

**Об утверждении критериев безопасности водохозяйственных систем и сооружений,
Правил определения критериев безопасности водохозяйственных систем и сооружений**

Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 2 июня 2021 года № 172. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 9 июня 2021 года № 22973

В соответствии с подпунктом 3-1) пункта 1 статьи 37 Водного кодекса Республики Казахстан от 9 июля 2003 года, ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Утвердить:

1) критерии безопасности водохозяйственных систем и сооружений, согласно приложению 1 к настоящему приказу;

2) правила определения критериев безопасности водохозяйственных систем и сооружений, согласно приложению 2 к настоящему приказу.

2. Признать утратившим силу приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 31 марта 2015 года № 19-4/289 "Об утверждении критериев безопасности водохозяйственных систем и сооружений" (зарегистрирован в Реестре государственной регистрации нормативных правовых актов за № 11597, опубликован 24 июля 2015 года в информационно-правовой системе "Әділет").

3. Комитету по водным ресурсам Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан в установленном законодательством порядке обеспечить:

1) государственную регистрацию настоящего приказа в Министерстве юстиции Республики Казахстан;

2) размещение настоящего приказа на интернет-ресурсе Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан после его официального опубликования;

3) в течение десяти рабочих дней после государственной регистрации настоящего приказа представление в Департамент юридической службы Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан сведений об исполнении мероприятий, предусмотренных подпунктами 1) и 2) настоящего пункта.

4. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на курирующего вице-министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан.

5. Настоящий приказ вводится в действие по истечении десяти календарных дней после дня его первого официального опубликования.

Приложение 1 к приказу
Министра экологии, геологии и
природных ресурсов
Республики Казахстан
от 2 июня 2021 года № 172

Критерии безопасности водохозяйственных систем и сооружений

№ п/п	Критерии	Способ измерения контролируемого технического показателя критерия	Технические средства измерения контролируемого показателя	Периодичность измерений	Результат мониторинга	
					Значение измеренного показателя К	Критериальное значение показателей К1, К2
1	2	3	4	5	6	7
1. Для бетонные ГТС (гравитационных, контрфорсных, арочных плотин)						
1.	Вертикальные перемещения (осадки) сооружения и его основания	Нивелирование поверхностных марок	Поверхностные марки, рабочие и фундаментальные реперы	2 раза в год	миллиметр	миллиметр
2.	Горизонтальные перемещения сооружения и его основания	Триангуляция, визирование по створам, светодальномерные наблюдения	Рабочие реперы, визирные марки, марки для светодальномерных наблюдений	2 раза в год	миллиметр	миллиметр
3.	Напряжения в сооружении и его основании	Дистанционные измерения деформаций, напряжений в сооружении и его основании	Измерительные преобразователи линейных деформаций, силы струнного типа	1 раз в месяц	килограмм/ квадратный сантиметр, МегаПаскаль	килограмм/ квадратный сантиметр, МегаПаскаль
4.	Контактные напряжения в подошвах бетонного сооружения	Дистанционные измерения силы на контролируемую площадь	Измерительные преобразователи силы струнного типа	1 раз в месяц	килограмм/ квадратный сантиметр, МегаПаскаль	килограмм/ квадратный сантиметр, МегаПаскаль
5.	Раскрытие межсекционных швов сооружения	Дистанционные измерения раскрытия шва	Измерительные преобразователи линейных перемещений струнного типа	3 раза в месяц	миллиметр	миллиметр
6.	Взаимные смещения секций по межсекционным швам сооружения	Прямые измерения взаимного смещения секций плотины	Модернизированный щелемер, штангенщелемер	3 раза в месяц	миллиметр	миллиметр
7.	Величина роста трещины по	Дистанционные измерения раскрытия шва по	Измерительные преобразователи линейных	3 раза в месяц		миллиметр

	контакту сооружения со скалой	контакту сооружения со скалой	перемещений струнного типа		миллиметр	
8.	Раскрытие трещин и межблочных швов в сооружении	Дистанционные измерения раскрытия трещин, межблочных швов	Измерительные преобразователи линейных деформаций, перемещений струнного типа	3 раза в месяц	миллиметр	миллиметр
9.	Температура бетона сооружения и его основания	Дистанционные измерения температуры бетона	Измерительные преобразователи температуры струнного типа	3 раза в месяц	градусов Цельсия	градусов Цельсия
10.	Фильтрационные расходы, поступающие в дренажные устройства или выходящие на поверхность	Дистанционные измерения расхода или прямые измерения отметки уровня воды на мерном водосливе	Измерительные преобразователи уровня жидкости, мерная рейка	3 раза в месяц	литр в секунду	литр в секунду
11.	Пьезометрические напоры в основании сооружения и береговых примыканиях	Прямые или дистанционные измерения пьезометрических уровней в основании сооружения	Измерительные преобразователи давления струнного типа, образцовые манометры	3 раза в месяц	метр	метр
12.	Пьезометрические градиенты в основании сооружения	Вычисляются по измеренным напорам в основании сооружения	-	3 раза в месяц	Безразмерная величина	Безразмерная величина
13.	Параметры сейсмических колебаний сооружения и его основания частота	Измерения в ж д у щ е м автоматическом режиме ускорений, амплитуды колебаний	Сейсмометрическая аппаратура	Постоянно	герц, секунда	герц, секунда
14.	Характеристики размыва русла в нижнем бьефе	Прямые измерения воронки размыва с помощью эхолота или водолазов	Эхолоты, мерные ленты	1 раз в год	метр, квадратный метр	метр, квадратный метр
15.	Разрушение бетона в зоне переменного уровня	Прямые измерения глубины разрушения бетона	Деформометр на базе индикатора часового типа	2 раза в год	миллиметр	миллиметр
16.	Разрушение бетона вследствие реакционных			2 раза в год	миллиметр	миллиметр

	свойств крупного заполнителя бетона	Прямые измерения глубины разрушения бетона	Деформометр на базе индикатора часового типа			
2. Сооружения из грунтовых материалов (плотины, дамбы)						
17	Вертикальные перемещения (осадки) гребня сооружения и его основания	Нивелирование поверхностных марок, глубинных марок	Поверхностные, глубинные марки, рабочие и фундаментальные реперы	2 раза в год	миллиметр	миллиметр
18	Горизонтальные смещения гребня сооружения, мм	Триангуляция, визирование по створам, светодальномерные наблюдения	Рабочие и фундаментальные реперы, визирные марки, марки для светодальномерных измерений	2 раза в год	миллиметр	миллиметр
19	Паровое давление в водоупорных элементах сооружения и его основания	Дистанционные измерения парового давления в водоупорных элементах сооружения	Измерительные преобразователи давления струнного типа	3 раза в месяц	МегаПаскаль	МегаПаскаль
20	Фильтрационные расходы, поступающие в дренажные устройства или выходящие на поверхность	Дистанционные измерения расходов или прямые измерения отметок уровня воды на мерном водосливе	Измерительные преобразователи уровня жидкости, ультразвуковые расходомеры, мерные рейки	3 раза в месяц	литр в секунду	литр в секунду
21	Отметки депрессионной поверхности фильтрационного потока в теле сооружения, береговых примыканиях	Дистанционные измерения пьезометрических уровней или прямые измерения отметок пьезометрических уровней	Измерительные преобразователи давления струнного типа, напорные и безнапорные пьезометры, образцовые манометры, хлопушки, уровнемеры	3 раза в месяц	метр	метр
22	Градиенты напора в водоупорных элементах сооружения основания, безразмерно	Вычисляются по измеренным пьезометрическим напорам в сооружении и его основании	-	3 раза в месяц	Без-размерно	Безразмерно
23	Температура сооружения и его основания	Дистанционные измерения температуры сооружения и его основания	Измерительные преобразователи температуры струнного типа	3 раза в месяц	градусов Цельсия	градусов Цельсия
	Параметры сейсмических	Измерения в ж д у щ е м				

24	колебаний сооружения и его основания	автоматическом режиме ускорений, амплитуды колебаний	Сейсмометрическая аппаратура	Постоянно	герц, секунда	герц, секунда
25	Наличие рифонов в нижнем бьефе за сооружением	Измерения фильтрационного расхода	Мерный водослив с рейкой для измерения уровня воды над водосливом	3 раза в месяц	литр в секунду	литр в секунду
26	Наличие зон на низовом откосе с ярко-зеленым травяным покровом	Измерения площади зон	Рулетка	3 раза в месяц	квадратный метр	квадратный метр
27	Появление просадочных воронок на гребне и откосах плотины	Измерение диаметра, площади и глубины воронки	Рулетка	3 раза в месяц	с м , квадратный метр	с м , квадратный метр
28	Появление продольных и поперечных трещин на гребне плотины	Измерение протяженности и раскрытия трещин	Рулетка	3 раза в месяц	метр , миллиметр	метр , миллиметр
3. Грунтовые примыкания, в верхнем и нижнем бьефах						
29	Вертикальные смещения в оползневых и потенциально неустойчивых массивах	Нивелирование поверхностных и глубинных марок	Поверхностные и глубинные марки	4 раза в год	миллиметр	миллиметр
30	Горизонтальные смещения оползневых и потенциально неустойчивых массивов	Триангуляция, светодальномерные наблюдения	Реперы, марки	4 раза в год	миллиметр	миллиметр
31	Уровень грунтовых вод в оползневых и потенциально неустойчивых массивах, м	Измерения пьезометрических уровней	Пьезометры, уровнемеры, хлопушки	1 раз в месяц	метр	метр
32	Появление оползневых и просадочных трещин	Зарисовка, измерение протяженности ширины, глубины	Рулетка	3 раза в месяц	метр , сантиметр	метр , сантиметр
33	Наличие зон избыточного увлажнения	Измерение площади водопроявлений	Рулетка	3 раза в месяц	квадратный метр	квадратный метр

34	Наличие сосредоточенных выходов подземных вод в нижнем бьефе	Измерение фильтрационного расхода	Мерный водослив	Раз в сутки	литр в секунду	литр в секунду
35	Наличие суффозионного выноса грунта	Измерение количества взвеси	Мерный сосуд	3 раза в месяц	грамм на литр	грамм на литр
36	Наличие просадочных и суффозионных воронок	За рисовка, измерение количества и размеров воронок	Рулетка	3 раза в месяц	метр	метр
37	Наличие криогенных деформаций	Характер деформации, размеры, площадь распространения	-	Раз в год	метр	метр

Примечание: * Собственник ГТС увеличивает количество измерений в указанный период, в случае опыта эксплуатации ГТС I, II, III классов более 5 лет, IV класса ГТС более 10 лет, а также исходя от конструкции ГТС.

Приложение 2 к приказу
Министра экологии, геологии и
природных ресурсов
Республики Казахстан
от 2 июня 2021 года № 172

Правила определения критериев безопасности водохозяйственных систем и сооружений

Глава 1. Общие положения

1. Настоящие Правила определения критериев безопасности водохозяйственных систем и сооружений (далее – Правила) определяют порядок определения критериев безопасности (далее – Критерии) водохозяйственных систем и сооружений (далее - ГТС).

2. В настоящих Критериях используются следующие понятия:

1) водохозяйственная система – комплекс взаимосвязанных водных объектов и гидротехнических сооружений;

2) плотина – подпорное гидротехническое сооружение на водотоке для подъема уровня воды и (или) создания водохранилища (далее – ГТС);

3) контролируемые технические показатели критериев – количественные и качественные характеристики состояния ГТС, измеренные с помощью технических средств или вычисленные на основе измерений сооружения;

4) диагностические технические показатели критериев – наиболее значимые для диагностики и оценки состояния ГТС контролируемые показатели, позволяющие дать оценку безопасности ГТС "сооружение – основание – водохранилище" в целом или отдельных ее элементов.

3. Для целей настоящего приказа под водохозяйственными системами и сооружениями принимаются плотины.

4. Критериальные значения технических показателей критериев делятся на:

К – диагностическое значение технических показателей критериев, измеренных в процессе мониторинга технического состояния ГТС;

К1 – контролируемый уровень критериального значения, при достижении которого устойчивость, механическая и фильтрационная прочность ГТС и его основания, а также пропускная способность водосбросных и водопропускных сооружений еще соответствуют условиям нормальной эксплуатации;

К2 – контролируемый уровень критериального значения, при превышении которого эксплуатация ГТС в проектных режимах недопустима.

5. Оценку состояния ГТС проводят на основе сопоставления измеренных значений диагностических технических показателей К с их критериальными значениями К1 и К2. При $K < K1$ состояние ГТС считают нормальным, при $K1 < K < K2$ – потенциально опасным, при $K > K2$ – предаварийным.

Глава 2. Порядок определения критериев безопасности водохозяйственных систем и сооружений

3. Устанавливаются два этапа определения критериев безопасности водохозяйственных систем и сооружений:

- 1) единожды на стадии проектирования;
- 2) на стадии эксплуатации, которые могут периодически пересматриваться.

4. Собственник ГТС определяет лицо, ответственное за определение и мониторинг Критериев.

5. Состав и уровень критериальных значений К1 и К2 следует определять:

1) на стадии проектирования – на основе анализа результатов расчетов и экспериментальных исследований фильтрационного, гидравлического и температурного режимов, напряженно-деформированного состояния, прочности и устойчивости ГТС на основное и особое сочетание нагрузок, а также на основе анализа прочностных, деформационных и фильтрационных характеристик материала;

2) для эксплуатируемых сооружений – на основе многофакторного анализа результатов сопоставления критериальных значений, разработанных в составе проекта, с контролируемыми на ГТС показателями при максимальных нагрузках.

6. Корректировка и дополнение критериальных значений К1 (а в случае необходимости и К2) осуществляется на основе анализа результатов натуральных наблюдений и опыта эксплуатации ГТС с использованием:

1) результатов прогноза, выполненного на основании статистических моделей, сформированных по данным натуральных наблюдений;

2) поверочных расчетов по "откалиброванным" на основе результатов натуральных наблюдений математическим моделям, применительно к уточненным расчетным схемам ГТС, уточненным расчетным значениям параметров свойств материалов сооружений и пород грунтов оснований, а также параметров нагрузок.

7. Корректировка критериальных значений осуществляется в следующих случаях:

1) перед вводом гидротехнического сооружения в эксплуатацию;

2) после первых двух лет эксплуатации;

3) после реконструкции гидротехнического сооружения, их капитального ремонта, восстановления и изменения условий эксплуатации;

4) при выводе из эксплуатации и при консервации;

5) после аварийных ситуаций.

8. Определение критериальных значений основных частей ГТС осуществляется согласно приложению к настоящим Правилам.

Приложение к Правилам
определения критериев
безопасности водохозяйственных
систем и сооружений

Критериальные значения основных частей водохозяйственных систем и сооружений

1. Критериальные значения осадки бетонных ГТС:

1) при среднем давлении под подошвой ГТС и которое больше расчетного сопротивления грунта основания, критериальные значения осадок К1 на стадии проекта равны расчетным значениям, определяемым численными методами, учитывающими упругопластический характер деформирования грунтов, пространственное напряженное состояние, последовательность возведения сооружения в соответствии со строительными нормами СН РК 3.04-03-2018 "Основания гидротехнических сооружений";

2) в условиях нормальной эксплуатации ГТС изменения осадок во времени определяются по прогнозным моделям, основанным на статической обработке данных натуральных наблюдений;

3) критериальные значения осадок К1 определяются для секций ГТС, отличающихся величинами нагрузок на основание сооружения или его инженерно-геологическими свойствами и оснащенных средствами измерения осадок;

4) в случаях, когда осадка сооружения равномерная по длине сооружения и не вызывает каких-либо опасений за его безопасность, основное внимание уделяется контролю изменений интенсивности осадок во времени с целью обнаружения возможного развития непредвиденных неблагоприятных процессов в основании (изменение физико-механических характеристик грунта, химическая или механическая суффозия).

2. Критериальные значения горизонтальных перемещений гребня высоких бетонных плотин:

1) в качестве первого приближения за критериальные значения К1 горизонтального перемещения гребня плотины принимается величина, полученная расчетом на основное сочетание нагрузок методами строительной механики, теории упругости, пластичности в соответствии с принятыми в проекте физико-механических характеристиках плотины и основания;

2) критериальные значения К1, К2 горизонтальных перемещений гребня плотины уточняются в процессе эксплуатации плотины на основе контрольных расчетов с учетом фактических физико-механических характеристик бетона плотины и основания, а также выявленных закономерностей работы сооружения;

3) для уточнения критериальных значений К1 и К2 горизонтальных перемещений гребня бетонных плотин используют статистический метод с целью установления эмпирической зависимости горизонтальных перемещений от уровня воды в водохранилище (нормальный подпертый уровень для К1 и форсированный подпертый уровень для К2, температуры внешней среды) и времени:

$$u = f [H (t), t (T); T], \quad (1)$$

где:

u – горизонтальные перемещения гребня плотины;

H – уровень верхнего бьефа;

t – температура;

T – время;

5) за уточненные критериальные значения К1, К2 горизонтальных перемещений гребня бетонных плотин принимаются прогнозные величины в предположении, что максимальные и минимальные перемещения от давления воды в водохранилище совпадают по фазе с максимальными и минимальными перемещениями от температурных воздействий;

6) измеренные перемещения гребня плотины во всех случаях не должны превышать критериальных значений К1, К2. Превышение измеренных перемещений над прогнозируемыми будет свидетельствовать о появлении аномалии в работе сооружения, и состояние сооружения при этом оценивается как потенциально опасное (если превышено значение К1) и как предаварийное (если превышено значение К2).

3. Критериальные значения напряжения в бетоне:

1) за критериальные значения К1 и К2 напряжений в бетоне в контролируемых точках плотины на стадии проекта принимаются величины напряжений, полученные расчетом на основное К1 или особое сочетание нагрузок К2 или испытанием моделей. Величины напряжений в бетоне плотин III и IV классов определяются методами строительной механики, плотин I и II классов методами теории упругости;

2) в эксплуатационный период критериальные значения K_1 напряжений в бетоне уточняются по результатам поверочных расчетов с учетом фактических физико-механических характеристик бетона плотины.

Для уточнения критериальных значений напряжений в бетоне рекомендуется использовать прогнозные математические модели.

Для максимально нагруженных зон бетонных плотин, прочность сечений которых определяется сопротивлением бетона сжатию, за критериальное значение K_1 и K_2 напряжения в бетоне принимается расчетное сопротивление бетона сжатию;

3) для бетонных плотин, прочность сечений которых определяется сопротивлением бетона растяжению при условии отсутствия трещин, за критериальные значения K_1 и K_2 напряжения в бетоне принимаются расчетные сопротивления бетона на растяжение.

4. Критериальные значения напряжения в арматуре железобетонных конструкций сооружений:

1) для максимально нагруженных зон железобетонных конструкций, прочность сечения которых определяется сопротивлением арматуры растяжению и не вводится требование ограничения раскрытия трещин, за критериальное значение K_1 напряжения в арматуре принимается расчетное сопротивление арматуры растяжению для предельных состояний;

2) для железобетонных конструкций, прочность сечения которых определяется по растянутой арматуре, а ширина раскрытия трещин ограничена, за критериальные значения K_1 напряжений в арматуре принимаются напряжения в арматуре, вычисленные исходя из предельно допустимой ширины раскрытия трещин;

3) в эксплуатационный период критериальные значения K_1 напряжений в арматуре уточняются по результатам поверочных расчетов с учетом фактических физико-механических характеристик бетона, арматуры, процента армирования и действующих нагрузок.

5. Критериальные значения положения пьезометрических уровней воды в основании бетонных плотин:

1) для определения значений противодействия на подошву бетонных плотин для оценки их устойчивости методом электрогидродинамической аналогий (далее – ЭГДА) или расчетами определяется положение пьезометрических уровней при основном и особом сочетании нагрузок, а также в случае нарушения одного из противофильтрационных или дренажных устройств;

2) за критериальные значения K_1 и K_2 положения пьезометрических уровней в основании бетонных плотин на стадии проекта принимаются значения пьезометрических уровней, полученные расчетом или методом ЭГДА для K_1 – при основном сочетании нагрузок, K_2 – при особом сочетании нагрузок при нарушении монолитности понура;

3) для периода нормальной эксплуатации ГТС изменения критериальных значений пьезометрических уровней во времени, определяются по прогнозным регрессионным моделям, основанным на статистической обработке данных натуральных наблюдений;

4) критериальные значения положения пьезометрических уровней K1 принимаются равными прогнозируемым по регрессионной модели при доверительном интервале, равным $2s$, а критериальные значения положения пьезометрических уровней K2 – равным прогнозируемым по регрессионной модели при доверительном интервале, равным $3s$;

5) в качестве диагностических показателей положения пьезометрических уровней в основании бетонной плотины с понуром рекомендуется принимать значения пьезометрических уровней в конце понура. Для контроля работоспособности верхового зуба и дренажа – пьезометрических уровней перед низовым зубом бетонной плотины.

6. Критериальные значения осадков грунтовых плотин:

1) при назначении критериев осадки плотины используется основная закономерность геомеханики по уплотнению грунтов под действием нагрузки;

2) при нормальной работе грунтовой плотины ход ее осадки должен носить плавный затухающий характер. При этом интенсивность приращения осадки с каждым годом или циклом измерений (выполняемым в определенное время года и при одинаковых условиях) уменьшается стремясь к нулю. Фактическая (измеренная) осадка в любой момент времени t не должна превышать расчетных значений для основного и особого сочетания нагрузок (если расчетная модель близка к реальной) и выходить за пределы доверительного интервала:

$$S_{\text{расч}}(t) - \Delta S \leq S_{\text{нат}}(t) \leq S_{\text{расч}}(t) + \Delta S, \quad (2)$$

где:

$S_{\text{нат}}(t)$ и $S_{\text{расч}}(t)$ – значения измеренной и расчетной осадки плотины за равный промежуток времени t ;

ΔS – погрешность определения осадки.

Исходя из этого, за критериальное значение K1 осадки плотины в общем случае рекомендуется принимать ее расчетное значение на верхней границе доверительного интервала (при нисходящем графике хода осадки):

$$K1(t) = S_{\text{расч}}(t) - \Delta S, \quad (3)$$

В условиях необходимости учитывать множество факторов строительного и пускового периодов для назначения критериальных значений осадки необходимо использовать прогнозные модели, основанные на статистической обработке данных натуральных наблюдений

$$S_{\text{прог}}(t) - \Delta S \leq S_{\text{нат}}(t) \leq S_{\text{прог}}(t) + \Delta S \quad (4)$$

где:

$S_{\text{прог}}(t)$ – прогнозируемая осадка на момент времени t ;

3) прогнозируемые значения осадок определяются аппроксимацией и экстраполяцией натуральных графиков хода осадки геодезических марок, установленных на плотине. Простейшая аппроксимирующая функция имеет вид:

$$S(t) = t/(at + b), \quad (5)$$

где t – время;

a , b – эмпирические коэффициенты, определяемые в результате статистической обработки данных предыдущих натуральных измерений методом наименьших квадратов.

В этих случаях за $K1$ принимается:

$$K1(t) = S_{\text{прог}}(t) - \Delta S \quad (6)$$

По мере получения новых данных натуральных наблюдений проводится корректировка прогнозных графиков хода осадок плотины и аппроксимирующих их функций;

4) другим качественным критериальным признаком нормального состояния плотины по осадкам может служить неравенство вида:

$$\text{нормальное состояние: } U_s(t_1) > U_s(t_2) > U_s(t_3) > U_s(t_4) > \dots > U_s(t_n) \rightarrow 0, \quad (7)$$

где $U_s(t_1), \dots, U_s(t_n)$ – натурные значения интенсивности приращения осадок плотины в первый, второй и последующие годы наблюдений (или циклы измерений).

5) критериальными признаками потенциально опасного и предаварийного состояния сооружений можно считать условия, когда имеет место, соответственно, отсутствие затухания осадок во времени и нарастание осадок во времени:

$$\text{потенциально опасное состояние: } U_s(t_1) \approx U_s(t_2) = U_s(t_3) = \dots = U_s(t_n) \quad (8)$$

$$\text{предаварийное состояние: } U_s(t_1) > U_s(t_2) < U_s(t_3) < \dots < U_s(t_n) \quad (9);$$

6) при соответствии натуральных значений интенсивности осадки плотины нормальному состоянию проводится оперативный комплексный анализ поведения сооружения с привлечением других данных натуральных наблюдений и принимаются меры по приведению сооружения в нормальное эксплуатационное состояние;

7) при соответствии натуральных значений интенсивности осадки плотины потенциально опасному состоянию принимаются оперативные меры по понижению уровня воды в водохранилище.

7. Критериальные значения горизонтального смещения гребня грунтовой плотины:

1) условиям нормальной эксплуатации плотины соответствует неравенство:

$$\Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_i) < \Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_{i-1}) \pm \delta,$$

(10)

где

$$\Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_i), \Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_{i-1})$$

– натуральные значения увеличения горизонтальных смещений в контролируемых точках гребня плотины в течении всего цикла эксплуатации плотины под напором;

d – погрешности измерения смещений;

3) потенциально опасным условиям эксплуатации плотины соответствует неравенство:

$$\Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_i) \approx \Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_{i-1}) \pm \delta, \quad (11)$$

где
 $\Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_i), \Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_{i-1})$
 – натуральные значения увеличения горизонтальных смещений в контролируемых точках гребня плотины в течении всего цикла эксплуатации плотины под напором;
 δ – погрешности измерения смещений;

4) предаварийное состояние плотины определяемая неравенством:

$$\Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_i) > \Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_{i-1}) \pm \delta, \quad (12)$$

где
 $\Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_i), \Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_{i-1})$
 – натуральные значения увеличения горизонтальных смещений в контролируемых точках гребня плотины в течении всего цикла эксплуатации плотины под напором;
 δ – погрешности измерения смещений.

8. Критериальные значения трещинообразования в грунтовых противофильтрационных элементах плотины:

1) в качестве критериальных значений трещинообразования используется показатель относительной (вертикальной или горизонтальной) деформации растяжения грунтов противофильтрационных элементов (ядро, экран, диафрагма), которая вычисляется по данным геодезических или телеметрических натурных измерений:

$$\varepsilon_r = \Delta L_p / p, \quad (13)$$

где ε_r – показатель относительной (вертикальной или горизонтальной) деформации растяжения;

L_p – расстояние между точками измерений;

ΔL_p – показатель изменения расстояния между точками;

2) для определения критериальных значений трещинообразования используется предельный показатель относительной деформации растяжения грунта, при которой происходит разрыв образца.

Для каждого вида грунта критериальное значение трещинообразования устанавливается индивидуально в ходе механических испытаний серии образцов.

В общем виде условие обеспечения стойкости трещины противофильтрационного элемента плотины выражается неравенством:

$$\varepsilon_{\text{нат}} \leq \varepsilon_r^{\text{пред}} / \gamma_n \quad (14)$$

где $\varepsilon_{\text{нат}}$ – относительная деформация растяжения грунта в противофильтрационном элементе плотины, полученная натурными измерениями;

$$\varepsilon_{\text{р}}^{\text{пред}}$$

– предельная относительная деформация данного грунта на растяжение (разрыв), полученная механическими испытаниями;

$\gamma_{\text{п}}$ – нормативный коэффициент надежности по ответственности сооружения;

3) Условиям нормальной эксплуатации плотины соответствует неравенство:

$$\sigma_{\text{нат}} \leq \varepsilon_{\text{р}}^{\text{пред}} / \gamma_{\text{п}} = K_1;$$

(15);

4) Потенциально опасным условиям эксплуатации плотины соответствует неравенство:

$$K_1 = \varepsilon_{\text{р}}^{\text{пред}} / \gamma_{\text{п}} < \sigma_{\text{нат}} \leq 0,9 \varepsilon_{\text{р}}^{\text{пред}} = K_2$$

(16);

5) Предаварийное состояние плотины характеризует неравенством:

$$\sigma_{\text{нат}} \leq 0,9 \varepsilon_{\text{р}}^{\text{пред}} = K_2$$

(17);

9. Критериальные значения положений поверхности депрессии осуществляется в следующей последовательности:

для поперечников плотины, оснащенных пьезометрами, производится расчет положений кривой депрессии при основном (нормально подпертом уровне) и особом (форсированном подпертом уровне) сочетаниях нагрузок; калибровкой расчетной модели (при необходимости) результаты расчета сближаются с результатами натурных наблюдений;

для обеих расчетных поверхностей депрессии проверяется выполнение критериальных ограничений:

недопущение выхода фильтрационного потока на низовой откос выше дренажа;

заглубление поверхностей депрессии от поверхности низового откоса на глубину, не меньшую глубины сезонного промерзания грунта в районе расположения плотины;

поверочными расчетами проверяется соответствие коэффициентов запаса устойчивости низового откоса плотины критериям устойчивости для основного и особого сочетаний нагрузок;

1) в качестве критериальных значений K_1 , K_2 , контролирующих положение поверхности депрессии, принимаются измеряемые уровни воды в пьезометрах, установленных в теле плотины.

Критериальным значениям K_1 соответствуют пьезометрические уровни поверхности депрессии при основном (нормально подпертом уровне) сочетании нагрузок.

Критериальным значениям K_2 соответствуют пьезометрические уровни поверхности депрессии при особом (форсированном подпертом уровне) сочетании нагрузок.

Критериальные значения K_1 , K_2 назначаются индивидуально для каждого пьезометра (или группы пьезометров) в соответствии с координатами их расположения в контролируемом створе тела плотины;

2) при оценке состояния плотины по положениям кривой депрессии выдерживаются критериальные соотношения для всех пьезометров;

3) условиям нормальной эксплуатации плотины соответствует неравенство:

$$P_{\text{изм}}(x_i) \leq P_{\text{осн}}^{\text{нд}}(x_i) = K_1(x_i),$$

(18)

где:

$P_{\text{изм}}(x_i)$ – измеряемые уровни воды в пьезометрах;

$$P_{\text{осн}}^{\text{нд}}(x_i)$$

– пьезометрические уровни поверхности депрессии при основном (нормально подпертом уровне) сочетании нагрузок;

4) потенциально опасным условиям эксплуатации плотины соответствует неравенство:

$$K_1(x_i) < P_{\text{изм}}(x_i) \leq P_{\text{особ}}^{\text{нд}}$$

(19)

где:

$K_1(x_i)$ – критериальное значение, выраженное в абсолютных отметках пьезометрических уровней соответствующих поверхностей депрессии.

$$P_{\text{особ}}^{\text{нд}}$$

– пьезометрические уровни поверхности депрессии при особом (форсированном подпертом уровне) сочетании нагрузок;

5) предаварийному состоянию плотины соответствует неравенство:

$$P_{\text{изм}}(x_i) > P_{\text{особ}}^{\text{нд}}(x_i) = K_2(x_i)$$

(20)

6) критериальные значения $K_1(x_i)$ и $K_2(x_i)$ выражаются в абсолютных отметках пьезометрических уровней соответствующих поверхностей депрессии. Отметки критериальных значений $K_1(x_i)$ и $K_2(x_i)$ для каждого пьезометра считываются с

поверхностей депрессии для основного и особого сочетаний в точках их пересечения с линиями равных напоров (эквипотенциалами), проходящих через водоприемники контрольных пьезометров;

10. Критериальные значения фильтрационной прочности тела плотины и основания:

1) при нормальном установившемся режиме работы плотины измеренные фильтрационные расходы во всем диапазоне изменения напора на сооружение соответствуют условию:

$$Q_p(H_i - \Delta Q \leq Q_{нат}(H_i) \leq Q_p + \Delta Q, \quad (21)$$

где:

$Q_{нат}(H_i)$ – натурные расходы фильтрации при напоре H_i ;

$Q_p(H_i)$ – расчетные расходы фильтрации при напоре H_i ;

ΔQ – погрешность измерения расходов в доверительном интервале;

2) Критериальным значениям K_1 соответствуют расчетные значения максимальных фильтрационных расходов через тело плотины при основном сочетании нагрузок (нормально-подпертом уровне) с уточнением в процессе эксплуатации значений для данного вида грунтов:

$$K_1 = Q_p(NПУ, k_{\phi}^y, I_{доп}) + \Delta Q$$

(22)

3) критериальным значениям K_2 соответствуют расчетные значения максимальных фильтрационных расходов через тело плотины при особом сочетании нагрузок для (форсированном подпертом уровне) с уточнением в процессе эксплуатации этих значений для данного вида грунтов:

$$K_2 = Q_p(ФПУ, k_{\phi}^y, I_{доп}) - \Delta Q;$$

(23)

4) критериальные неравенства, ограничивающие фильтрационные расходы, имеют следующий вид:

$$Q_{нат}(НПУ) \leq K_1 = Q_p(НПУ) + D Q, \quad (24)$$

$$Q_{нат}(ФПУ) \leq K_2 = Q_p(ФПУ) + D Q, \quad (25)$$

В качестве прогнозной модели для фильтрационных расходов рекомендуется использовать приблизительное равенство (стабильность) натурных значений фильтрационных расходов, измеренных при одинаковых напорах (H_0), действующих на сооружение в разные годы эксплуатации k_i .

$$Q_{нат}(k_i H_0) = \text{const.} \quad (26)$$

Для исключения возможных ошибок в оценках состояния плотины по критериальным значениям K_1 и K_2 в неравенствах (22), (23) и равенстве (24) следует использовать для сравнения значения фильтрационных расходов ($Q_{нат}$), измеренных в

условиях отсутствия на водомерных устройствах проточности поверхностных вод, не связанных с фильтрацией через плотину и основание (от дождей, снеготаяния, технологических утечек);

11. Критериальные значения мутности воды, профильтрованной через тело плотины и основание:

1) при нормальном фильтрационном режиме (отсутствии суффозионных процессов) мутность профильтрованной через плотину и ее основание воды не превышает мутности воды в водохранилище.

При этом критериальное значение K_1 принимается как:

$$K_1 = M_{вдх} \quad (27)$$

где:

$M_{вдх}$ – мутности воды в водохранилище;

2) превышение твердых частиц в профильтрованной воде над их содержанием в водохранилище означает, что в сооружение происходит процесс механической суффозии.

При наличии механической суффозии состояние сооружения классифицируется как потенциально опасное. При увеличении мутности профильтрованной воды во времени при постоянном напоре состояние сооружения оценивается как предаварийное

При этом критериальное значение K_1 принимается как:

$$K_2 = 2M_{вдх} \quad (28)$$

3) условиям, характеризующим состояние плотины по мутности профильтрованной воды как нормальное, соответствует неравенство:

$$M_{\phi}^{нат} \leq M_{вдх} = K_1$$

(29)

где:

$$M_{\phi}^{нат}$$

– мутность воды, профильтрованной через плотину и ее основание;

4) условиям, характеризующим состояние плотины по мутности профильтрованной воды как потенциально опасное, соответствует неравенство:

$$K_1 = M_{вдх} < M_{\phi}^{нат} \leq 2M_{вдх} = K_2$$

(30)

5) условиям, характеризующим состояние плотины по мутности профильтрованной воды как предаварийное опасное, соответствует неравенство:

$$M_{\phi}^{нат} > 2M_{вдх} = K_2$$

(31);

12. Критериальные значения технической и функциональной надежности механизмов и узлов ГТС:

1) для затворов, находящихся в эксплуатации пять лет, периодичность обследований не превышает два года;

2) грузоподъемное оборудование подлежит техническому освидетельствованию не реже одного раза в год. Обследование канатов, тяговых органов, изоляции проводов и заземления, состояния освещения и сигнализации грузоподъемного оборудования производится не реже одного раза в полгода;

3) механические оборудования входящие в состав ГТС обеспечивают следующие требования:

затворы водопропускных отверстий всех типов и назначений с закладными частями (кроме дисковых предтурбинных затворов);

затворы и задвижки на групповых водоводах;

сороудерживающие решетки;

грузоподъемное и транспортное оборудование;

защитные металлоконструкции;

средства управления и сигнализации.

Затворы водопропускных сооружений удовлетворяют требованиям:

прочности и устойчивости конструкции в целом и отдельных ее узлов, и элементов;

водонепроницаемости, в том числе в местах сопряжений затвора с сооружением;

постоянной готовности для маневрирования;

4) ворота и затворы шлюзов, соответствуют следующим требованиям:

прочности и устойчивости конструкции в целом и отдельных ее узлов, и элементов;

водонепроницаемости конструкции и мест сопряжений с сооружением;

свободного открытия и закрытия при выравнивании уровней воды в камере сооружения и в примыкающем к ней бьефу (верхнему или нижнему),

пропуска максимальных расходов воды;

5) решетки водопропускных сооружений обеспечивают следующие требования:

прочности и устойчивости в пределах заданных и нормативных нагрузок;

свободного маневрирования в спокойной воде (кроме стационарных решеток);

минимальным (не более пятнадцати сантиметров на чистых решетках) потерям напора;

эффективного удержания плавающих и движимых потоком воды тел;

возможности очистки с помощью механизмов или вручную;

6) в процессе эксплуатации механического оборудования обеспечивается:

равномерность движения затворов, отсутствие рывков и вибраций;

устойчивость положения и отсутствие деформаций ходовых и опорных частей;

работоспособное состояние болтовых, сварочных и заклепочных соединений;

водонепроницаемость затворов, правильность посадки их на порог, плотность прилегания их к опорному контуру;

утепление и обогрев пазов, опорных устройств, пролетных строений затворов и сороудерживающих решеток, предназначенных для работы в зимних условиях;

оптимальный перепад уровней на сороудерживающих решетках, который не должен превышать установленного по условиям прочности и экономичности максимального допустимого значения;

отсутствие вибрации сороудерживающих решеток;

защиту затворов, сороудерживающих решеток и закладных частей от коррозии и обрастаний растительностью.