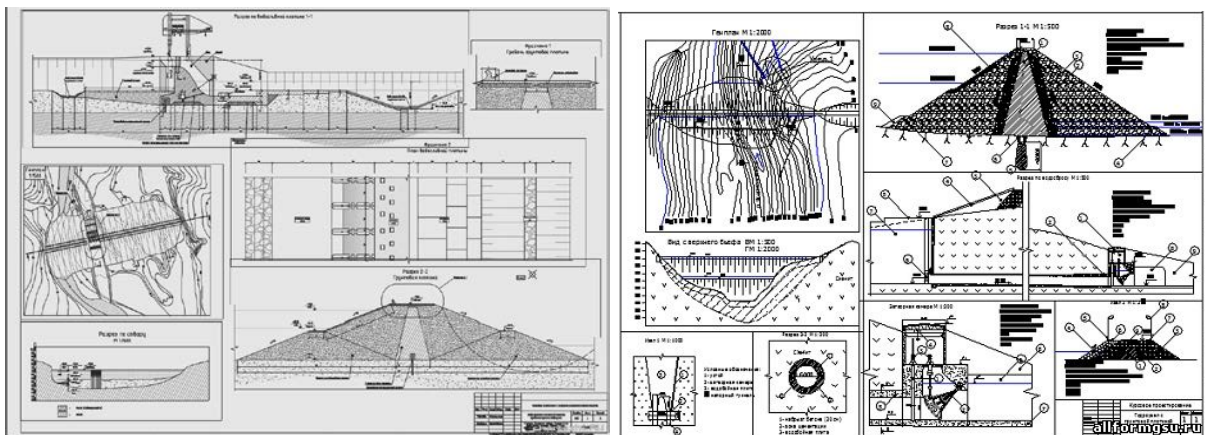




ПК «ИНСТИТУТ КАЗГИПРОВОДХОЗ»

Алибаев К.У.

**БЕЗОПАСНОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ
СООРУЖЕНИЙ И НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
(Часть 1)**



АЛМАТЫ 2020 г.

Настоящая брошюра подготовлена ПК «Институт Казгипроводхоз» в целях всестороннего обсуждения практических вопросов безопасности гидротехнических сооружений в Республике Казахстан.

В качестве материалов представлены сведения по нормам проектирования гидротехнических сооружений.

Приведен обзор действовавших ранее строительных нормативов по регламентированию безопасности гидротехнических сооружений на стадии проектирования, строительства и эксплуатации. Представлены новые строительные нормы Казахстана.

ПК «Институт Казгипроводхоз» будет признателен всем заинтересованным организациям и специалистам при обсуждении данного вопроса.

Свои замечания и предложения просим направлять:

ПК «Институт Казгипроводхоз», г.Алматы, пр.Сейфуллина д.434.

ГИП - Алибаев Каримжан

(моб. +7 771 766 33 67 +7-701-229-09-87),

эл.адрес: karimalibaev@mail.ru

БЕЗОПАСНОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1. ВВЕДЕНИЕ

Нормы проектирования гидротехнических сооружений имеют более чем полувековую историю развития. Нормы проектирования как нормативные и обязательные документы были сформированы и приняты для проектирования гидротехнических сооружений в 50-х годах.

Первые нормы и правила были разработаны и введены в 1954 году и с тех пор являются основой системы проектирования ГТС. Необходимость нормирования правил проектирования была обусловлена принятием и реализацией масштабных государственных планов по развитию ирригации и гидроэнергетики, освоением новых орошаемых массивов, строительством новых водохранилищ и гидроузлов.

Начиная с 1954 года, нормативы проектирования гидротехнических сооружений совершенствовались и уточнялись, всего было принято более 7 редакций. И в настоящий период, действующие в большинстве независимых стран, строительные нормы проектирования базируются на ранее проверенных временем нормативах. Как показала практика, требования, установленные в принятых строительных нормативах, в целом являются достаточными для проектирования гидротехнических сооружений и их безопасной их эксплуатации.

2. ОБЗОР РАЗВИТИЯ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

Развитие нормативной базы проектирования гидротехнических сооружений имеет длительную историю, и поэтому изучение вопросов безопасности гидротехнических сооружений представляет особое значение с учетом длительной эксплуатации плотин и гидроузлов в Казахстане. С этой целью нами рассмотрены действовавшие строительные нормы, так в частности:

2.1. СНиП 1954 года

СНиП Нормы строительного проектирования, часть II, 1954 г.

Состоял из 5 разделов и 36 глав и более чем 300 параграфов. Отдельным разделом было выделены нормы проектирования гидротехнического и транспортного строительства. В котором имелись

главы: морские гидротехнические сооружения и глава: речные гидротехнические сооружения.

В параграфе 1-общие указания были обозначены 4 класса сооружений по капитальности для постоянных сооружений, с различными уровнями требований, от повышенных до минимальных. Классы капитальности подразделялись в зависимости от используемых строительных материалов, прочности и устойчивости сооружений, надежности сооружений, удобства эксплуатации. Класс сооружения зависел от возможной аварии основного сооружения.

Понятия безопасности гидротехнического сооружения еще не было.

2.2. СНиП - 1962 года.

СНиП II-И.1-62 Гидротехнические сооружения речные. Основные положения проектирования. Часть II. Глава 1., 1966 г.

Гидротехнические сооружения освещены в части 2, глава 1 - гидротехнические сооружения речные. основные положения проектирования. Постоянные гидротехнические сооружения подразделялись на: основные и второстепенные. Проектируемые гидротехнические сооружения подразделялись на IV категории и IV класса капитальности. Класс капитальности устанавливался от высоты плотины, количества вырабатываемой электроэнергии и типа основания грунтов. Дополнительные требования учитывались от степени надежности и долговечности сооружения. Учитывалась возможность появления аварии на сооружении. Впервые были введены требования по установке контрольно измерительной аппаратуры и геодезических знаков.

Понятия о безопасности гидротехнического сооружения еще не было.

2.3. СНиП -1975 года.

СНиП II-50-74 Гидротехнические сооружения речные. Основные положения проектирования. 1975 г.

Гидротехнические сооружения подразделялись на IV класса в зависимости от высоты сооружения и вида грунтов основания. Также класс сооружения назначался в зависимости от последствий в результате аварии гидротехнического сооружения: наличия населенных пунктов в нижнем бьефе, высоты сооружения, геологического строения основания, с учетом ущерба народному хозяйству. Введены требования по установке контрольно измерительной аппаратуры и геодезических знаков.

Понятия о безопасности гидротехнического сооружения еще не было.

2.4. СНиП - 1987 года.

СНиП 2.06.01-86 Гидротехнические сооружения речные. Основные положения проектирования. 1987 г.

Гидротехнические сооружения подразделялись по классам ответственности в зависимости от высоты сооружения, типа грунтов основания, назначения сооружения. Было впервые введено раздельное определение классов сооружений для:

- основных постоянных гидротехнических сооружений в зависимости от высоты и типа грунтов,
- для защитных сооружений
- для основных постоянных гидротехнических сооружений в зависимости от последствий нарушения их эксплуатации (социально-экономической ответственности).

Кроме того, учитывались последствия от аварии вызывающие последствия катастрофического характера.

Понятия о безопасности гидротехнического сооружения еще не было.

2.5. СНиП -2004 года.

СНиП 33-01-2003 Гидротехнические сооружения. Основные положения. 2004 г.

Впервые был введен термины и понятия:

- чрезвычайная ситуация;
- безопасность гидротехнического сооружения;
- декларация безопасности гидротехнического сооружения;
- критерии безопасности гидротехнического сооружения;
- оценка безопасности гидротехнического сооружения;
- обеспечение безопасности гидротехнического сооружения;
- допустимый уровень риска аварии гидротехнического сооружения.

Нормы обеспечения безопасности гидротехнических сооружений предусматривали разработку специального **проекта натуральных наблюдений** работой и состоянием сооружения в процессе строительства и эксплуатации сооружений, в проектах разрабатывались **критерии безопасности**, предусматривалось разработка **декларации безопасности** с утверждением ее в органах надзора, выполнялись расчеты по оценке материальных ущербов от аварий, а также мероприятий по оповещению населения.

Впервые для расчетов сооружений введены требования по обоснованию надежности и безопасности гидротехнических сооружений.

Определение класса гидротехнических сооружений зависело от последствий возможных гидродинамических аварий. В том числе по количеству населения и размера материального ущерба, характеристики территории.

Определен состав основных технических и программных средств систем мониторинга гидротехнических сооружений, используемый для 1,2 и 3 классов.

2.6. СНиП 2009 года.

СНиП РК 3.04-01-2008 Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования. 2009 г.

Гидротехнические сооружения разделялись на классы в зависимости от высоты и типа грунтов оснований, в зависимости от последствий возможных гидродинамических аварий.

Нормы проектирования обеспечивали безопасность гидротехнических сооружений и предусматривали разработку проектов натуральных наблюдений, разработку деклараций безопасности, разработку технических решений по локализации последствий аварий, расчеты возможных ущербов от последствий аварий.

При обосновании надежности и безопасности гидротехнических сооружений определялись допустимые значения **вероятностей возникновения аварий** на напорных гидротехнических сооружениях 1-3 классов из расчета 1 авария в год.

Таким образом, как показывает анализ развития нормативной базы проектирования гидротехнических сооружений, за более чем 50 летний период проектирования и эксплуатации сооружений, только в последнее десятилетие была осознана необходимость и потребность в оценке безопасности сооружений.

Главными выводами являются то, что безопасность сооружений должна закладываться на этапе проектирования и поддерживаться в течении всего периода эксплуатации.

Основными положениями обеспечения безопасности на современном этапе являются следующие факторы:

1. Продолжительный срок эксплуатации основной части гидротехнических сооружений, в том числе плотин и гидроузлов.

2. Наличие теоретической проработки критериев безопасности гидротехнических сооружений, анализа безопасности.

3. Техническое совершенствование современных средств измерений и контроля параметров состояния сооружений.

За последние годы, были подготовлены и приняты для применения ряд нормативных документов (в виде методических рекомендаций) которые позволяют более детально изучать и всесторонне оценивать все аспекты безопасности сооружений. В том числе: оценку надежности грунтовых плотин и фильтрационных процессов, надежность гидромеханического оборудования и затворов, надежность железобетонных элементов гидротехнических сооружений, надежность работы дренажной системы и др.

Принят перечень основных контролируемых и диагностических показателей водоподпорных гидротехнических сооружений водохозяйственных систем и сооружений.

В частности, в РК Постановлением Правительства и МСХ утверждены критерии безопасности водохозяйственных систем и сооружений. Введены такие понятия как контролируемые показатели, диагностические показатели, критериальные значения K , K_1 и K_2 . Все показатели подразделяются по: основным контролируемым показателям по типу и состоянию гидротехнического сооружения, по способам измерения контролируемых показателей, техническим средствам измерения контролируемых показателей, определена периодичность измерений, указана точность измерений.

Всего определено 37 основных показателей, в том числе, для:

- бетонных плотин и сооружений - 16;
- грунтовых плотин - 12;
- грунтовых примыканий - 9.

В числе технических средств измерений: поверхностные марки и реперы, измерительные преобразователи силы струйного типа, щелемеры, эхолоты и сейсмическая аппаратура, расходомеры и пьезометры и др.

В последнее десятилетия, с развитием технических средств, стали применяться такие современные средства и методы:

- для исследования грунтовых плотин - сейсморазведка, электроразведка, георадарное сканирование;
- для обследования бетонных сооружений - георадиолокация, ультразвуковые исследования.

Естественно, эти методы не заменяют, а только ускоряют работу, по

оценке технического состояния сооружений. Их использование приносит эффект только при профессиональном понимании процессов происходящих в теле плотины или железобетонных конструкциях, понимания гидравлических и гидрологических процессов.

Согласно **СНиП РК 3.04-01-2008 «Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования»** термины по безопасности гидротехнических сооружений имеют следующее толкование:

Безопасность гидротехнического сооружения: свойство гидротехнического сооружения, позволяющее обеспечивать защиту жизни, здоровья и законных интересов людей, окружающей среды и хозяйственных объектов.

Гидротехнические сооружения: сооружения, подвергающиеся воздействию водной среды, предназначенные для использования и охраны водных ресурсов, предотвращения вредного воздействия вод, в том числе загрязненных жидкими отходами, включая плотины, здания гидроэлектростанций, водосбросные, водоспускные и водовыпускные сооружения, туннели, каналы, насосные станции, судоходные шлюзы, судоподъемники; сооружения, предназначенные для защиты от наводнений и разрушений берегов водохранилищ, берегов и дна русел рек; сооружения (дамбы), ограждающие золошлакоотвалы и хранилища жидких отходов промышленных и сельскохозяйственных организаций; устройства от размывов на каналах, сооружения морских нефтегазопромыслов и т.п.

Декларация безопасности гидротехнического сооружения: документ, в котором обосновывается безопасность гидротехнического сооружения и определяются меры по обеспечению безопасности гидротехнического сооружения с учетом его класса.

Допустимый уровень риска аварии гидротехнического сооружения: значение риска аварии гидротехнического сооружения, установленное нормативными документами.

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

Обеспечение безопасности гидротехнического сооружения: разработка и осуществление мер по предупреждению аварий гидротехнического сооружения.

Оценка безопасности гидротехнического сооружения: определение соответствия состояния гидротехнического сооружения и квалификации работников эксплуатирующей организации нормам и правилам, утвержденным в порядке, определенном законом «О безопасности гидротехнических сооружений».

Чрезвычайная ситуация: обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии гидротехнического сооружения, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или ущерб окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Эксплуатирующая организация: государственное предприятие либо организация иной организационно-правовой формы, на балансе которой находится гидротехническое сооружение.

Вопросы обеспечения безопасности гидротехнических сооружений определены в **разделе 4.2. СНиП РК 3.04-01-2008**, в котором говорится:

При разработке проекта гидротехнических сооружений следует руководствоваться нормативными требованиями, направленными на обеспечение безопасности гидротехнических сооружений.

В составе проекта гидротехнических сооружений следует разрабатывать специальный проект натуральных наблюдений за их работой и состоянием как в процессе строительства, так и при эксплуатации для своевременного выявления дефектов и неблагоприятных процессов, назначения ремонтных мероприятий, предотвращения отказов и аварий, улучшения режимов эксплуатации и оценки уровня безопасности и риска аварий.

Проект натуральных наблюдений должен включать:

- перечень контролируемых нагрузок и воздействий на сооружение;
- перечень контролируемых и диагностических показателей состояния сооружения и его основания, включая критерии безопасности;
- программу и состав инструментальных и визуальных наблюдений;
- технические условия и чертежи на установку контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), спецификацию измерительных приборов и устройств;
- структурную схему и технические решения системы мониторинга состояния сооружений, природных и техногенных воздействий на них,

включая состав ее основных технических и программных средств.

- инструктивные документы и методические рекомендации по проведению натуральных наблюдений за работой и состоянием сооружений.

В составе проекта гидротехнических сооружений должны быть разработаны критерии их безопасности.

Перед вводом в эксплуатацию и в процессе эксплуатации гидротехнических сооружений критерии безопасности должны уточняться на основе результатов натуральных наблюдений за состоянием сооружений, нагрузок и воздействий, а также изменений характеристик материалов сооружений и оснований, конструктивных решений.

Гидротехнические сооружения, повреждения которых могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций, на всех стадиях их создания и эксплуатации подлежат декларированию безопасности.

Декларация безопасности является обязательной частью проекта, она подлежит утверждению в органах надзора за безопасностью гидротехнических сооружений при согласовании проекта.

Декларация безопасности подлежит корректировке:

- перед вводом объекта в эксплуатацию;
- после первых двух лет эксплуатации;
- не реже одного раза в каждые последующие пять лет эксплуатации;
- после реконструкции гидротехнических сооружений, их капитального ремонта, восстановления и изменения условий эксплуатации;
- при выводе из эксплуатации и при консервации;
- при изменении нормативных правовых актов, правил и норм в области безопасности гидротехнических сооружений;
- после аварийных ситуаций.

В проектах гидротехнических сооружений для локализации и ликвидации их возможных аварий должны предусматриваться технические решения по использованию в строительный и эксплуатационный периоды карьеров и резервов грунтов, производственных объектов, транспорта и оборудования базы строительства, мостов и подъездных путей в районе и на территории объекта, автономных или резервных источников электроэнергии и линий электропередачи; других противоаварийных средств оперативного действия.

При проектировании гидротехнических сооружений должны быть предусмотрены конструктивно-технологические решения по

предотвращению развития возможных опасных повреждений и аварийных ситуаций, которые могут возникнуть в периоды строительства и эксплуатации.

В проектах гидротехнических сооружений должны выполняться расчеты по оценке возможных материальных и социальных ущербов от потенциальной аварии сооружения с нарушением напорного фронта.

Надлежит также предусматривать мероприятия по снижению негативных воздействий возможных аварий сооружений на окружающую среду.

В проектах водонапорных гидротехнических сооружений следует предусматривать локальные системы оповещения персонала и населения, проживающего в долине реки в нижнем бьефе гидротехнического сооружения, об угрозе прорыва напорного фронта.

Одним из основных элементов проекта является обоснование надежности и безопасности гидротехнических сооружений, которое обозначено в **разделе 5.3. СНиП РК 3.04-01-2008**. В нем в частности говорится:

Для обоснования надежности и безопасности гидротехнических сооружений должны выполняться расчеты гидравлического, фильтрационного и температурного режимов, а также напряженно-деформированного состояния системы «сооружение - основание» на основе применения современных, главным образом, численных методов механики сплошной среды с учетом реальных свойств материалов и пород оснований.

Обеспечение надежности системы «сооружение - основание» должно обосновываться результатами расчетов по методу предельных состояний их прочности (в том числе фильтрационной), устойчивости, деформаций и смещений.

Расчеты необходимо производить по двум группам предельных состояний:

- по первой группе (потеря несущей способности и (или) полная непригодность сооружений, их конструкций и оснований к эксплуатации) - расчеты общей прочности и устойчивости системы «сооружение основание», общей фильтрационной прочности оснований и грунтовых сооружений, прочности отдельных элементов сооружений, разрушение которых приводит к прекращению эксплуатации сооружений; расчеты перемещений конструкций, от которых зависит прочность или устойчивость сооружений в целом и др.;
- по второй группе (непригодность к нормальной эксплуатации) - расчеты

местной, в том числе фильтрационной, прочности оснований и сооружений, перемещений и деформаций, образования или раскрытия трещин и строительных швов; расчеты прочности отдельных элементов сооружений, не относящиеся к расчетам по предельным состояниям первой группы.

При расчетах гидротехнических сооружений, их конструкций и оснований надлежит соблюдать следующее условие, обеспечивающее недопущение наступления предельных состояний:

$$\gamma_{ic} F \leq \frac{R}{\gamma_n}, \quad (1)$$

где γ_{ic} - коэффициент сочетания нагрузок, принимаемый: при расчетах по первой группе предельных состояний:

- для основного сочетания нагрузок и воздействий в период нормальной эксплуатации - 1,00;
- то же, для периода строительства и ремонта - 0,95; для особого сочетания нагрузок и воздействий:
- при особой нагрузке, в том числе сейсмической на уровне проектного землетрясения (ПЗ), годовой вероятностью 0,01 и менее - 0,95;
- при особой нагрузке, кроме сейсмической, годовой вероятностью 0,001 и менее - 0,90;
- при сейсмической нагрузке уровня максимального расчетного землетрясения (МРЗ) - 0,85; при расчетах по второй группе предельных состояний - 1,00.

Примечание. В основное сочетание нагрузок и воздействий в период нормальной эксплуатации, как правило, включают временные кратковременные нагрузки годовой вероятностью более 0,01.

F - расчетное значение обобщенного силового воздействия (сила, момент, напряжение), деформации или другого параметра, по которому производится оценка предельного состояния, определенное с учетом коэффициента надежности по нагрузке γ_f ;

R - расчетное значение обобщенной несущей способности, деформации или другого параметра (при расчетах по первой группе предельных состояний - расчетное значение; при расчетах по второй группе предельных состояний - нормативное значение), устанавливаемого нормами проектирования отдельных видов гидротехнических сооружений, определенное с учетом коэффициентов надежности по

материалу γ_m или грунту γ_g и условий работы γ_c ;

γ_n - коэффициент надежности по ответственности сооружения, принимаемый: при расчетах по предельным состояниям первой группы: для класса сооружений:

I - 1,25;

II - 1,20;

III - 1,15;

IV - 1,10;

при расчетах по предельным состояниям второй группы - 1,00.

При расчете устойчивости естественных склонов значение γ_n следует принимать:

- как для сооружения, которое может прийти в непригодное для эксплуатации состояние в случае разрушения склона;
- в остальных случаях - 1,00.

Расчетное значение нагрузки определяют умножением нормативного значения нагрузки на соответствующий коэффициент надежности по нагрузке γ_f .

Нормативные значения нагрузок следует определять по нормативным документам на проектирование отдельных видов гидротехнических сооружений, их конструкций и оснований.

Значения коэффициентов надежности по нагрузке γ_f при расчетах по предельным состояниям первой группы следует принимать в соответствии с обязательным.

Значения коэффициентов надежности по материалу γ_m и грунту γ_g , применяемых для определения расчетных сопротивлений материалов и характеристик грунтов, устанавливаются нормами на проектирование отдельных видов гидротехнических сооружений, их конструкций и оснований.

Значения коэффициента условий работы γ_c , учитывающего тип сооружения, конструкции или основания, вид материала, приближенность расчетных схем, вид предельного состояния и другие факторы, устанавливаются нормативными документами на проектирование отдельных видов гидротехнических сооружений, их конструкций и оснований.

Коэффициенты γ_m , γ_g , γ_c применяются в качестве сомножителя в расчетном значении R в числителе формулы (1).

Расчеты гидротехнических сооружений, их конструкций и оснований по

предельным состояниям второй группы следует производить с коэффициентом надежности по нагрузке γ_f , а также с коэффициентами надежности по материалу γ_m и грунту γ_g , равными 1,0, за исключением случаев, которые установлены нормативными документами на проектирование отдельных видов гидротехнических сооружений, конструкций и оснований.

Гидротехнические сооружения, их конструкции и основания, как правило, надлежит проектировать таким образом, чтобы условие (1) недопущения наступления предельных состояний соблюдалось на всех этапах их строительства и эксплуатации, в том числе и в конце назначенного срока их службы.

Назначенные сроки службы основных гидротехнических сооружений в зависимости от их класса должны быть не менее расчетных сроков службы, которые принимают равными:

- для сооружений I и II классов - 100 лет;
- для сооружений III и II классов - 50 лет.

Расчеты конструкций и сооружений, как правило, следует производить с учетом нелинейных и неупругих деформаций, влияния трещин и неоднородности материалов, изменения физико-механических характеристик строительных материалов и грунтов основания во времени, поэтапности возведения и нагружения сооружений.

Оценка надежности и безопасности гидротехнических сооружений осуществляется с использованием метода предельных состояний. Выбор предельных состояний и методов расчета гидротехнических сооружений осуществляется в соответствии с нормами проектирования отдельных видов сооружений и конструкций.

С целью более полного раскрытия неопределенностей по факторам, определяющим надежность и безопасность гидротехнических сооружений и конструкций, уточнения расчетных характеристик и расчетных схем, сочетаний нагрузок и воздействий, а также предельных состояний и оптимизации проектирования по методу предельных состояний допускается применение вероятностного анализа для обоснования принимаемых технических решений системы «сооружение - основание».

Для напорных гидротехнических сооружений I-III классов расчетные значения вероятностей возникновения аварий не должны превышать значений, которые приведены в таблице.

Допускаемые значения вероятностей возникновения аварий на напорных гидротехнических сооружениях I-III классов, 1/год

Класс сооружения	Вероятность возникновения аварии
I	5×10^{-5}
II	5×10^{-4}
III	3×10^{-3}

Основные технические решения, определяющие надежность и безопасность гидротехнических сооружений I и II классов, наряду с расчетами должны обосновываться научно-исследовательскими, в том числе экспериментальными, работами, результаты которых следует приводить в составе проектной документации.

Класс гидротехнических сооружений в зависимости от последствий возможных гидродинамических аварий

Класс гидротехнических сооружений	Число постоянно проживающих людей, которые могут пострадать от аварии гидротехнических сооружений	Число людей, условия жизнедеятельности и которых могут быть нарушены при аварии гидротехнических сооружений, чел.	Размер возможного материального ущерба без учета убытков владельца гидротехнических сооружений	Характеристика территории распространения чрезвычайной ситуации, возникшей в результате аварии гидротехнических сооружений
I	более 3000	более 20 000	более 50	В пределах территории двух и более областей РК
II	от 500 до 3000	от 2000 до 20 000	от 10 до 50	В пределах территории одной области РК (двух и более районов)
III	до 500	до 2000	от 1 до 10	В пределах территории одного района
IV	-	-	менее 1	В пределах территории одного района

2.7. СН 2018 года

СН РК 3.04-01-2018 "Гидротехнические сооружения"

Разработанные новые строительные нормы наиболее полно предписывают требования по безопасности гидротехнических сооружений на всех стадиях: проектирование, строительство и эксплуатация. В частности, требования по безопасности ГТС обозначены в следующих главах – Глава 5 и Глава 6.

Глава 5	Требования к рабочим характеристикам
Параграф 1	Общие требования к безопасности гидротехнических сооружений
Параграф 2	Назначение класса гидротехнических сооружений
Параграф 3	Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений на этапе проектирования
Параграф 4	Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений на этапе строительства
Глава 6	Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений при эксплуатации
Параграф 1	Общие положения
Параграф 2	Обеспечение безопасности речных гидротехнических сооружений при пропуске максимальных расходов воды
Параграф 3	Обеспечение безопасности механического оборудования гидротехнических сооружений
Параграф 4	Обеспечение безопасности специальных гидротехнических сооружений (судоходных, портовых хранилищ и накопителей жидких отходов)
Параграф 5	Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений, эксплуатируемых в особых природных условиях
Параграф 6	Технический контроль состояния гидротехнических сооружений и механического оборудования
Параграф 7	Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений при реконструкции и ликвидации

Глава 5. Требования к рабочим характеристикам

Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений на этапе проектирования

27. При разработке проекта гидротехнических сооружений необходимо руководствоваться нормативными требованиями, направленными на обеспечение безопасности гидротехнических сооружений.

28. В составе проекта гидротехнических сооружений разрабатывается

специальный раздел автоматизированной системы мониторинга напряженно-деформированного состояния гидротехнических сооружений согласно требованиям соответствующих государственных нормативов в области архитектуры, градостроительства и строительства. Система стационарных наблюдений и контроля за изменением прочностных характеристик и деформаций конструкций и оснований гидротехнического сооружения функционирует в автоматизированном режиме, как в процессе строительства, так и при эксплуатации гидротехнического сооружения и зданий.

29. Для своевременного выявления дефектов и неблагоприятных процессов, предотвращения отказов и аварий, назначения и осуществление ремонтных мероприятий, улучшения режимов эксплуатации определения и оценки уровня и риска безопасности выполняется анализ параметрических данных, снятых с контрольных приборов-датчиков. В составе считываемых исходных данных включаются:

- 1) перечень контролируемых нагрузок и воздействий на сооружение;
- 2) перечень контролируемых и диагностических показателей состояния сооружения и его основания, включая критерии безопасности;
- 3) технические условия и чертежи на установку контрольно-измерительной аппаратуры и датчиков, спецификацию измерительных приборов и устройств;
- 4) структурная схема и технические решения системы мониторинга состояния сооружений, природных и техногенных воздействий на них, включая состав ее основных технических и программных средств;
- 5) инструктивные документы и методические рекомендации по проведению натурных наблюдений за работой и состоянием сооружений.

30. В составе проекта гидротехнических сооружений разрабатываются критерии их безопасности. Перед вводом в эксплуатацию и в процессе эксплуатации гидротехнических сооружений критерии безопасности уточняются на основе результатов натурных наблюдений за состоянием сооружений, нагрузок и воздействий, а также изменений характеристик материалов сооружений и оснований, конструктивных решений.

31. Гидротехнические сооружения, повреждения которых могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций, на всех стадиях их создания и эксплуатации подлежат декларированию безопасности.

32. Декларация безопасности гидротехнического сооружения является обязательной частью проекта, она подлежит утверждению в органах надзора за безопасностью гидротехнических сооружений при согласовании проекта.

33. Декларирование безопасности гидротехнического сооружения, функция

которого связана с повышенной опасностью (риском), осуществляется в целях обеспечения систематического контроля за соблюдением мер безопасности, оценки достаточности и эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на объекте.

34. Декларация безопасности гидротехнического сооружения подлежит корректировке:

- 1) перед вводом объекта в эксплуатацию;
- 2) после первых двух лет эксплуатации;
- 3) не реже одного раза в каждые последующие пять лет эксплуатации;
- 4) после реконструкции гидротехнических сооружений, их капитального ремонта, восстановления и изменения условий эксплуатации;
- 5) при выводе из эксплуатации и при консервации;
- 6) при изменении нормативных правовых актов, правил и норм в области безопасности гидротехнических сооружений;
- 7) после аварийных ситуаций.

35. В проектах гидротехнических сооружений для локализации и ликвидации их возможных аварий предусматриваются технические решения по использованию в строительный и эксплуатационный периоды карьеров и резервов грунтов, производственных объектов, транспорта и оборудования базы строительства, мостов и подъездных путей в районе и на территории объекта, автономных или резервных источников электроэнергии и линий электропередачи; других противоаварийных средств оперативного действия.

36. При проектировании гидротехнических сооружений предусматриваются конструктивно-технологические решения по предотвращению развития возможных опасных повреждений и аварийных ситуаций, которые могут возникнуть в периоды строительства и эксплуатации.

37. В проектах гидротехнических сооружений выполняются расчеты по оценке возможных материальных и социальных ущербов от потенциальной аварии сооружения с нарушением напорного фронта. Надлежит также предусматривать мероприятия по снижению негативных воздействий возможных аварий сооружений на окружающую среду.

38. В проектах водонапорных гидротехнических сооружений предусматриваются локальные системы оповещения персонала и населения, проживающего в долине реки в нижнем бьефе гидротехнического сооружения, об угрозе прорыва напорного фронта.

Параграф 4. Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений на этапе строительства

39. При строительстве гидротехнических сооружений обеспечивается соблюдение требований проектной документации, технических регламентов, техники безопасности.

40. При пропуске строительных расходов воды недопустимо создание в нижнем бьефе режимов, создающих угрозу для сохранности строящихся сооружений, их элементов и примыкающих к ним участков русла.

41. Ведение строительства гидротехнических сооружений в зимнее время не должно привести к снижению общего уровня безопасности строящегося сооружения.

42. При ведении работ в зимний период осуществляются мероприятия по недопущению:

1) строительства на промороженном основании (если это не предусмотрено проектом);

2) промораживания строительных материалов, укладываемых в тело сооружения;

3) промораживания тела бетонных конструкций до завершения их твердения и обретения нормативной прочности;

4) промораживания тела грунтовых сооружений до уплотнения или консолидации грунта в соответствии с требованиями проектной документации.

Глава 6. Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений при эксплуатации

Параграф 1. Общие положения

43. При проектировании гидротехнических сооружений предусматриваются меры по обеспечению их безопасности при эксплуатации. На каждом гидротехническом сооружении организовываются постоянный и периодический контроль (осмотры, технические освидетельствования, обследования) технического состояния сооружения, а также определяются уполномоченные лица, ответственные за их состояние и безопасную эксплуатацию, назначается персонал по техническому и технологическому надзору и утверждаются его должностные функции.

44. В процессе эксплуатации количественные показатели критериев подвергаются корректировке на основе опыта эксплуатации и исследований. Критерии безопасности и их количественные показатели пересматриваются не

реже одного раза в 5 лет.

При наличии признаков аварийного состояния и после проведения ремонтных работ и (или) изменения режимов эксплуатации сооружения показатели критериев безопасности подлежат уточнению во внеочередном порядке.

45. Результаты мониторинга отражаются в декларации безопасности гидротехнических сооружений.

46. Эксплуатирующая организация обеспечивает сохранность и развивает систему контрольно-измерительной аппаратуры для проведения качественного мониторинга состояния сооружений.

Вышедшая из строя аппаратура подлежит замене, вновь устанавливаемая аппаратура выдает необходимую информацию.

47. Гидротехнические сооружения, находящиеся в эксплуатации более 25 (двадцати пяти) лет, независимо от состояния должны один раз в 5 (пять) лет подвергаться комплексному анализу с оценкой их прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности.

На основе фактических физико-механических характеристик материалов сооружений и их оснований при необходимости (наличии признаков предаварийного состояния) комплексному анализу состояния сооружения подвергаются во внеочередном порядке.

48. Для каждого гидротехнического сооружения на основе анализа его состояния, особенностей конструкции и материалов разрабатываются проектные решения по предотвращению и локализации возможных аварий, в том числе катастрофических, на основании разработанных в составе проектной документации сценариев их развития, а также в результате возможных террористических актов.

49. Режимы эксплуатации гидротехнических сооружений: порядок сработки (согласно пунктам 44 и 45 настоящих строительных норм) и наполнения водохранилищ, попуски и поддержание стабильных уровней воды в нижних бьефах основываются на действующих санитарных нормах и правилах использования водохранилищ, разработанных проектной организацией.

Параграф 2. Обеспечение безопасности речных гидротехнических сооружений при пропуске максимальных расходов воды

50. Пропуск воды через водосбросные сооружения осуществляется в соответствии с проектной документацией и не должен приводить к

повреждению сооружений, а также к размыву дна, который мог бы повлиять на устойчивость сооружений.

51. Режим сработки водохранилища перед половодьем и последующее наполнение обеспечивает:

1) наполнение водохранилища в период половодья и (или) паводка до нормального подпорного уровня; отклонение от этого правила допустимо только в случае особых требований водохозяйственного комплекса и для водохранилищ многолетнего регулирования;

2) благоприятные условия для сброса через сооружения избытка воды, пропуска наносов, а также льда, если это предусмотрено проектной документацией;

3) необходимые согласованные условия для нормального судоходства, рыбного хозяйства, орошения и водоснабжения, регулирование сбросных расходов с учетом требований безопасности и надежности работы гидротехнических сооружений и борьбы с наводнениями.

52. На гидроузлах, где для пропуска расчетных максимальных расходов воды проектной документацией предусмотрено использование водопропускного сооружения, принадлежащего другому собственнику (например, судоходного шлюза), составляется согласованная с этим собственником инструкция, определяющая условия и порядок включения в работу этого сооружения.

Параграф 3. Обеспечение безопасности механического оборудования гидротехнических сооружений

53. Перед весенним половодьем обеспечивается исправное состояние затворов водосбросных сооружений и их закладных частей, используемых при пропуске половодья. С целью обеспечения возможности маневрирования, затворы и закладные части освобождаются от наледей и ледяного припая.

54. Основные затворы оборудуются указателями высоты открытия.

Индивидуальные подъемные механизмы и закладные части затворов имеют привязку к базисным реперам.

55. Полное закрытие затворов, установленных на напорных водоводах, производится лишь при исправном состоянии аэрационных устройств.

56. Для обеспечения маневрирования затворами при потере энергопитания собственных нужд гидроэлектростанции необходимо предусмотреть подключение резервного энергоснабжения приводов затворов (от резервных источников электроэнергии, расположенных в незатопляемых зонах либо в

герметичных помещениях) и использование ручного привода.

57. Сороудерживающие конструкции (решетки, сетки, запани) регулярно очищаются от мусора.

Для каждого сооружения устанавливаются предельные по условиям прочности и экономичности значения перепада уровней на сороудерживающих решетках. Очистка решеток и пространства перед ними осуществляется предусмотренными для этой цели механизмами - решеткоочистными машинами, грейферами или иными устройствами.

58. Затворы и сороудерживающие решетки не должны испытывать вибрацию, угрожающую их прочности при всех эксплуатационных режимах работы.

59. Механическое оборудование гидротехнических сооружений защищается от коррозии и обрастания водорослями и моллюсками.

Параграф 4. Обеспечение безопасности специальных гидротехнических сооружений (судоходных, портовых хранилищ и накопителей жидких отходов)

60. При эксплуатации судоходных сооружений (шлюзов, каналов) обеспечивается работоспособность механического оборудования (ворот, затворов) и систем заполнения и опорожнения камер шлюзов.

Проводка судов исключает возможность их навала на закрытые ворота.

61. При эксплуатации причальных сооружений организуется контроль за их смещениями, просадками территории и за размещением как генеральных, так и сыпучих грузов. Отступления от правил размещения грузов и размывы dna основания причальных стен, снижающие устойчивость причалов, недопустимы.

62. При эксплуатации золо- и шлакоотвалов, а также отвалов горных пород осуществляется контроль за:

- 1) уровнями воды в отвалах;
- 2) превышением гребня ограждающих дамб над уровнем воды;
- 3) состоянием пляжных откосов;
- 4) соответствием замыва территории отвала проекту намыва;
- 5) системой водовода и дренажа;
- 6) пылением отвалов в сухой период года;

7) предупреждением попадания агрессивных вод в водотоки, системы питьевого водоснабжения и грунтовые воды пролегающей к отвалу территории.

63. При выявлении нарушений эксплуатации и состояния сооружений принимаются меры по их срочной ликвидации, а также по предупреждению и недопущению в дальнейшем.

64. При эксплуатации отстойников и хранилищ жидких отходов осуществляется контроль за:

1) состоянием ограждающих устройств, превышением гребня ограждений над уровнем жидкости;

2) системой перехвата и отвода дождевых и талых вод;

3) противофильтрационными устройствами (экранами, стенками);

4) работой контрольно-измерительной аппаратуры, отслеживающей возможность проникновения жидких отходов за пределы территорий отстойников и хранилищ.

65. При выявлении нарушений эксплуатации и состояния сооружений принимаются меры по их срочной ликвидации, а также по предупреждению и недопущению в дальнейшем.

Параграф 5. Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений, эксплуатируемых в особых природных условиях

66. Грунтовые сооружения мерзлого типа, их основания и сопряжения с берегами постоянно поддерживает в мерзлом состоянии.

67. Крупнообломочный материал упорных призм в зонах, подвергающихся сезонному замораживанию и оттаиванию, соответствует нормативным (проектным) показателям по морозостойкости. Через каждые 15 (пятнадцать) лет эксплуатации проводится проверка устойчивости сооружения на основе результатов определения фактических физико-механических характеристик материала упорных призм.

68. При эксплуатации грунтовых сооружений на многолетнемерзлых льдинистых основаниях организовываются наблюдения за температурным режимом, а также за деформациями, связанными с переходом грунтов в талое состояние.

69. На гидротехнических сооружениях I класса, расположенных в районах с сейсмичностью 7 баллов и выше, и на сооружениях II класса в районах с сейсмичностью 8 баллов и выше проводятся следующие виды специальных наблюдений и испытаний:

1) инженерно-сейсмометрические наблюдения за работой сооружений и береговых примыканий (сейсмометрический мониторинг);

2) инженерно-сейсмологические наблюдения в зоне ложа водохранилища

вблизи створа сооружений и на прилегающих территориях (сейсмологический мониторинг);

3) тестовые испытания по определению динамических характеристик гидротехнических сооружений (динамическое тестирование) с составлением динамических паспортов.

3.ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.

Таким образом, современная нормативная база проектирования гидротехнических сооружений постоянно совершенствуется в связи с развитием технических средств контроля, внедрением современных материалов и технологий строительства, развитием программного и математического обеспечения.

В Казахстане создана собственная нормативная база проектирования гидротехнических сооружений. Принятые к применению Строительные нормы (СН) и Своды правил (СП) позволяют всесторонне обеспечивать безопасность гидротехнических сооружений, в первую очередь плотин.

Построенные в Казахстане более чем 70 республиканских и более 200 коммунальных плотин требуют скорейшего проведения работ по улучшению безопасности для их дальнейшей эксплуатации, проведения многофакторных обследований и подготовке деклараций безопасности.

Имеющаяся на сегодняшний день нормативно-правовая база и теоретические проработки позволяют на достаточно высоком уровне оценить реальное техническое состояние гидротехнических сооружений республики.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ:

- 1) **гидротехнические сооружения** - инженерные сооружения, используемые для управления водными ресурсами, подачи воды водопользователям, водоснабжения и водоотведения, предупреждения вредного воздействия вод;
- 2) **гидродинамическая авария** - авария на гидротехническом сооружении, связанная с большой скоростью распространения воды и создающая угрозу возникновения техногенной чрезвычайной ситуации;
- 3) **безопасность гидротехнического сооружения** - состояние гидротехнического сооружения, позволяющее обеспечивать защиту жизни, здоровья и законных интересов людей, окружающей среды и хозяйственных объектов;
- 4) **декларация безопасности гидротехнического сооружения** - документ, в котором обосновывается безопасность гидротехнического сооружения, определяются меры по обеспечению безопасности гидротехнического сооружения с учетом его класса и комплекс мер, принимаемых субъектом хозяйственной деятельности с целью предотвращения аварий, а также обеспечение готовности к локализации, ликвидации аварий и их последствий;
- 5) **допустимый уровень риска аварии гидротехнического сооружения** - значение риска аварии гидротехнического сооружения, установленное нормативными документами;
- 6) **критерии безопасности гидротехнического сооружения** - предельные значения количественных и качественных показателей состояния гидротехнического сооружения и условий его эксплуатации, соответствующие допустимому уровню риска аварии гидротехнического сооружения;
- 7) **обеспечение безопасности гидротехнического сооружения** - разработка и осуществление мер по предупреждению аварий гидротехнического сооружения;
- 8) **мониторинг** напряженно-деформированного состояния здания или сооружения - система стационарных наблюдений и контроля изменения прочностных характеристик и деформаций конструкций и оснований здания или сооружения;
- 9) **инженерная защита территорий, зданий и сооружений** - комплекс сооружений и мероприятий, направленных на предупреждение опасного

воздействия природных и природно-техногенных условий и процессов на территорию, здания и сооружения, а также защиту от их последствий;

10) **мониторинг компонентов окружающей среды** - система стационарных наблюдений и контроля за состоянием и изменением природных и природно-техногенных условий;

11) **безотказность** - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение определенного времени, параметр потока отказов, гарантийную наработку;

12) **безопасность эксплуатации** - состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений;

13) **эксплуатирующая организация** - государственное предприятие либо организация иной организационно-правовой формы, на балансе которой находится гидротехническое сооружение;

14) **техногенные воздействия** - опасные воздействия, возникающие в результате изменения природных условий в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений;

15) **долговечность** - свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов, то есть с возможными перерывами в работе. Показателями долговечности являются средний срок службы, срок службы до первого капитального ремонта, межремонтный срок службы;

16) **чрезвычайная ситуация** - обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, пожара, вредного воздействия опасных производственных факторов, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, вред здоровью людей или окружающей среде, значительный материальный ущерб и нарушение условий жизнедеятельности людей.

ЛИТЕРАТУРА:

- 1) СНиП Нормы строительного проектирования, часть II, 1954 г.
- 2) СНиП II-И.1-62 Гидротехнические сооружения речные. Основные положения проектирования. Часть II. Глава 1., 1966 г.
- 3) СНиП II-50-74 Гидротехнические сооружения речные. Основные положения проектирования. 1975 г.
- 4) СНиП 2.06.01-86 Гидротехнические сооружения речные. Основные положения проектирования. 1987 г.
- 5) СНиП 33-01-2003 Гидротехнические сооружения. Основные положения. 2004 г.
- 6) СНиП РК 3.04-01-2008 Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования. 2009 г.
- 7) Строительные нормы Республики Казахстан СН РК 3.04-01-2018 "Гидротехнические сооружения"

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Состав основных технических и программных средств систем мониторинга гидротехнических сооружений

Технические и программные средства мониторинга ГТС	Класс сооружения		
	1	2	3
1	2	3	4
1 Системы мониторинга	+	+	+
1.1 Правила (инструкция) мониторинга ГТС	+	+	+
1.2 Средства инструментальных наблюдений	+	+	+
1.3 Компьютерные средства	+	+	+
2 Средства инструментальных наблюдений	+	+	+
2.1 Дистанционная контрольно-измерительная аппаратура, совместимая с автоматизированными информационно-измерительными диагностическими системами	+	+	
2.2 Средства геодезического контроля, пьезометры, мерные водосливы, средства химического анализа и другие измерительные устройства, требующие участие человека в процессе измерений	+	+	+
2.3 Переносные средства измерения, дефектоскопы, средства акустического, электрометрического и радиолокационного зондирования, тепловизоры и другие средства измерения и индикации, используемые при инспекционных обследованиях	+	+	*
3 Выносные модули и автономные терминалы автоматизированных информационно-измерительных систем, обеспечивающие автоматизированный сбор информации о состоянии ГТС	+		*
4 Компьютерные программные средства	+	+	*
4.1 Программное обеспечение автоматизированного ввода данных измерений	+	*	*
4.2 Программное обеспечение первичной обработки данных измерений	+	+	*
4.3 Программное обеспечение формализации отчетных материалов и графического оформления результатов измерений и анализа данных наблюдений	+	+	*
5 Программное обеспечение базы данных (БД)	+	+	*
5.1 Информация о сооружениях гидроузла (текстовая, графическая, табличная)	+	+	*
5.2 Инструкция о составе наблюдений, установленной КИА и системе мониторинга ГТС	+	+	*
5.3 Данные наблюдений и результаты их первичной обработки	+	+	*
5.4 Данные диагностики и прогноза состояния сооружений	+	+	*
5.5 Результаты анализа риска аварии (уровня безопасности)	+	+	*
6 Интерфейс пользователя информации БД	+	+	*
6.1 Ввод, редактирование, корректировка информации БД	+	+	*
6.2 Просмотр результатов измерений	+	+	*
6.3 Представление отображенной информации	+	+	*
6.4 Диагностирование состояния сооружений	+	+	*
6.5 Создание отчетных материалов	+	+	*

ДЛЯ ЗАМЕТОК:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____