобслуживания называют *ремонтпригодностью*.

Свойство сооружений или оборудования, которое препятствует возникновению нарушений работоспособности и неисправностей, которые могут привести к аварии, называется *отказоустойчивостью*.

Отношение числа отказавших объектов (изделий, деталей, узлов, механизмов, устройств и др.) в единицу времени к среднему числу объектов, исправно работающих в определенный период времени, при условии, что отказавшие объекты не восстанавливаются и не заменяются на исправные, называют *интенсивностью отказов*.

Способность объекта не разрушаться при возникновении воздействий, не предусмотренных условиями эксплуатации, выдерживать расчетные нагрузки и сохранять частично свою работоспособность при наличии повреждений и разрушений части элементов конструкций называют *живучестью*.

КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И КОНСТРУКТИВНОЙ НАДЕЖНОСТИ ГИДРОСООРУЖЕНИЙ

Функциональная надежность — свойство, которое показывает вероятность удовлетворительного выполнения данной системой своих функций при заданных условиях и в течение заданного периода времени. Обеспечивается функциональная надежность методами параметрической надежности по отношению к различным типам отказов, которые вызваны выходом функционального параметра объекта за границы допустимой области или изменением с течением времени состояния системы [16].

Для ГТС качества функциональной надежности следующие:

- геометрическое соответствие назначению сооружения;
- водонепроницаемость;
- долговечность.

Конструктивная надежность представляет собой вероятность безотказной работы всех узлов, элементов, конструкций сооружения при определенных техническим проектом условиях эксплуатации в заданном временном интервале [16].

Качествами конструктивной надежности для ГТС являются:

- общая и местная устойчивость при статических и динамических нагрузках, а также температурных воздействиях;
- общая и местная прочность при статических и динамических нагрузках и воздействиях температуры;
- общая и местная фильтрационная прочность сооружения и основания;
- устойчивость к образованию трещин;
- жесткость — ограничения по деформациям;
- выносливость или усталостная прочность;

- устойчивость к воздействию отрицательных температур;
- коррозионная стойкость к воздействию водной и воздушной сред;
- стойкость к износу;
- стойкость к кавитационному воздействию;
- устойчивость к биологическому воздействию;
- устойчивость к воздействию высоких и (или) низких температур.

Ниже приведено краткое содержание законов, связанных с безопасностью сооружений и промышленных объектов. В Федеральном законе «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [17] установлены правовые, экономические и социальные основы обеспечения безаварийной эксплуатации опасных производственных объектов (ПО). Положения закона направлены на предупреждение аварий на ПО и обеспечение готовности к локализации и ликвидации последствий возможных аварий юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, эксплуатирующих опасные ПО.

Действие закона распространяется на все организации независимо от их организационно-правовой формы и формы собственности, действующие в области промышленной безопасности применительно к опасным объектам на территории Российской Федерации и на других территориях, которые находятся под юрисдикцией Российской Федерации в соответствии с законодательством Российской Федерации и нормами международного права.

«Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [18] устанавливает общие требования к безопасности сооружений и зданий, к их проектированию, строительству, монтажу, наладке, эксплуатации и ликвидации (сносу). В документе приведены основные требования к результатам инженерных изысканий, проектной документации для обеспечения безопасности зданий и сооружений. Указаны требования по обеспечению безопасности зданий (сооружений) на этапах строительства, реконструкции, капитального и текущего ремонта, в процессе эксплуатации, при прекращении эксплуатации, в процессе сноса (демонтажа). Приведена также оценка соответствия зданий и сооружений процессам проектирования, строительства, монтажа и наладки, эксплуатации и сноса.

Положения Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» [1] регулируют возникающие при осуществлении деятельности по обеспечению безопасности отношения на всех стадиях: при проектировании, строительстве, ремонте, эксплуатации, реконструкции, а также консервации или ликвидации ГТС. Закон устанавливает обязанности органов государственной власти, собственника гидросооружений, эксплуатирующей объект организации по обеспечению безопасности ГТС.

В законе изложены вопросы проведения федерального государственного надзора за безопасностью ГТС, обеспечения финансирования безопасности ГТС и ответственности за нарушение законодательства о безопасности гидротехнических сооружений.

Контрольные вопросы

1. Как обеспечивается безопасность на этапе проектирования гидросооружений?
2. Какие основные требования предъявляют к техническому проекту гидросооружения?
3. Перечислите основные нормативно-технические документы, используемые для проектирования ГТС.
4. Назовите основные качества гидросооружений.
5. Дайте определения понятиям: безопасность, надежность, аварийная опасность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, живучесть, интенсивность отказов.
6. Перечислите качества функциональной и конструктивной надежности гидросооружений.
7. Попробуйте обосновать основные качества конструктивной и функциональной надежности ГТС.
8. Назовите основные положения законов «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», «О безопасности гидротехнических сооружений».

Глава 2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

2.1. ЗАДАЧИ И ФУНКЦИИ СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ. ТЕХНИЧЕСКАЯ И ОПЕРАТИВНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Безопасная эксплуатация оборудования и самих гидросооружений обеспечивается соблюдением требований таких документов, как технические регламенты, стандарты, местные производственные и должностные инструкции. Выполнение производственным персоналом требований, содержащихся в этих документах, является основным условием безопасной эксплуатации.

На гидроузлах должны быть распределены функции персонала и границы обслуживания основного и вспомогательного оборудования, технических систем, сооружений, зданий и коммуникаций между производственными подразделениями; определены и задокументированы должностные функции персонала [19].

На каждом гидротехническом объекте приказом руководителя эксплуатирующей организации должны быть назначены ответственные лица за техническое состояние и безопасную эксплуатацию оборудования и ГТС, определены должностные обязанности персонала по направлениям:

- организация контроля технического состояния сооружений, зданий и эксплуатируемого оборудования;
- разработка, организация, а также учет выполнения мер по обеспечению безопасной и рациональной эксплуатации объекта;
- управление всеми технологическими процессами;
- расследование и учет всех нарушений, выявленных при эксплуатации объекта;
- контроль соблюдения требований нормативно-технической документации в отношении эксплуатации, ремонта, а также наладки оборудования.

В пределах своих функций и полномочий каждый работник гидроузла должен обеспечивать при эксплуатации сооружений (оборудования) соблюдение правил техники безопасности и пожарной безопасности.

Эксплуатирующая организация должна обеспечить повышение надежности и безопасности работы оборудования, сооружений, зданий, систем управления, информационно-диагностической системы (ИДС), коммуникаций, которое обеспечивается [19; 20]:

- модернизацией оборудования, сооружений и конструкций, обновлением основных производственных фондов, техническим перевооружением, реконструкцией;
- внедрением, освоением и применением безопасных технологий эксплуатации и ремонта, новой передовой техники, эффективных и безопасных методов организации производственных процессов и труда;
- постоянным повышением квалификации производственного и управленческого персонала.

Комплекс работ по осуществлению требуемого режима работы, осмотров оборудования, подготовке к проведению ремонта (подготовке рабочего места, допуску), техническому обслуживанию оборудования, сооружений, предусмотренному должностными и производственными инструкциями оперативного персонала, называется *оперативным обслуживанием*.

Совокупность мероприятий, которые направлены на приведение и поддержание объекта, сооружения, оборудования в работоспособном состоянии, называют *технической эксплуатацией*.

На основе типовой инструкции на каждом гидроузле на стадии эксплуатации составляется местная производственная инструкция по эксплуатации гидросооружений, в которой учитываются все их особенности и содержатся требования по их эксплуатации [19].

В случае эксплуатации каскада гидроэлектростанций, который имеет единое управление и обслуживается общим гидротехническим цехом (участком), может быть составлена единая

производственная инструкция на весь каскад в целом с указанием особенностей эксплуатации гидротехнических сооружений каждого гидроузла.

Местная производственная инструкция гидротехнического объекта утверждается главным инженером ГЭС (или каскада ГЭС). При разработке местных производственных инструкций объекта нужно учитывать требования действующих нормативно-технических документов.

Соблюдение правил безопасности производства ремонтных и других работ является обязательным, оно обеспечивается в соответствии с нормативным актом [21].

Дополнительные меры по обеспечению безопасности, вызванные особенностями конструкции и режимов эксплуатации гидросооружений конкретной ГЭС, должны быть также отражены в местной производственной инструкции. Для каждого напорного ГТС в местной инструкции должны быть указаны предельно допустимые показатели его состояния, с которыми сравниваются результаты натуральных наблюдений по КИА.

В местную производственную инструкцию вносятся также соответствующие изменения и дополнения при перемене эксплуатационных условий или состояния гидросооружений. Пересмотр местной инструкции осуществляется не реже одного раза в два года [19].

2.2. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РЕЖИМЫ ВОДОХРАНИЛИЩ. ВОЗДЕЙСТВИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИРОДУ

На основе водохозяйственных расчетов, выполняемых на стадии рабочей документации, должен разрабатываться режим работы проектируемого водохранилища. Если водохранилище не имеет утвержденного режима эксплуатации, то он должен быть разработан в составе Правил эксплуатации водохранилищ (ПЭВ) [22].

Режим работы водохранилища предусматривает:

- безопасность подпорных сооружений, которые образуют водохранилище, безопасность населения, построек и хозяйств, находящихся в прибрежной зоне водохранилища и речной долины на нижерасположенном участке;
- бесперебойное обеспечение всех водопользователей, которые учтены в водохозяйственном балансе водохранилища, согласно утвержденному графику водопотребления.

При появлении нового водопользователя должно быть оформлено разрешение на специальное водопользование, что может стать основанием для пересмотра ПЭВ. Если присутствует прогноз притока воды в водохранилище на период декады, месяца, квартала, вегетации, то режим работы водохранилища должен устанавливаться с его учетом.

Органами, утвердившими ПЭВ, могут вноситься изменения в режим работы водохранилища после представления заинтересованными организациями необходимых согласований либо по указанию директивных органов.

Если водохранилище переходит на непредусмотренный правилами эксплуатации или запрещенный в условиях нормальной эксплуатации режим работы, то такое можно допускать только по причине возникновения угрозы безопасности и обеспечения сохранности основных сооружений.

В подобных случаях необходимо изменять режим работы водохранилища по распоряжению ответственного за эксплуатацию водоподпорных сооружений лица и одновременно уведомить об этом вышестоящую организацию, местные органы власти, заинтересованные предприятия и организации.

Расчетом определяется обеспеченность осуществляемого из водохранилищ водоснабжения. Для нужд орошения расчетную обеспеченность годового объема водозабора принимают, как правило, равной расчетной обеспеченности оросительной нормы.

При необходимом технико-экономическом обосновании допустимо принимать иную обеспеченность объема водозабора. Для орошения оптимальная обеспеченность объема водозабора близка обычно к 75 %. Переменный во время суток, недели, сезона, года и в многолетнем периоде график использования воды требуется для нужд гидроэнергетики. Соответствующий режим работы водохранилища должен обеспечивать исполнение графика нагрузки энергетического объекта.

Рыбохозяйственные попуски должны осуществляться в достаточном объеме для весеннего затопления нерестилищ проходных и полупроходных рыб (в пойменных и дельтовых участках рек) в определенные сроки и на определенный период.

Объемы попусков для рыбного хозяйства определяются для лет различной водности — 50, 75, 95 % обеспеченности. Подъемы и спады уровней должны быть плавными. Необходимо избегать в зимний период, для обеспечения нормальных условий зимовки рыб, резких колебаний уровней в нижнем бьефе.

Потребности рыбного хозяйства заключаются в поддержании оптимального режима уровней воды в дельтовых, пойменных и озерных нерестилищах полупроходных рыб, который обеспечивает естественное их воспроизводство, а в водохранилищах — условия естественного нереста.

В период хода проходных и полупроходных рыб на нерест необходимо поддерживать уровни воды в реках, которые обеспечивают возможность свободного хода рыбы и ее выхода в нерестилища [22].

Размножение рыб происходит в низовьях рек и нижних бьефах гидроузлов. Площади нерестилищ в нижних участках и дельтах рек, пригодные для нереста рыб в весенний период, должны обводняться за счет попусков воды из вышерасположенных водохранилищ этого бассейна по суточному графику, который разрабатывается совместно органами рыбоохраны и организациями Росводресурсов (ФАВР).

Для обеспечения условий размножения рыб в нижних бьефах гидроузлов необходимо во время паводка предусматривать попуски воды из водохранилищ равномерно по всему фронту плотины. Это делается для того, чтобы на отдельных участках не создавались мощные водопады, сосредоточенные высокоскоростные струи, вызывающие в результате повреждение или гибель рыбы, подходящей к плотине.

В зависимости от складывающихся гидрометеорологических условий сроки начала и конца нерестового периода и сроки начала и окончания попусков воды в низовьях рек для обводнения нерестилищ должны согласовываться ежегодно с органами рыбоохраны и уточняться.

При согласовании ПЭВ с органами охраны рыбных запасов требования рыбного хозяйства нужно рассматривать отдельно по каждому из сезонов, с охватом всего жизненного цикла обитающих видов рыб.

Требования водного транспорта к режиму работы водохранилищ состоят в необходимости поддержания установленных навигационных уровней на судоходных трассах водохранилищ и на свободных (без подпора) участках рек.

Попуски для потребностей водного транспорта осуществляют в объеме, обеспечивающем необходимые среднесуточные и минимальные навигационные уровни. При режиме попусков исключаются резкие колебания уровней, которые могут вызвать переформирование дна на трассе судового хода.

При проводке судов с большой осадкой могут осуществляться специальные навигационные попуски. В чрезвычайных условиях специальные попуски должны быть разрешены вышестоящими органами, утвердившими действующие правила эксплуатации водохранилищ [23].

В ходе специальных исследований устанавливают размер и режим *санитарных попусков*. Если данные исследований отсутствуют и условия водопользования обычные, чаще всего санитарный попуск принимается равным минимальному среднемесячному расходу воды с вероятностью превышения 95 % для непересыхающих рек. Для рек с пересыхающим руслом размер и режим санитарных попусков не устанавливаются.

Сельскохозяйственные попуски. Для потребностей сельского хозяйства попуски в весенне-летне-осенний период необходимо осуществлять в объеме, обеспечивающем забор воды из реки для машинных и самотечных оросительных систем. Для обеспечения высокой продуктивности пойменных земель в отдельных районах остается необходимость в весенних паводковых расходах.

Другой режим попусков будет в районах, где затопление пойменных земель в естественных условиях происходит на несколько месяцев или где наблюдаются наводнения летне-осеннего периода, при этом нужна срезка пика весеннего половодья и летне-осенних паводков.

Сплав леса. Амплитуды колебаний уровней воды должны быть специально обоснованы и согласованы, так как они могут привести к нарушению условий нормальной работы лесопромышленных предприятий. Ежегодно службой эксплуатации должны быть согласованы прогнозируемые графики сработки и наполнения водохранилища с лесопромышленными предприятиями и объединениями.

Съем и вывод плотов зимней сплотки при начале навигации должны обеспечивать расходы и уровни воды в нижних бьефах гидроузлов. Сплав плотов с осадкой, которая принята для водохранилищ, должен обеспечивать расходы и уровни воды в нижнем бьефе, если в составе сооружений гидроузла есть шлюз или другое сооружения, способное пропустить плот. Предприятия, которые осуществляют лесосплав, должны следовать требованиям межгосударственного стандарта [24].

Специальные попуски. В ряде случаев, например разбавления залповых сбросов сточных вод, для промывки русла водотока, залива сенокосных угодий, заполнения озер, поддержания условий развития фауны, из водохранилищ должны производиться специальные попуски. Их объем должен быть запланирован в годовом графике наполнения-сработки водохранилища.

В процессе проектирования сооружений гидроузла разрабатываются графики и правила диспетчерского регулирования стока, они составной частью входят в ПЭВ. При необходимости графики для действующих водохранилищ нужно разрабатывать при составлении ПЭВ.

Пространственно-временные изменения форм ледяных образований в таких водоемах, как водохранилища, называют *ледовым режимом водохранилищ*. Ледовый режим водохранилищ в целом похож на ледовый режим озер.

Водоохранилища в зависимости от климатических условий могут быть незамерзающими, иметь неустойчивый ледостав и длительный устойчивый ледостав на протяжении всей зимы. В схожих климатических условиях на водохранилищах период ледовых явлений обычно продолжительнее, чем на реках.

В условиях умеренного климата ледовый режим водохранилищ имеет много общего с ледовым режимом озер. В аналогичных климатических условиях сроки фаз ледового режима, такие как замерзание, ледостав, вскрытие, близки к аналогичным срокам на озерах. На водохранилищах наблюдаемая толщина льда обычно больше, чем на реках.

При недельном или суточном регулировании стока водохранилищем частые колебания уровня воды удлиняют период замерзания водоема. В период зимней сработки водохранилищ, осуществляющих сезонное и многолетнее регулирование, на берегах водоема оседают большие массы льда.

Зимой на водохранилищах, где присутствуют колебания уровней воды, возникают полыньи и трещины. Часто появляется внутриводный лед, забивающий сороудерживающие решетки (СУР) ГЭС и водопропускные отверстия. Эти проблемы характерны не только для гидротехнических сооружений, расположенных в суровых условиях Севера России, но и в районах Северного Кавказа при понижении температур. Некоторые из пролетов водопропускных сооружений при необходимости оборудуются специальными конструкциями затворов, которые предназначены для пропуска льда.

Заиление водохранилищ, переформирование их берегов

Как и в озерах, в водохранилищах происходит активная аккумуляция наносов, что связано с уменьшением транспортирующей способности потока. В водохранилищах преобладает поступление наносов с речным стоком и продуктов размыва берегов в первые десятилетия существования водоемов. В нижний бьеф через водосбросные сооружения и водоводы ГЭС, как правило, пропускается осветленная вода.

Заилением называют отложение в водохранилище мелких или взвешенных наносов, а крупных (влекомых) — *занесением*. При невозможности различить крупные и мелкие наносы процесс аккумуляции в водохранилище всех наносов называют заилением. В результате процес-

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru