



РусГидро
НИИЭС

Акционерное общество
«Научно-исследовательский институт энергетических сооружений»
(АО «НИИЭС»)

УДК
№ государственной регистрации
Инв. №

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор Волгоградского филиала
АО «НИИЭС»,
кандидат технических наук



**ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО РАННЕМУ
ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ СЛУЧАЕВ ОТКАЗА ИЛИ АВАРИЙ
ГТС КАСКАДА ВИЛЮЙСКИХ ГЭС им. Е.Н. БАТЕНЧУКА
(С УЧЕТОМ РАСЧЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ВОЗДЕЙСТВИЮ ВОЛН ПРОРЫВА
ИЗ ВОДОХРАНИЛИЩА)**

Договор № 448 от 06.06.2017 г.

Том 1. Инструкция по ликвидации отказов и аварий ГТС КВГЭС

Руководитель работы,
заведующий лабораторией

В.А. Горбунов

Ответственный исполнитель,
старший инженер

А.С. Сачкова

Волгоград, 2017 г.

ЗАКАЗЧИК:

Публичное акционерное общество «Якутскэнерго» (ПАО «Якутскэнерго»).

Юридический адрес: 677000, Российская Федерация, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Федорова Попова, 14.

ЭКСПЛУАТИРУЮЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ:

Филиал ПАО «Якутскэнерго» - «Каскад Вилюйских ГЭС им. Е.Н. Батенчука (КВГЭС)».

Почтовый адрес: 678185, Российская Федерация, республика Саха (Якутия), Мирнинский район, пос. Чернышевский, Каскад Вилюйских ГЭС им Е.Н Батенчука.

Телефон: (41136) 72-608.

Факс: (41136) 72-844.

E-mail: kanc@kvgs.ru.

ИНН: 1435028701.

КПП: 143302002.

ИСПОЛНИТЕЛЬ (РАЗРАБОТЧИК):

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений» (АО «НИИЭС»).

Юридический адрес: 125362, г. Москва, Строительный проезд, д. 7а.

Почтовый адрес: Россия, 125362, г. Москва, а/я 393, Строительный проезд, дом 7А.

Телефон: (495) 492-66-35.

Факс: (495) 492-74-71.

ИНН 7733021533.

КПП 773301001.

Документация разработана в Волгоградском филиале АО «НИИЭС».

Почтовый адрес: 400005, г. Волгоград, пр. Ленина 72, а/я 47.

Телефон: (8442) 23-43-00.

Факс: (8442) 49-32-08.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научное руководство:

Мажбиц Г.Л., директор Волгоградского филиала АО «НИИЭС»,
кандидат технических наук

Руководитель работ:

Горбунов В.А., заведующий лабораторией

Исполнители:

Бод. К.Ю. заведующий лабораторией, кандидат технических наук

Подлинев М.О. инженер, кандидат технических наук

Сачкова А.С. старший инженер

Колесникова Г.В. старший инженер

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА	6
1.1 Сведения о ГТС Каскада Вилуйских ГЭС.....	6
1.2 Характеристика района размещения ГТС.....	22
1.3 Организация эксплуатации ГТС Каскада Вилуйских ГЭС.....	27
2 СЦЕНАРИИ АВАРИЙ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ.....	34
2.1 Явления, приводящие к переливу через гребень плотины.....	39
2.2 Явления, приводящие к нарушению устойчивости откосов.....	39
2.3 Явления, приводящие к нарушению устойчивости подпорных стенок ГЭС-1 и ГЭС-2.....	41
2.4 Явления, приводящие к разрыву напорного водовода.....	42
2.5 Явления, приводящие к разгерметизации проточной части гидроагрегата ГЭС-1 и ГЭС-2.	43
3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	44
3.1 Основная задача раннего предотвращения отказов и аварий.....	44
3.2 Применимость технических решений	46
3.3 Требования к квалификации персонала.....	49
4 ДЕЙСТВИЯ ПЕРСОНАЛА ПРИ ЯВЛЕНИЯХ, ПРОЦЕССАХ, СОБЫТИЯХ, ПРИВОДЯЩИХ К ПЕРЕЛИВУ ЧЕРЕЗ ГРЕБЕНЬ.....	51
4.1 Отказ гидромеханического оборудования.....	53
4.2 Нарушение целостности парапета.....	54
4.3 Просадки гребня плотины.....	56
5 ДЕЙСТВИЯ ПЕРСОНАЛА ПРИ ЯВЛЕНИЯХ, ПРОЦЕССАХ, СОБЫТИЯХ, СПОСОБНЫХ ИНИЦИИРОВАТЬ НАРУШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ.....	61
5.1 Нарушение крепления верхового откоса.....	61
5.2 Возникновение трещин.....	64
5.3 Нарушение проектной работы противофильтрационных устройств.....	68
5.4 Возникновение неблагоприятных явлений в цементационной галерее плотины.....	73
6 ДЕЙСТВИЯ ПЕРСОНАЛА ПРИ ЯВЛЕНИЯХ, ПРОЦЕССАХ, СОБЫТИЯХ, СПОСОБНЫХ ИНИЦИИРОВАТЬ СДВИГ ИЛИ ОПРОКИДЫВАНИЕ ПОДПОРНЫХ СТенок ГЭС-1/ГЭС-2.....	77
7 ДЕЙСТВИЯ ПЕРСОНАЛА ПРИ ЯВЛЕНИЯХ, ПРОЦЕССАХ, СОБЫТИЯХ, СПОСОБНЫХ ИНИЦИИРОВАТЬ РАЗРЫВ НАПОРНОГО ВОДОВОДА ГЭС- 1/ГЭС-2.....	82
8 ДЕЙСТВИЯ ПЕРСОНАЛА ПРИ ЯВЛЕНИЯХ, ПРОЦЕССАХ, СОБЫТИЯХ, СПОСОБНЫХ ИНИЦИИРОВАТЬ РАЗГЕРМЕТИЗАЦИЮ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ГИДРОАГРЕГАТА ГЭС-1/ГЭС-2.....	86
9 СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕЗЕРВОВ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.....	95
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	98
ПРИЛОЖЕНИЕ А. СВОДНАЯ ССЫЛОЧНАЯ ТАБЛИЦА СОГЛАСОВАННОСТИ ИНСТРУКЦИИ (ТОМ I) И АЛЬБОМА (ТОМ II) НА СЛУЧАЙ ОТКАЗОВ И АВАРИЙ ГТС КВГЭС.....	104
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ДОПУСКЕ К ОПРЕДЕЛЕННЫМ ВИДАМ РАБОТ.....	105

ВВЕДЕНИЕ

Данная проектная документация разработана во исполнение пункта 3.1.19 Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации (СО 153-34.20.501-2003), утвержденных приказом Минэнерго России от 19.06.2003 № 229 (Зарегистрировано в Минюсте России 20.06.2003 № 4799):

На случаи отказов или аварий гидротехнических сооружений должны быть заранее разработаны: необходимая проектная документация по их раннему предотвращению (с учетом расчетных материалов по воздействию волн прорыва из водохранилищ) и соответствующие инструкции по их ликвидации.

В инструкции по ликвидации отказов и аварий ГТС Каскада Виллойских ГЭС (далее по тексту: Инструкция) представлены:

- краткая характеристика объекта, включая: сведения о гидротехнических сооружениях, характеристику района размещения гидротехнических сооружений Каскада Виллойских ГЭС (далее по тексту ГТС КВГЭС) сведения об организации эксплуатации ГТС КВГЭС;
- сценарии отказов и аварий (с учетом расчетных материалов по воздействию волн прорыва из водохранилищ) и анализ явлений, процессов, событий приводящих к их возникновению;
- общие положения по применению настоящей проектной документации, включая инструкции по действию персонала;
- инструкции по раннему диагностированию и ликвидации явлений, процессов, событий приводящих к их возникновению;
- инструкция по созданию и использованию материально-технических резервов для обеспечения безопасной работы гидротехнических сооружений.

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА

1.1 Сведения о ГТС Каскада Вилюйских ГЭС

Каскад Вилюйских ГЭС состоит из двух гидроэлектростанций (ГЭС-1 и ГЭС-2) общей установленной мощностью 680 МВт и предназначен для энергоснабжения Западных районов Республики Саха (Якутия).

Класс гидротехнических сооружений (далее по тексту – ГТС) – второй. Ситуационный план ГТС КВГЭС приведен на рисунке 1.1.

Нормативный срок эксплуатации ГТС - 100 лет, согласно [6]. Согласно классификации, предусмотренной Российским регистром гидротехнических сооружений, вид сооружений: водоподпорные и водонапорные ГТС (каменно-земляная плотина), водозаборные ГТС (водоприемники ГЭС-1, 2), водопроводящие ГТС (напорные водоводы ГЭС-1, 2) специального назначения (здания ГЭС-1, 2); водосбросные и водопропускные ГТС (поверхностный водосброс).

Общая протяженность напорного фронта ГТС составляет 1200 м.

Водохранилище Вилюйских ГЭС - 1, 2 обеспечивает многолетнее регулирование стока реки Вилюй в створе гидроузла. Основные параметры Вилюйского водохранилища приведены в таблице 1.1. Использование водных ресурсов Вилюйского водохранилища производится в интересах энергетики, коммунального, рыбного хозяйства, а также водного транспорта.

Таблица 1.1 Основные параметры Вилюйского водохранилища.

№ п/п	Перечень показателей	Значение
1	Режим регулирования	многолетний
2	Отметки уровней воды*	
	НПУ, м	246.0
	ФПУ, м	246.8
	УМО, м	234.0
	УПС, м	239.0
3	Длина водохранилища при НПУ, км	440
4	Ширина водохранилища при НПУ средняя/максимальная, км	5.76/18.0
5	Площадь зеркала при НПУ, км ²	2360
6	Максимальная глубина, м	70
7	Полный объем при НПУ, км ³	40.41
8	Полезный объем при НПУ, км ³	22.36
9	Средний объем годового стока, км ³	20.766
10	Максимальный объем годового стока км ³	44.308
11	Максимальный объем судоходных попусков км ³ /год	2.5
12	Среднегодовой расход в створе гидроузла, м ³ /с	658
13	Минимальный санитарный расход, м ³ /с	100

Примечание. Отметки даны в собственной системе гидроузла. При переходе в Балтийскую систему высот отметки следует уменьшать на 0.71 м.

Состав основных ГТС КВГЭС:

- каменно-земляная плотина;
- станционный узел ГЭС-1 (подводящий канал; водоприемник; напорные водоводы; здание ГЭС-1; отводящий канал);
- поверхностный водосброс;
- станционный узел ГЭС-2 (подводящий канал; водоприемник; напорные трубопроводы; здание ГЭС-2; отводящий канал).

Каменно-земляная плотина

Основные характеристики:

– проектная отметка гребня	249.50 м
– максимальная строительная высота	75 м
– длина по гребню	600 м
– ширина по гребню	8.7 м
– ширина по подошве	310 м
– проектное заложение откосов:	
верхового	1:3 до 1:1,5
низового	1:1,4 до 1:1,44

Фактическая отметка гребня изменяется от 249.50 до 251.50 м. На низовом откосе упорной призмы устроены бермы на отметках: 191.0 м, 210.0 м, 230.0 м. Ширина берм определяется в диапазоне от 12.5 до 7.0 м. Поперечное сечение каменно-земляной плотины приведено на рисунке 1.2.

Противофильтрационное устройство (далее - ПФУ) плотины из щебенисто-дресвяного суглинка в нижней части выполнено в виде экрана, а в верхней части переходит в центральное ядро. Верх ядра прикрыт сверху слоем непучинистых грунтов, толщиной 2.5 м. Верховой обратный фильтр выше отм. 234.0 м выполнен двухслойным - по песчано-гравийному слою уложен слой щебня.

Верховой откос в зоне воздействия ветровых волн укреплен крупным камнем. Сопряжение со скальным основанием осуществлено посредством бетонного зуба, в котором размещена цементационная галерея (потерна), из которой по всему фронту выполнена сопрягающая (укрепительная) цементация скального основания, а на русловом и левобережном участках - глубинная цементационная завеса.

Со стороны верхнего бьефа на гребне установлен парапет высотой 1.5 м из сборных железобетонных элементов. Вдоль низовой бровки гребня и на бермах уложены сборные ж/б элементы ограждающего бордюра. В береговых примыканиях торцевые откосы и низовой откос в правобережном примыкании плотины поддерживаются подпорными стенами.

Основание плотины сложено преимущественно мелко- и средне кристаллическими долеритами. Глубина зоны их интенсивного выветривания достигает 3-4 м. В процессе строительства рыхлые отложения и частично выветрелые коренные породы, приуроченные к месту размещения экрана грунтовой плотины, были удалены. В основании каменно-набросной упорной призмы были сохранены рыхлые четвертичные отложения мощностью до 2 м.

Насыпные грунты тела плотины - горная масса из долеритов в упорной призме, суглинок в противодиффузионном устройстве и песчано-гравийная смесь в обратных фильтрах.

Поверхностный водосброс

Водосброс поверхностный, берегового типа состоит из правобережного примыкания в виде грунтового массива и массивной бетонной подпорной стены, массивного водослива с сегментным затвором, левой массивной глухой бетонной стены, сопрягающей водосливную часть водосброса с водоприемником. Поперечный разрез по оси поверхностного водосброса приведен на рисунке 1.3.

Водослив практического профиля расположен в подводящем канале ниже водоприемника ГЭС-1. Однопролетное водопропускное отверстие шириной 40 м, с порогом на отм. 231.0 м перекрывается сегментным затвором. Водосброс имеет горизонтальный порог длиной 20.4 м. Боковые устои с отм. 239.0 м до отм.249.50 м возведены в виде бетонных подпорных стен. Рядом с ними размещены башни с механизмами подъема затвора.

Сегментный затвор имеет высоту 16.0 м и рассчитан на напор 15 м (с учетом ветрового нагона - 15.2 м). После повышения НПУ с 244.0 м до 246.0 м, затвор был реконструирован путем подращивания снизу на 2.0 м. Ремонтное заграждение затвора состоит из 16 ферм подкосного типа и 16 секций подращивания. Заграждение перекрывает канал перед сегментным затвором и рассчитано на напор 15.5 м. Устои водосброса в пределах врезки

в скалу выполнены в виде массивной облицовки, переходящей выше в бетонные подпорные стены. Продольный разрез по оси подъемного механизма сегментного затвора приведен на рисунке 1.4.

К водосливу непосредственно примыкает криволинейный в плане водосбросной канал открытого типа в виде быстотока, с виражом на повороте и рассеивающим трамплином на выходе. Водосбросной канал имеет длину 500 м, ширину от 39 до 65 м. Трамплин и примыкающий к нему участок имеют специальную форму, позволяющую потоку равномерно распределяться по всему фронту трамплина, после чего поток отбрасывается на расстояние до 70-80 м. Продольный разрез по оси водосброса, подводющему и отводящему каналу и соответствующие поперечные сечения, приведены на рисунке 1.5, 1.6.

Конструкция сопрягающих устройств - бетонная облицовка от правого устоя водоприемника до левой стены водосброса и в примыкании правого борта подводящего канала к правой стене водосброса на длине 50 м вверх по течению. Бетонная облицовка выше отм. 229.0 м на левом берегу канала и выше отм. 239.0 м - на правом, выполнены до отм. 249.5 м в виде массивных бетонных подпорных стен. Левая подпорная стена рассчитана на полное гидростатическое давление воды, а правая рассчитана с учетом давления грунта обратной засыпки в отм.239.5 - 249.5 м.

Подобша водосливной части водосброса размещена на долеритах нормального типа.

Проектная пропускная способность водосброса составляет 3900 м³/с при НПУ 246.0 м, и 4250 м³/с при ФПУ 246.80 м

Станционный узел ГЭС-1

Водоприемник Виллойской ГЭС-1 глубинного типа, имеет следующие характеристики:

– высота	60 м
– длина	73.5 м
– ширина	16.5 м

– количество отверстий	4
– размеры отверстий	9x18 м
– отметка порога	198.0 м
– суммарный расчетный расход при НПУ	672 м ³ /с

Сопряжение водоприемника с плотиной и водосбросом выполнено в виде бетонных стен гравитационного типа, а со скальным основанием - посредством бетонного зуба. Вода к зданию ГЭС подается по 4-м напорным водоводам длиной 100 м и диаметром 6 м. Водоводы устроены в скальном массиве в виде туннелей.

В качестве противofiltrационных устройств в скальном основании водоприемника, выполнены сопрягающая и глубинная цементации глубиной 4 м и 20 м. Предусмотрены дренажные скважины в галереях для перехвата фfiltrационных вод. На отм. 226.0 м предусмотрена галерея для перехвата дренажных вод, которые по трубам отводятся в цементационную галерею на отм. 192.0 м. Отвод воды из галереи при необходимости возможен сифоном по трубе, проложенной в облицовке турбинного водовода № 4 с выводом в здание ГЭС.

Основные особенности компоновки - водоприемник с глубинным водозабором врезан в левый берег подводящего канала. Порог водоприемных отверстий возвышается над дном канала на 3 м. В бетонном пороге водоприемника устроена галерея для производства цементации основания. Для хранения свободных затворов и решеток, с левой стороны водоприемника устроено затворохранилище. Четыре прямоугольных входных отверстия, переходящих далее в круглые напорные водоводы, образованы тремя бычками, левым и правым устоями. Каждое отверстие оборудовано тремя пазами.

На водоприемнике ВГЭС-1 закрытого здания нет, установлены козловые краны с ограничением работы при низких температурах наружного воздуха до минус 40⁰С.

Здание ГЭС-1 полуподземного типа имеет длину (с монтажной площадкой) 89.53 м, при длине агрегатного блока 17.0 м. В здании ГЭС

установлены 4 гидротурбины ПЛ 70/3164 - ВМ - 410. Машзал обслуживается мостовым краном грузоподъемностью 350/75/10 т, пролетом 21 м. Отвод воды от агрегатов ГЭС производится по 4-м отсасывающим трубам длиной 62.5 м, с коническим криволинейным коленом, переходящим в отводящий канал шириной 70 м и длиной 50 м. Разрез по ГЭС-1 приведен на рисунке 1.7.

Станционный узел ГЭС-2

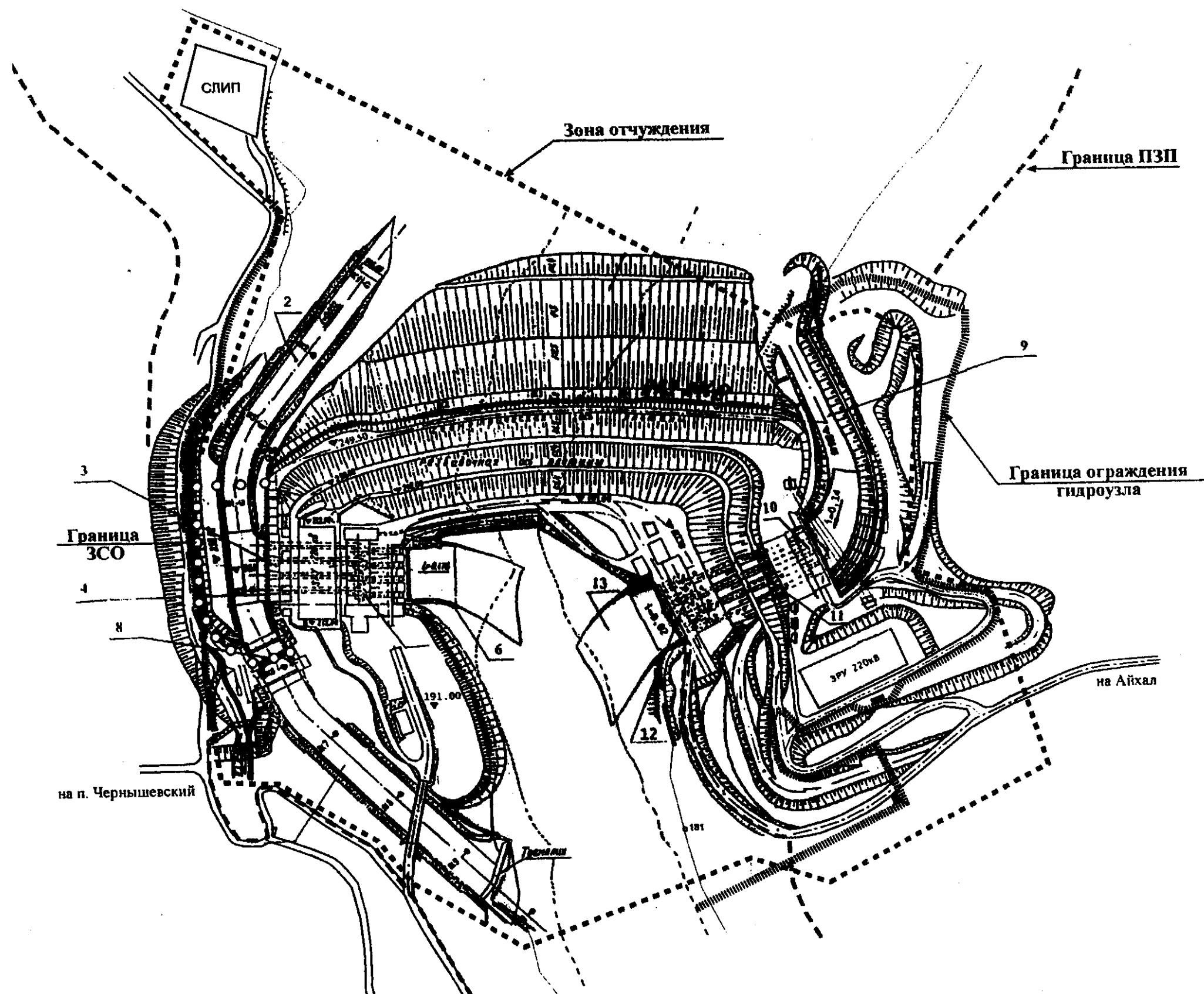
Водоприемник Вилюйской ГЭС-2 длиной 128 м и шириной 33 м, возведен в открытой скальной выемке глубиной 30 м, включает 4 отверстия 9х14 м с отметкой порога 216.0 м. Суммарный расчетный расход воды через отверстия при НПУ - 704 м³/с.

Тип сооружения - закрытый, с высотой подводной и надводной частей соответственно 38.5 м и 18 м. Надводная часть водоприемника выполнена в виде закрытого здания, в котором размещены подъемные механизмы. Учитывая потери напора в подводящем канале, низ забральной балки принят на 1 м ниже УМО (234.0 м). В центральной части водоприемника расположены 4 отверстия. Каждое отверстие оборудовано тремя пазами. Основным является третий по течению паз аварийно-ремонтного плоского затвора. Второй паз предназначается для установки решетки или ремонтного затвора. В верховом пазу перемещаются направляющие грейфера при очистке решеток. В левобережном примыкании водоприемника находится помещение щита 25Н, грузовая шахта; в правобережном - затворохранилище, помещение для окраски затворов. Подвод воды к агрегатам ГЭС-2 осуществляется по 4-м железобетонным трубопроводам длиной 118 м, диаметром 6 м, с металлической внутренней облицовкой.


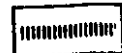
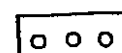
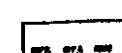
Здание ГЭС-2 приплотинного типа, длиной 91 м, шириной 25 м. В здании ГЭС установлено 4 гидротурбины - РО 75/3123-ВМ-450. К агрегатному блоку №5 примыкает монтажная площадка, а к ней - вспомогательный корпус. В машзале ГЭС-2 установлены 2 мостовых крана грузоподъемностью 250/30 т. Отвод воды от агрегатов ГЭС осуществляется

по бетонным отсасывающим трубам, затем по открытому отводящему каналу длиной 120 м, шириной 75-90 м. Разрез ГЭС-2 приведен на рисунке 1.8.

В качестве противofильтрационного устройства, в скальном основании левого борта канала выполнена сопрягающая цементация. В основании водоприемника выполнена цементация глубиной 10 м. Для отвода фofильтрационных вод предусмотрена система дренажа.



Условные обозначения

-  граница участка, арендуемого под гидроузел ГЭС - 1,2 (зона отчуждения)
-  граница ограждения гидроузла (согласно черт. 1120-52-1368, 1120-52-1371)
-  граница I пояса зоны санитарной охраны (ЗСО) питьевого водозабора
-  граница прибрежной защитной полосы (ПЗП) водоохранной зоны по "Положению о водоохранных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах", утвержденному постановлением Правительства РФ от 23 ноября 1996 г. № 1404

Экспликация сооружений

Сооружения I очереди

1. Каменно-земляная плотина
2. Подводящий канал ГЭС-1 и водосброса
3. Водоприемник ГЭС-1
4. Напорные водоводы ГЭС-1
5. Здание ГЭС-1
6. Отводящий канал ГЭС-1
7. Водосбросной канал
8. Водосброс

Сооружения II очереди

9. Подводящий канал ГЭС-2
10. Водоприемник ГЭС-2
11. Напорные трубопроводы ГЭС-2
12. Здание ГЭС-2
13. Отводящий канал ГЭС-2

Рисунок 1.1 – Ситуационный план ГТС Каскада Вилуйских ГЭС

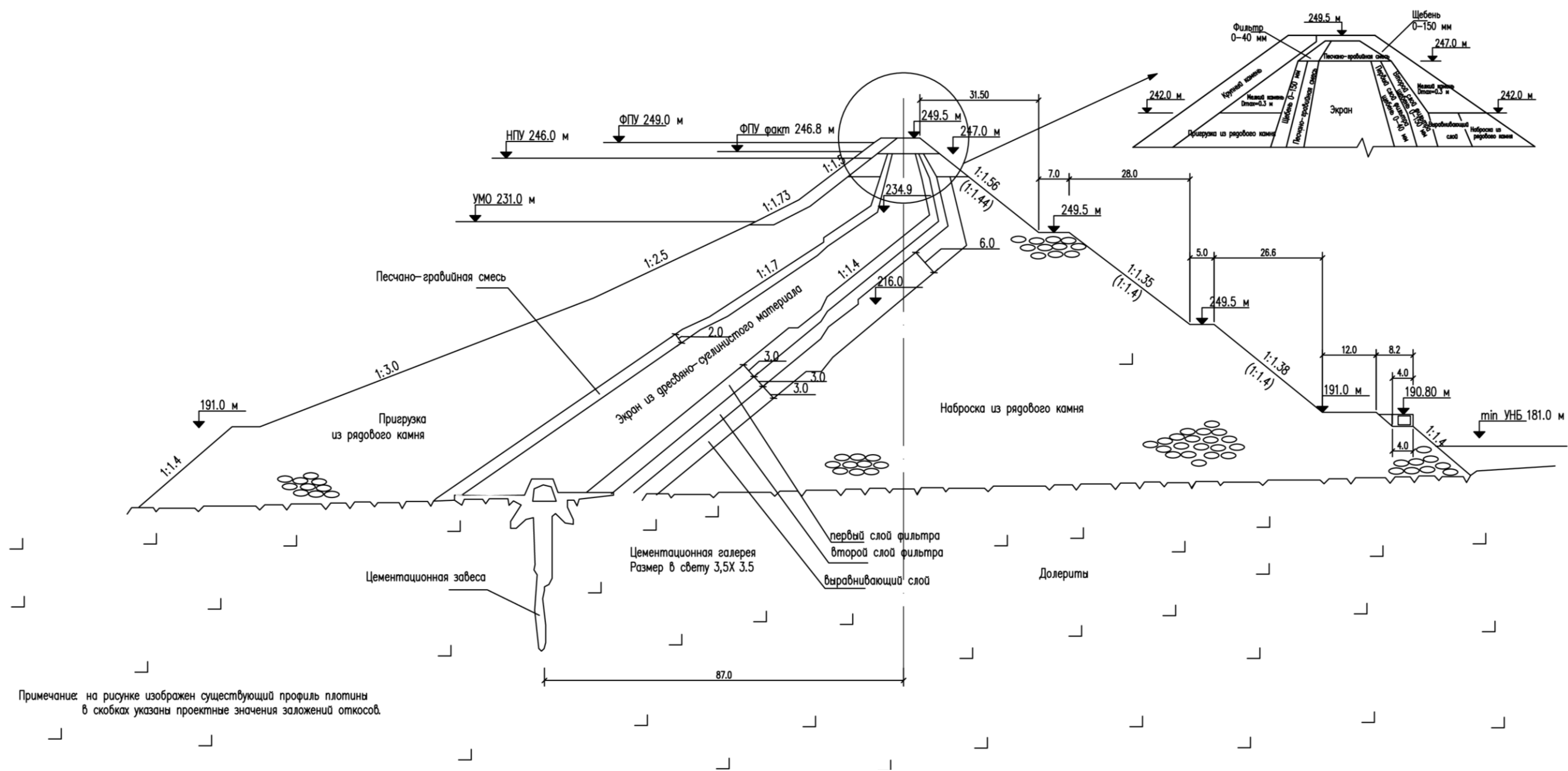


Рисунок 1.2 – Поперечное сечение каменно-земляной плотины

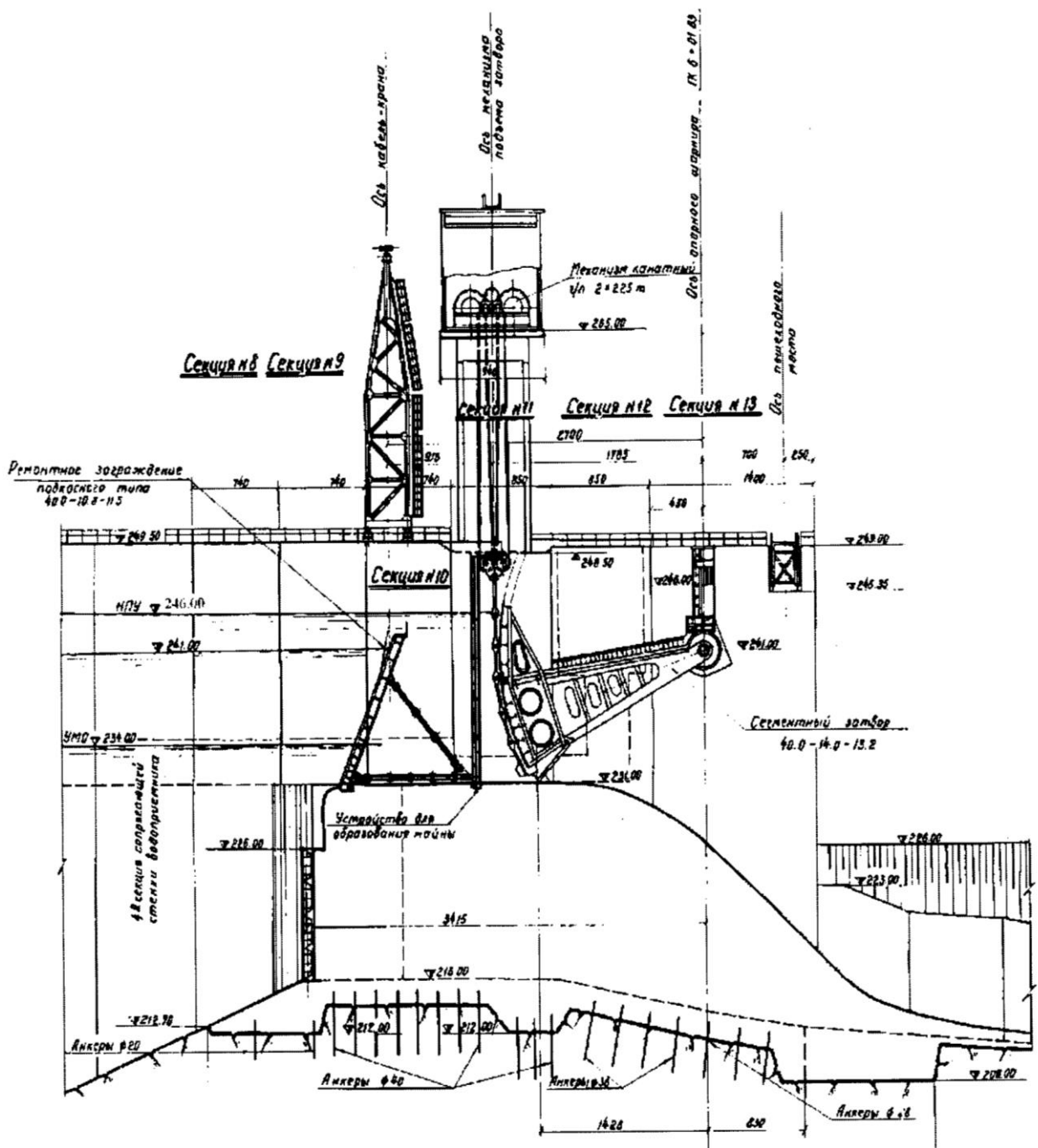


Рисунок 1.3 – Поперечный разрез по оси поверхностного водосброса

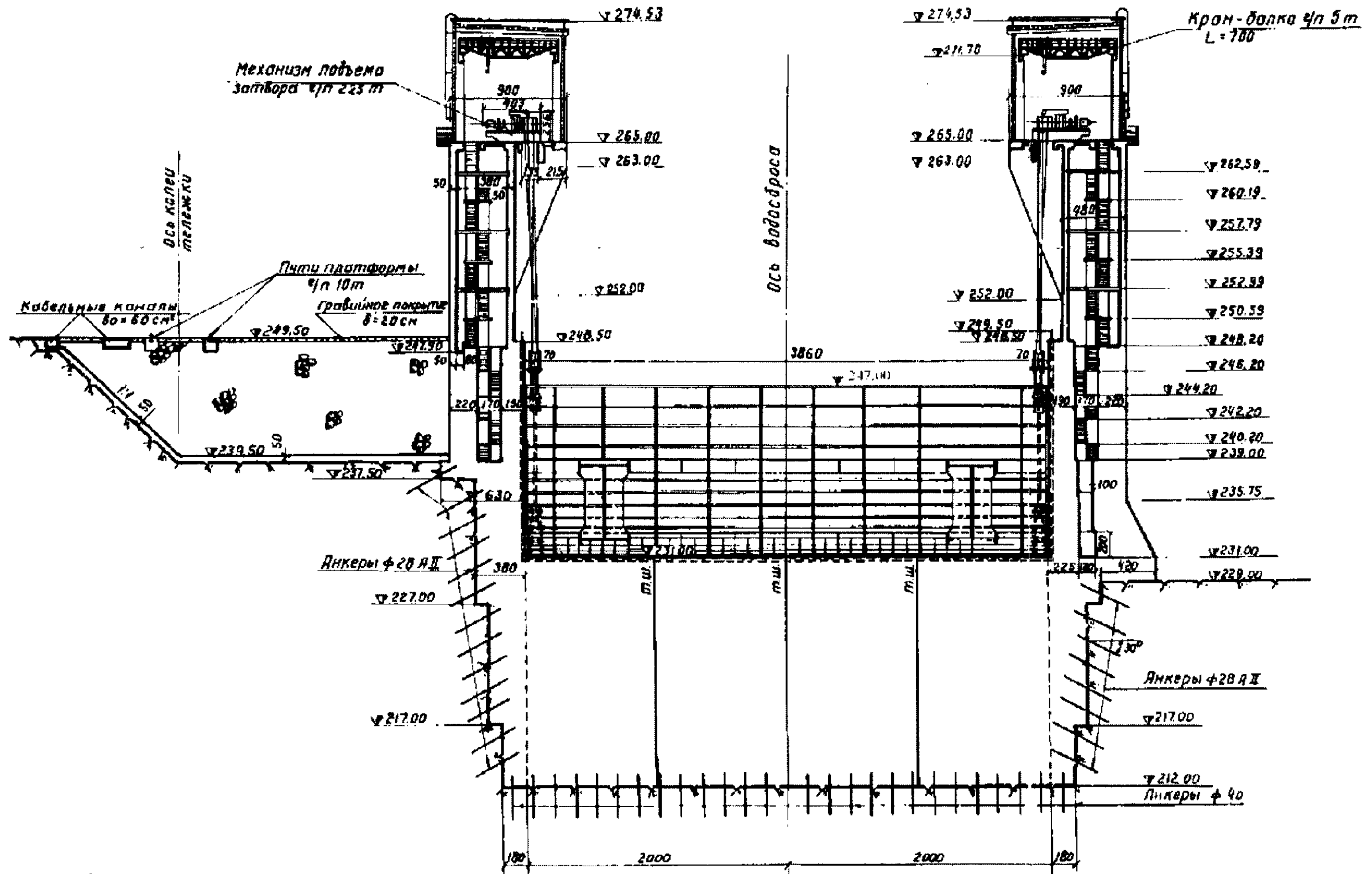


Рисунок 1.4 – Продольный разрез по оси подъемного механизма сегментного затвора водосброса

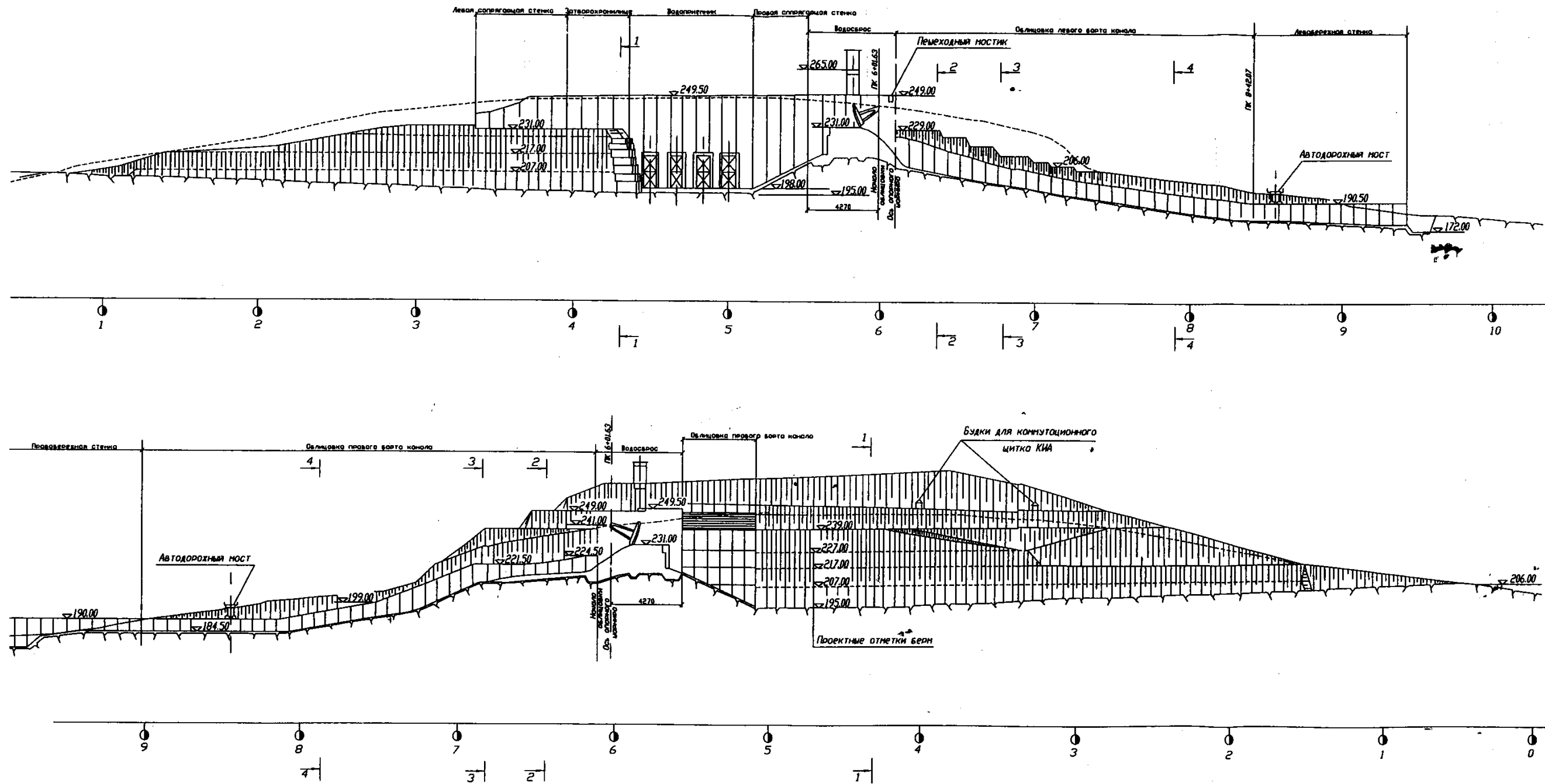


Рисунок 1.5 – Продольный разрез по оси водосброса, подводящему и отводящему каналам

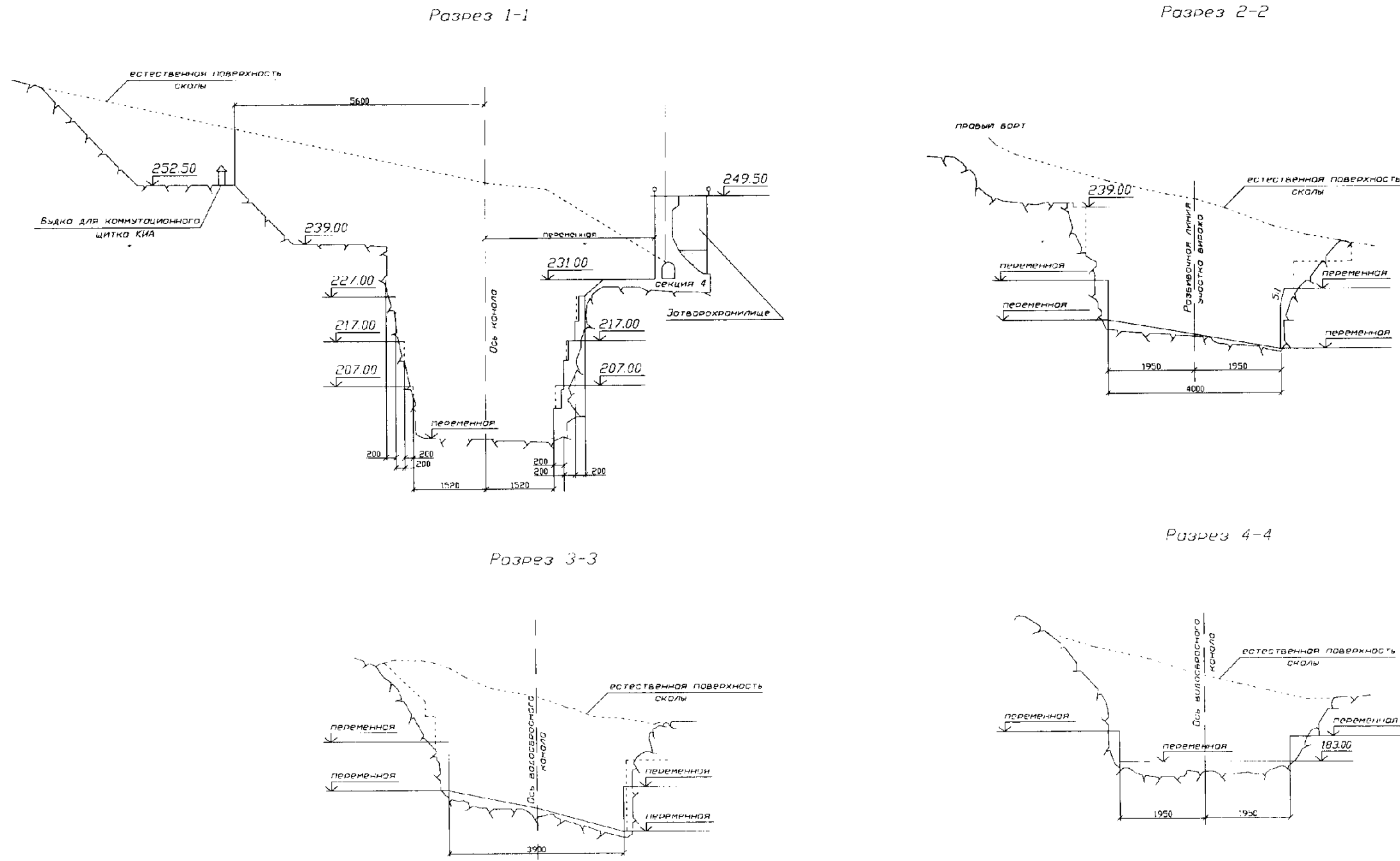


Рисунок 1.6 – Поперечные сечения подводящего и отводящего каналов

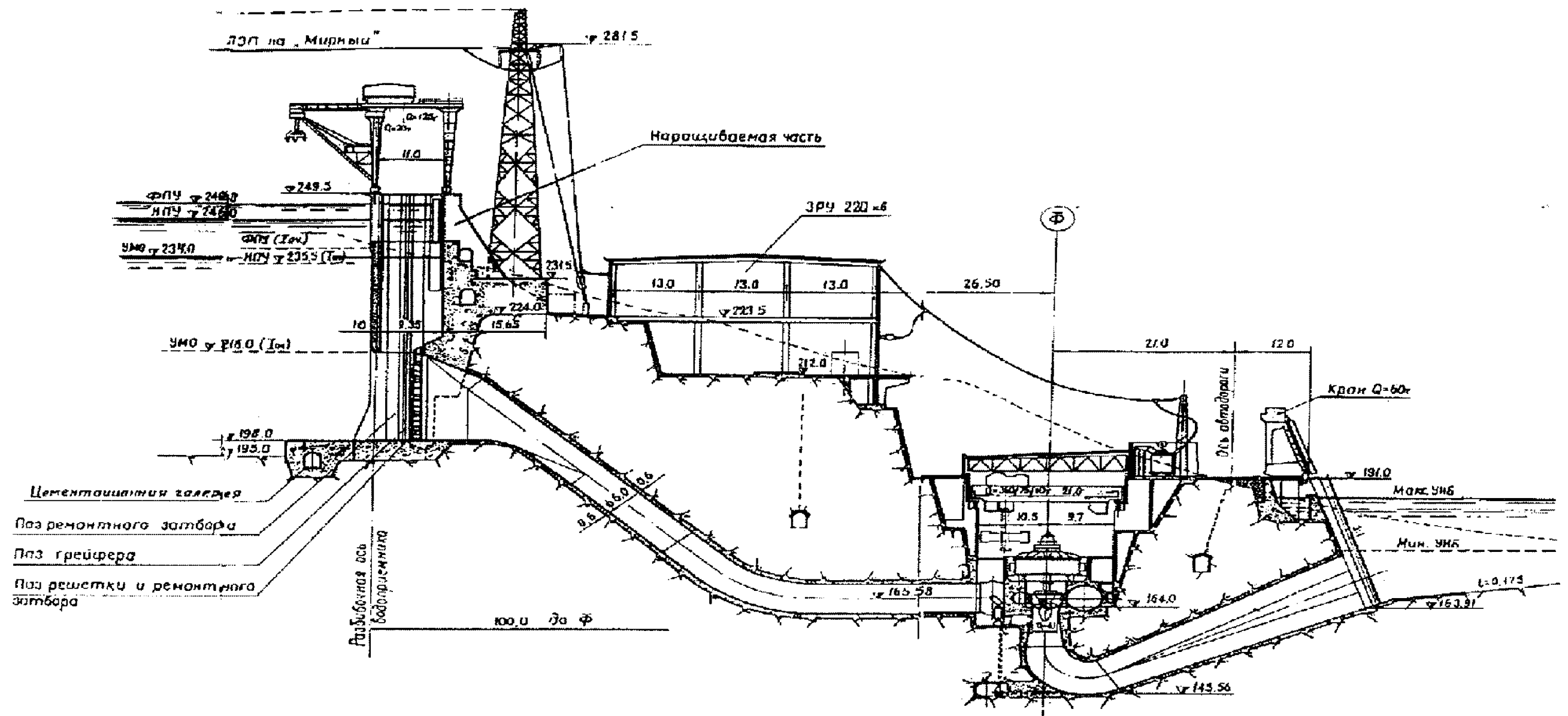


Рисунок 1.7 – Разрез по зданию ГЭС-1

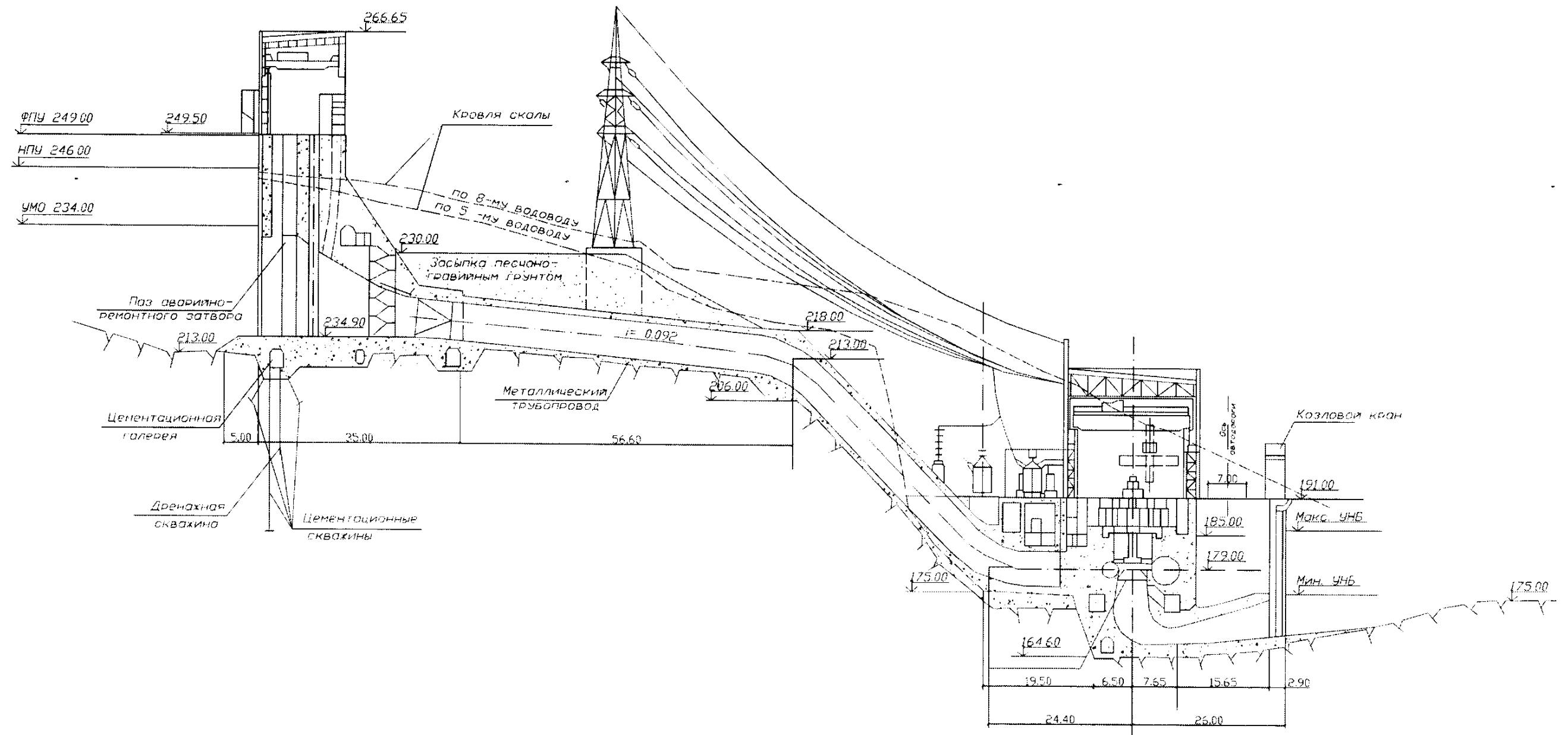


Рисунок 1.8 – Разрез по зданию ГЭС-2

1.2 Характеристика района размещения ГТС

Природно-климатические условия

Район Вилюйского гидроузла характеризуется резко континентальным климатом.

Зима суровая, сухая, малоснежная, с морозными туманами и слабыми ветрами. Лето засушливое, с жаркими, малооблачными днями и прохладными ночами. Засушливые периоды сменяются затяжными дождями.

Средняя многолетняя температура воздуха по данным метеостанции «Чернышевский» составила минус 7.3°C за период 1964-2012 гг. Наблюдавшиеся максимум и минимум среднемесячной температуры воздуха за этот период составляли плюс 20.5°C и минус 40.7°.

Ветры западного направления являются господствующими. Средняя годовая скорость ветра около 3.5 м/с, максимальная наблюдаемая - 20 м/с. Рассматриваемая территория по скоростному напору ветра относится к 1 району.

Норма годового количества атмосферных осадков составляет 364 мм. Наблюденный суточный максимум осадков – 56 мм/сут. Расчетный суточный максимум осадков 1 % обеспеченности, равен 60 мм/сут, 2% – 57 мм/сут, 10% – 39 мм/сут.

Средняя высота снежного покрова составляет 45 см на участках, открытых для ветра, и 60 см - на защищенных участках. Наибольшая высота снежного покрова достигает 80 -100 см.

Средняя годовая относительная влажность воздуха 72%.

Согласно [7], рассматриваемый объект находится «в регионе с наиболее суровыми условиями» северной строительно-климатической зоны.

Значительных изменений климатических характеристик, которые могли бы повлиять на безопасность гидротехнических сооружений, за период их эксплуатации не произошло.

Гидрологические условия

Питание реки Вилюй смешанное с преобладанием снегового. По данным многолетних наблюдений наибольший из максимальных расходов притока в Вилюйское водохранилище наблюдался в 1992 г. и составил 17000 м³/с. Он превысил исторический максимум 1890 г., равный 14000 м³/с. Годовой объем притока в водохранилище в 2008 г. превысил норму в 2.1 раза. Полноводность р. Вилюй в 2008 г. превысила исторический максимум. Вероятность наступления такого паводка составляет 1 раз в 200 лет, что определяется как катастрофически многоводный год. Среднегодовой суточный приток в водохранилище составил 1393 м³/с. что является максимумом за весь период наблюдений.

С созданием в 1967 г. Вилюйского водохранилища сток в нижнем бьефе в значительной степени зарегулирован.

Гидрогеологические условия

Гидрогеологические условия основания плотины и ее береговых примыканий формируются под влиянием подземных вод, приуроченных к надмерзлотному горизонту сезонно-талого слоя в виде верховодки и к подмерзлотному водоносному горизонту, включающему напорные воды ордовиковых пород. Подрусловой талик является местом разгрузки горизонтов.

За время эксплуатации гидроузла в районе его расположения происходят изменения геокриологических и гидрологических условий. В частности, в основании за пределами подруслового талика и в низовом клине плотины сформировались зоны многолетних мерзлых грунтов с низкими значениями температур, а в правобережном примыкании после оттаивания массива осадочных пород сформировалась зона обходной фильтрации.

Топографические условия.

На участке гидроузла р. Виллой имеет направление течения с северо-запада на юго-восток. Левый берег реки крутой, с обрывами высотой до 100 м, которые наверху резко переходят в полого наклонную заболоченную поверхность с невысокими увалами. Правый берег реки несколько выше левого, но более пологий и характеризуется большей расчлененностью рельефа. В пределах участка Виллойских ГЭС-1,2 река в естественном состоянии протекала в узком, глубоко врезанном ущелье (ширина реки в межень до 100 м, в половодье - до 300 м).

Инженерно-геологические и геокриологические условия

Инженерно-геологические условия площадки основных ГЭС Виллойских ГЭС-1 и ГЭС-2 являются весьма сложными. Водоприемник и водосбросной канал Виллойской ГЭС-1 расположены на коренном склоне правого берега. В толще этого массива выявлены субвертикальные нарушения сплошности в виде сбросов, имеющих тектоническую природу.

Подводящий канал и водоприемник Виллойской ГЭС-2 размещены в береговом массиве долеритов, характеризующихся повышенной трещиноватостью и многочисленными включениями осадочно-эффузивных пород пермско-триасового возраста.

Основания и береговые примыкания русловой плотины представлены преимущественно мелко- и среднекристаллическими долеритами. В процессе строительства рыхлые отложения и частично выветрелые коренные породы, приуроченные к месту размещения грунтового ПФУ плотины, были в основном удалены.

По геокриологическим особенностям, район расположения гидроузла относится к зоне сплошного распространения сливающейся многолетней мерзлоты с преобладающими температурами пород ниже слоя годовых колебаний температур минус 2-6⁰С. Мощность слоя годовых колебаний

температур достигает 25 м. Мощность многолетнемерзлых пород достигает 300 м.

Сейсмическая активность

Сейсмичность площадки расположения ГТС согласно [3], а также картам ОСР-2015 оценивается в 5 баллов и менее по шкале MSK-64.

Особенности температурно-фильтрационного режима каменно-земляной плотины

Для низовой упорной призмы каменно-набросной плотины характерен специфический температурный режим, характеризующийся наличием трех различных зон:

- с круглогодичной отрицательной температурой;
- с переменной по знаку температурой;
- с постоянно положительной температурой, примыкающей к противофильтрационному элементу и области распространения уровня нижнего бьефа.

Наличие данных зон обуславливается циркуляцией конвективных потоков воздуха. Весной и осенью характерна смешанная схема циркуляции, при которой воздух входит в среднюю часть откоса и разделяется на два потока: восходящий и нисходящий. Чем ближе к зиме, тем большие объемы воздуха начинают циркулировать по восходящей схеме. Благодаря смешанной схеме циркуляции весной наиболее низкие температуры наблюдаются именно в средней части низового откоса. Летом воздух входит в верхней части откоса и, охлаждаясь, спускается вниз, где достигает наибольших скоростей. Зимой преобладает восходящая схема циркуляции, когда воздух входит на нижних отметках и выходит на верхних.

В холодное время года в областях между бермами образуются местные конвекционные ячейки. Выходящий теплый воздух согревает поверхность откоса, тогда как входящий холодный, наоборот, охлаждает. Это объясняет

тот факт, что температура поверхности откоса и толщина снежного покрова обратно пропорциональны друг другу [50]. Движение воздуха позволяет нулевой изотерме проникать гораздо глубже в тело низовой призмы. Холодный воздух, проникая в нижнюю ее часть, охлаждает наброску, а сам нагревается, поднимаясь до гребневой части плотины. Благодаря наличию конвекции в низовой призме мерзлая область сохраняется круглый год, несмотря на тот факт, что среднегодовая температура поверхности низового откоса положительна (плюс 3.7°C).

По данным [49], наиболее холодными являются участки перехода откоса к берме, а наиболее теплыми – перехода бермы к откосу (при наблюдении снизу-вверх).

Наиболее теплым является участок откоса в области гребня. Данная тенденция характерна как для летнего, так и зимнего времени. С момента ввода плотины в эксплуатацию, амплитуды колебаний температуры грунтов низовой призмы плотины в области под экраном значительно уменьшились и в настоящее время практически равны нулю. Максимальные значения амплитуды колебания температуры грунтов практически не изменились (50...60°C) и наблюдаются в одних и тех же областях поперечного сечения. В 2003 г. было выполнено бурение скважин с отбором керна и составлением геологической документацией. Результаты [47] свидетельствуют о наличии в теле низовой призмы плотины прослойки льдонасыщенного грунта толщиной около 5 м. Верхняя граница данной прослойки соответствует максимальной глубине сезонного оттаивания низовой призмы [47]. Наибольшую объемную льдистость имеют области, расположенные под бермами низового откоса, что может быть связано с накоплением в этих областях талых вод, замерзающих в холодное время года. Объемная льдистость каменной наброски (0.25) здесь близка к ее пористости (0.30), что делает их практически непроницаемыми для воздуха [49.]. Большая часть низовой призмы плотины, расположенная ниже прослойки льдонасыщенной наброски, имеет объемную льдистость не более 0.03, что не должно

препятствовать движению воздуха. Наличие прослойки льдонасыщенного грунта в низовой призме плотины оказывает влияние на характер движения воздуха в ней, а, следовательно, и на ее температурное состояние.

В настоящее время температура грунтов экрана практически постоянна и составляет 2–3°C. Однако, выделяются области экрана, более теплые по отношению к соседним областям (на отметках 237.7 м и 200.4 м), с температурами порядка плюс 3.0–3.5°C. Повышенная температура в данных областях может быть вызвана, как повышенной фильтрационной проницаемостью и, как следствие, более активным переносом тепла фильтрующей водой из водохранилища (что более вероятно для области на отметке 200.4 м), так и переносом тепла, поднимающимся с нижних отметок теплым воздухом (что более вероятно для области на отметке 237.7 м).

В связи с наличием воздухонепроницаемой льдонасыщенной прослойки, выход холодного воздуха из тела плотины протекает существенно менее интенсивно, чем в начальный период эксплуатации, и область наиболее низких температур грунтов ее низовой призмы в конце теплого периода смещается в центральную часть низового откоса. Размеры мерзлой зоны подвержены сезонным изменениям, что связано с интенсивным движением воздуха в порах каменной наброски и ее конструкцией.

За период эксплуатации температуры грунтов плотины Вилюйской ГЭС-1,2 значительно повысились, площадь поперечного сечения мерзлой области сократилась вдвое. В настоящее время плотина достигла квазистационарного температурного состояния [49].

1.3 Организация эксплуатации ГТС Каскада Вилюйских ГЭС

Организация эксплуатации комплекса ГТС КВГЭС и ведение мониторинга безопасности состояния ГТС осуществляется эксплуатирующей

организацией, в соответствии со следующей нормативной и технической документацией:

– Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ, утвержденные приказом Министерства энергетики РФ от 19.06.2003 г. №229.

– СТО 17330282.27.140.003-2008 Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования.

– СТО 17330282.27.140.015-2008 Гидроэлектростанции. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования.

– СТО 17330282.27.140.016-2008 Здания ГЭС и ГАЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования.

– СТО 17330282.27.140.021-2008 Контрольно-измерительные системы и аппаратура гидротехнических сооружений ГЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования.

– Программа наблюдений за состоянием гидротехнических сооружений КВГЭС.

– Правила эксплуатации гидротехнических сооружений КВГЭС.

– Рабочая инструкция по наблюдениям за сооружениями и зданиями Каскада Виллюйских ГЭС (Виллюйские ГЭС-1,2).

Система организации наблюдений

Эксплуатация гидротехнических сооружений осуществляется основным подразделением службы эксплуатации - Гидротехническим цехом КВГЭС (далее – Гидроцех), организованным в соответствии с принятой производственной структурой. Для осуществления систематического контроля состояния и работы ГТС, в составе эксплуатационного подразделения созданы соответствующие структуры. Для проведения мониторинга, технического обслуживания и ремонта ГТС привлекаются также подрядные организации.

Гидроцех обеспечивает безопасное, работоспособное состояние и безаварийную работу, своевременное выявление повреждений и организацию ремонтных работ посредством:

- систематических визуальных наблюдений за состоянием ГТС;
- проведения регулярных инструментальных измерений;
- разработки и выполнения мероприятий, обеспечивающих эффективность эксплуатации ГТС, уменьшающих отрицательное экологическое влияние на окружающую среду.

Обязанности между участками Гидроцеха распределяются:

Группа наблюдений:

- осуществление технического надзора за надёжностью и безопасностью гидротехнических сооружений, путём проведения систематических наблюдений за их состоянием и работой. Выявление повреждений и неблагоприятных процессов в работе ГТС на возможно более ранней стадии;
- анализ результатов наблюдений, оценка технического состояния ГТС, получения данных для обоснования ремонтов и безопасных эксплуатационных режимов ГТС;
- обеспечение высокого уровня содержания и эксплуатации контрольно-измерительной аппаратуры, при проведении наблюдений за состоянием ГТС.

Участок по эксплуатации ГТС и содержанию водохранилища:

- техническое обслуживание, текущий ремонт, обеспечение капитальных ремонтов ГТС;
- техническое обслуживание, текущий ремонт и обеспечение капитальных ремонтов кровель зданий и сооружений, находящихся в ведении гидротехнического цеха;

– техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт зданий и помещений хозяйственного и вспомогательного корпусов, корпуса управления;

– содержание закреплённой территории.

Участок плавсостава:

– техническое обеспечение водолазных работ (подводные обследования, осмотры, техническое обслуживание, ремонт);

– очистка подводных каналов от плавающей древесины, посторонних предметов, установка и ремонт боновых ограждений;

– несение вахтенных дежурств на акватории водохранилища в приплотинной зоне;

– транспортное обеспечение при обследованиях состояния ГТС;

– транспортное обеспечение жизнедеятельности базы группы наблюдений.

Участок АКЗ и обслуживания помещений:

– антикоррозионная защита металлоконструкций и оборудования КВГЭС;

– санитарная уборка служебных и производственных помещений.

Организация эксплуатационного контроля за состоянием и работой ГТС

Согласно требованиям Федерального закона [1] эксплуатационный контроль обеспечивается:

– проведением систематических наблюдений, с целью получения достоверной информации о состоянии сооружений, оснований, береговых примыканий в процессе эксплуатации;

– своевременной разработкой и принятием мер по предотвращению возможных повреждений и аварийных ситуаций;

- получением технической информации для определения сроков и наиболее эффективных экономичных способов ремонтных работ и работ по реконструкции;
- проведением многофакторного анализа состояния сооружений, находящихся в эксплуатации более 25 лет;
- выбор оптимальных эксплуатационных режимов работы гидротехнических сооружений

Наблюдения проводятся в соответствии с Программой и Рабочей инструкцией наблюдений. Программа разработана в проекте гидроузла, затем периодически корректировалась, с учетом поведения ГТС в эксплуатации и новых проблем, возникающих при оценке их надежности.

Требования к размещению, составу и характеристикам КИА изложены в [22]. Объем и периодичность наблюдений также изменялись на основании результатов натурных наблюдений. Эти изменения производятся по решению Главного инженера КВГЭС и согласовываются с проектной организацией.

Для каждого декларируемого гидротехнического сооружения КВГЭС имеются критериальные значения диагностических показателей по оценке его состояния, разработанные научно-исследовательской организацией и уточняемые при очередном декларировании ГТС гидроузла.

При организации и проведении наблюдений за ГТС соблюдаются следующие требования:

- регистрация уровней бьефов и среднесуточной температуры воздуха в створе гидроузла, измеряется ежедневно;
- обеспечение достаточной частоты снятия отсчетов с приборов КИА в зависимости от интенсивности изменения нагрузок;
- осуществление наблюдений в одни и те же календарные сроки за параметрами, связанными между собой причинно-следственными зависимостями;

- обеспечение достоверности показаний КИА, квалификации операторов, проверки приборов и вторичной аппаратуры;

- осуществление осмотров сооружений по графику, учитывающему сезонность раскрытия трещин и швов, фильтрации и водопроявлений через бетон, специфику поведения конкретного сооружения.

Для выполнения сложных и ответственных работ по оценке состояния ГТС, разработке мероприятий по повышению их безопасности и надежности привлекаются проектные, специализированные и научно-исследовательские организации.

По результатам обследований могут назначаться освидетельствования гидротехнических сооружений, включающие в себя исследования отдельных вопросов специализированными организациями

На всех ГТС в сроки, установленные [58], и в предусмотренном ею объеме проводятся наблюдения:

- за осадками и смещениями сооружений и оснований;
- за деформациями, трещинами в сооружениях и облицовках;
- за состоянием деформационных и строительных швов;
- за состоянием креплений откосов грунтовых плотин, каналов и выемок;
- за состоянием напорных водоводов;
- за режимом уровней бьефов гидроузла, фильтрационным режимом в основании и теле сооружений и береговых примыканий, работой дренажных и ПФУ, режимом грунтовых вод в зоне сооружений;
- за воздействием потока на сооружение, в частности, размывом водобоя, дна и берегов, за кавитационным разрушением водосливных граней, истиранием и коррозией облицовок, просадкой, оползневыми явлениями, переработкой берегов водохранилища;
- за воздействием льда на сооружения и их обледенением;
- за состоянием водоводов гидротурбин, встроенных в тело плотины: наличием трещин, выходов воды на поверхность откоса плотины; возможных

обледенений, напряженным состоянием тела плотины - визуальными наблюдениями и по заложенной КИА в бетоне и арматуре;

– специальные наблюдения за вибрацией сооружений, прочностью, температурным режимом конструкций, коррозией металла и бетона, состоянием сварных швов металлоконструкций, выделением газа на отдельных участках сооружений и другие наблюдения (при необходимости).

2. СЦЕНАРИИ АВАРИЙ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ

Сценарии аварий приняты согласно результатам предварительного анализа опасностей аварий ГТС в составе «Декларации безопасности гидротехнических сооружений филиала ПАО «Якутскэнерго» Каскада Виллюйских ГЭС им. Е. Н. Батенчука» [43].

Анализ природно-климатических условий района расположения ГТС КВГЭС, конструкции ГТС, характеристики водохранилища и регламентированный способ пропуска половодья, системы контроля безопасности сооружений, а также анализ причин возникновения и развития аварий, произошедших на аналогичных объектах, позволяет сделать следующие выводы:

Внешними причинами, способствующими развитию аварийной и чрезвычайной ситуации (ЧС) на ГТС КВГЭС могут стать:

- максимальный расчетный паводок;
- подтопление низовой упорной призмы каменно-земляной плотины вследствие подъема НПУ гидроузла, расположенного ниже по течению.

Район размещения ГТС КВГЭС не является сейсмоопасным (сейсмичность площадки оценивается в 5 баллов по шкале MSK-64), развитие аварийной ситуации вследствие землетрясения исключается.

Потеря внешнего электропитания также не может считаться источником опасности для ГТС КВГЭС: на ГЭС-1 имеется дизель-электрический агрегат АСДА-200 (нагрузка дизель-генератора - 200кВт), расположенный в закрытом помещении в стационарных условиях, который может использоваться в качестве резервного источника электроэнергии для возбуждения агрегата при потере собственных нужд станции. Кроме того, поскольку в состав КВГЭС входят два независимых здания ГЭС, любое из них может рассматриваться как независимый источник электроснабжения.

К возможным внешним причинам аварийных ситуаций на ГТС КВГЭС относятся:

- отказ механического оборудования поверхностного водосброса;
- разгерметизация проточного тракта гидроагрегатов;
- потеря фильтрационной прочности грунтов тела каменно-земляной плотины;
- потеря устойчивости низовой призмы каменно-земляной плотины;
- ошибки при эксплуатации ГТС;
- ненадлежащий контроль за состоянием сооружений и оборудования;
- некачественное выполнение специализированных инструментальных обследований или ремонтов ГТС.

Среди внутренних причин возможных аварий не рассматриваются ошибки при проектировании и строительстве гидроузла, так как опыт более чем сорокалетней безаварийной эксплуатации ГТС КВГЭС подтверждает правильность принятых инженерных решений и хорошее качество выполнения работ по возведению ГТС.

Согласно результатам предварительного анализа опасностей, в состав ГТС, повреждения на которых могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций входят:

- поверхностный водосброс;
- каменно-земляная плотина;
- подпорная стенка подводящего канала здания ГЭС-1;
- подпорная стенка подводящего канала здания ГЭС-2;
- напорные водоводы здания ГЭС-1;
- здание ГЭС-1;
- здание ГЭС-2;

Авария на поверхностном водосбросе не приведет непосредственно к чрезвычайной ситуации, а уменьшит пропускную способность гидроузла, что в период половодья или при пропуске паводка может вызвать нештатный подъем уровня воды в водохранилище, что, в свою очередь, может привести к аварии на напорных ГТС гидроузла.

Мероприятия, предложенные в проектной документации по ликвидации отказов или аварий напорных водоводов ГЭС-1 и ГЭС-2, идентичны. Далее по тексту будет указано, как напорные водоводы ГЭС-1/ГЭС-2.

Возможные сценарии возникновения и развития аварий ГТС КВГЭС приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Возможные сценарии возникновения и развития аварий ГТС КВГЭС

№ п/п	Сценарий аварии	Отказы способные вызвать аварию	Явления, предшествующие отказу	Оценка вероятности аварии количественная, год ¹ / качественная	Последствия
1	Разрушение каменно-земляной плотины	Перелив через гребень	<ul style="list-style-type: none"> – отказ гидромеханического оборудования водосброса; – невыполнение мероприятий по пропуску половодья/паводка; – отсутствие предварительной сработки водохранилища перед половодьем/ паводком; – осадки тела плотины; – разрушение парапета с последующим захлестом волны на гребень; 	2.84*10 ⁻⁹ / Крайне малая	<ul style="list-style-type: none"> – образование прорана в теле плотины и ее дальнейшее разрушение; – катастрофическое затопление территорий нижнего бьефа; –потери среди эксплуатирующего персонала, и населения, проживающего в зоне распространения волны прорыва; – затопление сельхоз угодий и лесных массивов; – повреждение и частичное разрушение жилого фонда, промышленных объектов, элементов транспорта и связи; –нарушение экологической обстановки;
2	Разрушение каменно-земляной плотины	Нарушение устойчивости откосов	<ul style="list-style-type: none"> – нарушение крепления верхового откоса; – образование на поверхности откоса, гребня, бермах трещин; – выпадение значительного количества осадков, забивка, засорение, переполнение водоотводящих канав, лотков; – нарушение проектной работы противофильтрационных устройств. 	7.64*10 ⁻⁹ / Крайне малая	<ul style="list-style-type: none"> – излив на прилегающую территорию; – затопление территории в нижнем бьефе.
3	Сдвиг или опрокидывание подпорной стенки ГЭС-1	Нарушение устойчивости подпорной стенки	<ul style="list-style-type: none"> – отказ гидромеханического оборудования поверхностного водосброса; – подъем депрессионной поверхности; – нарушение термического режима; –выпор бетона; – некачественное и несвоевременное выполнение специализированных инструментальных и визуальных обследований и ремонтов ГТС. 	- / Крайне малая	<ul style="list-style-type: none"> – истечение воды и затопление машзала ГЭС-1; – прекращение выработки электроэнергии ГЭС-1/ГЭС-2; –потери среди эксплуатирующего персонала
4	Сдвиг или опрокидывание подпорной стенки ГЭС- 2				
5	Разрыв напорного водовода ГЭС-1 / ГЭС-2	Прогрессирующее развитие дефектов.	<ul style="list-style-type: none"> – нарушение совместной работы бетонной обделки и стального трубопровода; – коррозионный износ бетона и арматуры на участке, выполненном без облицовки; – строительные дефекты; 	2.5*10 ⁻⁵ / Малая	

			<ul style="list-style-type: none"> – трещины в металлической облицовке; – коррозионный износ металла облицовки; – разрушение стыка бетонной части и металлической облицовки; – нарушение термического режима окружающего скального массива, с последующим увеличением нагрузок и воздействий. 		<p>ГЭС-1;</p> <ul style="list-style-type: none"> – невозможность катастрофического разрушения сталежелезобетонной конструкции.
6	Разгерметизация проточного тракта гидроагрегата ГЭС-1.		<ul style="list-style-type: none"> – эксплуатация гидроагрегата в режимах, не предусмотренных заводом-изготовителем; – дефекты конструкций спиральной камеры; – неисправность в системе регулирования; – отказ системы управления; – отказ противоаварийной системы автоматического закрытия направляющего аппарата. 	- / Крайне малая	<ul style="list-style-type: none"> – разрыв напорного трубопровода; – излив воды и затопление помещений на нижних отметках здания ГЭС; – потери среди эксплуатирующего персонала; – затопление машзала ГЭС; – останов станции на время устранения аварии, останов выработки электроэнергии.
7	Разгерметизация проточного тракта гидроагрегата ГЭС-2				

2.1 Явления, приводящие к переливу через гребень плотины

Перелив воды через гребень водоподпорных сооружений может происходить:

1) При повышении уровня верхнего бьефа выше критических отметок из-за снижения пропускной способности водосбросных сооружений, вследствие отказов в работе гидромеханического оборудования, а именно:

- отсутствие электропитания;
- отказ подъемного механизма;
- превышение посадочными усилиями грузоподъемности механизма (перекос затвора, вмерзание затвора).

2) При недостаточном запасе возвышения гребня над расчетными уровнями воды, вследствие осадок и деформаций сооружения и основания.

3) Накат волны при разрушенном парапете на гребне плотины.

2.2 Явления, приводящие к нарушению устойчивости откосов

Основными признаками потери устойчивости откоса являются:

– образование на поверхности гребня, берм, склонах откосов характерных для оползней криволинейных трещин, нарастающее во времени их раскрытие;

– образование вдоль следа трещины вертикального уступа (вследствие просадки отделившегося массива);

– увеличение раскрытия трещины и высоты уступа;

– появление заметного выпучивания грунта в средней и нижней частях откоса.

Основные явления, приводящие к нарушению устойчивости откоса:

Нарушение крепления верхового откоса из камня приводит к быстрой «переработке» его волнами, продвижению границы в сторону гребня, с последующим нарушением целостности переходных слоев и ядра гребня плотины. Дальнейшее развитие данного процесса приводит к непроектной

фильтрации через ядро плотины с последующим нарушением фильтрационного режима. Создаются предпосылки для обрушения верхового откоса. Причинами является волновое и ледовое воздействие, резкие колебания уровня верхнего бьефа.

Образование на поверхности гребня трещин. При значительном раскрытии (несколько сантиметров), глубина проникновения может быть ниже отметок уровня воды в верхнем бьефе, в этом случае, трещины начинают фильтровать, сопровождаясь выносом грунта из тела и ядра плотины. Создаются предпосылки для обрушения низового откоса. Продольные трещины могут являться признаком потери устойчивости (оползания) откоса, а также изменением термического режима низовой упорной призмы. Данные явления представляет серьезную опасность для каменно-земляной плотины, с вероятным ее разрушением.

Выпадение значительного количества осадков может привести к нарушению квазистационарного фильтрационно-термического режима, частичному оттаиванию зоны вечной мерзлоты, с возможными последующими осадками плотины, нарушением сплошности ядра и проектного профиля плотины. Возможно образование промоин, смыв грунта, с дальнейшим размывом [44]. Дальнейшее замораживание выпавших осадков приводит к накоплению льдов в крупнообломочных породах, промерзанию выходов фильтрационного потока, подъему поверхности депрессии между противофильтрационным устройством и мерзлой областью в низовой призме (Приложение 9 [42]). Причинами может являться забивка, засорение, переполнение водоотводящих канав, лотков.

Нарушение проектной работы противофильтрационного устройства каменно-земляной плотины, может произойти по следующим причинам (помимо причин, приведенных выше):

– смещения нулевой изотермы в сторону верхового откоса; как следствие промерзание дренажно-выводящих путей, приводящее к подъему депрессионной поверхности, обводнению низовой призмы;

- просадок плотины вследствие изменения термического режима в основании;
- возникновения суффозионных явлений в нижнем бьефе в области «ПФУ – переходные слои – наброска упорной призмы».
- нарушения фильтрационной устойчивости материалов противофильтрационной завесы в основании плотины, с дальнейшим механической суффозией вследствие превышения градиентами фильтрационных напоров критических значений;
- нарушения целостности бетонной подготовки в основании ПФУ.

2.3 Явления, приводящие к нарушению устойчивости подпорных стенок ГЭС-1 и ГЭС-2

Основными причинами, приводящими к нарушению устойчивости подпорных стенок, являются:

- подъем депрессионной поверхности в грунтовом массиве за водосбросной стенкой, как следствие – превышение расчетных нагрузок и воздействий. Причиной подъема депрессионной поверхности является кольматаж/промерзание дренажно-выводящих путей;
- нарушение устойчивости грунтового массива, вследствие нарушения его термического режима; увеличения градиентов напора; возникновения и развитие суффозии;
- коррозионный износ бетона и арматуры подпорных стенок, вследствие несвоевременного выявления дефектов и повреждений и выполнения ремонтных работ.

2.4 Явления, приводящие к разрыву напорного водовода

Основные причины, приводящие к разрыву напорного водовода:

– нарушение совместной работы: «стальной трубопровод – бетонная обделка – скала». В процессе работы под нагрузкой происходит развитие пластических деформаций бетона и скалы. А при снятии давления, имеют место остаточные деформации, что эквивалентно дополнительному зазору. Наличие зазора приводит к тому, что внутреннее давление воспринимается одной оболочкой (либо одним стальным трубопроводом, при нарушении его контакта с бетоном, либо одним бетонным трубопроводом при нарушении его контакта со скалой), что не соответствует проектной работе. При такой работе возможно нарушение целостности трубопровода, и дальнейшее разрушение.

– коррозионный износ бетона и арматуры на участке, выполненном без облицовки;

– строительные дефекты, разрушение стыка бетонной части трубопровода и металлической облицовки, трещины в металлической облицовке, коррозионный износ металла облицовки в дальнейшем приводят к непроектной работе трубопровода, с возможным его разрушением.

– нарушение термического режима окружающего скального массива, с последующим увеличением нагрузок и воздействий. Причиной может быть выход из строя дренажных и противофильтрационных элементов. По данным [42], бетонный и скальный массив, окружающий заделанный трубопровод, способен воспринимать большую часть нагрузки от внутреннего давления воды, поэтому определяющим фактором становятся нагрузки, действующие снаружи.

2.5 Явления, приводящие к разгерметизации проточной части гидроагрегата ГЭС-1 и ГЭС-2

Основными причинами аварии, с разгерметизацией проточной части гидроагрегата, являются:

- эксплуатация гидроагрегата в режимах, не предусмотренных заводом-изготовителем, как следствие: увеличение боя вала; возникновение повышенного уровня вибрации, превышающие предельно допустимые; увеличение протечек через уплотнение турбинного подшипника; трещины, вибрация корпуса турбинного подшипника; срыв шпилек гидроагрегата;
- возникновение дефектов конструкций спиральной камеры;
- отказ системы управления / неисправность в системе регулирования;
- отказ противоаварийной системы автоматического закрытия направляющего аппарата;
- некачественное выполнение ремонтных работ; ненадлежащий контроль за состоянием гидросилового оборудования; халатность эксплуатационного персонала.

3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Основная задача раннего предотвращения отказов и аварий

Основной задачей раннего предотвращения аварий на ГТС является оперативное устранение нарушения процесса работы сооружений, своевременного проведения ремонтных работ, не допуская условий возникновения ЧС [36].

Опыт эксплуатации ГТС ГЭС в различных странах свидетельствует о том, что полностью исключить ЧС на гидроузлах невозможно, но необходимо свести их или их последствия к минимуму с помощью серии мероприятий, прежде всего путём осуществления прогноза возможных последствий.

С целью прогноза ЧС и уменьшения последствий эксплуатирующая организация обязана:

- обеспечивать соблюдение норм и правил безопасности ГТС;
- обеспечивать контроль (мониторинг) за состоянием ГТС, природными и техногенными воздействиями на него, производить оценку безопасности ГТС, с учетом его работы в каскаде, вредных воздействий, в результате хозяйственной и иной деятельности, размещения объектов в русле реки и на прилегающих к ним территориях ниже и выше ГТС;
- обеспечивать разработку и своевременное уточнение критериев безопасности ГТС;
- развивать системы контроля за состоянием ГТС;
- систематически анализировать причины снижения безопасности ГТС и своевременно осуществлять разработку и реализацию мер по обеспечению технически исправного состояния ГТС и его безопасности, а также по предотвращению аварии ГТС;
- обеспечивать проведение регулярных плановых обследований ГТС;
- создавать материальные резервы, предназначенные для ликвидации аварии ГТС;

- организовывать эксплуатацию ГТС и обеспечивать соответствующую нормам и правилам квалификацию работников;
- совместно с органами государственной власти на местах информировать население о вопросах безопасности ГТС;
- осуществлять по вопросам предупреждения аварий ГТС взаимодействие с органом по ЧС;
- незамедлительно информировать об угрозе аварии ГТС специально уполномоченный орган, другие заинтересованные государственные органы, органы государственной власти на местах и органы самоуправления граждан и в случае непосредственной угрозы прорыва напорного фронта (плотины) - население, предприятия, учреждения и организации в зоне возможного затопления;
- содействовать специально уполномоченному органу, осуществляющему государственный надзор за безопасностью ГТС (Орган надзора), в осуществлении его полномочий;
- финансировать мероприятия по эксплуатации ГТС, обеспечению его безопасности, а также работы по предотвращению и ликвидации последствий аварий ГТС.

Большое значение для предупреждения ЧС в результате аварий ГТС, имеет постоянное взаимодействие эксплуатирующей организации с территориальными органами управления по делам ГО и ЧС и органом надзора. К обязанностям эксплуатирующей организации, требующих такого взаимодействия, относятся:

- информирование органов ГО и ЧС и Ростехнадзора об опасных изменениях состояния ГТС и угрозе аварии;
- поддержание в постоянной готовности локальных систем оповещения об опасности ЧС;
- подготовка планов противоаварийных мероприятий, обучение персонала к действиям в условиях локализации и ликвидации ЧС;

- проведение на регулярной основе учений по поведению персонала в условиях аварийной ситуации;

Прогноз и раннее предотвращение ЧС позволяют (при проведении соответствующих мероприятий) не допустить развития неблагоприятных ситуаций и снизить тяжесть последствий.

3.2 Применимость технических решений

Методика определения критериев безопасности гидротехнических сооружений [18] выделяет следующие эксплуатационные состояния сооружений:

– работоспособное (нормальное), при котором значения диагностических показателей его состояния не превышают своих критериальных значений K_1 ;

– частично работоспособное (потенциально опасное), при котором значение хотя бы одного диагностического показателя состояния сооружения достигло его критериального значения K_1 или вышло за пределы прогнозируемого при данном сочетании нагрузок интервала его значений, но не превысило критериального значения K_2 ; это состояние ГТС при котором его дальнейшая временная эксплуатация еще не приводит к угрозе немедленного прорыва напорного фронта; ГТС в этом состоянии может эксплуатироваться при условии выполнения требований Стандарта [18];

– неработоспособное (предаварийное), при котором значение хотя бы одного диагностического показателя состояния сооружения превысило его критериальное значение K_2 ; в этом случае продолжение эксплуатации в проектном режиме недопустимо без специального разрешения соответствующего органа государственного надзора.

Безопасность гидротехнического сооружения следует считать обеспеченной, если техническое состояние ГТС соответствует категории «работоспособное» («нормальное»).

В Приложении А представлена сводная ссылочная таблица согласованности Инструкции (том I) и Альбома (том II) на случай отказов и аварий ГТС КВГЭС.

Инструкции и технические решения по раннему предотвращению отказов/аварий применяются при «неработоспособном» («предаварийном») эксплуатационном состоянии.

Действия персонала в случае наступления технического состояния, диагностируемого как «частично работоспособное» («потенциально опасное»), или выхода диагностических показателей за пределы прогнозируемого, при данном уровне нагрузок интервала значений приведены для каждого конкретного случая отказа или аварии (разделы 4-8 данной Инструкции).

Превышение любым из диагностических показателей второго (предельного) уровня критериальных значений К2, следует считать признаком наступления технического состояния, соответствующего категории «неработоспособное» («предаварийное»), при котором дальнейшая эксплуатация ГТС в проектных режимах недопустима. Соответствующие действия персонала приведены в разделах 4-8 данной Инструкции.

До восстановления требуемой категории технического состояния, должны быть введены ограничения на режим эксплуатации гидротехнического сооружения (вплоть до понижения уровня верхнего бьефа). Все мероприятия по восстановлению «работоспособного» («нормального») состояния и ограничения на режим эксплуатации сооружений должны осуществляться под непосредственным контролем органа надзора.

Если значения контролируемых показателей отклоняются от границ прогнозируемого интервала с возрастающей интенсивностью, свидетельствуя о быстром развитии разрушительных процессов, то эксплуатирующая организация обязана:

– в соответствии с [1], осуществлять взаимодействие по вопросам предупреждения аварий гидротехнического сооружения с органом управления по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям;

– незамедлительно информировать об угрозе аварии гидротехнического сооружения региональные органы надзора за безопасностью гидротехнических сооружений, другие заинтересованные государственные органы, органы местного самоуправления

– в случае непосредственной угрозы прорыва напорного фронта – население и организации в зоне возможного затопления;

– незамедлительно приступить к сработке уровня верхнего бьефа (а также к уменьшению других нагрузок и воздействий) до отметок (значений), исключающих возможность возникновения аварии на ГТС.

Дальнейшие действия необходимо выполнять в соответствии с:

– ПЛАНОМ действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на Каскаде Вилюйских ГЭС им. Е.Н. Батенчука;

– ПАСПОРТОМ безопасности опасного объекта. Гидротехнические сооружения Каскада Вилюйских ГЭС им. Е.Н. Батенчука ПАО «Якутскэнерго»;

– ИНСТРУКЦИЕЙ по обмену информацией и взаимодействию для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и возникновения пожаров, между ПЧ- 3 ОГПС РС (Я) по МО «МР» №21 п. Чернышевский и дежурно - диспетчерской службой Каскада Вилюйских ГЭС «Якутскэнерго» на 2015 г.;

– ПЛАНОМ гражданской обороны ПАО «Якутскэнерго»;

– ПЛАНОМ основных мероприятий Каскада Вилюйских ГЭС им. Е.Н. Батенчука в области гражданской обороны, предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

– ИНСТРУКЦИЕЙ по действиям оперативного персонала при аварии на гидротехнических сооружениях Каскада Виллойских ГЭС им. Е.Н. Батенчука.

3.3 Требования к квалификации персонала

Персонал КВГЭС должен регулярно проходить профессиональную и противоаварийную подготовку, регулярно подвергаться проверке знаний норм и правил безопасности, в соответствии с требованиями нормативных документов Ростехнадзора и МЧС России. Персонал, осуществляющий эксплуатацию и контроль состояния ГТС, должен быть ознакомлен с данной проектной документацией по раннему предотвращению отказов и аварий. Подготовка персонала должна проводиться в соответствии с «Правилами организации работы с персоналом на предприятиях энергетического производства». Сроки и регулярность проверки норм и правил безопасности должны соответствовать требованиям ПТЭ. Проверка знаний персонала, противоаварийные и противопожарные тренировки проводятся по графику, утвержденному техническим руководителем Каскада Виллойских ГЭС и должны включать:

- противоаварийные тренировки - один раз в квартал;
- противопожарная тренировка под руководством главного инженера КВГЭС, с участием пожарной части, добровольных пожарных формирований, службы охраны - один раз в полугодие;
- прохождение эксплуатационным персоналом ГЭС обучения в учебных заведениях системы повышения квалификации (не реже 1 раза в 5 лет);
- прохождение инженерно-техническим персоналом проверку знаний в центральной аттестационной комиссии КВГЭС (раз в три года);
- повышение квалификации рабочих ГЭС в УК ПАО «Якутскэнерго» и на рабочих местах в каждом цехе отдельно (не реже 1 раза в 5 лет);
- инструктажи по технике безопасности (постоянно);

– проверка комиссией правил, норм техники безопасности и профессиональных знаний (не реже 1 раза в год).

Обучение в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера организуется в соответствии с требованиями:

- Федерального закона от 12.02.1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне».

- Федерального закона от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

- Постановления Правительства РФ от 04.09.2003 г. № 547 «О порядке подготовки населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций».

- Постановления Правительства РФ от 02.11.2000 г. № 841 «Об утверждении положения об организации обучения населения в области гражданской обороны».

4. ДЕЙСТВИЯ ПЕРСОНАЛА ПРИ ЯВЛЕНИЯХ, ПРОЦЕССАХ, СОБЫТИЯХ, ПРИВОДЯЩИХ К ПЕРЕЛИВУ ЧЕРЕЗ ГРЕБЕНЬ

Порядок эксплуатации ГТС в экстремальных ситуациях осуществляется в соответствии с СТО 70238424.27.140.003-2010 «Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования», а также внутростанционными инструкциями и документами.

В соответствии с [44], режим использования водных ресурсов по сезонам года устанавливается по диспетчерскому графику, в зависимости от наполнения водохранилища.

Ежегодно, за месяц до предполагаемого начала весеннего паводка, должна быть образована паводковая комиссия под руководством главного инженера КВГЭС. Комиссия разрабатывает план мероприятий по обеспечению пропуска половодья через гидроузел и защиты гидротехнических сооружений от повреждений.

План мероприятий по пропуску половодья разрабатывается и основывается на предыдущих и текущих прогнозах Якутского УГМС. В состав паводковых прогнозов входят сроки начала и конца половодья, размер и характер его прохождения, максимальные величины приточного расхода, а также метеорологические условия в этот период. На основе паводкового прогноза проводится водно – энергетический расчет работы гидроузла на период пропуска паводка (апрель-июнь) и составляется диспетчерский график хода уровней водохранилища на второй квартал, которые определяют:

1. Выработку электроэнергии по плану с апреля по июнь.
2. Распределение притока второго квартала по месяцам.
3. Необходимость предполоводной сработки водохранилища (исходя из расчётных уровней и объёмов воды в водохранилище к началу паводка, с

учётом гидрологического прогноза). Отметка уровня обязательной предполоводной сработки составляет 239.0 м.

4. Режим работы гидроузла в период прохождения паводковых расходов.

5. График маневрирования сегментным затвором.

6. Сроки и объём обязательных судоходных попусков.

Ежегодный объём попусков из водохранилища через агрегаты ГЭС и водосброс для поддержания гарантированных глубин устанавливается равным до 2,5 км³.

Состав подготовительных работ к паводку:

- комиссионный осмотр и разработка мероприятий по подготовке всех гидротехнических сооружений к паводку;

- своевременное окончание планового и текущего ремонтов всех сооружений гидроузла, работающих в паводок, а также тех, где режим работы может быть нарушен пропуском паводка;

- заблаговременная уборка всех временных сооружений, конструкций и т.п., необходимость в которых обуславливалась зимним режимом (демонтаж щита утепления на правой стенке водосброса, вывод плав. средств из подводных каналов, включение электро-обогрева ливнеотстоков, очистка дренажей ото льда и снега и др.);

- обследование сегментного затвора и подъемных механизмов, ревизия электрооборудования и устранение дефектов для обеспечения безотказной работы (К началу паводка сегментный затвор водосброса и пазы должны быть освобождены от наледей и припая);

- подготовка аварийного запаса материалов, инструментов, механизмов, спецодежды и транспортных средств;

- организация аварийных бригад на время пропуска паводков.

Все подготовительные работы должны быть закончены за 15 дней до вероятного срока наступления паводка.

При пропуске воды через водосброс необходимо соблюдать следующие условия:

- интенсивность нарастания уровня водохранилища в период половодья не должна превышать 0.5 м/сутки. В случае превышения этой интенсивности в работу включается водосброс, вплоть до полного открытия;

- при отсутствии льда или древесного сора и торфа, затвор может быть поднят на любую высоту и допускается работа «из-под щита», с регулированием необходимого расхода;

- при наличии льда или древесного сора и торфа, затвор должен быть поднят полностью для свободного перелива воды через порог водосброса, на время пока верхний бьеф не очистится. Лишь после этого затвор можно опустить до нужного открытия. Эти условия объясняются тем, что подныривающие под затвор лед и древесина могут повредить горизонтальное уплотнение на затворе.

После прохождения паводка все сооружения, в особенности участки крепления нижнего бьефа сооружений (трамплин, стенки и дно водосбросного канала и пр.) должны быть осмотрены. Обнаруженные повреждения должны быть устранены.

4.1 Отказ гидромеханического оборудования водосброса

В период повышения приточности к гидроузлу и невозможности открыть сегментный затвор водосброса, необходимо производить технические решения, в соответствии с п. 1.1 Альбома.

Допускается подъем уровня воды в водохранилище до отметки, не превышающей форсированный подпорный уровень 246.80 м. В случае если уровень воды в водохранилище продолжает повышаться, необходимо произвести подрыв затвора. На данный случай, должен быть заключен договор со специализированной организацией занимающейся и имеющей

разрешительные документы на выполнение работ по подрыву затвора водосброса.

4.2 Нарушение целостности парапета

1. Диагностирование.

Нарушение целостности парапета диагностируется *визуальными наблюдениями* за состоянием каменно-земляной плотины, посредством осмотров и выявлением:

- сдвига, просадок, перекоса, опрокидывания блоков парапета;
- разрушением бетона блоков парапета, характеризующегося оголением защитного слоя бетона с «разборкой бетона руками».

2.1 В случае сдвига, просадок, перекоса блоков парапета .

Обходчик в составе группы наблюдений оповещает руководителя группы наблюдений.

Руководитель группы наблюдений оповещает начальника ГТЦ.

Начальник ГТЦ определяет степень повреждения и возможной опасности от обнаруженных повреждений и оповещает директора КВГЭС.

Устанавливается причина повлекшая возникновение данного явления. Для анализа привлекаются результаты измерений и вычислений других контролируемых показателей. Возможные причины:

– возникновение просадок на гребне плотины. Действия персонала приведены в п. 4.3 данной Инструкции. Технические решения приведены в п. 1.3 Альбома;

– нарушение крепления верхового откоса плотины. Действия персонала приведены в п. 5.1 данной Инструкции. Технические решения приведены в п. 2.1 Альбома.

Производится подготовка к проведению мероприятий по восстановлению требуемой категории технического состояния:

- директор КВГЭС назначает руководителя работ, отвечающего за своевременное предупреждение нарушения целостности блоков парапета;
- формируется ремонтная бригада;
- готовится техника (непосредственно восстановление целостности парапета): самосвал типа КАМАЗ - 6511 или аналог; автокран типа Ивановец КС-55744 или аналог; вибрационный каток типа CatCB 14В или аналог;
- проверяется наличие в резерве достаточного количества материальных ресурсов. Требуемый объем определен в п. 1.2 Альбома.

2.2 В случае, если на поверхности блоков обнаружены каверны, оголения заполнителя и арматуры, данные области берутся под контроль группой наблюдений/обходчиком в ее составе и учащаются визуальные наблюдения за ними, до одного раза в неделю.

3. В случае развития сдвига просадок, перекоса, опрокидывания блоков парапета.

Производятся мероприятия по восстановлению требуемой категории технического состояния ГТС. Порядок технологических операций и схемы производства работ, непосредственно по восстановлению целостности парапета, приведены в п. 1.2 Альбома.

Назначенный руководитель работ:

- осуществляет непосредственный контроль за производимыми работами;
- осуществляет контроль за последовательностью выполнения работ и соблюдением технологических схем.

В дальнейшем разрабатывается и реализуется проект по восстановлению проектной целостности парапета.

4.3 Просадки гребня плотины

Просадки на откосах и бермах не приводят к последующему переливу через гребень, но имеют диагностическое значение для оценки состояния плотины.

1. Диагностирование.

Просадки на гребне и откосах/бермах плотины диагностируются *визуальными* наблюдениями. Выражаются, как характерные «просадочные цирки» – местные понижения в виде воронок от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров, заметное разрыхление грунта в воронках и понижениях просадочного характера, а также более интенсивный характер протекания осадки на просадочных участках, чем на непросадочных, при равных прочих условиях.

При диагностировании просадок привлекаются *инструментальные наблюдения* за плановыми и высотными смещениями марок и реперов, установленных на гребне и бермах плотины.

Просадки обуславливаются следующими причинами:

- изменение температурно-фильтрационного режима плотины, основания, или берегового примыкания;
- изменение размеров мерзлотной зоны в низовом клине плотины;
- протайка в теле плотины льда, снега, промороженного грунта;
- нарушение целостности контакта «бетон-грунт»;
- возникновение суффозионных явлений в теле плотины, основании, либо на контакте с бетоном (возможно нарушение целостности противофильтрационной завесы).

Температурно-фильтрационный режим оценивается путем инструментальных наблюдений и анализа показаний КИА: ПТС, термисторов, пьезометров и мерных водосливов, с периодичностью, определенной [45, 58].

Просадки гребня следует оценивать как следствие проявления отмеченных явлений. Из-за неравномерности деформаций, обусловленными просадками грунта, возможно образование поперечных фильтрационных трещин, нарушение статической устойчивости плотины.

2. Превышение контролируруемыми показателями значений К1.

Сооружение находится в состоянии «частично работоспособном» («потенциально опасном»). Подается **первый уровень тревоги.**

Действия персонала при 1-м уровне тревоги:

Обходчик в составе группы наблюдений оповещает руководителя группы наблюдений.

Руководитель группы наблюдений оповещает начальника ГТЦ.

Начальник ГТЦ проверяет зафиксированный факт превышения К1 и доводит эти сведения до директора КВГЭС.

Визуальные наблюдения за просадочным участком учащаются до одного раза в сутки. Инструментальные до одного раза в неделю.

Создается комиссия под руководством директора КВГЭС. В состав комиссии включаются сотрудники КВГЭС, при необходимости, привлекаются представители проектных и/или специализированных научных организаций.

Комиссия выполняет оценку состояния сооружения, включая проверку достоверности результатов измерений и вычислений, а также обоснованности принятых качественных и количественных значений К1.

При этом наряду с диагностическими показателями следует привлекать для анализа результаты измерений и вычислений других контролируемых показателей.

В ходе учащенных визуальных и инструментальных наблюдений, оценивается динамика изменения во времени плановых размеров и глубин просадочного участка.

Наблюдения за просадками производятся следующим образом:

- дефект оконтуривается и оснащается кольшками-марками;
- по установленным кольшкам-маркам выполняется геодезическая съемка, либо съемка с помощью мерной ленты, отвеса, рейки;
- местоположение, плановые очертания, глубины, понижения заносятся в соответствующий журнал;
- результаты представляются в виде продольных и поперечных профилей, плановых очертаний, графиков осадки во времени кольшков-марок.

Приобретение графиком более пологого очертания, свидетельствует о затухании данного неблагоприятного процесса.

3. Развития повреждения.

Превышены значения контролируемых показателей К1. Сооружение находится в состоянии «частично работоспособном» («потенциально опасном»), но по диагностическим параметрам приближается к «неработоспособному» («предаварийному»).

Подается **второй уровень тревоги.**

Действия персонала при 2-м уровне тревоги:

Учащенные визуальные и инструментальные наблюдения продолжаются.

Директор КВГЭС сообщает в исполнительную дирекцию ПАО «Якутскэнерго».

Собственник ГТС доводит сведения до органа надзора.

Производятся подготовка к проведению мероприятий по восстановлению требуемой категории технического состояния:

- директор КВГЭС назначает руководителя работ, отвечающего за своевременное предупреждение просадок гребня плотины;
- формируется ремонтная бригада;

– готовится техника: два самосвала типа КАМАЗ - 6511 или аналог; бульдозер на базе трактора Т-170 или аналог; автокран типа Ивановец КС-55744 или аналог; вибрационный каток типа CatCB 14В или аналог;

– проверяется наличие в резерве достаточного количества материальных ресурсов: песчано-гравийной смеси, щебня, лопат, кольев, мерной ленты. Требуемый объем определен в п. 1.3 Альбома.

4. Превышение контролируруемыми показателями значений К2.

Сооружение находится в «неработоспособном» («предаварийном») состоянии. Подается **третий уровень тревоги.**

Действия персонала при 3-м уровне тревоги:

Директор и главный инженер КВГЭС оповещают диспетчера РДУ ПАО «Якутскэнерго», администрацию п. Чернышевский, ЦППС ФГКУ «3 ОФПС по РС (Я)», руководящий состав и членов КЧС, руководителей структурных подразделений, рабочих и служащих, как в рабочее, так и нерабочее время.

Проводятся мероприятия по восстановлению требуемой категории технического состояния ГТС. Порядок технологических операций и схемы производства работ по ликвидации просадок изложены в п. 1.3 Альбома.

Назначенный руководитель работ:

– осуществляет непосредственный контроль за восстановительными работами;

– ведет контроль за бесперебойностью подачи песчано-гравийной смеси и щебня к месту восстановительных работ; за слаженностью движения и манипуляции техникой; за соблюдением схемы уплотнения укладываемого грунта в просадочную зону;

– назначает ответственного за контроль физико-механических характеристик доставляемого грунта (песчано-гравийной смеси и щебня) с мест их хранения;

– осуществляет контроль за глубиной промерзания пригребневой зоны;

– после выполнения восстановительных работ осуществляет контроль качества выполненных работ.

Не допускается промораживание грунтов ядра пригребневой зоны.

Визуальные и инструментальные наблюдения продолжают с учащенной периодичностью, до распоряжения директора КВГЭС о переходе к ведению мониторинга безопасности в нормальных условиях эксплуатации.

В дальнейшем анализируются причины возникших просадок, с учетом характеристик грунтов тела плотины, ПФУ из суглинка, пригребневой зоны, переходных слоев; разрабатывается и реализуется проект реконструкции/капитального ремонта, по ликвидации первопричин появления просадок.

5. ДЕЙСТВИЯ ПЕРСОНАЛА ПРИ ЯВЛЕНИЯХ, ПРОЦЕССАХ, СОБЫТИЯХ, СПОСОБНЫХ ИНИЦИИРОВАТЬ НАРУШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСА

5.1 Нарушение крепления верхового откоса

1. Диагностирование.

Нарушение крепления верхового откоса плотины регистрируется ***визуальными наблюдениями:***

- нарушение сплошности и однородности каменного мощения;
- вынос грунта тела плотины через мощение; обнаружение более мелкофракционного грунта, чем наброска крепления;
- образование ям размывов на поверхности откоса;
- образование видимых очагов разуплотнения грунтов верховой призмы;
- просадки участка пригребневой зоны;
- просадка/изменение проектного положения блоков железобетонного парапета.

При ***визуальных осмотрах*** крепления особое внимание должно уделяться оценке гранулометрического состава наброски, выявлению и регистрации участков или отдельных зон, где имеет место большое содержание мелочи. Данные участки могут быть подвержены возможному размыву.

И ***инструментальными наблюдениями*** за нарушением проектного заложения откоса.

2. Превышение контролируемыми показателями значений К1.

Сооружение находится в состоянии «частично работоспособном» («потенциально опасном»). Подается **первый уровень тревоги.**

Действия персонала при 1-м уровне тревоги:

Обходчик в составе группы наблюдений оповещает руководителя группы наблюдений.

Руководитель группы наблюдений оповещает начальника ГТЦ.

Начальник ГТЦ проверяет зафиксированный факт превышения К1 и доводит эти сведения до директора КВГЭС.

Учащаются визуальные и инструментальные наблюдений за креплением верхового откоса, вплоть до 1 раза в сутки.

Создается комиссия под руководством директора КВГЭС. В состав комиссии включаются сотрудники КВГЭС, при необходимости, привлекаются представители проектных и/или специализированных научных организаций. Комиссия выполняет оценку состояния сооружения, включая проверку достоверности результатов измерений и вычислений, а также обоснованности принятого значения К1.

При этом наряду с диагностическими показателями привлекаются для анализа результаты измерений и вычислений других контролируемых показателей. Оценивается динамика развития неблагоприятных явлений и процессов.

3. Развития повреждения.

Превышены значения контролируемого показателя К1. Сооружение находится в состоянии «частично работоспособном» («потенциально опасном»), но по диагностическим параметрам приближается к «неработоспособному» («предаварийному»). Подается **второй уровень тревоги.**

Действия персонала при 2-м уровне тревоги:

Учащенные визуальные и инструментальные наблюдения продолжаются.

Директор КВГЭС сообщает в исполнительную дирекцию ПАО «Якутскэнерго».

Собственник ГТС доводит сведения до органа надзора.

Производится подготовка к проведению мероприятий по восстановлению требуемой категории технического состояния:

- директор КВГЭС назначает руководителя работ, отвечающего за своевременное предупреждение нарушения крепления верхового откоса;
 - формируется ремонтная бригада, включая группу водолазов специализированной организации;
 - готовится техника: самосвал типа КАМАЗ - 6511 или аналог; погрузчик типа МОАЗ-40484 или аналог; автокран типа Ивановец КС-55744 или аналог;
 - проверяется наличие в резерве достаточного количества камня.
- Требуемый объем определен в п. 2.1 Альбома.

4. Превышение контролируемыми показателями значений К2.

Сооружение находится в «неработоспособном» («предаварийном») состоянии. Подается **третий уровень тревоги.**

Действия персонала при 3-м уровне тревоги:

Директор и главный инженер КВГЭС оповещают диспетчера РДУ ПАО «Якутскэнерго», администрацию п. Чернышевский, ЦППС ФГКУ «3 ОФПС по РС (Я)», руководящий состав и членов КЧС, руководителей структурных подразделений, рабочих и служащих, как в рабочее, так и нерабочее время.

Проводятся мероприятия по восстановлению требуемой категории технического состояния ГТС. Порядок технологических операций и схемы производства работ изложены в п. 2.1 Альбома.

Назначенный руководитель работ:

- осуществляет непосредственный контроль за производимыми работами по восстановлению крепления верхового откоса;
- ведет контроль за бесперебойностью подачи камня к месту восстановительных работ; за слаженностью движения и манипуляции техникой, и заведением контейнеров с камнем в зону повреждения;

– назначает ответственного за контроль физико-механических характеристик доставляемого камня с мест их хранения;

– после выполнения восстановительных работ осуществляет контроль над качеством выполненных работ, с привлечением группы водолазов специализированной организации.

Визуальные и инструментальные наблюдения продолжают с учащенной периодичностью, до распоряжения директора КВГЭС о переходе к ведению мониторинга безопасности в нормальных условиях эксплуатации.

В дальнейшем выявляются первопричины повлекшие развитие нарушения крепления верхового откоса плотины. Разрабатывается и реализуется проект по восстановлению проектного состояния каменно-земляной плотины.

5.2 Возникновение трещин

1. Диагностирование.

Следует различать трещины продольного и поперечного направления, в соответствии с [30, 32]. Местоположение продольной трещины приурочивается к низовой и верховой бровкам гребня и бермам. Поперечные трещины (перпендикулярные оси сооружения или проходящие под углом) могут как полностью, так и частично пересекать гребень плотины. Трещины выявляются посредством *визуальных наблюдений* за состоянием гребня, откосов, берм, и *инструментальных наблюдений* показаний трещиномеров на гребне плотины. Периодичность наблюдений определена [44, 58].

При обнаружении трещины следует:

– проследить визуально трещину на всем ее протяжении;

– след трещины от ее начала до конца отметить кольшками, шпильками, располагая их рядом со следом через 2 метра, и в точках изменения направления трещины;

- сфотографировать трещину в продольном ее направлении и в местах максимального раскрытия, положив какой-либо предмет для масштабности;
- через определенные интервалы (например, через 2-5 метров, в зависимости от длины трещины) тщательно измерить ширину раскрытия трещины с максимально возможной точностью, результаты измерений записать в журнал, присвоив заранее порядковый номер;
- тщательно нанести трещину на масштабную карту-развертку сооружения или карту того фрагмента сооружения, на котором она обнаружена; в местах измерений раскрытия трещины и уступов на карте обозначить цифрами полученные величины.

2. Превышение контролируруемыми показателями значений К1.

Сооружение находится в состоянии «частично работоспособном» («потенциально опасном»). Подается **первый уровень тревоги**.

Действия персонала при 1-м уровне тревоги:

Обходчик в составе группы наблюдений оповещает руководителя группы наблюдений.

Руководитель группы наблюдений оповещает начальника ГТЦ.

Начальник ГТЦ проверяет зафиксированный факт превышения К1 и доводит эти сведения до директора КВГЭС.

Визуальные и инструментальные наблюдения за трещинами учащаются до одного раза в сутки. При этом наряду с диагностическими показателями привлекаются для анализа результаты измерений и вычислений других контролируемых показателей.

создается комиссия под руководством директора КВГЭС. В состав комиссии включаются сотрудники КВГЭС, при необходимости, привлекаются представители проектных и/или специализированных научных организаций. Комиссия выполняет оценку состояния сооружения, включая проверку достоверности результатов измерений и вычислений, а также обоснованности принятых качественных и количественных значений К1.

3. Развития повреждения.

Превышены значения контролируемых показателей К1. Сооружение находится в состоянии «частично работоспособном» («потенциально опасном»), но по диагностическим параметрам приближается к «неработоспособному» («предаварийному»).

Подается **второй уровень тревоги.**

Действия персонала при 2-м уровне тревоги:

Учащенные визуальные и инструментальные наблюдения продолжаются.

Директор КВГЭС сообщает в исполнительную дирекцию ПАО «Якутскэнерго».

Собственник ГТС доводит сведения до органа надзора.

Производится подготовка к проведению мероприятий по восстановлению требуемой категории технического состояния:

– директор КВГЭС назначает руководителя работ, отвечающего за своевременную заделку трещин (становление трещины на длительное время в незалеченном состоянии недопустимо, поскольку может привести к нарушению нормальной работы противофильтрационного элемента плотины, вследствие его промерзания);

– формируется ремонтная бригада;

– готовится техника: самосвал типа КАМАЗ - 6511 или аналог; экскаватор типа Komatsu PC35MR-3 или аналог; автокран типа Ивановец КС-55744 или аналог; вибрационный каток типа CatCB 14B или аналог;

– проверяется наличие в резерве достаточного количества материальных ресурсов: песчано-гравийной смеси, щебня, лопат, кольев, мерной ленты. Требуемый объем определен в п. 2.2 Альбома.

4. Превышение контролируемыми показателями значений К2.

Сооружение находится в «неработоспособном» («предаварийном») состоянии. Подается **третий уровень тревоги.**

Действия персонала при 3-м уровне тревоги:

Директор и главный инженер КВГЭС оповещают диспетчера РДУ ПАО «Якутскэнерго», администрацию п. Чернышевский, ЦППС ФГКУ «З ОФПС по РС (Я)», руководящий состав и членов КЧС, руководителей структурных подразделений, рабочих и служащих, как в рабочее, так и нерабочее время.

Проводятся мероприятия по восстановлению требуемой категории технического состояния ГТС. Порядок технологических операций и схемы производства работ изложены в п. 2.2 Альбома.

Назначенный руководитель работ:

- осуществляет непосредственный контроль за производимыми работами по ремонту трещин;
- ведет контроль за бесперебойностью подачи песчано-гравийной смеси и щебня к месту восстановительных работ; за слаженностью движения и манипуляции техникой; за соблюдением схемы уплотнения укладываемого грунта;
- назначает ответственного за контроль физико-механических характеристик доставляемого грунта (песчано-гравийной смеси и щебня) с мест их хранения;
- осуществляет контроль за глубиной промерзания пригребневой зоны;
- после выполнения восстановительных работ осуществляет контроль над качеством выполненных работ.

Не допускается промораживание грунтов ядра пригребневой зоны.

Визуальные и инструментальные наблюдения продолжаются с учащенной периодичностью, до распоряжения директора КВГЭС о переходе к ведению мониторинга безопасности в нормальных условиях эксплуатации.

Возникновение трещин может являться следствием нарушения фильтрационно-температурного режима плотин. В дальнейшем выявляются

и анализируются первопричины образования трещин; разрабатывается и реализуется проект по приведению состояния каменно-земляной плотины в проектное состояние.

5.3 Нарушение проектной работы противofильтрационных устройств

5.3.1 Нарушение проектной работы ПФУ из суглинка в теле плотины

1. Диагностирование.

Инструментально:

- изменение температурного состояния низовой упорной призмы, основания, ПФУ из суглинка плотины по сети установленных термисторов;
- повышение уровня воды в нижнем бьефе, не связанное с аккумуляцией стока Светлинской ГЭС.

Визуально:

- выход фильтрационных вод на низовой откос выше УНБ и развитие данного процесса, образование наледей (при отрицательных наружных температурах воздуха);
- суффозионный вынос грунта, как следствие - наблюдение мутности потока в нижнем бьефе, выноса частиц ПФУ;
- возникновение и развитие фильтрации в цементационной галерее в основании ПФУ из суглинка.
- при значительном развитии процесса суффозии – возможно возникновение просадок/трещин на гребне/берме плотины или низовом откосе;
- при проведении подводно-технических обследований: как просадки поверхности верхового откоса.

2. Превышение контролируемыми показателями значений К1.

Сооружение находится в состоянии «частично работоспособном» («потенциально опасном»). Подается **первый уровень тревоги.**

Действия персонала при 1-м уровне тревоги:

Обходчик в составе группы наблюдений оповещает руководителя группы наблюдений.

Руководитель группы наблюдений оповещает начальника ГТЦ.

Начальник ГТЦ проверяет зафиксированный факт превышения К1 и доводит эти сведения до директора КВГЭС.

Учащаются визуальные и инструментальные наблюдений, вплоть до 1 раза в сутки.

Создается комиссия под руководством директора КВГЭС. В состав комиссии включаются сотрудники КВГЭС, при необходимости, привлекаются представители проектных и/или специализированных научных организаций. Комиссия выполняет оценку состояния сооружения, включая проверку достоверности результатов измерений и вычислений, а также обоснованности принятого значения К1. При этом, наряду с диагностическими показателями, привлекаются для анализа результаты измерений и вычислений других контролируемых показателей.

3. Развития повреждения.

Превышены значения контролируемого показателя К1. Сооружение находится в состоянии «частично работоспособном» («потенциально опасном»), но по диагностическим параметрам приближается к «неработоспособному» («предаврийному»). Подается **второй уровень тревоги.**

Действия персонала при 2-м уровне тревоги:

Учащенные визуальные и инструментальные наблюдения продолжаются.

Директор КВГЭС сообщает в исполнительную дирекцию ПАО «Якутскэнерго».

Собственник ГТС доводит сведения до органа надзора.

Производится подготовка к проведению мероприятий по восстановлению требуемой категории технического состояния:

– директор КВГЭС назначает руководителя работ, отвечающего за своевременное предупреждение нарушения проектной работы ПФУ из суглинка;

– формируется ремонтные бригады, включая группу водолазов специализированной организации;

– готовится техника: самосвал типа КАМАЗ - 6511 или аналог; погрузчик типа МОАЗ-40484 или аналог; автокран типа Ивандец КС-55744 или аналог;

– проверяется наличие в резерве достаточного количества суглинка. Требуемый объем определен в п. 2.3.1 Альбома.

4. Превышение контролируемыми показателями значений К2.

Сооружение находится в «неработоспособном» («предавварийном») состоянии. Подается **третий уровень тревоги.**

Действия персонала при 3-м уровне тревоги:

Директор и главный инженер КВГЭС оповещают диспетчера РДУ ПАО «Якутскэнерго», администрацию п. Чернышевский, ЦППС ФГКУ «3 ОФПС по РС (Я)», руководящий состав и членов КЧС, руководителей структурных подразделений, рабочих и служащих, как в рабочее, так и нерабочее время.

Проводятся мероприятия по восстановлению требуемой категории технического состояния ГТС. Порядок технологических операций приведен в п. 2.3.1 Альбома, схемы производства работ аналогичны восстановлению крепления верхового откоса плотины и изложены в п. 2.1 Альбома.

Назначенный руководитель работ:

– осуществляет непосредственный контроль за производимыми работами по восстановлению эффективности ПФУ из суглинка;

– ведет контроль за бесперебойностью подачи суглинка к месту восстановительных работ; за слаженностью движения и манипуляции техникой, и заведением контейнеров с суглинком в зону повреждения;

– назначает ответственного за контроль физико-механических характеристик доставляемого суглинка с мест их хранения;

– после выполнения восстановительных работ осуществляет контроль над качеством выполненных работ, с привлечением группы водолазов специализированной организации.

Визуальные и инструментальные наблюдения продолжаются с учащенной периодичностью, до распоряжения директора КВГЭС о переходе к ведению мониторинга безопасности в нормальных условиях эксплуатации.

Если помимо нарушения проектной работы ПФУ из суглинка диагностируются сопутствующие неблагоприятные процессы и явления, то их ликвидация производится в соответствии с данной проектной документацией.

В дальнейшем выявляются первопричины повлекшие нарушение проектной работы ПФУ из суглинка. Разрабатывается и реализуется проект по восстановлению проектного состояния каменно-земляной плотины.

5.3.2 Нарушение проектной работы цементационной завесы в основании плотины

1. Диагностирование.

Данное нарушение диагностируется *инструментально*:

– превышение фактических показаний КИА (мерных водосливов и напорных пьезометров в основании плотины до и после цементационной завесы), своих «сигнально-контрольных» диагностических значений.

– изменение температуры грунтов тела плотины и основания (включая ПФУ из суглинка), по сети установленных ПТС и термисторов (как следствие нарушения целостности противофильтрационной завесы);

2. Превышение сигнально-контрольных показателей.

В случае нарушения проектной работы цементационной завесы, обходчик в составе группы наблюдений оповещает руководителя группы наблюдений.

Руководитель группы наблюдений оповещает начальника ГТЦ.

Начальник ГТЦ проверяет факт превышения указанных выше диагностических значений и доводит эти сведения до директора КВГЭС.

Инструментальные наблюдения учащаются до одного раза в сутки. Результаты инструментальных наблюдений представляются в виде графиков, и далее производится оценка динамики изменения диагностических показателей. При этом, привлекаются для анализа результаты измерений и вычислений других контролируемых показателей.

Создается комиссия под руководством директора КВГЭС. В состав комиссии включаются сотрудники КВГЭС, при необходимости, привлекаются представители проектных и/или специализированных научных организаций. Комиссия выполняет оценку состояния сооружения, включая проверку достоверности результатов измерений и вычислений, а также обоснованности принятых значений диагностических показателей.

Если динамика изменения диагностических показателей носит затухающий характер, учащенные инструментальные наблюдения продолжают вестись под контролем созданной комиссии и до распоряжения директора КВГЭС об их отмене.

Если динамика изменения диагностических показателей носит возрастающий характер:

- разрабатывается и реализуется проект по восстановлению целостности цементационной завесы в основании плотины специализированной организацией. Возможно применение инъекционных методов укрепления, в соответствии с разделом 2.3.2 Альбома;

- до реализации проекта осуществляются ежедневные инструментальные наблюдения;

- после реализации проекта периодичность контроля определяется составителями проекта либо директором КВГЭС.

При нарушении целостности цементационной завесы в основании плотины, стремительного развития неблагоприятных процессов и явлений не произойдет.

5.4 Возникновение неблагоприятных явлений в цементационной галерее плотины

1. Диагностирование.

Качественными и количественными показателями, способными вызвать наступление предельного состояния или аварийной ситуации являются:

– нарастание расходов фильтрационного притока в цементационную галерею (назначенных [42] в качестве «сигнально-контрольных»). Определяется *инструментальными* наблюдениями за мерными водосливами в цементационной галерее;

– трещины в облицовке, сосредоточенная фильтрация и суффозия в цементационной галерее. Определяется *визуально*.

2. Превышение контролируемыми показателями значений К1.

Сооружение находится в состоянии «частично работоспособном» («потенциально опасном»). Подается **первый уровень тревоги**.

Действия персонала при 1-м уровне тревоги:

Обходчик в составе группы наблюдений оповещает руководителя группы наблюдений.

Руководитель группы наблюдений оповещает начальника ГТЦ.

Начальник ГТЦ проверяет зафиксированный факт превышения К1 и доводит эти сведения до директора КВГЭС.

Учащаются визуальные и инструментальные наблюдения вплоть до одного раза в сутки.

Создается комиссия под руководством директора КВГЭС. В состав комиссии включаются сотрудники КВГЭС, при необходимости, привлекаются представители проектных и/или специализированных научных организаций. Комиссия выполняет оценку состояния сооружения, включая проверку достоверности результатов измерений и вычислений, а также обоснованности принятого значения К1. При этом наряду с диагностическими показателями привлекаются для анализа результаты измерений и вычислений других контролируемых показателей.

3. Развития повреждения.

Превышены значения контролируемого показателя К1. Сооружение находится в состоянии «частично работоспособном» («потенциально опасном»), но по диагностическим параметрам приближается к «неработоспособному» («предаварийному»). Подается **второй уровень тревоги.**

Действия персонала при 2-м уровне тревоги:

- учащенные визуальные и инструментальные наблюдения продолжаются;
- директор КВГЭС сообщает в исполнительную дирекцию ПАО «Якутскэнерго»;
- собственник ГТС доводит сведения до органа надзора;
- проводятся организационные мероприятия по привлечению специализированной организации;
- директор КВГЭС назначает руководителя работ, для координации действий со специализированной организацией и ведения контроля выполняемых работ.

4. Превышение контролируемыми показателями значений К2.

Сооружение находится в «неработоспособном» («предаварийном») состоянии. Подается **третий уровень тревоги.**

Действия персонала при 3-м уровне тревоги:

Директор и главный инженер КВГЭС оповещают диспетчера РДУ ПАО «Якутскэнерго», администрацию п. Чернышевский, ЦППС ФГКУ «3 ОФПС по РС (Я)», руководящий состав и членов КЧС, руководителей структурных подразделений, рабочих и служащих, как в рабочее, так и нерабочее время.

Выполняются мероприятия по восстановлению требуемой категории технического состояния ГТС с привлечением специализированной

организации, в соответствии с техническим решением, приведенным в п. 2.3.3 Альбома.

Назначенный руководитель работ осуществляет непосредственный контроль за работами по восстановлению целостности цементационной галереи.

Обходчик продолжает осуществлять учащенные визуальные и инструментальные наблюдения, до распоряжения директора КВГЭС о переходе к ведению мониторинга безопасности в нормальных условиях эксплуатации.

Мероприятия носят временный характер до выяснения первопричины, и обследования тела и основания плотины геофизическими методами. Также, производится комплексная оценка показаний контрольно-измерительной аппаратуры, производится разработка соответствующего проекта специализированной организацией, состояние плотины восстанавливается до проектного.

6. ДЕЙСТВИЯ ПЕРСОНАЛА ПРИ ЯВЛЕНИЯХ, ПРОЦЕССАХ, СОБЫТИЯХ, СПОСОБНЫХ ИНИЦИИРОВАТЬ СДВИГ ИЛИ ОПРОКИДЫВАНИЕ ПОДПОРНЫХ СТЕНОК ГЭС-1/ГЭС-2

1. Диагностирование.

Нарушение целостности бетонных конструкций определяется посредством *визуальных* наблюдений как:

- наличие трещин в бетонной кладке и в несущих конструктивных элементах;
- наличие разрушения поверхностного слоя бетона, сколов, отслоения, раковин, шелушения и др.;
- наличие разрушения, отслаивания защитного слоя бетона в армированных элементах;
- наличие обнажения и коррозии рабочей арматуры;
- наличие фильтрации через швы и трещины, образование наледей, выщелачивание бетона.

А также *инструментальными* измерениями:

- температура сооружения;
- температура скального массива;
- осадки и горизонтальные смещения;
- фильтрационные процессы в скальном массиве и бетоне;
- величины раскрытия трещин в бетоне;
- призмная прочность бетона.

Рекомендации к проведению визуальных и инструментальных наблюдений.

При обследовании сооружения необходимо руководствоваться действующими нормативными документами и расчетными исследованиями, определяющими эксплуатационную надежность сооружения.

Особое внимание должно уделяться состоянию бетона в зоне колебаний уровня воды. Если при осмотре обнаруживается разуплотненный

бетон, раковины, трещины, то на этих участках следует определить прочность бетона. В зонах подверженных выщелачиванию, производится химический анализ профильтрованной воды и воды из верхнего бьефа, определяется интенсивность и глубина выщелачивания, а также плотность пораженного бетона.

При оценке результатов визуальных и инструментальных наблюдений следует учитывать температурный фактор, который проявляется в температурной составляющей контролируемых параметров, а также в изменении свойств бетона, подвергающегося сезонному замораживанию и оттаиванию.

По результатам проведенных обследований (в том числе комплексных) устанавливается [23]:

- наличие и оценка влияния на состояние сооружения нарушений сплошности среды в системе «сооружение-основание» (наличие и величины раскрытия трещин в бетонных элементах, зон разуплотнения);
- влияние трещин на изменение схемы статической работы сооружения, характер поведения трещин при изменении внешних нагрузок и воздействий;
- характер поведения строительных, температурных, осадочных и контактных швов под действием изменяющихся нагрузок и температуры, характер фильтрации воды через швы и трещины, развитие процессов выщелачивания бетона;
- динамика коррозии, кавитационных разрушений и абразивного износа поверхностного бетона, степень снижения его прочности в зонах переменных уровней воды, соответствие фактической прочности бетона в ответственных зонах сооружения требованиям проекта и норм;
- наличие и характер деформаций береговых примыканий в зоне возникших повреждений бетона.

2. Превышение контролируруемыми показателями значений К1.

Сооружение находится в состоянии «частично работоспособном» («потенциально опасном»). Подается **первый уровень тревоги.**

Действия персонала при 1-м уровне тревоги:

Обходчик в составе группы наблюдений оповещает руководителя группы наблюдений.

Руководитель группы наблюдений оповещает начальника ГТЦ. Начальник ГТЦ проверяет зафиксированный факт превышения К1 и доводит эти сведения до директора КВГЭС.

Учащаются визуальные и инструментальные наблюдений за состоянием подпорных стенок ГЭС-1/ГЭС-2, вплоть до 1 раза в сутки.

Создается комиссия под руководством директора КВГЭС. В состав комиссии включаются сотрудники КВГЭС, при необходимости, привлекаются представители проектных и/или специализированных научных организаций. Комиссия выполняет оценку состояния сооружения, включая проверку достоверности результатов измерений и вычислений, а также обоснованности принятого значения К1.

3. Развитие повреждения

Превышены значения контролируемых показателей К1. Сооружение находится в состоянии «частично работоспособном» («потенциально опасном»), но по диагностическим параметрам приближается к «неработоспособному» («предаварийному»).

Подается **второй уровень тревоги.**

Действия персонала при 2-м уровне тревоги:

Учащенные визуальные и инструментальные наблюдения продолжаются.

Директор КВГЭС сообщает в исполнительную дирекцию ПАО «Якутскэнерго».

Собственник ГТС доводит сведения до органа надзора.

Производятся подготовка к проведению мероприятий по восстановлению требуемой категории технического состояния:

- учащенные визуальные и инструментальные наблюдения продолжаются;

- проводятся организационные мероприятия по привлечению специализированной организации;

- директор КВГЭС назначает руководителя работ, для координации действий со специализированной организацией и ведения контроля выполняемых работ.

В стадии подготовки к проведению работ по лечению трещин учитываются:

- тип сооружения, конструкция, состояние бетона;
- характер трещин, величина и глубина их раскрытия, влияние поведения трещин на опасность с точки зрения монолитности и водопроявлений;

- величина напора, скорость фильтрационного потока;
- температурный режим бетонной кладки.

А также рассматриваются следующие вопросы:

- необходимость и техническая возможность лечения трещин;
- технология инъектирования;
- используемые материалы;
- ориентировочный объем работ;
- последовательность инъектирования;
- перечень необходимого оборудования.

4. Превышение контролируемыми показателями значений К2.

Сооружение находится в «неработоспособном» («предаварийном») состоянии. Подается **третий уровень тревоги.**

Действия персонала при 3-м уровне тревоги:

Директор и главный инженер КВГЭС оповещают диспетчера РДУ ПАО «Якутскэнерго», администрацию п. Чернышевский, ЦППС ФГКУ «3 ОФПС по РС (Я)», руководящий состав и членов КЧС, руководителей структурных подразделений, рабочих и служащих, как в рабочее, так и нерабочее время.

Выполняются мероприятия по восстановлению требуемой категории технического состояния ГТС с привлечением специализированной организации, в соответствии с техническим решением, приведенным в п. 3.1 Альбома.

Назначенный руководитель работ осуществляет непосредственный контроль за работами по восстановлению целостности подпорных стенок ГЭС-1/ГЭС-2.

После завершения восстановительных работ обходчик продолжает осуществлять учащенные визуальные и инструментальные наблюдения до распоряжения директора КВГЭС о переходе к ведению мониторинга безопасности в нормальных условиях эксплуатации.

Мероприятия носят временный характер до выяснения первопричины повлиявшей на возникновение данных явлений.

В дальнейшем производится разработка соответствующего проекта специализированной организацией, состояние подпорных стенок ГЭС-1/ГЭС-2 восстанавливается до проектного.

7. ДЕЙСТВИЯ ПЕРСОНАЛА ПРИ ЯВЛЕНИЯХ, ПРОЦЕССАХ, СОБЫТИЯХ, СПОСОБНЫХ ИНИЦИИРОВАТЬ РАЗРЫВ НАПОРНОГО ВОДОВОДА ГЭС-1/ГЭС-2

1. Диагностирование.

Нежелательные для напорных водоводов явления и процессы диагностируются визуальными и инструментальными обследованиями.

Визуальное обследование включает:

- оценка фактических условий эксплуатации бетонной и металлической облицовки;
- наличие очагов фильтрации, следов выщелачивания через бетон;
- осмотр бетонной поверхности, в ходе которого фиксируется состояние защитного слоя бетона (выявление раковин, сколов, выбоин, вывалов, разуплотнений, кавитационных разрушений и трещин);
- выявление видимых дефектов бетонирования, оставшихся с периода строительства;
- выявление повреждений механического характера бетонной облицовки напорного водовода;
- проверка состояния сварных швов (трещины, нарушения сплошности, подрезы, прожиги) металлической облицовки;
- выявление видимых дефектов металла (трещины, абразивная и кавитационная эрозия);
- наличие антикоррозионной защиты, выявление степени и вида коррозии металла.

Инструментальное обследование включает:

- измерение фактической прочности и сплошности бетона железобетонных строительных конструкций ультразвуковым методом неразрушающего контроля [54];
- определение толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры магнитным методом согласно ГОСТ [55];

- определение коррозионного износа металлических конструкций методом ультразвуковой толщинометрии (УЗТМ) [56];
- контроль антикоррозионного покрытия методом решетчатых надрезов согласно ГОСТ [57];
- контроль сварных швов и основного металла неразрушающим методом ультразвуковой дефектоскопии (УЗД) согласно [12];
- выявление и оконтуривание полостей и отслоений между металлической обшивкой и облицовочным бетоном методом свободных колебаний (простукиванием).

Визуально-инструментальные обследования проводятся в режиме глубокого осушения. Для обеспечения полного доступа ко всем конструкциям применяются леса и методы промышленного альпинизма.

Выявленные дефекты и повреждения с указанием их характеристик приводятся в ведомостях с фото фиксацией.

На основании комплексного анализа данных обследования технического состояния, для напорных водоводов устанавливается, в соответствии [23]:

- наличие и характер деформаций (смещений) скальных массивов, вмещающих напорные водоводы, по тектоническим трещинам и разломам;
- закономерность деформаций скальных стенок и сводов сооружения в зависимости от нагрузок, температурного режима и тектоники;
- значения и динамика развития измеренных фактических усилий в сводах водоводов, соотношение их с проектными расчетными значениями;
- степень соответствия уровня нормальных напряжений в бетоне и усилий в арматуре сводов напорных водоводов, их проектным и нормативным значениям;
- значения и характер изменения во времени давления воды на обделки креплений водоводов;

– эффективность работы противofильтрационных элементов и дренажных устройств;

– динамика деградации вечной мерзлоты в скальном массиве, вмещающем водоводы.

При эксплуатации и оценке безопасности напорных водоводов также учитывается опыт эксплуатации аналогичных сооружений и произошедшие аварии на них [38, 39].

2. Действия персонала в случае экстренной необходимости восстановительных работ следующие:

Обслуживающим персоналом оповещается руководитель группы наблюдений.

Руководитель группы наблюдений оповещает начальника ГТЦ.

Начальник ГТЦ отдает распоряжение о перекрытии плоских скользящих затворов водоприемника ГЭС-1/ГЭС-2 и оповещает директора КВГЭС.

Создается комиссия под руководством директора КВГЭС. В состав комиссии включаются сотрудники КВГЭС, при необходимости, привлекаются представители проектных и/или специализированных научных организаций. Комиссия выполняет оценку состояния напорных водоводов.

Комиссией принимается решение либо о ликвидации дефектов и повреждений собственными силами, либо с привлечением специализированной организации (в зависимости от степени сложности восстановительных работ).

Если принято решение о ликвидации дефектов и повреждений собственными силами, то директор КВГЭС назначает руководителя работ.

Формируется ремонтная бригада.

Восстановительные работы проводятся в соответствии с разделом 4 Альбома.

При выполнении восстановительных работ сторонними организациями, разрабатывается проект специального оборудования для осмотра и ремонта внутренней поверхности водоводов. Напорный водовод остается осушенным до проведения восстановительных работ.

Учитывая большие сложности, связанные с организацией осмотра турбинных водоводов, данное мероприятие проводят редко и в основном в связи с создавшейся аварийной ситуацией.

8. ДЕЙСТВИЯ ПЕРСОНАЛА ПРИ ЯВЛЕНИЯХ, ПРОЦЕССАХ, СОБЫТИЯХ, СПОСОБНЫХ ИНИЦИИРОВАТЬ РАЗГЕРМЕТИЗАЦИЮ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ГИДРОАГРЕГАТА ГЭС-1/ГЭС-2

1. Диагностирование.

Обследование узлов гидроагрегата на наличие явлений процессов и событий, способных привести к его отказу, производится комплексно (визуально и инструментально) в соответствии с программой, разработанной специализированной организацией совместно с эксплуатационным персоналом и с привлечением соответствующих специалистов отрасли.

Визуальное обследование выполняется в соответствии с требованиями СТО [24, 26], РД [11, 12, 20], СП [8, 9, 10] и МУ [33, 34, 35] и включает следующие параметры:

- проверка комплектности всех металлоконструкций в целом, отсутствие потерь узлов и элементов;
- проверка состояния опорно-ходовых устройств, уплотняющего контура и болтовых соединений;
- выявление повреждений механического характера (деформации, искривления, погнутости, вмятины, надрезы, сдвиги) отдельных элементов и конструкций в целом;
- проверка состояния сварных швов (трещины, нарушения сплошности, подрезы, прожиги);
- выявление видимых дефектов металла (трещины, абразивная и кавитационная эрозия);
- наличие антикоррозионной защиты, выявление степени и вида коррозии металла.

Инструментальное обследование включает:

- определение коррозионного износа металлических конструкций методом ультразвуковой толщинометрии (УЗТМ) [56];
- контроль антикоррозионного покрытия методом решетчатых надрезов согласно ГОСТ [57];

– контроль сварных швов и основного металла неразрушающим методом ультразвуковой дефектоскопии (УЗД) согласно [10];

– выявление и оконтуривание полостей и отслоений между металлической обшивкой и облицовочным бетоном методом свободных колебаний (простукиванием).

2. Предпосылки к ухудшению технического состояния гидроагрегата.

Ухудшение технического состояния гидротурбин и/или их эксплуатационных показателей проявляется во время работы под нагрузкой или в переходных режимах по следующим косвенным признакам:

- недобор мощности: мощность гидротурбины, измеренная с использованием штатных приборов, не достигает паспортной (по эксплуатационной характеристике) при фиксированном открытии направляющего аппарата, напоре и высоте отсасывания; причины недобора мощности выявляют по результатам осмотра и/или технического обследования (испытаний) гидроагрегата;

- увеличение биения вала и вибрации опорных конструкций гидроагрегата в зоне шахты гидротурбины (крышка турбины, корпус турбинного подшипника, опора подпятника) сверх значений, установленных документацией завода изготовителя: отчетливое повышение биения вала или вибрации по сравнению с обычным уровнем или изменение характера колебаний;

- резкое повышение расхода воды на смазку подшипника с водяной смазкой по сравнению с обычными эксплуатационными значениями (паспортными или установленными на основании опыта эксплуатации);

- повышение температуры подшипника с масляной смазкой;

- возникновение шумов и ударов под крышкой турбины и в отсасывающей трубе при работе в нормальных эксплуатационных режимах.

У поворотно-лопастных гидротурбин (установленных в ГЭС-1) дополнительными косвенными признаками ухудшения их состояния являются:

- увеличение перетоков масла в сервоприводе разворота лопастей: повышенный уровень масла в ванне маслоприемника при работе гидроагрегата под нагрузкой, оценивают по результатам испытаний системы регулирования; предельное значение перетоков соответствует переливу масла через гребенку лабиринтного уплотнения маслоприемника;

- потери масла из системы регулирования: снижается уровень масла в баке маслонапорной установки (МНУ), предельное снижение уровня контролируется установкой датчика уровня;

- появление масла на поверхности воды в нижнем бьефе ГЭС: утечка масла происходит в результате ухудшения работы уплотняющих конструкций втулки рабочего колеса, в частности, уплотнений цапф лопастей рабочего колеса; возможно обводнение масла в системе регулирования.

У радиально-осевых гидротурбин (установленных в ГЭС-2) дополнительными признаками являются:

- повышение давления в разгрузочной полости: норму уровня давления в полости устанавливают по данным завода-изготовителя или исходя из опыта эксплуатации;

- повышение температуры подпятника гидрогенератора, не связанное с сезонными или режимными изменениями температуры;

- увеличение протечек через уплотнение вала в крышке турбины.

Основными узлами для обследования являются:

- Гидротурбина: спиральная камера и статор; крышка турбины; камера рабочего колеса; рабочее колесо; направляющий аппарат и сервомоторы; турбинные подшипники; вал турбины; для поворотно-лопастной турбины ГЭС-1 – маслоприемник гидротурбины; МНУ; регулятор частоты вращения

– Гидрогенератор: статор; ротор; подшипник генератора; система возбуждения.

– Вспомогательное оборудование.

Основными диагностируемыми параметрами, выявляемыми при обследовании гидроагрегата, являются:

Рабочее колесо

Осмотр рабочего колеса (РК) производят на выведенном из работы гидроагрегате при осушенном проточном тракте гидротурбины.

При осмотре рабочих колес выявляются:

– очаги кавитационных повреждений на лопастях, втулке и обтекателях;

– наличие трещин, каверн и иных поверхностных повреждений, их характер, размеры и расположение относительно фиксированных точек.

При осмотре поворотных-лопастных рабочих колес дополнительно выявляют:

– протечки масла через уплотнения лопастей и другие конструктивы, наличие потеков масла на втулке РК, из-под крышки втулки РК, из-под фланцев лопастей и в конусе (обтекателе) из-под нижней крышки, из-под заглушек, пробок и клапанов;

– состояние заглушек болтов крепления лопасти, сливных и наливных отверстий и клапанов, стопоров гаек и головок болтовых соединений, наличие механических, кавитационных и абразивных повреждений, нарушение стопорных устройств.

Состояние металла, геометрическая форма, симметричность расположения, состояние кромок лопастей оценивают при визуальном и инструментальном контроле, работа производится в соответствии с [25]. У поворотных-лопастных гидротурбин проверяется геометрическая форма камеры РК.

Направляющий аппарат

Контроль технического состояния направляющего аппарата выявляет следующие признаки:

- увеличение времени выбега гидроагрегата после подачи команды на останов и закрытие направляющего аппарата;
- возобновление вращения ротора гидроагрегата после полной остановки и отключения тормозов;
- наличие значительных протечек воды через уплотнения цапф лопаток направляющего аппарата;
- повторяющиеся повреждения предохранительных устройств на рычагах лопаток (разрывных болтов, срезных штифтов, пальцев и др.);
- наличие шума текущей воды в проточной части гидротурбины при закрытом направляющем аппарате;
- увеличение потерь сжатого воздуха (увеличение частоты подкачки) при работе гидроагрегата в режиме синхронного компенсатора;
- увеличение протечек и перетоков в сервомоторах направляющего аппарата (изменение цикла «включение-выключение» насосов МНУ);
- увеличение частоты включения лекажного агрегата;
- наличие стуков и заеданий при перемещении регулирующего кольца, необычное смещение элементов кинематики (например, при разрушении срезного пальца);
- повышенные перестановочные усилия сервомоторов направляющего аппарата.

Крышка гидротурбины

При постоянном контроле состояния крышки гидротурбины во время работы гидроагрегата фиксируют визуально и измеряют при помощи штатных и переносных измерительных средств:

- уровень воды в крышке;

- наличие и объем протечек через уплотнения цапф лопаток направляющего аппарата, уплотнение вала в крышке турбинного подшипника и крышке гидротурбины, фланцевые соединения крышки, люки, клапаны, сливные и дренажные устройства;

- наличие масла на поверхностях деталей и оборудования и в крышке;

- частоту срабатывания насосов откачки и эффективность работы эжектора;

- наличие посторонних звуков в проточной части;

- наличие повышенной вибрации и биения вала в зоне крышки и корпуса турбинного подшипника;

- состояние крепежа, закладных и крепежных элементов;

- показания контрольно-измерительных приборов в шахте турбины.

На остановленном гидроагрегате, при периодических осмотрах со стороны осушенной проточной части, оценивают состояние следующих конструктивных частей крышки гидротурбины:

- всей поверхности крышки для выявления участков кавитационного и гидроабразивного износа;

- зоны за направляющим аппаратом в месте стыка крышки и верхнего кольца направляющего аппарата;

- состояние металла вокруг отверстий в крышке.

Камера рабочего колеса

Общее техническое состояние оценивается по следующим показателям:

- наличие механических, кавитационных и гидроабразивных повреждений металлических поверхностей;

- состояние (повреждения, дефекты) конструктивных и ремонтных сварных швов и наплавки;

- состояние геометрической формы камеры рабочего колеса;

- состояние (повреждения, дефекты) сопрягающего пояса, отъемного сегмента, пробок заглушек, штуцеров, ниппелей, отводящих и подводящих трубопроводов.

Инструментальному контролю подлежат габаритные размеры и форма сферической части камеры рабочего колеса (отклонение формы от окружности).

Спиральная камера и отсасывающая труба

Диагностирование состояния металлических облицовок спиральной камеры и отсасывающей трубы производится при осушенной проточной части.

Осмотру подлежат поверхности металлических облицовок, пробки, заглушки, штуцера, ниппели отводящих и подводящих импульсных трубопроводов, водозаборы, сливные приямки, люки, лаз в камеру отъемного сегмента, сопряжения облицовки с закладными частями турбины, затворов и облицовки оголовков разделительных бычков. Порядок осмотра соответствует порядку, рекомендованному для осмотра камер рабочего колеса.

При осмотре выявляют также участки повреждений в сопряжении с облицовкой закладных трубопроводов и других конструкций.

Оценку состояния трубопроводов, примыкающих к облицовке, производят на основе материалов их внешнего осмотра, а также по результатам продувки, опрессовки и простукивания.

Подпятник гидрогенератора

Оценка состояния подпятника гидрогенератора при работе агрегата включает:

- температуры сегментов;
- температуры масла в ванне;
- уровень масла в ванне;

- наличие потока охлаждающей воды через маслоохладители.

Оценка технического состояния осуществляется в соответствии с [25].

Вал гидроагрегата

На работающем гидроагрегате обращается внимание на следующее,

- повышенное значение биения вала гидроагрегата у направляющих подшипников и фланцевых соединениях валов;
- повышенная горизонтальная вибрация направляющих подшипников гидроагрегата,
- повышенная вертикальная вибрация опоры пяты;
- постепенное повышение биения вала (увеличение зазоров в направляющих подшипниках) в течение межремонтного периода при одинаковых режимах работы гидроагрегата.

На остановленном гидроагрегате при проведении осмотра проверяют плотность фланцевых соединений по внешним признакам (наличие течи масла через фланцевое соединение, раскрытие фланцевого соединения визуально).

Состояние линии вала контролируют по косвенным признакам:

- увеличенное биение вала у направляющих подшипников, которое может быть следствием излома во фланцевых соединениях, износа шейки вала в подшипнике;
- односторонний перегрев сегментов направляющих подшипников из-за расцентровки вала.

3. Действия персонала в случае обнаружения недопустимых дефектов и повреждений.

В случае обнаружения недопустимых дефектов и повреждений гидроагрегата вследствие визуальных, инструментальных обследований либо по предпосылкам к ухудшению технического состояния и эксплуатационных

показателей, агрегат выводится из эксплуатации и осушается его проточная часть.

Создается комиссия под руководством директора КВГЭС. В состав комиссии включаются сотрудники КВГЭС, при необходимости, привлекаются представители проектных и/или специализированных научных организаций. Комиссия выполняет оценку состояния гидроагрегата.

Комиссией принимается решение, либо о ликвидации дефектов и повреждений собственными силами, либо с привлечением специализированной организации (в зависимости от степени сложности восстановительных работ).

Если принято решение о ликвидации дефектов и повреждений собственными силами, то директор КВГЭС назначает руководителя работ.

Формируется ремонтная бригада.

Восстановительные работы проводятся в соответствии с разделом 5 Альбома.

Восстановительные работы сторонними организациями должны осуществляться по специально разработанному проекту. Гидроагрегат остается осушенным до их выполнения.

9. СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕЗЕРВОВ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

В соответствии с [42], на КВГЭС имеются бурты суглинка и скальных грунтов, а также негабариты, заготовленные в строительных карьерах на левом и правом берегах реки Вилюй.

Порядок создания, размещения, складирования аварийного запаса и обеспечение его сохранности включает в себя:

1) Приобретение и организация специального, отдельного хранения аварийных запасов эксплуатирующей организацией.

2) Создание за счет средств выделяемых на эксплуатационные мероприятия аварийного запаса.

3) Запрещение использования средств, выделенных на создание аварийных запасов, на другие нужды.

4) Периодическая проверка технического состояния аварийного запаса инженерно-техническими работниками эксплуатирующей организации, не реже двух раз в год. При выявлении каких-либо нарушений в комплектовании или хранении аварийного запаса, немедленно принять меры к их устранению.

5) Размещение аварийного запаса на ГТС в непосредственной близости от сооружения или на самом сооружении на специально отведенных местах.

6) Хранение аварийного запаса на объектах в зависимости от требуемых условий хранения (например, под навесами и в штабелях). Подъезды к ним располагаются в не затапливаемых местах, удобных для быстрой погрузки и доставки материалов к месту работ.

7) Хранение в закрытых складах: цемент, трос, проволока, гвозди, веревка, скобы, инструмент, электроды, электроприборы, электропровода, электрооборудование и другие материалы и оборудование, требующие закрытого хранения. Цемент хранится на складах в бумажных мешках или в контейнерах. Электроды, гвозди, крепежные материалы хранятся в ящиках

на стеллажах. Под навесом с легкой обшивкой хранятся лесоматериалы, арматура, сталь прокатная и листовая, насосное оборудование, и другое аварийное оборудование, подвергающееся порче от атмосферных осадков и атмосферных воздействий.

8) Хранение стержневой арматуры, прокатной стали на стеллажах и проволочной арматуры и проволоки на деревянных щитах-подкладках. Хранение листовой стали под слоем смазки, плашмя, в штабелях на деревянных прокладках, число прокладок должно быть таким, чтоб исключить возможность прогиба листа.

10) Несение ответственности закреплённого материально-ответственного лица, а также дежурным оперативным персоналом ГТС за обеспечение сохранности аварийного запаса. Хранение на пульте управления ГТС перечня аварийных запасов, с указанием мест их хранения.

11) Соответствие требованиям инструкции по эксплуатации объектов и соответствующих нормам качество завозимых и местных материалов.

12) Обеспечение достаточной емкости складов для хранения аварийных средств, освещением и надлежащими устройствами для складирования, хранения, погрузки и быстрой доставки их на требуемое место, а также снабжение необходимыми средствами пожаротушения

При угрозе возникновении аварийной ситуации, ответственный дежурный на сооружении принимает оперативные меры по обеспечению безопасности на месте аварии и может дать распоряжение на использование аварийных запасов по собственному усмотрению, в зависимости от сложившейся обстановки, о чём немедленно сообщает по каналам связи руководству организации. Объём выполненных аварийных работ и количество использованных аварийных материалов должны быть освидетельствованы и приняты специальной комиссией. Комиссия, на основании обследования, составляет акты приёмки работ и списания

материалов, в соответствии с фактически выполненным объёмом. Акты приёмки работ и списания материалов утверждаются руководством.

Цемент и другие материалы, не подлежащие хранению более одного года, ежегодно полностью обновляются путём использования на ремонтно-строительные работы старых запасов и одновременного создания в таких же количествах новых (остальные материалы обновляются в зависимости от допустимого срока их хранения).

Аварийное оборудование, инструмент, инвентарь, систематически проверяется на работоспособность и в случае неисправности, в срочном порядке ремонтируется или заменяются новыми.

Аварийные запасы на ГТС пополняются согласно поданным заявкам по существующей разрядке вышестоящего управления. Аварийный запас является неприкосновенным и при ежегодной инвентаризации остатков материальных ценностей на конец года, не включается в отчет, как сверхнормативный остаток. Аварийный запас должен числиться на балансе гидроузла отдельной строкой, переходящим остатком.

Аварийные запасы хранятся с обязательным выполнением требований пожарной безопасности. Площадь, занятая под склады пиломатериалов, должна быть освобождена от дёрна, периодически очищаться от травы, щепы, коры и другого мусора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ФЗ №117 от 21.07.1997 г. О безопасности гидротехнических сооружений.
2. ГОСТ Р 55260.1.4-2012. Сооружения ГЭС гидротехнические. Общие требования по организации и проведению мониторинга.
3. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81.
4. СП 39.13330.2012. Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84.
5. СП 40.13330.2012. Плотины бетонные и железобетонные. Актуализированная редакция СНиП 2.06.06-85.
6. СП 58.13330.2012. Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003.
7. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99.
8. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. М.: ГУП ЦПП, 2003 г.
9. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. М.: Госстрой России, 2004 г.
10. СП 53-101-98. Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций. М.: ФГУП ЦПП, 1999 г.
11. РД 153-34.2-31.604-2002. Рекомендации по ремонту и реконструкции камер рабочих колес гидроагрегатов с целью повышения их эксплуатационной надежности. М.: РАО «ЕЭС России», 2002 г.
12. РД 153-34.2-03.205-2001. Правила безопасности при обслуживании гидротехнических сооружений и гидромеханического оборудования энергоснабжающих организаций. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2001 г.

13. РД 03-606-03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю. М.: ФГУП Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2004 г.
14. РД 34.15.132-96. Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов. М.: НПО ОБТ, 2001 г.
15. РД 34.10.133-97. Инструкция по настройке чувствительности ультразвукового дефектоскопа. М.: Министерство топлива и энергетики Российской Федерации, 1997 г.
16. РД 153-34.0-20.642-98. Рекомендации по обследованию гидроэнергетического оборудования ГЭС «РАО ЕЭС России» при их реконструкции и техническом перевооружении.
17. РД 153-34.0-20.340-98. Методические указания по обследованию металлических трубопроводов.
18. СТО РусГидро 02.03.131-2015. Гидроэлектростанции. Методика определения критериев безопасности для декларируемых гидротехнических сооружений.
19. СТО РусГидро 02.01.80-2012. Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Правила эксплуатации.
20. СО 153-34.20.501-2003. Правила технической эксплуатации электрических станция и сетей Российской Федерации.
21. СО 34.04.181-2003. Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электростанций и сетей.
22. СТО 70238424.27.140.031-2010. Гидроэлектростанции. Ремонт и техническое обслуживание оборудования, зданий и сооружений. Организация производственных процессов. Нормы и требования.
23. СТО 70238424.27.140.035-2009. Гидроэлектростанции. Мониторинг и оценка технического состояния гидротехнических сооружений в процессе эксплуатации. Нормы и требования.

24. СТО 17230282.27.010.001-2007. Здания и сооружения объектов энергетики. Методика оценки технического состояния». М.: РАО «ЕЭС России.
25. СТО 17330282.27.140.001-2006. Методики оценки технического состояния основного оборудования гидроэлектростанций.
26. СТО 70238424.27.140.003-2010. Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования. М.: НП ИНВЭЛ, 2010 г.
27. СТО НОСТРОЙ 2.3.18-2018. Укрепление грунтов инъекционными методами в строительстве.
28. МУ 34-70-075-84. Методические указания по эксплуатационному контролю состояния затворов гидротехнических сооружений. М.: СПО Союзтехэнерго, 1984 г.
29. МДС 12-29.2006. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты.
30. П 72-2000 ВНИИГ. Рекомендации по проведению визуальных наблюдений и обследований на грунтовых плотинах.
31. П 82-2001 ВНИИГ. Рекомендации по выбору диагностических параметров, контролирующих состояние бетонных плотин.
32. П 81-2001 ВНИИГ. Рекомендации по натурным исследованиям и диагностике грунтовых плотин, расположенных в зоне вечной мерзлоты.
33. Методика определения формы и ориентации дефектов по совокупности идентификационных измеряемых признаков. Государственный научный центр «НПО ЦНИИТМАШ», 1997 г.
34. Методика классификации несплошностей по условной протяженности. Государственный научный центр «НПО ЦНИИТМАШ», 1997 г.
35. Методика оценки шероховатости и волнистости поверхности объектов контроля и корректировки чувствительности ультразвукового

дефектоскопа. Государственный научный центр «НПО ЦНИИТМАШ», 1997 г.

36. Методические пособие. Разработка и создание комплекса мероприятий по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений. Европейская экономическая комиссия ООН, международный фонд спасения Арала, 2014 г.

37. Приложения к методическому пособию. Разработка и создание комплекса мероприятий по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений. Европейская экономическая комиссия ООН, международный фонд спасения Арала, 2014 г.

38. А.Р. Фрейшист, А.Х. Хохарин, А.М. Шор. Стальные трубопроводы гидроэлектростанций. Москва ЭНЕРГОИЗДАТ, 1982 г.

39. В.Л. Куперман, В.М. Мостков, В.Ф. Илюшин, Г.Я. Гевирц. Подземные сооружения гидроэлектростанций, Москва, ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ 1996 г.

40. И.А. Физдель. Дефекты бетонных каменных конструкций и методы их устранения, Москва 1961 г.

41. В.В. Малаханов. Использование температурных пьезометрических наблюдений для мониторинга состояния грунтовых плотин». Вестник МГСУ №3. 2012 г.

42. Декларация безопасности гидротехнических сооружений филиала ПАО «Якутскэнерго» Каскад Виллойских ГЭС им. Е.Н. Батенчука, г. Якутск, 2016 г.

43. ГЦ РИ-08-114.01-12. Правила эксплуатации гидротехнических сооружений Каскада Виллойских ГЭС им. Е.Н. Батенчука (Виллойские ГЭС-1,2). Пос. Чернышевский, 2017 г.

44. Рабочая инструкция по эксплуатации гидротехнических сооружений и зданий Виллойских ГЭС-1,2. Пос. Чернышевский, 2012 г.

45. 1621-36-2Т-РО. Комплексная программа натуральных наблюдений за состоянием и работой ГТС Вилюйских ГЭС-1,2. АО «Ленгидропроект», 2013 г.
46. Инженерно-геологическое заключение по результатам бурения температурных скважин на плотине Вилюйской ГЭС-1,2: отчет НИР/ В.И. Шалин, А.Г. Новицкий. — ОАО «Ленгидропроект», ООО КИ «Экспедиция №13», 2003 г.
47. В.И. Щербина, В.И. Вуцель, А.Г. Осколков. Применение метода центробежного моделирования при исследовании гидротехнических сооружений. Гидротехническое строительство №8, 1973 г.
48. Температурный режим низовых упорных призм из каменной наброски в условиях севера. ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева». Санкт-Петербург, 2014 г.
49. Н. А. Мухетдинов. Некоторые результаты натуральных наблюдений за каменно-земляной плотиной Вилюйской ГЭС. Труды координационных совещаний по гидротехнике. Гидротехническое строительство в районах крайнего севера, 1975 г.
50. Б.А. Оловин, Б.А. Медведев. Динамика температурного поля плотины Вилюйской ГЭС. Новосибирск: Наука, 1980 г.
51. Расследование аварии на Саяно-Шушенской гидроэлектростанции 17.08.2009 г.
52. Рекомендации по проектированию и строительству плотин из грунтовых материалов для производственного и питьевого водоснабжения в условиях крайнего севера и вечной мерзлоты. ВНИИ ВОДГЕО, 1976 г.
53. СП 45.13330.2017. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87.
54. ГОСТ 17624-2012. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности».

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

56. ГОСТ Р ИСО 16809-2015. Контроль неразрушающий. Контроль ультразвуковой. Измерение толщины.

57. ГОСТ 15140-78. Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии (с Изменениями N 1, 2, 3).

58. ИСМ ГЦ РИ-08-167.02-16. Рабочая инструкция по наблюдениям за гидротехническими сооружениями и зданиями Каскада Вилюйских ГЭС.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. СВОДНАЯ ССЫЛОЧНАЯ ТАБЛИЦА СОГЛАСОВАННОСТИ ИНСТРУКЦИИ (ТОМ I) И АЛЬБОМА (ТОМ II) НА СЛУЧАЙ ОТКАЗОВ И АВАРИЙ ГТС КВГЭС.

№ п/п	Явления, процессы события приводящие к отказу или аварии	Действия персонала при явлениях, процессах событиях приводящих к отказу или аварии. № пункта/раздела Инструкции	Соответствующие технические решения. № пункта/раздела Альбома
1	Отказ гидромеханического оборудования	4.1	1.1
2	Нарушение целостности парапета	4.2	1.2
3	Просадки гребня плотины	4.3	1.3
4	Нарушение крепления верхового откоса	5.1	2.1
5	Возникновение трещин	5.2	2.2
6	Нарушение проектной работы противофильтрационных устройств	5.3	
7	Нарушение проектной работы ПФУ из суглинка	5.3.1	Порядок технологических операций: п. 2.3.1
			Технологическая схема: п. 2.1
8	Нарушение проектной работы цементационной завесы в основании плотины	5.3.2	2.3.2
9	Возникновение неблагоприятных явлений в цементационной галерее плотины	5.4	2.3.3
10	Явления, процессы, события, способные инициировать сдвиг или опрокидывание подпорных стенок ГЭС-1/ГЭС-2	6	3
11	Явления, процессы, события, способные инициировать разрыв напорного водовода	7	4
12	Явления, процессы, события, способные инициировать разгерметизацию проточной части гидроагрегата ГЭС-1/ГЭС-2	8	5

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ДОПУСКЕ К ОПРЕДЕЛЕННЫМ ВИДАМ РАБОТ.

САМОРЕГУЛИРУЕМАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ,
ОСНОВАННАЯ НА ЧЛЕНСТВЕ ЛИЦ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ПОДГОТОВКУ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

**Некоммерческое партнерство
«Объединение организаций, осуществляющих подготовку
проектной документации энергетических объектов, сетей и
подстанций «ЭНЕРГОПРОЕКТ»**

125362, г.Москва, пр. Строительный, д.7 А, корп.6; www.sro-sep.ru

Регистрационный номер в государственном реестре саморегулируемых организаций
СРО-П-068-02122009

г. Москва 23 июля 2015 года

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о допуске к определенному виду или видам работ, которые
оказывают влияние на безопасность объектов капитального
строительства

№ П-0003-10-2009-0036

Выдано члену саморегулируемой организации:

**Акционерному обществу
«Научно-исследовательский институт энергетических
сооружений»**

ОГРН 1027739536868 ИНН 7733021533

125362, г. Москва, Строительный проезд, д.7 А

Основание выдачи Свидетельства:
Решение Совета Партнерства, протокол № 101 от 23 июля 2015 года.

Настоящим Свидетельством подтверждается допуск к работам, указанным в
приложении к настоящему Свидетельству, которые оказывают влияние на
безопасность объектов капитального строительства.

Начало действия с 23 июля 2015 года.

Свидетельство без приложения недействительно.
Свидетельство выдано без ограничения срока и территории его действия.
Свидетельство выдано взамен ранее выданного 10.02.2015 № П-0003-09-2009-0036

Генеральный директор Шайтанов В. Я.

002188

Бланк не является основой документа. Изготовлен ЗАО «Орион» (г.м.п. № 05-05-05/003 ФНО РД) уполном. В. с/чл №97791 от 03.2012. Тел.: (495) 125-47-42, г.Москва, 2012 - www.oriol.ru

Приложение
к Свидетельству о допуске
к определенному виду или видам
работ, которые оказывают влияние
на безопасность объектов
капитального строительства
от 23 июля 2015 года
№ П-0003-10-2009-0036

ВИДЫ РАБОТ, КОТОРЫЕ ОКАЗЫВАЮТ ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ

объектов капитального строительства и о допуске к которым член саморегулируемой организации Некоммерческое партнерство «Объединение организаций, осуществляющих подготовку проектной документации энергетических объектов, сетей и подстанций «ЭНЕРГОПРОЕКТ»

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений»
имеет Свидетельство

Объекты капитального строительства, включая особо опасные и технически сложные объекты капитального строительства (кроме объектов использования атомной энергии)

№	Наименование вида работ
1	Работы по подготовке схемы планировочной организации земельного участка:
1.1	Работы по подготовке генерального плана земельного участка
2	Работы по подготовке архитектурных решений
4	Работы по подготовке сведений о внутреннем инженерном оборудовании, внутренних сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий:
4.1	Работы по подготовке проектов внутренних инженерных систем отопления, вентиляции, кондиционирования, противодымной вентиляции, теплоснабжения и холодоснабжения
4.2	Работы по подготовке проектов внутренних инженерных систем водоснабжения и канализации
4.3	Работы по подготовке проектов внутренних систем электроснабжения
4.4	Работы по подготовке проектов внутренних слаботочных систем
4.5	Работы по подготовке проектов внутренних диспетчеризации, автоматизации и управления инженерными системами
5	Работы по подготовке сведений о наружных сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий:
5.2	Работы по подготовке проектов наружных сетей водоснабжения и канализации и их сооружений
5.3	Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения до 35 кВ включительно и их сооружений
6	Работы по подготовке технологических решений:
6.7	Работы по подготовке технологических решений объектов специального назначения и их комплексов

002191

Прошито, пронумеровано и скреплено
печатью в кол-ве _____ (2) листов

Генеральный директор НП
«ЭНЕРГОПРОЕКТ»
Шайтанов В.Я.

М.П.

№	Наименование вида работ
7	Работы по разработке специальных разделов проектной документации:
7.1	Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне
7.2	Инженерно-технические мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера
7.3	Разработка декларации по промышленной безопасности опасных производственных объектов
8	Работы по подготовке проектов организации строительства, сносу и демонтажу зданий и сооружений, продлению срока эксплуатации и консервации
9	Работы по подготовке проектов мероприятий по охране окружающей среды
11	Работы по подготовке проектов мероприятий по обеспечению доступа маломобильных групп населения
13	Работы по организации подготовки проектной документации, привлекаемым застройщиком или заказчиком на основании договора юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем (генеральным проектировщиком)

Объекты капитального строительства, включая особо опасные и технически сложные объекты капитального строительства, объекты использования атомной энергии

№	Наименование вида работ
3	Работы по подготовке конструктивных решений
6	Работы по подготовке технологических решений:
6.3	Работы по подготовке технологических решений производственных зданий и сооружений и их комплексов
6.5	Работы по подготовке технологических решений гидротехнических сооружений и их комплексов
6.10	Работы по подготовке технологических решений объектов атомной энергетики и промышленности и их комплексов
7	Работы по разработке специальных разделов проектной документации:
7.4	Разработка декларации безопасности гидротехнических сооружений
12	Работы по обследованию строительных конструкций зданий и сооружений

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений» вправе заключать договоры по осуществлению организации работ по подготовке проектной документации для объектов капитального строительства, стоимость которых по одному договору составляет 300 000 000 (Триста миллионов) рублей и более.

Генеральный директор



Шайтанов В. Я.