

**КУРЕЙСКАЯ ГЭС  
РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗЕМЛЯНЫХ ПЛОТИН**

*ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ*

**Раздел 4. Конструктивные и объемно-планировочные  
решения**

**Часть 2. Гидротехнические сооружения**

**Книга 1. Текстовая часть**

**2220-КР2.1**

**Том 4.2.1**

3.5.1 Пропуск максимального стока после реконструкции русловой плотины и правобережной плотины во II понижении Курейского гидроузла с ограничением максимальной допустимой отметки наполнения - 95,60м .....	73
3.5.2 Пропуск максимального стока после реконструкции русловой плотины и правобережной плотины во II понижении Курейского гидроузла в постоянной эксплуатации .....	74
3.6 Уточнение отметки гребня .....	77
3.6.1 Уточнение отметки гребня русловой каменно-земляной плотины .....	77
3.6.2 Уточнение отметки гребня правобережной каменно-земляной плотины во II понижении.....	80
3.7 Конструктивные решения по русловой каменно-земляной плотине .....	83
3.7.1 Современное состояние и результаты анализа эксплуатации русловой каменно-земляной плотины .....	83
3.7.2 Мероприятия по реконструкции русловой каменно-земляной плотины.....	95
3.7.3 Описание принятых решений по результатам разработки проектной документации на реконструкцию русловой каменно-земляной плотины. Объемы работ.....	104
3.8 Конструктивные решения по правобережной каменно-земляной плотине во II понижении .....	110
3.8.1 Современное состояние и результаты анализа эксплуатации правобережной каменно-земляной плотины во II понижении.....	110
3.8.2 Мероприятия по реконструкции правобережной каменно-земляной плотины во II понижении.....	118
3.8.3 Описание принятых решений по результатам разработки проектной документации на реконструкцию правобережной каменно-земляной плотины во II понижении. Объемы работ .....	127
3.9 Сводные объемы по проекту реконструкции .....	130
3.10 Обеспеченность строительными материалами и их характеристики .....	135
4 Расчетное обоснование.....	140
4.1 Общие положения.....	140
4.2 Русловая каменно-земляная плотина.....	142
4.3 Правобережная каменно-земляная плотина во II понижении .....	144

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

4.3.1 Расчет крепления верхового откоса правобережной каменно-земляной плотины во II понижении .....	146
5 Сопоставление основных параметров и технических показателей гидроузла по результатам разработки проектной документации на реконструкцию каменно-земляных плотин .....	148
6 Организация натуральных наблюдений.....	159
7 Обеспечение пожарной безопасности объектов реконструкции .....	163

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					2220-КР2.1	Лист
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.		Подп.

## Введение

Проектная документация разработана АО «Ленгидропроект» в соответствии с техническим заданием к Договору №НТЭК-32-1044/21 от 26.07.2021г. с АО «Норильско-Таймырская энергетическая компания (АО «НТЭК») на выполнение работ по разработке проектной документации «Курейская ГЭС. Реконструкция земляных плотин»» (приложение А том 1.1.2, №2220-ПЗ1.2 Раздел 1. Пояснительная записка, Часть 1. Пояснительная записка, Книга 2. Приложения)

Проектная документация выполнена в соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ №87 от 16.02.2008г. «Положение о составе разделов проектной документации и требования к их содержанию», Градостроительным Кодексом Российской Федерации, нормативными документами, действующими на территории Российской Федерации.

Курейская ГЭС на реке Курейка находится на севере Красноярского края на землях Туруханского района, в п.Светлогорск. Створ ГЭС располагается на 101,0км от впадения р.Курейки в р.Енисей.

Курейская ГЭС сдана и введена в эксплуатацию в 2003 году.

Назначение ГЭС - энергоснабжение Норильского, Игарского и Курейского промышленных районов и обеспечение судоходства в нижнем бьефе гидроузла, в том числе для вывоза руды Курейского графитового рудника.

Гидроэлектростанция входят в замкнутую Норильскую энергосистему, не связанную с единой энергосистемой страны. Выдача мощности обеспечивается на напряжении 220кВ по одноцепной ВЛ 220кВ Усть–Хантайская ГЭС – Игарка – Курейская ГЭС и года двухцепной ВЛ-220кВ "Курейская ГЭС – Норильск».

В соответствии с техническим заданием проектная документации (ПД) предусматривает реконструкцию земляной русловой плотины и земляной правобережной плотины во II понижении в связи с необходимостью изменения для этих сооружений конструктивных и объемно-планировочных решений, которые определились решениями Центральной приёмочной комиссии при сдаче Курейской ГЭС и результатами наблюдений и обследований, выполненных в период её эксплуатации.

Целью реконструкции является повышение безопасности эксплуатации русловой и правобережной плотины во II понижении в проектном режиме в соответствии с

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Лист

5

требованиями действующей нормативной документацией и обеспечение порядка пропуска максимального стока расчетных вероятностей превышения с учетом требований СП 58.13330.2019 (актуализированная редакция) для периода работы ГЭС как при действующем ограничением по максимальной допустимой отметке наполнения водохранилища 95,60м, так и при отметке ФПУ 97,30м утверждённой в техническом проекте.

Характеристики, технические показатели и конструктивные параметры русловой плотины и правобережной плотины во II понижении принимаются в соответствии с ранее разработанной проектной и исполнительной документацией, по материалам заключений секций к Акту Центральной приемочной комиссии РАО «ЕЭС России» по приемке в эксплуатацию Курейской ГЭС от 8 мая 2003г., утверждённого приказом РАО «ЕЭС России» №273 от 21.05.2003г., результатов натурных наблюдений и многофакторных обследований, а также инженерных изысканий выполненных в 2021 – 2022гг.

Другие гидротехнические сооружения, входящие в состав гидроузла и напорного фронта, в том числе левобережная плотина и правобережная плотина в III понижении, а также все бетонные сооружения (поверхностный водосброс, водоприёмник и водоводы ГЭС, здание ГЭС, строительный тоннель и др.) объектами реконструкции не являются и в проектной документации не рассматриваются.

В проекте реконструкции не пересматриваются компоновка, состав основных сооружений и технические показатели гидроузла (установленная мощность, среднемноголетняя выработка электроэнергии, количество и тип гидроагрегатов, отметки водохранилища УМО, НПУ и ФПУ, данные по объёмам и площадям водохранилища и др.), которые принимаются в соответствии с утверждённой документацией и заключениями Центральной комиссии в акте приёмки в эксплуатацию законченного строительством объекта.

По заданию Заказчика и в соответствии с требованиями Градостроительного кодекса РФ и Федерального закона «Об экологической экспертизе» в целях обеспечения экологической безопасности и охраны окружающей среды, предотвращения и уменьшения воздействия планируемой хозяйственной деятельности на окружающую среду и связанных с ней социальных, экономических и иных последствий, а также выбора оптимального варианта реализации такой деятельности с учетом экологических, технологических и социальных аспектов в рамках договора с АО «НТЭК» выполнена

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2220-КР2.1	Лист
							6

разработка материалов «Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) для проектной документации «Курейская ГЭС. Реконструкция земляных плотин». Согласно Требованиям Приказа Минприроды России №999 от 01.12.2020г. реализованы процедуры общественных обсуждений проекта технического задания на разработку материалов ОВОС и предварительных материалов «Оценка воздействия на окружающую среду».

Доработанные по результатам общественных обсуждений окончательные материалы оценки воздействия, в составе проектной документации по договору «Курейская ГЭС. Реконструкция земляных плотин» представлены на Государственную экологическую экспертизу федерального уровня.

Состав проектной документации представлен отдельным томом №2220-СП «Состав проектной документации».

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					2220-КР2.1	Лист
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.		Подп.

## 1 Общие сведения по гидроузлу

Курейская ГЭС на реке Курейка находится на севере Красноярского края на землях Туруханского района, в п. Светлогорск. Река Курейка впадает в р. Енисей на расстоянии 863,0 км от его устья со стороны правого берега. Створ ГЭС располагается на 101,0 км от впадения р.Курейки в р.Енисей, в 40,0км севернее Полярного круга.

Выдача мощности Курейской ГЭС осуществляется в Норильскую энергосистему на напряжении 220кВ по линиям электропередачи: одноцепной ВЛ 220кВ Усть-Хантайская ГЭС – Игарка – Курейская ГЭС и двухцепной ВЛ 220кВ Курейская ГЭС – Норильск.

Энергосистема территориально и технологически изолирована от Единой энергетической системы России. В её состав входят пять основных генерирующих предприятий, в том числе три ТЭЦ и две гидроэлектростанции (ГЭС): Усть-Хантайская на р.Хантайка и Курейская на р.Курейка.

АО «НТЭК», являясь собственником ГЭС обеспечивает электроэнергией города, поселки (Норильск, Игарка, Дудинка, Светлогорск, Снежногорск) и все предприятия Норильского промышленного района. Более 70% потребления электроэнергии приходится на ОАО «ГМК «Норильский Никель» и его дочерних и зависимых обществ.

Курейский гидроузел выполняет следующие функции:

- производство и выдачу в систему активной и реактивной мощности и энергии;
- сезонного регулирования частоты и аварийного резерва системы;
- обеспечение судоходства в нижнем бьефе гидроузла для вывоза руды

Курейского графитового рудника и северного завоза материалов и продовольствия в п.Светлогорск в течение навигационного периода (июнь-август).

Для строительства Курейской ГЭС было разработано технико-экономическое обоснование (ТЭО). Материалы ТЭО были утверждены Минэнерго СССР (решение от 15.09.1975г. №166) по согласованию с Госпланом и Госстроем СССР.

Финансирование строительства было открыто в 1975 году на основании решения Совета Министров СССР (протокол заседания Президиума Совета Министров СССР от 28.02.1975г. №9 п.VIII) «Об открытии подготовительного периода строительства Курейской ГЭС на р.Курейке», приказа Минэнерго СССР от 23.05.1975г. №124 «О начале подготовительного периода строительства Курейской ГЭС, ЛЭП 220 кВ Усть-Хантайская

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2220-КР2.1	Лист
							8
Индв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					

ГЭС-Игарка и ЛЭП 220кВ Игарка-Курейская ГЭС» и утвержденного технико-экономического обоснования на строительство Курейской ГЭС (решение Минэнерго СССР от 15.09.1975г.)

Сводная смета на строительство первоочередных объектов Курейской ГЭС была утверждена решением Минэнерго СССР от 04.04.1976г. №16 и пересматривалась несколько раз до утверждения Технического проекта в 1981году. Продолжительность подготовительного периода составила 7 лет. За период 1975-1981гг. было освоено 12,8% от общего объема капитальных вложений.

Технический проект на строительство Курейской ГЭС с установленной мощностью 600МВт в соответствии с заключением Главгосэкспертизы Госстроя СССР (письмо №20/5-142 от 29.09.1981г.) утвержден приказом Минэнерго СССР от 09.10.1981г. № 148пс. При этом была выделена I очередь строительства мощностью 480 (4x120) МВт. Титул на строительство Курейской ГЭС открыт в начале 1982 года.

Технический проект II очереди (1x120МВт) и объединенная сводка затрат на строительство I и II очереди Курейской ГЭС (5x120 МВт) утверждены приказом Минэнерго СССР от 26.03.1990г. №26пс.

ТЭО и технический проект был разработаны Восточно-Сибирским отделением Всесоюзного ордена Ленина проектно-изыскательского и научно-исследовательского института «Гидропроект» (АО «Красноярскгидропроект») В настоящее время организация ликвидирована. Правопреемник отсутствует.

Класс капитальности гидротехнических сооружений в соответствии с техническим проектом «Курейская ГЭС на реке Курейка» 1981г. – II.

В соответствии с критериями классификации гидротехнических сооружений (ГТС) с утверждёнными Постановлением Правительства РФ от 05.10.2020г. №1607, ГТС Курейской ГЭС относятся также ко II классу.

Строительно-монтажные работы были выполнены в следующие сроки:

- подготовительный период: июнь 1975г. - декабрь 1982г.;
- основной (титульный) период: январь 1983г. - декабрь 2002г.

В соответствии с проектом организации строительства был реализован поэтапный ввод гидроагрегатов в составе пусковых комплексов. Пуск первого гидроагрегата — декабрь 1987 года, пятого агрегата - 1994 год. Ввод пусковых комплексов оформлялся актами Государственной приемочной комиссии и утверждался Минэнерго СССР и РАО

Взам. инв. №	
Подл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

«ЕЭС России» в следующие сроки:

№ п/п	Пусковой комплекс	Ед. мощн.	Основные показатели ввода	Организация, дата утверждения
1	Гидроагрегат №1 (станц. №5) <i>уст. мощность 120 МВт.</i>	МВт	96	Минэнерго СССР 07.01.1988г.
2	Гидроагрегат №2 (станц. №4) <i>уст. мощность 120 МВт</i>	МВт	90	Минэнерго СССР 07.11.1988г.
3	Гидроагрегат №3 (станц. №3) <i>уст. мощность 120Мвт</i>	МВт	90	Минэнерго СССР 30.12. 1988г.
4	Гидроагрегат №4 (станц. №2) <i>уст. мощность 120МВт</i>	МВт	100	Минэнерго СССР 29.12.1989г.
5	Гидроагрегаты №1-4 <i>(доввод мощностей)</i>	МВт	104	Минэнерго СССР 26.12. 1990г.
6	Гидроагрегат №5 (станц. №1) <i>уст. мощность 120МВт</i>	МВт	120	РАО «ЕЭС России» 04.01.1995г.
7	ВЛ 220 кВ Игрка-Курейская ГЭС с расширением ПС 220 кВ «Игарка» и ГПП 220/35/6кВ	км	115,8	12.03.1982г.

С января 1995 года после наполнения водохранилища до проектной отметки все пять гидроагрегатов Курейской ГЭС работали в пределах проектной установленной мощности, но до декабря 2002 года гидроузел находился во временной эксплуатации в связи с незавершенностью всех строительных работ, а также необходимостью проведения ремонтных работ в соответствии с приказом РАО «ЕЭС России» от 14.02.1994г. №37 «О мерах повышения надежности эксплуатации Курейской ГЭС».

Недостаточность исследовательских работ на стадии проектирования и в процессе строительства не позволили в полной мере учесть сложные геологические и климатические условия района строительства в проекте гидроэлектростанции при разработке технологий возведения грунтовых плотин.

В 1992 году имел место суффозионный вынос грунта на правобережном участке русловой плотины в районе ПК-7. Кроме того, противодиффузионные устройства (ПФУ) грунтовых плотин на большей части напорного фронта получили осадку больше проектной величины.

В соответствии с рекомендациями научно-технического совета РАО «ЕЭС России» (протокол №16 от 12.11.1997г.) в 1998-1999гг, для повышения водонепроницаемости противодиффузионного элемента и основания русловой

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2220-КР2.1	Лист
							10

плотины было выполнено строительство «стены в грунте» на участках в районе ПК6+66 – ПК7+60 методом секущихся буробетонных свай диаметром 1200мм по проекту ООО «Гидроспецпроект». Общая длина выполненной глубокой (до 35,0м) «стены в грунте» составила 94,0м.

В 1999-2003гг. в оголовках земляных плотин было продолжено возведение противofильтрационной «стены в грунте» с отметкой верха 98,50м с целью повышения отметки гребня ядра (экрана), обеспечивающих безопасную эксплуатацию этих сооружений при проектных отметках НПУ и ФПУ. К декабрю 2002 года были выполнены работы по ремонту оголовков частично по русловой плотине на ПК14+50 – ПК16+04, полностью по левобережной плотине на ПК0+20 – ПК10+57 и правобережной плотине в III понижении на ПК0+09,38 – ПК6+77,83.

После 2003г. планировалось завершить работы по наращиванию отметки противofильтрационных устройств гребня на всем протяжении русловой плотины, но из-за недостатка финансирования и выхода из строя буровой техники эти мероприятия были выполнены частично: в 2003 – 2005г.г. – на участке ПК4+63,59 – ПК6+66, в 2008 – 2013г.г. – на ПК7+93 – ПК10+04, на участке ПК10+05,80 – ПК10+41,68 были выполнены только скважины 1-й очереди (без замыкающих свай).

В связи с проведением ремонтных работ по устранению негативных явлений в плотинах Курейской ГЭС отметка НПУ ежегодно, начиная с 1992 года, ограничивалась и устанавливалась ниже проектной.

Решения по понижению отметок НПУ, а также оценке состояния плотин к очередному паводку, объемам ремонтных и исследовательских работ по плотинам принимались специально созданной в 1993 году экспертной комиссией с участием проектных и научно-исследовательских институтов: Красноярскгидропроект, СибНИИГ (г.Красноярск), Гидропроект (г.Москва), «Гидроспецпроект» и МГСУ (г.Москва), ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева (г.Санкт-Петербург). Указанной комиссией отметка НПУ была установлена равной проектной 95,00м только с 2002 года.

В постоянную эксплуатацию ГЭС сдавалась в 2002 – 2003 годах. Акт Центральной приемочной комиссии РАО «ЕЭС России» по приемке в эксплуатацию Курейской ГЭС от 8 мая 2003г. был утверждён приказом РАО «ЕЭС России» №273 от 21.05.2003г. (приложение Б, том 1.1.2 №2220-ПЗ1.2 Раздел 1. Часть 1. Пояснительная записка. Книга 2. Приложения)

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Гидроузел Курейской ГЭС, в соответствии с Актом приемки 2003 года, был принят в следующем составе сооружений и объектов:

- поверхностный водосброс с водосливом и быстротоком. Водослив практического профиля, имеет четыре водосливных пролета. Оборудован четырьмя плоскими колесными затворами;

- водоприемник деривационный, глубинный, береговой, имеет пять отверстий, оборудованные аварийно-ремонтными затворами (плоские, скользящие секционные предназначены для перекрытия отверстий напорных водоводов) и сороудерживающими решетками;

- напорные водоводы в количестве 5шт.;

- здание ГЭС прислонного (приплотинного) типа, с 5-тью агрегатными блоками;

- отводящий канал с частичной облицовкой бетоном;

- русловая, правобережная во II и III понижениях и левобережная плотины из местных грунтовых материалов, каменно-земляные, создающие совместно с бетонными сооружениями водосброса и водоприемника напорный фронт гидроузла 4102,0м;

- строительный туннель был выполнен для пропуска расходов воды в период строительства. В настоящее время перекрыт бетонной пробкой, оборудование демонтировано;

- административно-производственный корпус (АПК) –пятиэтажный с подвальными помещениями, примыкает к зданию ГЭС;

- открытое распределительное устройство (ОРУ) 220кВ со вспомогательным корпусом расположено на левом берегу р. Курейки. Связано со зданием ГЭС и АПК кабельным туннелем и шахтой с кабельными и трубными отсеками, оборудованными системой пожаротушения;

- главные понизительные подстанции ГПП-1 220/35/6кВ и ГПП-2 220/6–6кВ с заходами ВЛ 220кВ от ОРУ 220кВ (Л211, Л212), предназначенные для электроснабжения объектов производственной базы, поселка и центральной электростанции;

- сети электроснабжения промышленной базы и поселка представлены линиями 35-6кВ;

- здания и сооружения подсобно-вспомогательного назначения: пожарное депо, хоздвор, караульные помещения, цех антикоррозийной защиты затворов;

- наружные сети хозяйственного и противопожарного водопровода, фекальной и

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

ливневой канализации с канализационной напорной станцией (КНС) на отм.56,20м обеспечивают хозяйственные и бытовые потребности объектов гидроэлектростанции.

- объекты жилья, соцкультбыта и коммунального хозяйства п. Светлогорск;
- аэропорт;
- причал на реке Курейке;
- водохранилище с проектными параметрами:

Нормальный подпорный уровень (НПУ) в Балтийской системе высот	95,00 м
Форсированный подпорный уровень (ФПУ) при пропуске расчетных максимальных расходов	97,30 м
То же, при сдаче ГЭС в эксплуатацию в 2003 году	95,60 м
Уровень мертвого объема (УМО)	75,00 м
Объем водохранилища:	
полный	9,96 км <sup>3</sup>
полезный	7,30 км <sup>3</sup>
Длина напорного фронта	4,3 км
Площадь зеркала при НПУ	558,0 км <sup>2</sup>
Лесоочистка до отметки	95,50 м

По результатам наблюдения за состоянием гидротехнических сооружений Курейской ГЭС в течение всего периода эксплуатации до декабря 2002 года, комплексу исследовательских и ремонтных работ, выполненных по рекомендации научно-технического совета РАО «ЕЭС России», комиссией были приняты следующие решения:

**1.** Эксплуатация гидротехнических сооружений Курейской ГЭС до окончания ремонтных работ по противофильтрационным элементам грунтовых плотин возможна при отметке НПУ 95,00м, соответствующей проекту, и с ограничением ФПУ до отметки 95,60м. Соответствующее решение об изменении или отмене ограничений принимается комиссией по окончании ремонтных работ на основании анализа результатов наблюдений за процессами в «плотине-основании» и оценки их состояния.

**2.** Для обеспечения безопасной эксплуатации грунтовых плотин необходимо:

- завершить работы по наращиванию противофильтрационного элемента гребня на всем протяжении плотин способом «стена в грунте».
- продолжить наблюдения за фильтрационными процессами и осадками сооружений с разработкой необходимых мероприятий по ремонту плотин с участием проектных и научно-исследовательских организаций.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

- восстановить утраченную контрольно-измерительную аппаратуру и произвести дооснащение сооружений дополнительной аппаратурой для проведения полноценного наблюдения за состоянием грунтовых плотин и основания.

- бетонные сооружения Курейской ГЭС находятся в удовлетворительном состоянии. Факторов, способных вызвать нарушение надежности объектов, не выявлено.

Основные водно-энергетические показатели Курейской ГЭС по утвержденному проекту и на 2003 год (после сдачи в эксплуатацию) приведены в таблице 1.1.

Т а б л и ц а 1.1 - Основные показатели Курейской ГЭС (Технический проект и Технический паспорт, Акт приемки в эксплуатацию законченного строительством объекта Курейской ГЭС на р. Курейке 2003г.)

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя	
		Технический проект, паспорт гидроузла	после сдачи Курейской ГЭС в эксплуатацию 2003г.
<b>Параметры водохранилища:</b>			
Нормальный подпорный уровень (далее-НПУ)	м	95,00	95,00
Уровень мертвого объема (далее-УМО)	м	75,00	75,00
Форсированный уровень при пропуске паводка вероятностью превышения 0,1% (далее-ФПУ)	м	97,30	95,60
Уровень ежегодной предпаводковой сработки	м	79,00	75,00
Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км <sup>2</sup>	558,1	558,1
Площадь зеркала водохранилища при УМО	км <sup>2</sup>	211,4	211,4
Полная статическая емкость водохранилища при НПУ (полный объем)	млн. м <sup>3</sup>	9 962	9 962
Полная статическая емкость водохранилища при УМО (мертвый объем)	млн. м <sup>3</sup>	2 662	2 662
Полезный объем водохранилища (НПУ–УМО)	млн. м <sup>3</sup>	7 300	7 300
<b>Расходы воды:</b>			
Среднемноголетний расход воды	м <sup>3</sup> /с	625	625
Средний многолетний годовой расход воды за расчетный ряд	м <sup>3</sup> /с	642	642
Среднегодовой расход 95% обеспеченности	м <sup>3</sup> /с	480	480

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Лист

14

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя	
		Технический проект, паспорт гидроузла	после сдачи Курейской ГЭС в эксплуатацию 2003г.
Максимальный наблюдаемый мгновенный расход	м <sup>3</sup> /с	9 640 (09.06.1969г.)	12 100 (1990г.)
Расчетный паводковый расход воды обеспеченностью 0,1% в зарегулированных условиях	м <sup>3</sup> /с	10 410	9 750
Минимальный среднесуточный: - в навигацию - в зимний период	м <sup>3</sup> /с	775 140	775 140
<b>Уровни нижнего бьефа в створе гидроузла:</b>			
При работе ГЭС установленной мощностью	м	31,08	31,08
Уровень воды при среднесуточном санитарном попуске 140 м <sup>3</sup> /с	м	29,00	29,00
При пропуске расчетного расхода воды вероятностью превышения 0,1%	м	38,20	37,70
<b>Поверхностный водосброс:</b>			
Отметка гребня	м	99,50	99,50
Количество водосбросных пролетов	шт.	4	4
Пропускная способность водосброса при НПУ	м <sup>3</sup> /с	7 600	7 600
Пропускная способность водосброса при ФПУ	м <sup>3</sup> /с	9 240	8 020 при УМН 95,60м
<b>Здание ГЭС:</b>			
Количество гидроагрегатов	шт.	5	5
Расход при установленной мощности и расчетной напоре	м <sup>3</sup> /с	1 170	1 170
Максимальный статический напор	м	65,50	65,50
Минимальный (нетто) напор	м	43,20	43,20
Расчетный напор	м	57,00	57,00
Установленная мощность	МВт	600	600
Среднегодовая гарантированная мощность	МВт	235	235
Среднемноголетняя выработка	млн. кВт·ч	2 600	2 600

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Лист

15

Участки размещения гидротехнических сооружений Курейской ГЭС были переданы в распоряжение АО «НТЭК» на основании договора о присоединении Акционерного общества энергетики и электрификации «Таймырэнерго» к Акционерному обществу «Норильско-Таймырская энергетическая компания» от 23.09.2019г. №НТЭК-32-945/19 (ТЭ-167/19). Право собственности на основные гидротехнические объекты недвижимости Курейской ГЭС закреплено выписками из Единого государственного реестра недвижимости об основных характеристиках и зарегистрированных правах на объект недвижимости за АО «НТЭК».

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					2220-КР2.1	Лист
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.		Подп.

## **2 Компонировка и конструктивные решения основных сооружений гидроузла, принятых при сдаче Курейской ГЭС в постоянную эксплуатацию**

В соответствии с заданием проектная документация разработана для реконструкции каменно-земляной русловой плотины и каменно-земляной правобережной плотины во II понижении с целью повышения надёжности этих сооружений и обеспечения соответствия их эксплуатации требованиям действующих нормативных стандартов и сводов правил.

Конструктивно-компоновочные решения по другим основным гидротехническим сооружениям гидроузла не пересматриваются и приняты в соответствии с техническим проектом и изменениями, внесёнными при разработке рабочей документации и фактически выполненным строительством, в качестве исходных данных. Описание этих сооружений и компоновки гидроузла в настоящем разделе тома приводится справочно.

Сведения о месторождениях строительных материалов (карьерах), использованных для возведения в период строительства каменно-земляных плотин, приводятся в отчётной технической документации том 2.1.1 №2220-ИГИ-Т.1 Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации. Текстовая часть. Книга 1 (Приложение К).

### **2.1 Компонировка и состав основных сооружений**

Компоновка и конструкции основных сооружений Курейской ГЭС, реализованные строительством и принятых в постоянную эксплуатацию приведены на чертежах №2220-9-1-КР листы 1-5 (том 4.2.2 №2220-КР2.2. Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 2. Графическая часть).

Створ основных сооружений гидроузла выбран на 101,0км от устья реки Курейки в пределах второго порога, в 210,0м от входа во второй порог. Акт комиссии по выбору створа был утвержден Минэнерго СССР.

На основании сопоставления рассмотренных вариантов компоновок и типов конструкций основных сооружений в техническом проекте была выбрана и утверждена отдельная компоновка основных бетонных сооружений с открытым зданием ГЭС, расположенными с левого берега, с каменно-земляными плотинами в русле реки, на

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

левом и правом берегах. Пропуск строительных расходов производился через строительный туннель, а также недостроенную русловую плотину и временный порог поверхностного водосброса.

В состав основных сооружений гидроузла в соответствии с утвержденной проектной документацией 1981 года (технический проект Курейской ГЭС установленной мощностью 600МВт был утвержден приказом Минэнерго СССР от 09.10.1981г. №148-пс) входят:

- поверхностный водосброс;
- станционный узел со зданием ГЭС открытого типа с 5-ю агрегатами, глубинным водоприемником и напорными водоводами в скале;
- каменно-земляные (левобережная; русловая; правобережная во II и III понижениях) плотины из местных материалов;
- строительный туннель.

К основным вспомогательным сооружениям относятся:

- административно-производственный корпус;
- кабельная шахта;
- ОРУ 220кВ

В здании административно-производственного корпуса располагаются административные, производственные и служебные помещения ГЭС, в том числе центральный пульт управления (ЦПУ). На пятом этаже выполнен административный вход с площадки на отм. 55,00м. В подвале проходят кабельные и трубные коммуникации, а также устроен переход через кабельную шахту к вспомогательному корпусу ОРУ-220кВ. При рабочем проектировании помещения службы ВОХР были вынесены из АПК в отдельное кирпичное здание размерами 6,0\*34,0\*7,7м (в осях). Здание располагается рядом с АПК, на площадке припортальной выемки вспомогательного туннеля с отметкой 55,00м. Поблизости располагаются небольшие кирпичные здания поста охраны гидроузла и канализационной насосной станции.

Кабельная шахта с кабельным тоннелем проходят в скальном массиве и служат для связи здания ГЭС и административно - производственного корпуса со вспомогательным корпусом и площадкой ОРУ-220кВ. Шахта имеет габариты выломки 8,0х6,5м в плане, разделена на отсеки, оборудована грузопассажирским лифтом и лестницей.

Взам. инв. №	
Подл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ОРУ 220кВ размещается на естественных отметках в небольшом удалении от пристанционной площадки, но значительно выше. Все сооружения и устройства ОРУ-220 располагаются на спланированной площадке с отметкой 87,00м. На площадке располагается также вспомогательный корпус (кирпичное здание с подвалом).

Фактическая компоновка сооружений гидроузла представлена на чертеже №2220-9-1-КР лист 1 том 4.2.2. №2220-КР2.2. Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 2 Графическая часть. Напорный фронт длиной 4102,0м создается земляными плотинами из местных материалов, бетонными сооружениями поверхностного водосброса и водоприемника ГЭС. Строительный туннель на правом берегу после ввода Курейской ГЭС в эксплуатацию не используется и предназначался только для пропуска расходов в строительный период. Поверхностный водосброс располагается рядом с строительным туннелем. Далее, за водосбросом размещается станционный узел. На левом берегу отводящего канала ГЭС, со стороны монтажной площадки располагается административно - производственный корпус с пультом управления ГЭС и другими службами. На естественной поверхности непосредственно над ними находится ОРУ 220кВ с вспомогательным корпусом.

Предусмотрены подъездные пути вдоль левого берега к станционной площадке и ОРУ и сквозной проезд по гребню сооружений напорного фронта на правый берег для эксплуатационных нужд и обеспечения работ в период реконструкции.

В соответствии с критериями классификации гидротехнических сооружений в техническом проекте и по Постановлению Правительства РФ от 05.10.2020г. №1607, ГТС Курейской ГЭС относятся ко II классу.

При выполнении проектных работ для реконструкции земляных плотин (русовая и правобережная во II понижении), в соответствии с заданием, местоположение створа и компоновка основных сооружений гидроузла приняты с учётом фактически выполненного строительства к сдаче ГЭС в постоянную эксплуатацию.

### 2.1.1 Русовая каменно-земляная плотина

Общая конструкция представлена на чертежах №2220-9-1-КР листы 1, 4, №2220-10-1-КР листы 1-7 (том 4.2.2 №2220-КР2.2. Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 2. Графическая часть).

Русовая каменно-земляная плотина перекрывает современную долину

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

р.Курейки и условно разделена на участки: русловой и правобережный с прирусловым правобережным понижением (I понижение).

Основанием ядра и упорных призм русловой части плотины (ПК7+90÷ПК16+11,44) являются разновозрастные долериты, правобережной части (ПК0+00÷ПК7+90) - рыхлые четвертичные отложения: флювиогляциальные и ледниковые мощностью от 0,5 до 7,0м на участке ПК0+00÷ПК 6+00 и мощностью от 7,0 до 25,0м на участке I понижения ПК6+00÷ПК7+90. На участке русловой плотины в левобережном примыкании водоприемника ГЭС основанием ядра и упорных призм являются разновозрастные долериты.

Каменно-земляная плотина с центральным ядром имеет максимальную высоту 79,0м от подошвы ядра. Длина плотины по гребню 1641,44м, ширина по гребню от 10,0 до 20,0м (в левобережном примыкании плотины к водосбросу – до 50,0м). Ширина по основанию в максимальном сечении - 310,0м.

Гребень плотины был отсыпан с учетом строительного подъема, с превышением проектной отметки 99,50м (по данным топографической съемки, выполненной в 2021г., на локальных участках отметка гребня плотины 97,75–98,77м).

Заложение верхового откоса составляет:

- на участке плотины от ПК0+40 до ПК4+50 в отметках 99,50 ÷ 93,30м - от 1,75 до 3,2, ниже отметки 93,30м – от 2,4 до 3,2;

- на участке плотины от ПК4+50 до ПК7+90 в отметках 99,50 ÷ 88,25м - от 1,75 до 1,8, ниже отметки 88,25м - от 1,5 до 2,9;

- на участке плотины от ПК7+90 до ПК16+04 в отметках 99,50÷73,00м - от 1,5 до 1,9, ниже отметки 73,00м (между бермами) - от 1,3 до 1,9;

- на участке русловой плотины в левобережном примыкании водоприемника ГЭС ниже отметки 99,50м - 1,8.

Заложение низового откоса составляет:

- на участке плотины от ПК0+40 до ПК4+50 в отметках 99,50 ÷ 90,00м - от 1,8 до 2,4, ниже отметки 90,00м – 1,8;

- на участке плотины от ПК4+50 до ПК7+90 в отметках 99,50 ÷ 90,00м - 1,8 до 2,2, ниже отметки 90,00м - от 1,6 до 4,4;

- на участке плотины от ПК7+90 до ПК16+04 в отметках 99,50÷90,00м - от 1,5 до 2,2, ниже отметки 90,00м (между бермами) - от 1,3 до 2,0;

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Лист  
20

- на участке русловой плотины в левобережном примыкании водоприемника ГЭС ниже отметки 99,50м - 2,0.

Противофильтрационное устройство (ПФУ) на правобережном участке каменно-земляной плотины (ПК0+40÷ПК7+90) выполнено в виде центрального ядра и понура (см. черт. №2220-10-1-КР лист 4). По данным геотехконтроля, ядро и понур отсыпаны преимущественно: на участке ПК0+40÷ПК7+50 - из супесчаных грунтов с гравием карьера № 36, на участке ПК7+50÷ПК7+90 - из супесчаных грунтов с гравием карьера №6.

На русловом участке (ПК7+90÷ПК16+04) ПФУ выполнено в виде центрального ядра (см. черт. №2220-10-1-КР листы 5, 6 том 4.2.2). По данным геотехконтроля, ядро отсыпано преимущественно: на участке ПК7+90÷ПК10+00 - из супесчаных грунтов с гравием карьера №6; на участке ПК10+00÷ПК16+04 - из суглинистых грунтов с гравием карьера №6.

На участке русловой плотины в левобережном примыкании водоприемника ГЭС ПФУ выполнено в виде асимметричного ядра из суглинистых грунтов с гравием карьера № 6 (см. черт. №2220-10-1-КР лист 6 том 4.2.2.).

На всех участках плотины ширина ядра по верху 4,0м. На правобережном и русловом участках заложение верхового и низового откосов 0,143. Верхняя часть ядра наклонена в сторону нижнего бьефа, перелом граней находится на глубине около 5,0м от гребня ядра. На участке плотины в левобережном примыкании водоприемника ГЭС заложение верхового откоса ядра 2,0, низового откоса – 0,4.

На русловом участке плотины сопряжение ядра плотины и скального основания осуществляется:

- от ПК7+90 до ПК10+00 - путем устройства в основании ядра бетонной плиты толщиной 0,5м, с которой выполнена площадная цементация ослабленных участков основания и зон тектонических нарушений (см. черт. №2220-10-1-КР листы 3, 5 том 4.2.2);

- от ПК10+00 до ПК16+04 - путем устройства бетонной плиты в основании ядра толщиной 0,5м и цементационной галереи (по оси ядра) общей длиной 670,0м, из которой выполнена контактная (глубинная) цементация. На участке плотины от ПК11+54 до ПК12+86 цементационная галерея проходит в гребне водосливной (переливной) бетонной стенки, примыкающей к низовой грани ядра (см. черт. №2220-10-1-КР листы 5,

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

6 том 4.2.2). В строительный период водосливная стенка использовалась для пропуска строительных расходов через недостроенную русловую плотину.

Сопряжение ядра плотины с устоем водосброса выполнено в виде бетонной шпоры длиной 10,0м и уширения ядра до 15,0м.

На всех участках плотины над ядром отсыпана двухслойная защитная призма, защищающая гребень ядра от промерзания и для удержания кратковременных подъемов водохранилища до отметок ФПУ. Первый слой защитной призмы толщиной 3,0м выполнен из отсева грунтов карьера №10 фракции менее 10мм; второй слой толщиной 1,0м – из гравийно-галечникового грунта с песчаным заполнителем карьера №10.

Между ядром и упорными призмами отсыпаны двухслойные переходные зоны шириной по 4,0м каждая. Первый переходные слой до отметки 82,00м отсыпан из грунтов карьера №13, выше отметки 82,00м - из грунтов карьера №10. Второй переходный слой отсыпан из гравия фракции 10-200мм карьера №10.

Боковые призмы плотины отсыпаны из скального грунта. Крепление верхового откоса плотины выполняется несортированной каменной наброской из камня со средним диаметром 0,7м, толщина крепления 2,1м.

На правобережном участке плотины (район ПК7+00) в июле 1992г. произошла авария с суффозионным выносом грунта, деформацией гребня плотины и низового откоса.

Для повышения эксплуатационной надежности русловой плотины на аварийном и близлежащих участках был выполнен ряд мероприятий:

- к паводку 1993г. на участке плотины от ПК7+00 до ПК7+30 были произведены инъекционные работы по ядру и основанию, опытная цементация ядра на близлежащих аномальных участках;

- с мая по сентябрь месяц 1993г. на участке плотины от ПК5+00 до ПК8+00, для обеспечения устойчивости верхового откоса на берме над понуром отсыпана пригрузка из супесчаного грунта (вскрыша карьера №1);

- на участке плотины от ПК5+00 до ПК8+00 была устроена дренажная призма для организованного сбора и отвода фильтрационных вод и для обеспечения устойчивости низового откоса плотины.

В 1998-1999гг., на участке русловой плотины длиной 94,0м, от ПК6+66 до ПК7+60, выполнен ремонт ядра методом «стена в грунте» из глиноцементобетонных

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2220-КР2.1	Лист
							22

бурящихся свай диаметром 1200мм с шагом 0,85м, с отметкой верха 100,00м, глубиной от 26,9 до 35,7м с заглублением в рыхлые отложения до отметок 64,30-73,10м (см. черт. №2220-10-1-КР лист 3 том 4.2.2).

По данным изысканий 1994-99гг., по данным бурения разведочных скважин «стены в грунте» было выявлено, что в результате осадок грунтовой плотины и ее основания отметки гребня ядра на отдельных участках оказались ниже проектной отметки 95,50м и находилась в диапазоне отметок 96,90÷94,20м. Для обеспечения работы гидроузла при проектных параметрах было принято решение выполнить ремонт оголовка русловой плотины путем наращивания ПФУ до отметки не ниже 98,50м.

На основании этого решения в 2000г. ремонтные работы по наращиванию ПФУ были выполнены на участке длиной 154,0м от ПК14+50 до ПК16+04 - была выполнена «стена в грунте» из глиноцементобетонных бурящихся свай диаметром 1200мм с шагом 0,9м, с отметкой верха 98,50м, глубиной от 4,4 до 22,0м с заглублением в ядро плотины (до отметок 76,50-94,10м). Верхняя часть свай (до отметки гребня плотины) заполнялась ранее выбуренным грунтом (см. черт. №2220-10-1-КР листы 3, 6 том 4.2.2).

После сдачи в 2003 году Курейской ГЭС в эксплуатацию, на русловой плотине в периоды 2003 - 2005гг. и 2008 - 2013гг. выполнение работ по ремонту оголовка русловой плотины продолжилось, но завершены они не были и после 2013г. не возобновлялись.

В ходе разработки рабочей документации в конструкцию русловой плотины были внесены следующие основные изменения по отношению к утвержденному проекту:

- изменено заложение откосов ядра плотины с 0,20 до 0,143, с сохранением ширины ядра поверху и соответствующим уменьшением размеров понизу, выше отметки 90,00м верхняя часть ядра получила наклон в сторону нижнего бьефа;

- отменен противофильтрационный элемент в виде полиэтиленовой пленки в защитной призме над ядром;

- заменен грунт защитной призмы над ядром. Вместо песчаного грунта карьера №13 отсыпан отсев грунтов карьера №10 (фракции <10мм);

- в оголовке плотины на участке от ПК7+49 до ПК16+11,44 была предусмотрена дополнительная переходная зона из песчано-гравийного грунта карьера с толщиной слоя около 1,0м;

- отменен перехватывающий дренажный коллектор вдоль низового откоса плотины.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

### 2.1.2 Правобережная каменно-земляная плотина во II понижении

Общая конструкция представлена на чертежах №2220-9-1-КР листы 1, 4, №2220-10-2-КР листы 1-6 (том 4.2.2 №2220-КР2.2. Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 2. Графическая часть).

Правобережная плотина во II понижении перекрывает древнюю долину р. Пра-Курейки (II понижение).

Основанием плотины в бортовых примыканиях являются разновозрастные коренные породы: долериты катанского и норильского типа (ПК8+70÷ПК9+50; ПК10+00÷ПК10+15; ПК14+00÷ПК15+00), осадочные терригенные породы, углистые песчаники и алевролиты (ПК9+50÷ПК10+00; ПК10+15÷ПК10+40), брекчия долерит-графитовая (ПК10+40÷ПК10+60).

Основанием ядра и упорных призм в центральной части плотины на участке II понижения (ПК10+60÷ПК14+00) служат рыхлые четвертичные отложения: озерно-болотные, флювиогляциальные мощностью до 37,0м.

Каменно-земляная плотина имеет максимальную высоту 38,3м от подошвы плотины. Длина плотины по гребню 643,7м, ширина по гребню – 10,0м, ширина по основанию 260,0м. В плане плотина имеет криволинейное очертание.

Гребень плотины был отсыпан с учетом строительного подъема, с превышением проектной отметки 99,50м (по данным топографической съемки, выполненной в 2021г., на локальных участках отметка гребня плотины 97,34–97,43м).

Заложение верхового откоса составляет в отметках 99,50 ÷ 80,00м – от 2,7 до 3,0, ниже отметки 80,00м – от 1,1 до 2,6.

Заложение низового откоса в отметках 99,50 ÷ 93,00м – от 2,8 до 3,9, в отметках 93,00÷ 80,00м – от 4,1 до 7,0, ниже отметки 80,00м – от 1,7 до 1,9.

Противофильтрационное устройство плотины выполнено в виде верховой противофильтрационной призмы плотины с понуром из смеси гравийно-галечниковых грунтов карьера №41 и супеси с гравием и галькой карьера №36. Ширина противофильтрационной призмы по гребню от 10,0м до 16,4м. Заложение верхового откоса - 3, низового - 1,5. Толщина понура - 1,5м.

Для удержания ФПУ и защиты гребня от промерзания над противофильтрационной призмой предусмотрена отсыпка двухслойной защитной

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

призмы: первый слой защитной призмы - из отсева грунта карьера №10 (фракции <10 мм) толщиной от 0,9 до 1,5м, второй слой – из гравийно-галечникового грунта с песчаным заполнителем карьера №10 до отметки гребня плотины.

Низовая упорная призма плотины отсыпана из гравийно-галечниковых грунтов карьера №41.

Верховой откос плотины защищен каменной наброской толщиной 2,0м со средним диаметром камня 0,7м. Каменная наброска крепления откоса отсыпана на переходный слой толщиной 1,26м из гравийно-галечного грунта карьеров №13 и №10.

Для обеспечения устойчивости в примыкании к верховому откосу выполнена каменная пригрузка с бермой на отметке 80,00м, заложение верхового откоса пригрузки - от 1,1 до 2,6.

Для отвода профильтровавшей воды с низовой стороны плотины, на правобережном и левобережном примыканиях устроены дренажные призмы из горной массы с обратными фильтрами.

На низовом откосе от ПК9+00 до ПК14+00 выполнен наклонный дренаж из гравия карьера №11.

В ходе разработки рабочей документации в конструкцию правобережной плотины во II понижении были внесены следующие основные изменения по отношению к утвержденному проекту:

- изменена конструкция плотины на каменно-земляную плотину с верховой противофильтрационной призмой;
- изменена (увеличена) ширина плотины по гребню;
- отменен противофильтрационный элемент в виде полиэтиленовой пленки в защитной призме над ядром;
- заменен грунт защитной призмы над ядром. Вместо песчаного грунта карьера №13 отсыпан отсев грунтов карьера №10 (фракции <10 мм);
- заменен грунт низовой упорной призмы. Вместо каменной наброски отсыпан гравийно-галечниковый грунт карьера №41;
- на низовом откосе в правобережном и левобережном примыканиях устроены дренажные призмы из горной массы;
- на низовом откосе от ПК9+00 до ПК14+00 выполнен наклонный дренаж из гравия карьера №11.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2220-КР2.1	Лист
							25
Индв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					

### 2.1.3 Правобережная каменно-земляная плотина в III понижении

Общая конструкция представлена на чертежах №2220-9-1-КР листы 1, 5 (том 4.2.2 №2220-КР2.2. Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 2. Графическая часть).

Основанием плотины в бортовых примыканиях (ПК1+00÷ПК2+00, ПК3+70÷ПК5+40, ПК6+50÷ПК7+08) служат разновозрастные долериты.

Основанием ядра и упорных призм на участке III понижения (ПК0+00÷ПК1+00, ПК2+00÷ПК3+70, ПК5+40÷ПК6+50) являются рыхлые четвертичные отложения: делювиальные и флювиогляциальные, мощностью до 10,0м.

Каменно-земляная плотина имеет максимальную высоту от дна котлована до гребня 17,0м. Длина плотины по гребню 721,0м, ширина по гребню – от 8,5 до 15,5м, максимальная ширина по основанию 145,0м.

Гребень плотины был отсыпан с учетом строительного подъема, с превышением проектной отметки 99,50м (по данным топографической съемки, выполненной в 2021г., отметка гребня плотины 99,30–99,80м).

Заложение верхового откоса составляет в отметках 99,50 ÷ 88,30м - от 2,3 до 3,1, ниже отметки 88,20м - 1,2.

Заложение низового откоса составляет в отметках 99,50 ÷ 95,00м – 2,2, ниже отметки 95,00м - от 1,8 до 2,5.

Противофильтрационное устройство плотины в виде наклонного ядра выполнено из суглинка и супеси карьера №36. Ядро имеет наклон в сторону нижнего бьефа и излом граней на отметке 90,00м. Выше отметки 90,00м заложение верхового откоса ядра 0,7, низового - 0,5. Ниже отметки 90,00м заложение верхового откоса ядра 1,5, низового – 1.

В центральной части понижения противофильтрационное устройство выполнено в виде ядра с понуром, толщиной от 2 до 1,5м и длиной по фронту 200,0м.

Для удержания ФПУ и защиты гребня ядра от промерзания над гребнем предусмотрена защитная призма из отсева грунта карьера №10 (фракции <10 мм).

Переходные зоны с верховой стороны от ядра отсыпаны из гравийно-галечного грунта карьера №41 и мелкого камня, с низовой стороны - из гравийно-галечникового грунта с песчаным заполнителем карьера №13.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Лист  
26

На контакте с верховой призмой из горной массы понур защищен переходными слоями - слоем гравийно-галечного грунта с песчаным заполнителем карьера №13 и слоем гравийно-галечного грунта карьера №41.

Верховая упорная призма плотины отсыпана из горной массы. Низовая упорная призма плотины отсыпана из гравийно-галечного грунта карьера №41.

В 1994г. для отвода дренажных вод с низовой стороны от плотины на участках от ПК2+00 до ПК4+20 и от ПК5+00 до ПК6+00 был выполнен дренажный тюфяк, защищенный от промерзания распластанной призмой из супесчаного грунта – вскрыши карьера №1. Низовой откос плотины защищен от размыва поверхностными водами гравийно-галечным грунтом карьера №30, толщина крепления около 1,0м, на отметке 95,00м устроена берма.

Изысканиями 1994–96гг. установлено, что по состоянию на август 1996г. гребень ядра имел отметки ниже проектной: на ПК2+80 находился на отметке 95,20м, на ПК5+90 - на отметке 95,30м.

Учитывая результаты изысканий, а также вероятность наполнения водохранилища до отметки ФПУ=97,30м возникла необходимость ремонта оголовка правобережной плотины в III понижении - наращивания ПФУ в оголовке плотины.

Ремонтные работы по наращиванию ПФУ были выполнены на участке длиной 668,5м от ПК0-09,38 до ПК6+77,83 в теплое время 2002г. до сдачи ГЭС в постоянную эксплуатацию. На этом участке была выполнена «стена в грунте» из буросекущихся глиноцементобетонных свай диаметром 1200мм с шагом скважин 0,9м. Глубина «стены в грунте» составляет от 1,3 до 10,0м. Заглубление «стены в грунте» в ядро плотины составляет до 2,0м (до отметок 89,70-92,00м). На участке от ПК5+30 до ПК6+78 завеса заглублена в основание плотины до скальных пород. Верхняя часть свай (до отметки гребня плотины) заполнялась выбуренным грунтом.

В ходе разработки рабочей документации в конструкцию правобережной плотины во III понижении были внесены следующие основные изменения по отношению к утвержденному проекту:

- изменена (увеличена) ширина плотины по гребню;
- ядро получило наклон в сторону нижнего бьефа за счет изменения заложения откосов;

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

- отменен противофильтрационный элемент в виде полиэтиленовой пленки в защитной призме над ядром;
- заменен грунт защитной призмы над ядром. Вместо песчаного грунта карьера №13 отсыпан отсев грунтов карьера №10 (фракции <10 мм);
- заменен грунт низовой упорной призмы. Вместо каменной наброски отсыпан гравийно-галечниковый грунт карьера №41;
- на низовом откосе плотины на отметке 95,0м выполнена берма.

#### 2.1.4 Левобережная каменно-земляная плотина

Общая конструкция представлена на чертежах №2220-9-1-КР листы 1,5 (том 4.2.2 №2220-КР2.2. Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 2. Графическая часть).

Левобережная земляная плотина перекрывает три понижения в коренных породах на участках ПК0+00÷ПК7+00, ПК8+00÷ПК9+00, ПК15+40÷ПК16+60, в границах которых основанием плотины служат рыхлые четвертичные отложения: делювиальные, флювиогляциальные, ледниковые мощностью, соответственно, 15,0м, 20,0м, 6,0м.

На участках ПК7+00÷ПК8+00, ПК9+00÷ПК15+40 основанием плотины служат разновозрастные долериты.

Плотина в I и II понижениях имеет максимальную высоту 25,0м от подошвы экрана. Длина плотины по гребню 1096,0м (по фактической оси), ширина по гребню от 7,0м до 15,0м, максимальная ширина по основанию 155,0м.

Плотина в III понижении имеет максимальную высоту 5,0м от подошвы экрана. Длина плотины по гребню 110,0м (по фактической оси).

Гребень плотины был отсыпан с учетом строительного подъема, с превышением проектной отметки 99,50м (по данным топографической съемки, выполненной в 2021г., отметка гребня плотины в I и II понижениях 99,30÷100,20м, в III понижении 99,40–100,35м).

Заложение верхового откоса - в отметках 99,50÷83,20м - от 1,8 до 2,7, ниже отметки 83,20м - от 1,5 до 3,8.

Заложение низового откоса от гребня до бермы с отметкой 92,20м - от 1,9 до 2,0, ниже бермы - от 1,4 до 1,7.

Противофильтрационным устройством каменно-земляной плотины в I понижении является экран, во II понижении – экран и понур из супесчано-суглинистых

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2220-КР2.1	Лист
							28

грунтов карьера №б (здесь и далее сведения о месторождениях строительных материалов (карьерах), использованных в период строительства Курейской ГЭС для возведения каменно-земляных плотин, приводятся в отчётной технической документации том 2.1.1 №2220-ИГИ-Т.1 Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации. Текстовая часть. Книга 1. Приложение К).

Для удержания уровня водохранилища на отметке ФПУ=97,30м и защиты гребня экрана от промерзания над гребнем экрана выполнена отсыпка защитной призмы: первый слой защитной призмы отсыпан из отсева грунта карьера №10 (фракции <10 мм), второй - из гравийно-галечникового грунта с песчаным заполнителем карьера №10.

С верховой и низовой стороны от экрана первая переходная зона отсыпана из гравийно-галечного грунта с песчаным заполнителем карьера №13. Вторая переходная зона отсыпана из отсева гравийно-галечного грунта карьера №10 (фракции 10-200мм), с верховой стороны, выше отметки 89,50м из гравийно-галечниковых грунтов с песчаным заполнителем карьера №30.

Низовая упорная призма плотин выполнена из несортированной горной массы. Между второй переходной зоной и каменной наброской уложен выравнивающий слой из мелкого камня.

Крепление верхового откоса выполнено каменной наброской толщиной 1,7м со средним диаметром камня 0,7м.

Для сбора и отвода профильтровавшейся воды на ПК5+03,5 и на ПК8+30 имеется дренаж с отводом воды в понижение рельефа.

По данным инженерных изысканий и натуральных наблюдений, выполненных в период строительства и временной эксплуатации ГЭС (1994-1997гг.), фактические отметки гребня экрана плотины были ниже проектной отметки 95,50м и находились в диапазоне 95,07-95,37м. Учитывая этот факт, а также вероятность наполнения водохранилища до отметки ФПУ возникла необходимость ремонта оголовков левобережной плотины в I и во II понижениях - наращивания противотрационного устройства (ПФУ) в оголовке плотины.

Ремонтные работы по наращиванию ПФУ (по всему фронту плотины от ПК0+20 до ПК10+57) были проведены в теплое время 1999-2001гг. до сдачи ГЭС в постоянную эксплуатацию. На участке длиной 1037,0м была выполнена «стена в грунте» из секущихся глиноцементобетонных свай диаметром 1200мм с шагом скважин 0,9м. Глубина «стены

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

в грунте» составила от 2,5 до 11,0м, с заглублением в экран плотины от 0,2 до 6,0м (до отметок 89,00-94,50м). Отметка верха глиноцементобетона в скважинах составила 98,50-99,00м, верхняя часть свай (с гребня до отм. 98,50-99,00м) заполнялась выбуренным грунтом.

В ходе разработки рабочей документации и строительства в конструкцию левобережной плотины были внесены следующие основные изменения по отношению к утвержденному проекту:

- отменен противодиффузионный элемент в виде полиэтиленовой пленки в защитной призме над экраном;
- заменен грунт защитной призмы. Вместо песчаного грунта карьера №13 отсыпан отсеб грунтов карьера №10 (фракции <10 мм);
- при подготовке основания плотины во II понижении, в связи с неблагоприятными геологическими условиями левого борта, конфигурация плотины была изменена: от ПК8+42 до ПК10+36 ось плотины с криволинейной вставкой была смещена на 35,0м в сторону верхнего бьефа.

### 2.1.5 Поверхностный водосброс

Поверхностный водосброс регулируемый, выполняет функции основного водосброса гидроузла в эксплуатационный период. Общая конструкция представлена на чертежах №2220-9-1-КР листы 2,3 (том 4.2.2 №2220-КР2.2. Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 2. Графическая часть).

Поверхностный водосброс состоит из следующих элементов:

- подводящего канала к водосбросу и водоприемнику (общий);
- водослива практического профиля;
- лотка–быстротока с носком–трамплином;
- отводящего канала, совмещенного в нижнем бьефе с каналом ГЭС.

Поверхностный водосброс располагается на левобережном участке р. Курейки между строительным туннелем и станционным узлом, в глубокой скальной выемке на отметках по основанию от 61,50м (водослив, лоток быстротока) до 41,00м (носок-трамплин конечного участка). Скальные грунты основания водосброса представлены долеритами катангского и норильского типов, песчаниками и алевропесчаниками.

Максимальная водопропускная способность водосброса составляет: при отметке

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

НПУ 95,00м – 7600м<sup>3</sup>/с, при проектной отметке ФПУ 97,30м – 9240м<sup>3</sup>/с, при отметке УМН 95,60м – 8020м<sup>3</sup>/с.

Максимальный напор на водосброс при НПУ – 95,00м равен 40,5м.

Вода к водосбросу и водоприемнику поступает по общему подводящему каналу, проходящему в массиве долеритов катангского типа и частично в массиве песчаников. Подводящий канал выполнен криволинейным, без облицовки. Длина канала 515,0м. Дно канала принято на отметке 61,50м без уклона. Ширина по дну переменная: от 76,0м на начальном участке до 250,0м на подходе к водосливу и водоприемнику. На участке канала между водосбросом и водоприемником оставлен скальный целик шириной 72,0м, с отметкой верха 80,00м.

Водослив поверхностного водосброса характеризуется следующими основными размерами: длина по гребню – 88,8м, ширина по гребню – 32,78м, ширина по подошве – 46,0м, отметка гребня – 99,50м, отметка порога водослива – 79,00м. Водосливной фронт водосброса состоит из 4-х водосливных пролетов шириной по 16,0м, разделённых бычками толщиной 4,0м. Отметка верха бычков и береговых устоев 99,50м. Водосброс разрезан температурными швами на секции шириной 20,0м. Разрезка на блоки бетонирования была увязана со схемой пропуска строительного расхода через временный порог водосброса. Водонепроницаемость температурных швов обеспечивается установленными уплотнениями (диафрагмы из нержавеющей стали, шпонки и другие типы уплотнений).

С верховой стороны в основании водослива расположен зуб с цементационной галереей, из которой выполняется цементация и дренаж. Размер галереи 3,5х3,0м, в основании выполнена сопрягающая цементация глубиной до 5,0м с шагом скважин через 2,0м. В основании водослива устроен горизонтальный дренаж с отводом воды в цементационную галерею.

Водосброс сопрягается с русловой плотиной с помощью железобетонных устоев и подпорных стен. На отметке 99,50м на водосбросе устроен автодорожный мост из сборных железобетонных балок. По верху бычков и устоев водосброса выполнены железобетонные подкрановые балки. В устоях имеются выходы из цементационной галереи с лестничными клетками и грузовая шахта (в правом устое).

В каждом пролете водослива имеется два ряда пазов: первый по течению - для установки аварийно-ремонтного затвора и второй – для установки основных затворов.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Лист  
31

Основной водосброс оборудован плоскими колесными рабочими затворами (16,0x17,0) (высота отверстия - 16,5м) на балансирных тележках (массой 270т), которые устанавливаются в каждом из четырех пролетов. Ремонтный затвор плоский колесный (16,0x17,0) (высота отверстия - 16,5м) на балансирных тележках (массой 290т), предусмотрен один ремонтный затвор на 4 пролета. Затвор предназначен для перекрытия одного из четырех пролетов при осмотре и ремонте закладных частей основных затворов, а также при ремонте и окраске основных затворов. Ремонтный затвор размещен в хранилище и устанавливается в первые по течению пазы.

Для маневрирования затворами используется козловой кран грузоподъемностью 2\*250+10тс. Принятая конструкция водосброса обеспечивает работу основных затворов с частичным открытием на высоту 0,94-1,62-2,14-2,82-3,34-4,02м. В поднятом положении основной затвор подвешивается на штангах на подхваты, установленные в нишах бычков и устоев.

Для хранения аварийно-ремонтного затвора с левой стороны водосброса устроено железобетонное затворохранилище размерами в плане 23,5x14,0 м, с отметкой дна 78,00м. Длина затворохранилища по фронту – 28,5м, отметка подошвы – 74,75м, высота – 24,75м. Затворохранилище одновременно используется для ремонта и производства работ по антикоррозионной защите затворов. Между водоприемником и затворохранилищем водосброса устроена железобетонная сопрягающая стенка с отметкой подошвы 74,75м, высотой 24,75м.

Со стороны нижнего бьефа сопрягающей стенки и затворохранилища возведена насыпь из скального грунта с отметкой гребня 99,15м.

Для сопряжения бьефов за водосливом выполнен бетонный лоток быстротока и носок-трамплин общей длиной 168,0м при ширине 76,0м. Уклон верхней части лотка (на длине 106,0 м) – 0,012, уклон нижней части лотка (на длине 44,0м) – 0,269.

Концевой трамплин устроен в виде носка с уклоном к горизонту 30 град., с радиусом кривой 23,0м для отброса струи воды (до 100м) в нижний бьеф и гашения энергии потока, скорости которого достигают 25,0м/с, удельные расходы-115м<sup>2</sup>/с. Отметка подошвы зуба носка – 40,0м. Отметка верха порога бетонного носка – 46,15м.

Высота облицовки левого борта быстротока составляет – 12,0м, правого – 9,0м. Стены и дно быстротока облицованы бетоном толщиной 1,0м (с заполнением бетоном ям размыва дна глубиной до 6,0 м). Облицовка лотка прианкерена к скале. В правой стенке

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2220-КР2.1	Лист
							32

лотка оставлен проём шириной 9,5м (для возможности проезда строительных механизмов с отм.60,00м) с защитным открылком для местного отклонения потока. В качестве отклонителя потока использована секция затвора строительного туннеля, заполненная бетоном, с креплением конструкции анкерами. Участок скального массива между водосбросом и отводящим каналом строительного туннеля защищен со стороны нижнего бьефа бетонной облицовкой от уреза воды до отметки 66,00м.

Отводящий канал здания ГЭС отделен от левой грани водосбросного лотка скальным целиком шириной 65,0м. Участок скального массива за водосбросом ниже носка-трамплина до уреза воды защищен бетонной облицовкой от отм. 30,00м до отм. 41,0м (до носка-трамплина) с анкерровкой её к скале одиночными анкерами.

На стадии рабочего проектирования и строительства были частично изменены конструктивные решения технического проекта для водосброса, в том числе:

1. Водослив практического профиля с отметкой порога 80,00м (по техническому проекту) был рассчитан на пропуск расчетного максимального расхода при НПУ-95,00м -7000м<sup>3</sup>/с, при ФПУ 97,30м - 8700м<sup>3</sup>/с. Водосброс был принят в эксплуатацию с отметкой порога водослива 79,00м, при этом пропускная способность водосброса увеличилась и составила соответственно 7600м<sup>3</sup>/с и 9240м<sup>3</sup>/с.

2. Исключен концевой участок быков ниже отм.86,00м и укорочен быстроток на 43,9м на основании проведенных гидравлических исследований водосброса.

3. Высота бетонной облицовки левого борта быстротока увеличена на 3,0м (с 9 до 12м) в целях защиты трансформаторной площадки здания ГЭС от брызг и водяной пыли при работе водосброса. Решение принято по результатам натурных исследований работы водосброса.

2. Выполнена проходка соединительной штольни между водосбросом и водоприемником с организацией водоотлива через скважины из потерны водоприемника во вспомогательный туннель.

4. Плоские скользящие рабочие и аварийно-ремонтные затворы (по техническому проекту) заменены на плоские колесные.

### 2.1.6 Водоприемник ГЭС

Сооружение предназначено для забора и подвода воды в напорные водоводы. Общая конструкция представлена на чертеже №2220-9-1-КР лист 2 (том 4.2.2 №2220-

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

КР2.2. Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 2. Графическая часть).

Пропускная способность водоприемника равна 1170м<sup>3</sup>/с.

Водоприемник с глубинным водозабором устроен в глубокой скальной выемке на отметках 51,00-56,00м и врезан в левобережную часть общего с водосбросом подводящего канала в массиве долеритов катангского типа (γβГ1kt) и частично в массиве песчаников (P1br).

Водоприемник сопрягается с правой стороны (по потоку) с водосбросом, с левой стороны - участком земляной плотины с помощью бетонных подпорных стенок. Со стороны нижнего бьефа к водоприемнику примыкает насыпь из скального грунта, по гребню которого на отметке 99,50м устроен автомобильный проезд. Участок напорного фронта от водоприемника до левобережной земляной плотины выполнен дамбой с суглинистым ядром.

Водоприемник скомпонован и выполнен таким образом, что его продольная ось расположена параллельно оси гребня водосброса, а проезды над водосбросом и за водоприемником имеют общую ось (по оси плотины). Расстояние между осью плотины и осью водонапорной грани – 21,5м.

По конструкции водоприемник представляет собой железобетонную щитовую стенку с отметкой гребня 99,50м, опирающуюся на скальный массив до отметки 70,00м, разрезанную температурными швами на пять секций. Ширина секции - 21,0м. Водоприемник имеет пять входных отверстий размером 15,5 × 15,5м, переходящих в напорные водоводы.

Отметка порога водоприемника – 58,00м, обеспечивает заглубление решеток под уровень мертвого объема (УМО 75,00м). Порог водоприемника расположен на 2,0м выше дна подводящего канала, что предотвращает проникновения донных наносов. Отметка низа забральной балки в щитовой стене выполнена на 1,5м ниже отметки УМО.

Длина врезки водоприемника по основанию с абсолютной отметкой 51,00-53,00м составляет 105,0м, по дневной поверхности рельефа с абсолютной отметкой 87,00-91,00м - до 132,50м, размеры подводной части по длине – 134,0м. Общая глубина врезки достигает в среднем 37,0м, в том числе по рыхлым отложениям – 7,0м и в коренных породах – 30,0м.

В основании щитовой стенки водоприемника на отм.51,00-53,00м устроен бетонный зуб с цементационной галереей сечением 3,0х3,0м, соединяющейся с галереей

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Лист  
34

водосброса. Из цемгалереи произведена двухрядная сопрягающая цементация с шагом 2,0м, глубиной до 5,0м и дренаж с шагом скважин 3,0м и глубиной 7,0м. Дренажные воды сбрасываются из галереи самотеком через скважины диаметром 105,0мм во вспомогательный туннель станционного узла

Из лестничных шахт устоев произведена глубинная цементация.

Водоприемник оборудован пятью плоскими скользящими секционными аварийно-ремонтными затворами, одним плоским скользящим ремонтным затвором, пятью сороудерживающими решетками, двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 250/20+5+2тс с пролетом 12,5м.

Аварийно-ремонтные затворы 14,0×10,3м (высота отверстия – 39,3м) плоские скользящие (массой 225т) перед водоводами агрегатов №№ 1,2,3,4 и 5. Затворы установлены на подхватах над каждым из пяти пролетов во-вторых по течению пазах. Затворы предназначены для перекрытия водовода в потоке в случае аварии при отказе направляющего аппарата, а также для перекрытия водовода на период ремонта агрегата, направляющего аппарата или водовода.

Ремонтный затвор 15,5×10,3м (высота отверстия – 39,3м) плоский скользящий (массой 270т). Предусмотрен 1 затвор на пять пролетов. Затвор предназначен для перекрытия любого из 5-и водоводов при осмотре и ремонте закладных частей аварийно-ремонтных затворов, а также при ремонте и окраске аварийно-ремонтных затворов. Затвор размещен в хранилище и устанавливается в первые по течению пазы сороудерживающей решетки.

Решетки сороудерживающие 16,0×13,0×3,0 м, шаг полос – 160мм (массой 205 т). Решетки устанавливаются на порогах каждого из пяти пролетов в первые по течению пазы. Решетки предназначены для исключения попадания плавающих бревен и топляков в агрегат. Для очистки решеток предусмотрен шестичелюстной грейфер «Полип». Маневрирование грейфером осуществляется мостовым краном.

В примыкании к секции №1 на отметке 85,00м расположено затворохранилище размером 25,3х19,0х14,5м, к которому примыкает галерея от вспомогательного корпуса ОРУ-220кВ и устроен выход из цементационной галереи водоприемника. Второй выход из цемгалереи в щитовое помещение и грузовая шахта расположены в правобережном устье водоприемника. В левом устье на отметке 72,70 м расположена насосная станция хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения ГЭС и поселка.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2220-КР2.1	Лист
							35

Между водоприемником и фундаментом цеха антикоррозионных работ устроена железобетонная стенка (13,14x10,5x2,3м), которая служит одновременно шпорой в примыкании суглинка ядра плотины к затворохранилищу.

Обслуживание механического оборудования производится в отапливаемом щитовом помещении размерами 135,0x16,8x20,5м с металлическим каркасом и ограждающими конструкциями из панелей – сэндвичей с эффективным утеплителем

Очистка, окраска и ремонт затворов и решеток водоприемника предусматривается в помещении цеха антикоррозионных работ. Цех антикоррозионных работ водоприемника представлен одноэтажной производственной частью и трехэтажной служебно-бытовой частью размером 30,88x10,28x12,45м с кирпичными стенами. Фундамент здания - монолитная железобетонная плита на графит-долеритовой брекчии в основании с абсолютной отметкой 89,00м.

Водоприемник выполнен со следующими отклонениями от проекта:

1. Отказ от строительства дренажной насосной станции в потерне. Дренажные воды самотеком сбрасываются во вспомогательный туннель.
2. Стены щитового помещения выполнены из трехслойных стеновых панелей "сэндвичей" взамен кирпичных предусмотренных в проекте.

### 2.1.7 Напорные водоводы

Напорные водоводы предназначены для подвода воды от водоприемника к зданию ГЭС. Общая конструкция представлена на чертеже №2220-9-1-КР лист 2 (том 4.2.2 №2220-КР2.2. Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 2. Графическая часть).

Напорные водоводы выполнены в виде тоннелей в скальном массиве к каждому из 5-ти гидроагрегату ГЭС. Длина всех напорных водоводов одинакова и составляет 130,0м (по техническому проекту-167,0м), внутренний диаметр – 7,0м. Общая пропускная способность 1170м<sup>3</sup>/с.

От входного участка водоприемника с отметки 58,00м туннели под углом опускаются до отметки спиральной камеры и подходят горизонтально к зданию ГЭС. Водоводы имеют железобетонную обделку толщиной 0,45м (по техпроекту-0,4м). На нижнем горизонтальном участке длиной 25,0м у здания ГЭС водоводы имеют стальную облицовку и железобетонную обделку толщиной 0,84м из бетона М-250. На всей длине водоводов выполняется инъекция раствора за обделку свода и стенок. Обделка разбита на

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

блоки бетонирования через 9,0м, на участке с металлической облицовкой - через 6,0м. Во всех строительных швах железобетонной облицовки устанавливаются металлические листы уплотнения. В пределах свода до оси водоводов выполнена заполнительная цементация. В колене водовода имеется лаз-труба диаметром 600,0мм для доступа внутрь со стороны вспомогательного туннеля.

Вспомогательный туннель выполнен проходкой в скальном массиве и предназначался первоначально только для обеспечения работ по строительству напорных водоводов. При рабочем проектировании трасса туннеля была вынесена за пределы напорных водоводов с созданием двух выходов: одного (проектного) - в правом конце машзала на отм.40,60м, а второго - на пристанционную площадку на отм.55,00м. Длина туннеля – 522,0м (по техническому проекту- 246,0м), ширина – 4,75; 7,95м, высота – 4,45м. Туннель закреплен бетонной обделкой и набрызг-бетоном.

Из-за отказа от строительства дренажных насосных станций в галереях поверхностного водосброса и водоприемника, с отводом дренажных вод самотеком во вспомогательный туннель, в камере туннеля оборудована постоянная насосная станция перекачки дренажных вод производительностью 200 л/с.

### 2.1.8 Здание ГЭС

Компоновка станционного узла и общие конструктивные и объёмно-планировочные решения здания ГЭС представлены на чертеже №2220-9-1-КР лист 2 (том 4.2.2 №2220-КР2.2. Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 2. Графическая часть).

Компоновка сооружений станционного узла с приплотинным зданием ГЭС определялись природными условиями рельефа и особенностями инженерно-геологического строения.

Здание ГЭС размещается в глубокой скальной выемке (до 70,0м) в пределах абсолютных отметок от 11,50м (основание водоприемной потерны) до 80,00м (естественная поверхность и откос первого яруса) с резко выраженным подъемом борта. Скальный массив с котлованом здания ГЭС ограничен со стороны верхнего бьефа врезкой подводящего канала и водоприемника, вмещает в себя туннели напорных водоводов длиной по 130,0м, вспомогательный туннель протяженностью 524,0м и дренажную штольню длиной 212,0м.

Породами основания сооружений здания ГЭС являются в основном

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2220-КР2.1	Лист
							37

разнозернистые песчаники и в меньшей степени - долериты разновозрастных интрузий и графит - долеритовая брекчия, генетически связанная с ними.

В соответствии с выбранным в техническом проекте количеством агрегатов и их типом в здании ГЭС установлены и введены в эксплуатацию пять агрегатов с гидротурбинами типа РО 75/728б - ВМ-510 мощностью по 120 МВт с диаметром рабочего колеса 5,1м и генераторами типа СВ 1130/140 – 48УХЛ4.

Пропускная способность ГЭС при расчетном напоре – 1170м<sup>3</sup>/с.

Размеры здания ГЭС определились габаритами устанавливаемого основного и вспомогательного оборудования. Помещения и здания гидроэлектростанции выполнены и состоят из следующих комплексов: машинный зал с расположенным под ним генераторным этажом, две монтажные площадки (№1 и №2) выполненные на одном уровне с машзалом (на отм.40,60м) с подвальными помещениями и пристройками, маслонапорные установки расположенные на промежуточных площадках между машинным залом и генераторным этажом, трансформаторная площадка с помещениями над отсасывающими трубами, вспомогательные потерны, галереи и шахты для прокладки электротехнических, сантехнических и других коммуникаций. В торце, со стороны пятого агрегата располагаются помещения для вентиляции и трансформаторный пункт собственных нужд станции.

На пристанционной площадке проектом предусматривалось размещение здания трансформаторной мастерской и административно-производственного корпуса (АПК). Здание трансформаторной мастерской по техническому проекту размещалось на продолжении путей выкатки трансформаторов, между пристройкой к монтажной площадке №1 и АПК. При рабочем проектировании решение о строительстве отдельного здания было отменено, и обслуживание трансформаторов производится на левобережной монтажной площадке №1 машинного зала, с устройством в ее полу трансформаторной ямы, перекрытой съемными металлическими щитами.

Подземная часть здания ГЭС имеет размеры: длина – 170,26м, ширина – 38,1м, высота – 29,1м. Массив бетонной части ГЭС разрезан температурными швами на 5 агрегатных секций и секцию монтажной площадки №1. Для уплотнения температурных швов применялись металлические диафрагмы и шпонки.

Расположение агрегатов в здании ГЭС однорядное. Ширина агрегатного блока определяется размерами спиральной камеры и составляет 21,0м. Спиральная камера –

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

металлическая, с углом охвата 342 град.

Отсасывающая труба гидротурбины – изогнутая, длиной 25,5м. Отметка низа отсасывающей трубы - 16,475м. Каждая труба разделена разделительным бычком. Плиты днища диффузора отсасывающих труб отрезаны от быков и колена, прианкерованы к скале, основание плит дренировано. Отсасывающие трубы оборудованы пазами для ремонтных затворов. Ремонтные затворы 7,5×6,5м (высота отверстия – 17,4м) плоские скользящие двухсекционные (массой 35т). Все 10 затворов, предусмотренные на строительный период, оставлены на постоянную эксплуатацию. Затворы предназначены для перекрытия отсасывающих труб со стороны нижнего бьефа на период ремонта агрегатов и отсасывающих труб. Маневрирование затворами осуществляется козловым краном грузоподъемностью 100тс с помощью механической захватной балки.

Водоприемная потерна длиной 105,0м, сечением 1,5х2,0м располагается на отм. 13,20м. Отметка дна котлована под отсасывающие трубы и водоприемную потерну составляет соответственно 15,00 и 11,50м.

Дренажная штольня расположена в скальном массиве со стороны верхнего бьефа вдоль здания ГЭС на расстоянии 28,0м от оси агрегатов, на отметках лотка 39,60 - 43,50м. Длина штольни 212,0м, ширина - 2,2м, высота - 3,0м. Штольня оборудована восходящими дренажными скважинами диаметром 133,0мм с шагом 2,0м. Свод штольни закреплен набрызг-бетоном.

Наземная часть здания ГЭС (машинный зал) располагается в пределах отм. 40,60 – 55,10м, что соответствует уровню берм лобового откоса котлована. Машзал представляет собой одноэтажное здание с металлическим каркасом, с торцевыми помещениями блоков монтажных площадок. Основные размеры машинного зала (в осях) 24,0х157,5м, высота и ширина шатровой части – 17,7×26,0м, ширина «пазухи» (зазор между откосом и машзалом) составляет от 3,6м (на отметке 40,60м) до 10,0м (на отметке 55,00м). Для удобства ремонтных и монтажных работ машинный зал эксплуатируется с двумя монтажными площадками (правобережной и левобережной), выполненные на одном уровне с машинным залом. Левобережная монтажная площадка (№1) размещается в левом торце машинного зала оборудована откатными воротами для выкатки трансформаторов, ввоза крупногабаритных грузов и въезда автотранспорта. В блоке левобережной монтажной площадки №1 смонтирован основной комплекс вспомогательного оборудования. Здесь размещаются: компрессорная, помещение

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Индв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

воздухосборников, трансформаторная яма, станционное маслохозяйство, электрокотельная, насосная осушения, канализационная насосная, вентиляционные. Насосная осушения выполнена в герметичном помещении с входом с незатопляемой отметки. Для подачи грузов и оборудования от отметки машинного зала да помещения насосной осушения имеются грузовые проемы. Грузовой проем насосной осушения закрыт герметичной крышкой. Правобережная монтажная площадка (№2) – в правом торце машзала, оборудована распашными воротами для въезда автотранспорта.

Машинный зал оборудован двумя мостовыми кранами г/п 250/63+5тс с пролетом 21,5м. При спаренной работе с помощью траверсы обеспечивается транспортировка наиболее тяжелого узла – ротора генератора весом 460т. Высотное расположение кранов и высота машинного зала определяются возможностью переноса ротора.

Подкрановые конструкции и несущий каркас машзала – стальные, стены – кирпичные, перекрытия – сборные ж/б плиты. В машинном зале на отм.40,60м расположены агрегатные щиты управления. Перекрытие верхней крестовины генератора выполнено на отметке 40,85м.

В генераторном зале на отм.35,25м расположены входы в шахту турбины, шахту генератора, камеру холодного воздуха, часть оборудования технического водоснабжения и режима СК.

Удачным проектным решением, которое было реализовано, явилось расположение маслонапорных установок на промежуточных площадках между генераторным этажом и машинным залом. Это позволяет удобно обслуживать весь комплекс оборудования МНУ (маслонапорная установка) и ЭГР (регулятор скорости).

На отм.28,20м смонтировано оборудование технического водоснабжения и пожаротушения.

На отм.22,50м установлены приводы клапанов опорожнения отсасывающей трубы и задвижки слива воды из спиральной камеры. Слив воды из отсасывающей трубы происходит в сливную галерею, расположенную на отм.13,20м.

Трансформаторная площадка размещается на отм.40,60м вдоль машзала со стороны нижнего бьефа над отсасывающими трубами. На площадке установлены 5 повышающих трансформаторов типа ТЦ 160000/220кВ и два трансформатора собственных нужд типа ТДНС-10000/35кВ. Трансформаторы разделены противопожарными стенками. Со стороны нижнего бьефа вдоль фронта трансформаторов

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

расположены рельсовые пути выкатки трансформаторов и пути козлового крана г/п 100тс. Проемы под затворы в перекрытии для возможности проезда автотранспорта закрыты железобетонными крышками.

Отводящий канал здания ГЭС открытого типа выполнен в скальном массиве с отметками дна от 20,32м (выход отсасывающих труб) до 25,00м в конце канала, с горизонтальным переходным участком на отм. 20,32м. Ширина канала – 101,0м, длина левого борта (бетонной облицовки) – 90,5м, длина правого борта – 48,1м. Отметка верха облицовки бортов (пристанционной площадки) – 40,60м.

**Пристанционные площадки** располагаются на обеих сторонах канала ГЭС. Правая площадка находится на отм. 40,60м и используется для проезда к входному оголовку вспомогательного туннеля, для ведения работ по ремонту затворов отсасывающих труб и их антикоррозионной защите. Левые площадки размещаются в двух уровнях. Нижняя на отм.40,60м имеет ширину 34,0м. Здесь устраивается подъезд к зданию ГЭС и монтажной площадке №1. Верхняя площадка находится на скальном уступе с отм. 55,00м и имеет отдельный подъезд к АПК. На этом же уровне (отм.55,0м) со стороны верхнего бьефа на скальном уступе котлована ГЭС размещаются промежуточные порталы воздушных перекидок на ОРУ-220 КВ. Въезды на монтажную площадку на отм. 40,60м и на отм. 55,00м организованы с НБ по бермам котлована. Откосы котлована закреплены бетонной облицовкой или набрызг-бетоном, на берме (отм.75,00-80,00м) выполнена камнезащитная стенка.

К основным изменениям решений технического проекта (ТП) относятся:

- отметка пола машинного зала – 40,60м (в ТП - 41,30м);
- длина машинного зала - 157,0м (в ТП - 111,0м);
- дополнительная монтажная площадка №2 в правом торце машзала (в ТП не предусматривалась);
- подкрановые колонны и несущий каркас машзала – стальные, стены – кирпичные, перекрытия – сборные ж/б плиты с эффективным утеплителем (в ТП - железобетонные, верхнее перекрытие здания - пространственно-стержневая система с покрытием панелями из профилированного настила с эффективным утеплителем);
- обслуживание трансформаторов производится на левобережной монтажной площадке №1 машинного зала с устройством в ее полу трансформаторной ямы, перекрытой съемными металлическими щитами (в ТП предусматривалось здание

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
Индв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				

трансформаторной мастерской, которое размещалось на продолжении путей выкатки трансформаторов, между пристройкой к монтажной площадке №1 и АПК).

### 2.1.9 Строительный туннель

Строительный туннель, предназначался для пропуска воды в период строительства и был рассчитан на пропуск в строительный период в безнапорном режиме паводка  $Q_{10\%}=2100$  м<sup>3</sup>/с при уровне верхнего бьефа 39,60м. Общая конструкция представлена на чертеже №2220-9-1-КР листы 2,3 (том 4.2.2. №2220-КР2.2. Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 2. Графическая часть).

Туннель был пройден на левом берегу р.Курейки в пределах русловой земляной плотины. Общая длина туннельного водосброса 676,0м, в том числе: подводящего канала – 244,0м, туннеля – 220,0м, отводящего канала – 212,0м.

Туннель был выполнен сечением 16,0x18,5(Н)м с уклоном лотка 0,001. Свод туннеля имел циркульное очертание с радиусом 11,31м.

Входной оголовок разделен двумя бычками на три отверстия шириной по 6,0м. Выходной участок туннеля на длине 19,0м укреплен облицовкой из монолитного железобетона, с устройством конфузора.

После закрытия туннеля затворами в нем по оси русловой плотины устроена бетонная пробка длиной 20,0м. По стенам и своду пробки выполнена контактная и заполнительная цементация. Пробка со стороны нижнего бьефа пригружена отсыпкой горной массы и гравийно-песчаного грунта. Грузоподъемные средства и затворы на входном оголовке демонтированы. Сооружение не эксплуатируется.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			2220-КР2.1						
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

### 3 Проектная документация на реконструкцию каменно-земляных плотин

#### 3.1 Объекты реконструкции

В соответствии с техническим заданием к Договору №НТЭК-32-1044/21 от 26.07.2021г. с АО «Норильско-Таймырская энергетическая компания (АО «НТЭК») на выполнение работ по разработке проектной документации «Курейская ГЭС. Реконструкция земляных плотин»» (приложение А том 1.1.2 №2220-ПЗ1.2. Раздел 1. Пояснительная записка. Часть 1. Пояснительная записка. Книга 2. Приложения) объектами реконструкции Курейской ГЭС являются:

- русловая каменно-земляная плотина;
- правобережная каменно-земляная плотина во II понижении.

Необходимость изменения для этих сооружений конструктивных и объемно-планировочных решений (после их ввода в постоянную эксплуатацию) определилась:

- решениями Центральной приёмочной комиссии при сдаче Курейской ГЭС в постоянную эксплуатацию (Акт Центральной приемочной комиссии РАО «ЕЭС России» по приемке в эксплуатацию Курейской ГЭС от 8 мая 2003г., утверждённого приказом РАО «ЕЭС России» №273 от 21.05.2003г. (приложение Б том 1.1.2 №2220-ПЗ1.2. Раздел 1. Пояснительная записка. Часть 1. Пояснительная записка. Книга 2. Приложения)

- предписанием действующей Декларации безопасности (рег.№19-19 (04)0058-00-ГЭС от 04.09.2019г.;
- актом регулярного обследования Курейской ГЭС АО «НТЭК» от 16.06.2021г.;
- результатами натурных наблюдений, многофакторных обследований и инженерных изысканий, выполненных в период эксплуатации Курейской ГЭС.

Целью реконструкции является повышение безопасности эксплуатации русловой и правобережной плотины во II понижении в проектном режиме в соответствии с требованиями действующей нормативной документацией и обеспечения порядка пропуска максимального стока расчетных вероятностей превышения с учетом требований СП 58.13330.2019 (актуализированная редакция) для периода работы ГЭС как при действующем ограничении по максимальной допустимой отметке наполнения водохранилища 95,60м, так и при отметке ФПУ 97,30м утверждённой в техническом

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

проекте.

Реконструкция плотин выполняются без ввода дополнительных ограничений для текущей эксплуатации и работы гидроузла.

По результатам инженерных изысканий, выполненных в 2021 – 2022гг., оценки и анализа состояния реконструируемых плотин (с участием специализированных организаций АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» и ООО «Институт Геостройпроект») в рамках проекта реконструкции земляных плотин, требуется:

1. Для русловой каменно-земляной плотины:

- наращивание верха противофильтрационного устройства;
- восстановление гребня плотины до проектной отметки на локальных участках;

2. Для правобережной каменно-земляной плотины во II понижении:

- пригрузка низового откоса;
- восстановление гребня плотины до проектной отметки;
- наращивание верха противофильтрационного устройства.

### 3.2 Нормы проектирования

При разработке ПД на реконструкцию земляных плотин в соответствии с заданием на выполнение проектных работ используется законодательная и нормативно-методическая база РФ, в редакции Кодексов, законов, постановлений Правительства, сводов правил и т.д. (с учетом действующих изменений).

В соответствии с частью 1 статьи 6 Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 №384-ФЗ проектная документация на строительство объекта капитального строительства проверяется на соответствие требованиям национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

При корректировке проектной документации по гидротехническим сооружениям гидроузла необходимо выполнение требований стандартов и сводов правил:

1. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» (Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*) (в редакции от 04.06.2017г.).

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

2. СП 23.13330.2018 «Основания гидротехнических сооружений» (Актуализированная редакция СНиП 2.02.02-85\*) (в редакции от 14.02.2019г.).

3. СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)» (Актуализированная редакция СНиП 2.06.04-82\* (в редакции от 17.02.2019г.).

4. СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов» (Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84\*) (в редакции от 01.01.2013г.).

5. СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения» (Актуализированная редакция СНиП 11-02-96) (в редакции от 01.07.2017г.).

6. СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» (Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003) (в редакции от 17.06.2020г.).

Кроме того, должны соблюдаться требования Федеральных законов, постановлений Правительства РФ:

1. Федеральный закон от 21.07.1997 №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изменениями на 01.07.2021г.).

2. Федеральный Закон от 21.07.1997 №117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» (с изменениями на 01.01.2022г.).

3. Федеральный Закон от 30.12.2009 №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (с изменениями на 02.07.2013г.).

4. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008г. №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» (с изменениями на 01.01.2022г.).

5. Постановление Правительства РФ от 05.10.2020г. №1607 «Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений» (с изменениями на 01.01.2021г.) и т.д.

Требования к оформлению проектной документации и текстовых документов приведены в следующих стандартах:

1. ГОСТ 2.104 «Единая система конструкторской документации. Основные надписи».

2. ГОСТ 2.109 «Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам».

3. ГОСТ 2.301 «Единая система конструкторской документации. Форматы».

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

4. ГОСТ 2.303 «Единая система конструкторской документации. Линии».
5. ГОСТ Р 2.105-2019 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам».
6. ГОСТ Р 2.106-2019 «Единая система конструкторской документации. Текстовые документы».
7. ГОСТ Р 21.101-2020 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации» и т.д.

### **3.3 Сведения о топографо-геодезических, гидрологических, метеорологических, климатических, инженерно-геологических, гидрогеологических условиях**

Одноэтапные инженерные изыскания для разработки проектной и рабочей документации по объекту «Курейская ГЭС. Реконструкция земляных плотин» выполнены в 2021 году в полном объеме в соответствии с техническим заданием и утвержденной АО "Норильско-Таймырская энергетическая компания" программой работ (том 5 №2220-ИЗ. Программа инженерных изысканий).

#### **3.3.1 Инженерно-геодезические условия**

В административном отношении Курейская ГЭС находится в Восточной Сибири, на территории Туруханского района Красноярского края, в 1240,0км севернее г.Красноярска, в 128,0км севернее с. Туруханск, в 95,0км юго-восточнее г.Игарка, возле поселка Светлогорск, относится к гидротехническому сооружению II класса повышенного уровня ответственности.

Участок изысканий располагается в границах кадастрового квартала с учетным номером 24:37:0904001, Красноярский край, Туруханский район. Категория земель на участке изысканий: земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения.

Система координат Туруханского кадастрового района (МСК №165) входящего в Красноярский кадастровый округ (СК №24), Система высот - Балтийская 1977г.

Рассматриваемая территория попадает на лист топографической карты масштаба 1:100000 с номенклатурой трапеции Q-45-045,046, картографические материалы

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

различных годов создания и степени секретности хранятся в архивах ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ПД» и территориальных отделах Росреестра. В открытом доступе имеются спутниковые снимки и данные радарной съемки, которые могут быть использованы для предварительного планирования.

Исходная геодезическая основа представлена пунктами государственной триангуляции и реперами нивелирования различных классов, все пункты расположены на значительном удалении и в труднодоступных местах.

На участке изысканий в районе основных гидротехнических сооружений Курейской ГЭС рельеф сложный, характеризуется техногенными насыпями, углы наклона местами превышают 13°. В юго-восточной части участка рельеф более спокойный, углы наклона не превышают 3°.

Абсолютные отметки рассматриваемой территории составляют от 30,45м (урез воды р. Курейка) до 107,24м в северо-западной части участка изысканий.

Согласно лесорастительному районированию Красноярского края территория относится к лесотундровой зоне. Лесистость района невысокая.

Сообщение между населенными пунктами осуществляется в основном авиационным (от 9 до 12 месяцев в году) или речным транспортом (4 месяца в году). Продолжительность навигации по р. Енисею на территории района 4 месяца, по притокам – от 7 до 20 дней. К видам транспорта эпизодического пользования относятся автозимники, которые связывают Туруханский район с остальной частью края.

Автомобильные и железнодорожные транспортные сети не развиты. В межнавигационный период между г. Игарка и п. Светлогорск возможна доставка грузов по автозимнику.

В 12,0км от поселка расположен причал, обеспечивающий прием и отправку грузов в период навигации.

Ближайшая железнодорожная станция - Абалаково, в районе которой располагается речной порт Лесосибирск, расстояние до участка работ водным транспортом – 1280,0км.

Участок работ характеризуется как незастроенной, так и застроенной территорией со зданиями, надземными и подземными сооружениями и инженерными коммуникациями.

Взам. инв. №	
Подл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2220-КР2.1

В 2021 году АО «КрасноярскТИСИЗ» выполнил инженерно-геодезические изыскания по договору «Курейская ГЭС. Реконструкция земляных плотин», в ходе которых в соответствии с техническим заданием и программой (том 5 №2220-ИЗ «Программа инженерных изысканий») были выполнены следующие виды работ:

- Определение координат пунктов опорной геодезической сети Курейской ГЭС в системе координат МСК-165;
- Топографическая съемка масштаба 1:5000 с сечением рельефа 2,0м основных сооружений и прилегающей территории Курейской ГЭС – 254 га;
- Топографическая съемка в границах проектирования масштаба 1:1000 с сечением рельефа 0,5м основных сооружений Курейской ГЭС – 69 га.

Все инженерно-геодезические работы выполнены в местной системе координат кадастрового учета МСК-165 и Балтийской системе высот 1977г. и в полном объеме обеспечивают выполнение проектных работ по реконструкцию каменно-земляных плотин.

На Курейской ГЭС существует и поддерживается в работоспособном состоянии сеть опорных и контрольных пунктов, с помощью которой систематически осуществляются геодезические наблюдения за смещения гидротехнических сооружений.

### 3.3.2 Инженерно-геологические и гидрогеологические условия

В составе сооружений, проект реконструкции которых разрабатывается: русловая каменно-земляная плотина высотой 79,0м, длиной 1641,44м, шириной по гребню от 10,0 до 50,0м с ядром из суглинка с двухслойными переходными зонами и боковыми призмами из скального грунта и правобережная каменно-земляная плотина во II понижении высотой 38,3м, длиной 643,7м шириной по гребню 8,0–12,0м, цокольная часть которой, низовая упорная призма выполнены из гравийно-галечникового грунта, с каменной наброской по верховому откосу и дополнительной пригрузкой на отметках 79,0-80,0м.

На участке гидроузла долина реки Курейка выработана в осадочных углистых песчаниках, алевролитах нижнепермского возраста бургу克林ской свиты, прорванных долеритами средне и мелкокристаллическими с пойкилоофитовой структурой и горошчатой текстурой катангского (нижнего триаса) и оливиновыми габбро-долеритами и габбро, крупнокристаллическими с габбро-офитовой структурой и массивной текстурой

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

норильского типа (среднего триаса), покрытых рыхлыми четвертичными отложениями: флювиогляциальными, ледниковыми, озерно-болотными, склоновыми, аллювиальными.

В период внедрения интрузий норильского типа под воздействием температуры и давления на контакте с вмещающими породами бургу克林ской свиты в нижнем-среднем отделе триасовой системы сформировались брекчии графитовые (содержание графита более 40 %) и долерит графитовые (содержание графита до 40%).

Брекчии долерит-графитовые, зафиксированные в основании русловой и правобережной плотины во втором понижении, и графитовые, выделенные в основании русловой плотины, разделены по степени сохранности на зоны, соответственно: разборной скалы (А, Аг), разуплотненных пород (Б, Бг).

Вскрытая мощность брекчий графитовых – 4,0м, долерит графитовых от 1,5 до 30,0м (наибольшая мощность в районе магмоподводящих тектонических зон).

Наиболее древние четвертичные отложения в основании русловой и правобережной плотины во втором понижении ледниковые и флювиогляциальные верхнего звена, представленные преимущественно гравийными и галечниковыми грунтами с песком, супесью и суглинком в заполнителе с прослоями и линзами песков разной крупности, супесей и суглинков, имеют максимальную вскрытую мощность, соответственно, 9,1 и 27,4м.

Скважиной №15 (ПК7+59,3÷ПК7+93,1), пробуренной в 2021 году с гребня русловой плотины на контакте тела плотины с основанием зафиксированы флювиогляциальные пески средние ИГЭ 23 мощностью 0,7м.

Отложения современного звена в зоне влияния рассматриваемых сооружений, представлены: элювиально-делювиальными, аллювиальными, делювиальными; озерно-болотными и техногенными образованиями.

Озерно-болотные отложения, зафиксированные в основании правобережной плотины во втором понижении (низовой клин плотины), представлены глинами, суглинками, супесями с примесью органического вещества с прослоями торфа. Максимальная суммарная вскрытая мощность озерно-болотных пород – 8,0м.

Мощность торфа и торфосодержащих грунтов ИГЭ 9, 10, преимущественно выбранных в контуре плотины, в нижнем бьефе увеличивается до, соответственно, 2,7 и 9,5м.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Аллювиальные и делювиальные отложения, зафиксированные в границах площадок, отведенных под производственные помещения, а также фрагментарно в основании русловой плотины, представлены, соответственно, гравийными, галечниковыми грунтами с песком средней крупности в заполнителе, максимальной суммарной вскрытой мощностью 4,7м; супесями, суглинками – 4,5м.

Техногенные, насыпные грунты слагают тело рассматриваемых русловой и правобережной плотины во втором понижении.

Ядро русловой плотины отсыпано супесью пластичной с гравием и галькой 30% на участке ПК0+00÷ПК7+50 карьера №36, на участке ПК7+50÷ПК16+00 – карьера №6.

В границах русловой плотины на участках без «стены в грунте» в 2021 скважинами, пробуренными с гребня плотины, №№16-18 (ПК0+00÷ПК4+63,59); №15 (ПК7+59,3÷ПК7+93,1), №№12-14 (ПК10+41,68÷ПК14+50) зафиксированы интервалы, где грунты ядра находится в текучем (ИГЭ 1а<sub>1</sub>, 1а) и текучепластичном (ИГЭ 1б<sub>1</sub>) состоянии; скважинами №№13-15 по всей глубине - тонкие (1-2 см) прослойки песка мелкого, углистые включения; скважиной №14 в интервале 24,2-24,7м – валун долеритов.

Верховая противofильтрационная призма правобережной плотины во II понижении в отметках 88,0-89,0м отсыпана супесью пластичной с гравием и галькой 40% карьера №41, обогащенного грунтом карьера №36; в отметках 89,0–98,0м - супесью пластичной с гравием и галькой 30% карьера №36.

Переходные зоны русловой плотины отсыпаны грунтами из карьеров №№13, 10: первая переходная зона - галечниковым грунтом с песком средней крупности в заполнителе до 30%, вторая переходная зона - отсевом фракций 10–200мм из галечниковых грунтов карьера №10.

Буровыми работами 2021 года в грунтах второй переходной зоны русловой плотины зафиксированы редкие тонкие (1,0–2,0 см) прослойки суглинка тугопластичного.

Переходная зона и защитный слой понура правобережной плотины во II понижении сложены галечниковым грунтом с песком средней крупности в заполнителе до 30% карьеров №13 и №10.

Защитный слой для гребня ПФУ (противofильтрационных устройств) плотин выполнен песком, отсевом фракции менее 10мм из грунтов карьера №10, песками преимущественно гравелистыми, местами средней крупности.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

В песках защитного слоя русловой плотины и правобережной во II понижении буровыми работами в 2021 году зафиксированы редкие тонкие (1,0-2,0см) прослой суглинка тугопластичного.

Низовая и верховая упорные призмы русловой плотины отсыпаны дресвой и щебнем с песком мелким в заполнителе до 10% карьера №1, низовая упорная призма правобережной плотины во II понижении - галечниковым, реже гравийным грунтом с песком средней крупности в заполнителе до 10% карьера №41.

В грунтах низовой упорной призмы правобережной плотины во II понижении скважинами №№1-7, пробуренными в 2021 году с полук низового клина плотины 93,0м и 80,5м в границах проблемного участка ПК11+40÷ПК13+40, зафиксированы линзы и прослой супеси пластичной и суглинка тугопластичного ИГЭ 1 мощностью от 1,2 до 10,3м, суглинка текучепластичного ИГЭ 1б мощностью от 1,2 до 2,8м, песка средней крупности ИГЭ 6 мощностью от 2,4 до 5,8м.

Боковые призмы плотин укреплены горной массой карьера №1 (d50>0,5м) глыбовым и щебенистым грунтом ИГЭ 5.

По результатам буровых работ 2021 года в грунтах крепления боковых призм присутствует заполнитель песок мелкий до 10% и тонкие прослой суглинка.

Курейская ГЭС расположена в Приенисейской зоне островного развития мерзлоты (15–20% пород мерзлые).

До начала строительства острова мерзлых пород в зоне влияния сооружений гидроузла были зафиксированы вдоль современного русла реки Курейка (русловая плотина), распространялись вглубь склона на 100,0м, имели мощность не более 30,0м и температуры, которые менялись в зависимости от экспозиции, наличия покровной растительности и времени года от минус 0,2°С до минус 4,0°С.

После наполнения водохранилища и ввода гидроузла в эксплуатацию острова мерзлых пород в контуре сооружений напорного фронта начали деградировать.

По результатам буровых работ 2021 года в контуре русловой плотины, правобережной во II понижении, на площадках производственного назначения мерзлые породы не зафиксированы.

Породы в основании русловой плотины, правобережной во II понижении талые, обводненные, в основании площадок производственного назначения талые и сезонномерзлые, обводненные.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Нормативная глубина сезонного промерзания, определенная в соответствии с п. 5.5.3 СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений», составляет для суглинков и глин – 2,6м; супесей, песков мелких и пылеватых – 3,1м; песков гравелистых, крупных, средней крупности – 3,4м; крупнообломочных грунтов – 3,8м.

Сезонное промерзание грунтов на участке основных сооружений Курейской ГЭС (по данным геокриологических исследований Игарской НИМС 1992–1993гг.) начинается с середины октября и продолжается до конца мая, максимальная глубина промерзания – 3,3м.

Подземные воды в контуре русловой плотины, правобережной во II понижении приурочены к наиболее водопроницаемым разностям пород основания разного генезиса: пескам, гравийным и галечниковым грунтам, зонам повышенной трещиноватости коренных пород. Подземные воды безнапорные, из-за значительной фильтрационной анизотропии пород основания, местами приобретают напор от 1,0 до нескольких десятков метров, питаются атмосферными осадками и водами водохранилища, разгружаются в русло реки Курейка в нижнем бьефе гидроузла.

По выводам АО «ВНИИГ имени Б.Е. Веденеева» на 2016 год этап 1 положение депрессионных кривых в теле плотин не выходит за рамки, предусмотренные проектом. Фильтрационные параметры грунтов тела плотины укладываются в значения, предусмотренные проектом.

Воды гидрокарбонатные смешанного катионного состава, пресные с минерализацией до 0,3г/л в соответствии с СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии», т. В.3 обладают слабой агрессивностью к бетону марки W4 по бикарбонатной щелочности, высокой агрессивностью к свинцовой, средней к алюминиевой оболочке кабеля (ГОСТ 9.602-2016 «Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии», «Руководство по проектированию и защите от коррозии подземных металлических сооружений связи», М. «Связь» 1978г).

Нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств талых грунтов тела и основания русловой плотины и правобережной во II понижении, расчетные коэффициенты фильтрации, группы грунтов по трудности разработки приведены, соответственно в таблицах 3.3.2.1 и 3.3.2.2.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

К неблагоприятным физико-геологическим процессам на участке основных сооружений Курейской ГЭС отнесено затопление прилегающей территории в районе низового клина правобережной плотины во II понижении.

Исходная сейсмичность района размещения гидроузла в соответствии с СП 14.13330.2018 (ОСР-2015) «Строительство в сейсмических районах» 5 баллов и менее по шкале MSK-64, что позволяет не учитывать сейсмичность при проектировании.

Реконструкция каменно-земляных плотин Курейской ГЭС обеспечена строительными материалами: камнем для крепления откосов, фракции 0-1000 мм (d50 250-300 мм) из карьера №1а в объеме 320,3 тыс.м<sup>3</sup>, при потребности с учетом неотчетственных отсыпок 220 тыс.м<sup>3</sup>, песчано-гравийным грунтом для неотчетственных отсыпок из карьера №36 участок 3 в объеме 122,178 тыс.м<sup>3</sup> при потребности 40 тыс.м<sup>3</sup>.

Гравийно-галечниковый грунт для ответственных отсыпок в объеме 45 тыс.м<sup>3</sup>, песок для глиноцементобетона в объеме 30 тыс.м<sup>3</sup>, щебень для глиноцементобетона в объеме 6 тыс.м<sup>3</sup> приобретает в сертифицированных карьерах Красноярского края (см. таблицу 3.3.2.3).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			2220-КР2.1						
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

Таблица 3.3.2.1 - Нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств, расчетные показатели фильтрационных свойств талых грунтов тела и основания русловой плотины. Группы грунтов по трудности разработки. Курейская ГЭС

Стратиграфический индекс	Наименование грунта	Влажность природная, W, д.е	Влажность на границе текучести, W <sub>L</sub> , д.е	Влажность на границе раскатывания, W <sub>P</sub> , д.е	Число пластичности, I, д.е.	Показатель текучести, I <sub>L</sub>	Степень влажности S <sub>г</sub>	Плотность частиц грунта, ρ <sub>s</sub> , т/м <sup>3</sup>	Плотность грунта, ρ, т/м <sup>3</sup>	Плотность сухого грунта, ρ <sub>d</sub> , т/м <sup>3</sup>	Плотность водонасыщенного грунта, ρ <sub>w</sub> , т/м <sup>3</sup>	Коэффициент пористости, e	Угол внутреннего трения, φ	Сцепление, C, МПа	Модуль деформации, E, МПа	Коэффициент Пуассона, μ	Коэффициент фильтрации, Кф, м/сут.	ГЭСН 2020 Сборник 1 приложение 1.1 Сборник 3 приложение.3.1	
																		Плотность по ГЭСН 2020	Группа грунтов по трудности разработки (пункт таблицы)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
tQ <sub>IV</sub> ИГЭ-1 <sub>1</sub>	<b>Ядро ПК0-ПК-7+50.</b> Супесь пластичная с обломками до 30% карьеров №36	0,15	0,20	0,14	0,06	0,14	0,92	2,82	$\frac{2,20}{2,15}$	1,91	2,22	0,476	$\frac{28}{24}$	$\frac{0,032}{0,021}$	30	0,35	0,2	$\frac{1,80}{1,85}$	$\frac{36B}{34B}$
tQ <sub>IV</sub> ИГЭ-1	<b>Ядро ПК7+50-ПК-10+00.</b> Супесь пластичная с обломками до 30% карьеров №6	0,17	0,21	0,14	0,07	0,43	0,91	2,82	$\frac{2,16}{2,13}$	1,85	2,20	0,524	$\frac{28}{24}$	$\frac{0,027}{0,018}$	30	0,35	0,2	$\frac{1,80}{1,85}$	$\frac{36B}{34B}$
tQ <sub>IV</sub> ИГЭ-16	<b>Ядро ПК10+00-ПК-16+00.</b> Суглинок полутвердый с обломками до 30% карьеров №6	0,21	0,27	0,19	0,08	0,25	1,0	2,82	$\frac{2,15}{2,13}$	1,78	2,15	0,584	$\frac{28}{24}$	$\frac{0,027}{0,018}$	30	0,35	0,05	$\frac{1,80}{1,85}$	$\frac{36B}{34B}$
tQ <sub>IV</sub> ИГЭ-1 <sub>а1</sub>	<b>Ядро ПК0-ПК-7+50.</b> Супесь текучая с обломками до 30% карьеров № 36	0,24	0,22	0,15	0,07	1,29	1,0	2,82	$\frac{2,08}{2,03}$	1,68	2,08	0,679	$\frac{10}{9}$	$\frac{0,007}{0,005}$	5	0,38	0,2	$\frac{1,80}{1,85}$	$\frac{36B}{34B}$
tQ <sub>IV</sub> ИГЭ-1 <sub>а</sub>	<b>Ядро ПК7+50-ПК-16+00.</b> Супесь текучая с обломками до 30% карьеров №6	0,25	0,24	0,18	0,06	1,17	1,0	2,82	$\frac{2,05}{2,02}$	1,64	2,05	0,719	$\frac{10}{9}$	$\frac{0,007}{0,005}$	5	0,38	0,2	$\frac{1,80}{1,85}$	$\frac{36B}{34B}$
tQ <sub>IV</sub> ИГЭ-2	<b>I переходная зона.</b> Грунт галечниковый с песком до 30% карьера №13	0,046					0,40	2,93	$\frac{2,29}{2,27}$	2,19	2,44	0,338	$\frac{33}{30}$	$\frac{0,002}{0,001}$	50	0,27	100,0	$\frac{1,95}{1,95}$	$\frac{66}{56}$
tQ <sub>IV</sub> ИГЭ-3 <sub>а</sub>	<b>I переходная зона.</b> Грунт галечниковый с песком 25% с валунами до 5% карьера №10	0,039					0,34	2,94	$\frac{2,29}{2,27}$	2,20	2,45	0,336	$\frac{33}{30}$	$\frac{0,002}{0,001}$	50	0,27	100,0	$\frac{1,95}{1,95}$	$\frac{66}{56}$
tQ <sub>IV</sub> ИГЭ-3	<b>II переходная зона</b> галечниковый карьера № 10 (фракции 10-200 мм)	0,03					0,14	2,94	$\frac{1,85}{1,82}$	1,80	2,19	0,633	$\frac{33}{30}$	$\frac{0,002}{0,001}$	50	0,27	100,0	$\frac{1,95}{1,95}$	$\frac{66}{56}$
tQ <sub>IV</sub> ИГЭ-2 <sub>а</sub>	<b>II переходная зона</b> Гравийно-галечниковый грунт карьера №13	0,07					0,55	2,94	$\frac{2,29}{2,27}$	2,14	2,45	0,374	$\frac{33}{30}$	$\frac{0,002}{0,001}$	50	0,27	100,0	$\frac{1,95}{1,95}$	$\frac{66}{56}$

Инд. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №

Изм. Кол.уч Лист № док. Подп. Дата

2220-КР2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<b>tQ<sub>IV</sub></b> <b>ИГЭ-4</b>	<b>Упорные призмы</b> Мелкий камень карьера №1, d <sub>50</sub> =0,2м	0,02					0,11	2,95	$\frac{1,98}{1,97}$	1,94	2,28	0,521	$\frac{38}{35}$	$\frac{0,002}{0,001}$	80	0,27	150	$\frac{1,95}{1,95}$	$\frac{6B}{56}$
<b>tQ<sub>IV</sub></b> <b>ИГЭ-5</b>	Горная масса карьера №1, d <sub>50</sub> >0,5м	0,02					0,12	2,95	$\frac{2,02}{2,01}$	1,98	2,31	0,490	$\frac{38}{35}$	$\frac{0,002}{0,001}$	90	0,27	150	$\frac{2,00}{1,95}$	$\frac{6Г}{56}$
<b>tQ<sub>IV</sub></b> <b>ИГЭ-6</b>	<b>Первый слой защитной призмы гребня ядра</b> Песок - отсев карьера №10 (фр. 0-10 мм)	0,10					0,42	2,94	$\frac{1,89}{1,80}$	1,72	2,08	0,709	$\frac{33}{30}$	$\frac{0,002}{0,001}$	30	0,30	10	$\frac{1,70}{1,70}$	$\frac{29B}{28B}$
<b>tQ<sub>IV</sub></b> <b>ИГЭ-7</b>	Гравий карьера №13 (отсев фр. 40-80 мм)	0,07					0,40	2,93	$\frac{2,08}{2,07}$	1,94	2,23	0,510	$\frac{33}{30}$	$\frac{0,002}{0,001}$	50	0,27	100	$\frac{1,95}{1,95}$	$\frac{66}{56}$
<b>tQ<sub>IV</sub></b> <b>ИГЭ-8</b>	Песок карьера №7	0,10					0,42	2,94	$\frac{1,89}{1,80}$	1,72	2,08	0,709	$\frac{26}{24}$	$\frac{0,002}{0,001}$	30	0,30	10	$\frac{1,70}{1,70}$	$\frac{29B}{28B}$
<b>tQ<sub>IV</sub></b> <b>ИГЭ-9</b>	Гравий карьера №30	0,07					0,36	2,89	$\frac{1,98}{1,97}$	1,85	2,20	0,562	$\frac{33}{30}$	$\frac{0,002}{0,001}$	50	0,27	100	$\frac{1,95}{1,95}$	$\frac{66}{56}$
<b>tQ<sub>IV</sub></b> <b>ИГЭ-10</b>	Гравий карьера №11 (отсев фр. 20-50 мм)	0,07					0,36	2,89	$\frac{1,98}{1,97}$	1,85	2,20	0,562	$\frac{33}{30}$	$\frac{0,002}{0,001}$	50	0,27	100	$\frac{1,75}{1,75}$	$\frac{6a}{5a}$
<b>tQ<sub>IV</sub></b> <b>ИГЭ-11</b>	Скальный грунт из р. Курейка	0,17					1,0	2,95	$\frac{2,28}{2,27}$	1,95	2,28	0,513	$\frac{38}{35}$	$\frac{0,002}{0,001}$	80	0,27	100	$\frac{1,95}{1,95}$	$\frac{6B}{56}$
<b>tQ<sub>IV</sub></b> <b>ИГЭ-12</b>	Вскрышной грунт карьера №1 (щебенистый грунт с глыбами, супесью до 30%)	0,14					0,63	2,95	$\frac{2,03}{2,02}$	1,78	2,17	0,657	$\frac{33}{30}$	$\frac{0,003}{0,002}$	30	0,27	10	$\frac{1,95}{1,95}$	$\frac{6B}{56}$
<b>tQ<sub>IV</sub></b> <b>ИГЭ-13</b>	Гравийный грунт карьера №30	0,07					0,36	2,89	$\frac{1,98}{1,97}$	1,85	2,20	0,562	$\frac{33}{30}$	$\frac{0,003}{0,002}$	50	0,27	100	$\frac{1,95}{1,95}$	$\frac{66}{56}$
<b>Грунты основания плотины</b>																			
<b>dQ<sub>IV</sub></b> <b>ИГЭ-3</b>	Супесь пластичная с гравием до 15%	0,25	0,28	0,22	0,06	0,50	0,91	2,80	$\frac{1,98}{1,97}$	1,58	2,02	0,772	$\frac{16}{14}$	$\frac{0,008}{0,005}$	10	0,3	0,15	$\frac{1,80}{1,85}$	$\frac{36B}{34B}$
<b>dQ<sub>IV</sub></b> <b>ИГЭ-3a</b>	Супесь пластичная с гравием от 15% до 25%	0,18	0,20	0,16	0,04	0,5	0,78	2,82	$\frac{2,02}{2,01}$	1,71	2,10	0,649	$\frac{23}{20}$	$\frac{0,008}{0,005}$	15	0,3	0,3	$\frac{1,80}{1,85}$	$\frac{36B}{34B}$
<b>dQ<sub>IV</sub></b> <b>ИГЭ-4</b>	Суглинок тугопластичный с гравием до 15%	0,28	0,35	0,25	0,10	0,3	0,92	2,79	$\frac{1,93}{1,92}$	1,51	1,96	0,848	$\frac{13}{11}$	$\frac{0,015}{0,01}$	10	0,37	0,05	$\frac{1,95}{1,95}$	$\frac{35Г}{33Г}$
<b>aQ<sub>IV</sub></b> <b>ИГЭ-8</b>	Гравийный грунт с песком до 15%	0,19					1,0	2,75	$\frac{2,16}{2,15}$	1,82	2,16	0,511	$\frac{33}{30}$	$\frac{0,002}{0,001}$	40	0,30	50	$\frac{1,95}{1,95}$	$\frac{66}{56}$
<b>aQ<sub>IV</sub></b> <b>ИГЭ-8<sub>1</sub></b>	Галечниковый грунт с песком до 35%	0,13					1,0	2,75	$\frac{2,28}{2,27}$	2,02	2,28	0,361	$\frac{34}{31}$	$\frac{0,002}{0,001}$	50	0,27	100	$\frac{1,95}{1,95}$	$\frac{6B}{56}$
<b>gQ<sub>III</sub></b> <b>ИГЭ-17</b>	Супесь пластичная с гравием до 25%	0,24	0,28	0,22	0,06	0,3	1,0	2,79	$\frac{2,07}{2,06}$	1,67	2,07	0,671	$\frac{25}{22}$	$\frac{0,008}{0,005}$	15	0,30	0,3	$\frac{1,80}{1,85}$	$\frac{36B}{34B}$
<b>gQ<sub>III</sub></b> <b>ИГЭ-17<sub>1</sub></b>	Супесь пластичная с гравием и галькой от 25 до 50%	0,23	0,25	0,21	0,04	0,5	1,0	2,79	$\frac{2,10}{2,09}$	1,71	2,10	0,632	$\frac{28}{24}$	$\frac{0,008}{0,005}$	20	0,28	0,5	$\frac{1,85}{1,85}$	$\frac{36Г}{34B}$
<b>gQ<sub>III</sub></b> <b>ИГЭ-18</b>	Суглинок мягкопластичный с гравием и щебнем до 25%	0,26	0,28	0,20	0,08	0,75	1,0	2,80	$\frac{2,05}{2,04}$	1,63	2,05	0,718	$\frac{19}{17}$	$\frac{0,015}{0,01}$	12	0,35	0,05	$\frac{1,75}{1,75}$	$\frac{35B}{33B}$

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Лист

55

1	2	3	4	5	6	7	8	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<b>gQ<sub>III</sub></b> <b>ИГЭ-18<sub>1</sub></b>	Суглинок мягкопластичный с гравием и галькой от 25 до 50%	0,24	0,28	0,18	0,10	0,6	1,0	2,80	<u>2,07</u> 2,06	1,67	2,07	0,677	<u>23</u> 20	<u>0,015</u> 0,01	15	0,32	0,25	<u>1,75</u> 1,75	<u>35В</u> 33В
<b>gQ<sub>III</sub></b> <b>ИГЭ-19</b>	Песок разной крупности	0,26					1,0	2,90	<u>2,07</u> 2,06	1,64	2,07	0,768	<u>22</u> 20	<u>0,002</u> 0,001	25	0,28	3,0	<u>1,70</u> 1,70	<u>29В</u> 28В
<b>gQ<sub>III</sub></b> <b>ИГЭ-20</b>	Гравийный грунт с песком	0,18					1,0	2,90	<u>2,24</u> 2,23	1,90	2,24	0,526	<u>33</u> 30	<u>0,002</u> 0,001	30	0,30	50	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56
<b>gQ<sub>III</sub></b> <b>ИГЭ-20<sup>а</sup></b>	Гравийный грунт с супесью	0,18	0,20	0,14	0,06	0,67	1,0	2,85	<u>2,23</u> 2,22	1,89	2,23	0,508	<u>33</u> 30	<u>0,002</u> 0,001	30	0,30	5	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56
<b>gQ<sub>III</sub></b> <b>ИГЭ-20<sup>б</sup></b>	Гравийный грунт с суглинком	0,18	0,25	0,16	0,09	0,22	1,0	2,85	<u>2,23</u> 2,22	1,89	2,23	0,508	<u>33</u> 30	<u>0,002</u> 0,001	30	0,30	1	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56
<b>gQ<sub>III</sub></b> <b>ИГЭ-20<sub>1</sub></b>	Галечниковый грунт с песком	0,16					1,0	2,90	<u>2,29</u> 2,28	1,97	2,29	0,472	<u>34</u> 31	<u>0,002</u> 0,001	40	0,27	100	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56
<b>gQ<sub>III</sub></b> <b>ИГЭ-20<sub>1</sub><sup>а</sup></b>	Галечниковый грунт с супесью в заполнителе	0,16	0,19	0,15	0,04	0,25	1,0	2,93	<u>2,31</u> 2,30	1,99	2,31	0,472	<u>34</u> 31	<u>0,002</u> 0,001	40	0,27	10	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56
<b>gQ<sub>III</sub></b> <b>ИГЭ-20<sub>1</sub><sup>б</sup></b>	Галечниковый грунт с суглинком в заполнителе	0,17	0,25	0,17	0,08	0,0	1,0	2,93	<u>2,28</u> 2,27	1,95	2,28	0,503	<u>34</u> 31	<u>0,002</u> 0,001	40	0,27	5	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56
<b>gQ<sub>III</sub></b> <b>ИГЭ-20<sub>2</sub></b>	Валунный грунт с супесью	0,15	0,20	0,14	0,06	0,17	1,0	2,95	<u>2,35</u> 2,34	2,04	2,35	0,446	<u>35</u> 32	<u>0,002</u> 0,001	50	0,27	200	<u>2,30</u> 1,95	<u>6Д</u> 56
<b>fQ<sub>III</sub></b> <b>ИГЭ-21</b>	Супесь пластичная с гравием и галькой до 25%	0,25	0,27	0,22	0,05	0,60	1,0	2,80	<u>2,06</u> 2,05	1,65	2,06	0,697	<u>25</u> 22	<u>0,008</u> 0,005	12	0,30	0,15	<u>1,80</u> 1,85	<u>36В</u> 34В
<b>fQ<sub>III</sub></b> <b>ИГЭ-21<sub>1</sub></b>	Супесь пластичная гравелистая	0,23	0,25	0,20	0,05	0,75	1,0	2,80	<u>2,08</u> 2,07	1,69	2,08	0,657	<u>28</u> 24	<u>0,008</u> 0,005	15	0,28	0,5	<u>1,80</u> 1,85	<u>36В</u> 34В
<b>fQ<sub>III</sub></b> <b>ИГЭ-22<sub>1</sub></b>	Суглинок мягкопластичный с включением гравия и гальки от 25 до 50%	0,25	0,28	0,20	0,08	0,63	1,0	2,78	<u>2,06</u> 2,05	1,65	2,06	0,685	<u>20</u> 17	<u>0,023</u> 0,015	12	0,32	0,25	<u>1,75</u> 1,75	<u>35В</u> 33В
<b>fQ<sub>III</sub></b> <b>ИГЭ-22</b>	Суглинок мягкопластичный с гравием и галькой до 25%	0,27	0,30	0,21	0,09	0,66	1,0	2,78	<u>2,02</u> 2,01	1,59	2,02	0,748	<u>16</u> 14	<u>0,023</u> 0,015	10	0,35	0,05	<u>1,75</u> 1,75	<u>35В</u> 33В
<b>fQ<sub>III</sub></b> <b>ИГЭ-23</b>	Песок разной крупности	0,31					1,0	2,90	<u>2,00</u> 1,98	1,53	2,00	0,895	<u>29</u> 26	<u>0,002</u> 0,001	20	0,27	3,0	<u>1,70</u> 1,70	<u>29В</u> 28В
<b>A (P<sub>1br</sub>)</b>	Песчаники мелкозернистые, алевропесчаники, песчаники разнозернистые зоны разборной скалы без смещения пород в массиве	0,13					1,0	2,71	<u>2,26</u> 2,26	2,00	2,26	0,355	<u>30</u> 30	<u>0,05</u> 0,05	500	0,25	6,0	<u>2,20</u> 2,20	<u>30а</u> 29а
<b>B (P<sub>1br</sub>)</b>	То же зоны разуплотненных пород с трещинами избирательного выветривания	0,07					1,0	2,72	<u>2,44</u> 2,44	2,28	2,44	0,193	<u>33</u> 33	<u>0,10</u> 0,10	2000	0,20	3,0	<u>---</u> 2,30	<u>---</u> 296
<b>B (P<sub>1br</sub>)</b>	То же зоны сохранных неизменных пород	0,07					1,0	2,72	<u>2,46</u> 2,46	2,30	2,46	0,183	<u>35</u> 35	<u>0,2</u> 0,2	3000	0,20	3,0	<u>---</u> 2,30	<u>---</u> 296
<b>A (γβT<sub>1</sub>kt, γβT<sub>1-2</sub>nr)</b>	Долериты катанского и норильского типа зоны разборной скалы без смещения пород в массиве	0,02					1,0	3,05	<u>2,93</u> 2,93	2,87	2,93	0,063	<u>30</u> 30	<u>0,05</u> 0,05	1000	0,25	2,0	<u>---</u> 2,60	<u>---</u> 20а

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Лист

56

1	2	3	4	5	6	7	8	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<b>Б (γβТ<sub>1</sub>kt, γβТ<sub>1-2</sub>nr)</b>	Долериты катанского и норильского типа зоны разуплотненных пород с трещинами избирательного выветривания	0,017					1,0	3,05	$\frac{2,95}{2,95}$	2,90	2,95	0,052	$\frac{37}{37}$	$\frac{0,25}{0,25}$	6000	0,25	0,07	$\frac{2,70}{2,70}$	$\frac{206}{206}$
<b>В (γβТ<sub>1</sub>kt, γβТ<sub>1-2</sub>nr)</b>	Долериты катанского и норильского типа зоны сохранных неизменных пород	0,01					1,0	3,07	$\frac{3,01}{3,01}$	2,98	3,01	0,03	$\frac{40}{40}$	$\frac{0,35}{0,35}$	25000	0,24	0,005	$\frac{3,10}{3,10}$	$\frac{20r}{20r}$
<b>А (Т<sub>1-2</sub>)</b>	Брекчия графит-долеритовая (содержание графита до 40%) зоны разборной скалы без смещения пород в массиве	0,13					1,0	2,72	$\frac{2,28}{2,28}$	2,02	2,28	0,347	$\frac{30}{30}$	$\frac{0,05}{0,05}$	500	0,35	0,5	$\frac{2,10}{2,10}$	$\frac{18a}{18a}$
<b>Б (Т<sub>1-2</sub>)</b>	Брекчия графит-долеритовая (содержание графита до 40%) зоны разуплотненных пород с трещинами избирательного выветривания	0,07					1,0	2,74	$\frac{2,46}{2,46}$	2,30	2,46	0,191	$\frac{33}{33}$	$\frac{0,1}{0,1}$	900	0,32	0,2	$\frac{2,30}{2,30}$	$\frac{186}{186}$
<b>А<sub>r</sub> (Т<sub>1-2</sub>)</b>	Брекчия графитовая (содержание графита более 40%) зоны разборной скалы	0,2					1,0	2,20	$\frac{1,82}{1,82}$	1,52	1,82	0,447	$\frac{10}{10}$	$\frac{0,05}{0,05}$	100	0,35	0,5	$\frac{2,10}{2,10}$	$\frac{18a}{18a}$
<b>Б<sub>r</sub> (Т<sub>1-2</sub>)</b>	Брекчия графитовая (содержание графита более 40%) зоны разуплотненных пород	0,16					1,0	2,20	$\frac{1,90}{1,90}$	1,64	1,90	0,341	$\frac{12}{12}$	$\frac{0,05}{0,05}$	200	0,35	0,1	$\frac{2,10}{2,10}$	$\frac{18a}{18a}$

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Лист

57

Таблица 3.3.2.2 - Нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств, расчетные показатели фильтрационных свойств талых грунтов тела и основания правобережной плотины во II понижении. Группы грунтов по трудности разработки. Курейская ГЭС.

Стратиграфический индекс	Наименование грунта	Влажность природная, W, д.е	Влажность на границе текучести, W <sub>L</sub> , д.е	Влажность на границе раскатывания, W <sub>P</sub> , д.е	Число пластичности, I, д.е.	Показатель текучести, I <sub>L</sub>	Степень влажности S <sub>г</sub>	Плотность частиц грунта, ρ <sub>s</sub> , т/м <sup>3</sup>	Плотность грунта, ρ, т/м <sup>3</sup>	Плотность сухого грунта, ρ <sub>d</sub> , т/м <sup>3</sup>	Плотность водонасыщенного грунта, ρ <sub>в.</sub> , т/м <sup>3</sup>	Коэффициент пористости, e	Угол внутреннего трения, φ	Сцепление, С, МПа	Модуль деформации, Е, МПа	Коэффициент Пуассона, μ	Коэффициент фильтрации, Кф, м/сут.	ГЭСН 2022 Сборник 1 приложение 1.1 Сборник 3 приложение.3.1	
																		Плотность по ГЭСН 2020	Группа грунтов по трудности разработки (пункт таблицы)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
tQ <sub>IV</sub> ИГЭ-1	<b>Верховая противофильтрационная призма до отметок 88,0-89,0 м.</b> Грунт карьера №41, обогащенный грунтом карьера №36 (супесь с гравием и галькой 40%)	0,12			0,04		0,85	2,82	<u>2,26</u> 2,25	2,02	2,30	0,396	<u>28</u> 24	<u>0,027</u> 0,018	35	0,35	0,7	<u>1,85</u> 1,85	<u>36г</u> 34в
tQ <sub>IV</sub> ИГЭ-1а	<b>Верховая противофильтрационная призма до отметок 89,0-98,0 м.</b> Грунт карьера №36 (супесь с гравием и галькой до 30%)	0,16			0,06		0,83	2,82	<u>2,12</u> 2,09	1,83	2,18	0,541	<u>28</u> 24	<u>0,027</u> 0,018	35	0,35	1,0	<u>1,80</u> 1,85	<u>36в</u> 34в
tQ <sub>IV</sub> ИГЭ-1б	<b>Низовая призма плотины.</b> Гравийный грунт с супесью текучей до 40%	0,32	0,30	0,24	0,06	1,33	0,92	2,82	<u>1,89</u> 1,89	1,43	1,93	0,978	<u>10</u> 9	<u>0,007</u> 0,005	5	0,38	0,05	<u>1,75</u> 1,75	<u>35в</u> 33в
tQ <sub>IV</sub> ИГЭ-2	<b>Первый слой обратного фильтра дренажной призмы и фильтровой подготовки под крепление верхового откоса</b> Грунт (галечниковый с песком до 30%) карьера №13	0,052					0,43	2,93	<u>2,27</u> 2,26	2,16	2,42	0,356	<u>33</u> 30	<u>0,002</u> 0,001	50	0,27	100	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56
tQ <sub>IV</sub> ИГЭ-2а	Грунт (галечниковый грунт с песком 25% валунами 5%) карьера №10	0,07					0,32	2,93	<u>1,91</u> 1,91	1,79	2,18	0,637	<u>33</u> 30	<u>0,002</u> 0,001	50	0,27	100	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
tQ <sub>IV</sub> ИГЭ-4а	<b>Цоколь и низовая упорная призма</b> Грунт карьера №41 (галечниковый с песком 30% грунт)	0,09					0,60	2,93	<u>2,21</u> 2,18	2,03	2,33	0,443	<u>33</u> 30	<u>0,002</u> 0,001	50	0,27	100	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56
tQ <sub>IV</sub> ИГЭ-6	<b>Защитная призма гребня ПФУ</b> Песок гравелистый - отсев карьера №10 (фр. 0-10 мм)	0,13					0,43	2,94	<u>1,76</u> 1,75	1,55	2,03	0,897	<u>32</u> 29	<u>0,002</u> 0,001	30	0,30	10	<u>1,70</u> 1,70	<u>29В</u> 28В
tQ <sub>IV</sub> ИГЭ-5	<b>Низовая упорная призма</b> Щебенистый грунт - горная масса долериты карьера №1 (d <sub>50</sub> >0,5м)	0,09					0,44	2,89	<u>1,98</u> 1,98	1,82	2,19	0,588	<u>38</u> 35	<u>0,002</u> 0,001	90	0,27	150	<u>2,00</u> 1,95	<u>6Г</u> 56
Грунты основания плотины																			
ИbQ <sub>IV</sub> ИГЭ-9	Торф	0,8					0,82	1,33	<u>1,05</u> 1,05	0,58	2,07	1,293	<u>7</u> 6	<u>0,01</u> 0,008	5	0,36	5	<u>1,05</u> 1,10	<u>376</u> 356
ИbQ <sub>IV</sub> ИГЭ-10	Супесь пластичная с растительными осадками	0,24	0,26	0,21	0,05	0,6	0,93	2,88	<u>2,05</u> 2,05	1,65	2,08	0,745	<u>16</u> 14	<u>0,008</u> 0,005	12	0,30	0,3	<u>1,80</u> 1,85	<u>36В</u> 34В
ИbQ <sub>IV</sub> ИГЭ-10а	Супесь пластичная гравелистая с включениями до 25-50%	0,22	0,23	0,17	0,06	0,75	1,0	2,88	<u>2,14</u> 2,14	1,75	2,14	0,646	<u>25</u> 17	<u>0,008</u> 0,005	15	0,28	0,5	<u>1,80</u> 1,85	<u>36В</u> 34В
ИbQ <sub>IV</sub> ИГЭ-11	Суглинки мягкопластичные	0,34	0,37	0,27	0,10	0,7	1,0	2,80	<u>1,93</u> 1,93	1,44	1,93	0,944	<u>16</u> 14	<u>0,023</u> 0,015	10	0,35	0,05	<u>1,75</u> 1,75	<u>35В</u> 33В
ИbQ <sub>IV</sub> ИГЭ-11 <sub>1</sub>	Глины тугопластичные	0,35	0,48	0,24	0,24	0,46	1,0	2,80	<u>1,90</u> 1,90	1,41	1,90	0,986	<u>14</u> 12	<u>0,038</u> 0,025	7	0,42	0,005	<u>1,80</u> 1,80	<u>8а</u> 8а
gQ <sub>III</sub> ИГЭ-20	Гравийный грунт с песком	0,18					1,0	2,90	<u>2,24</u> 2,24	1,90	2,24	0,526	<u>33</u> 30	<u>0,00</u> 0,00	30	0,30	50	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56
gQ <sub>III</sub> ИГЭ-20 <sub>1</sub> <sup>а</sup>	Галечниковый грунт с супесью в заполнителе	0,17					1,0	2,90	<u>2,27</u> 2,27	1,94	2,27	0,495	<u>36</u> 31	<u>0,002</u> 0,001	40	0,27	10	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56
gQ <sub>III</sub> ИГЭ-20 <sub>6</sub>	Гравийный грунт с суглинком	0,16					1,0	2,85	<u>2,26</u> 2,26	1,95	2,26	0,461	<u>35</u> 30	<u>0,002</u> 0,001	30	0,30	1	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56
fQ <sub>III</sub> ИГЭ-21	Супесь пластичная с гравием и галькой до 25%	0,24	0,25	0,21	0,04	0,75	1,0	2,80	<u>2,06</u> 2,06	1,66	2,06	0,687	<u>25</u> 22	<u>0,008</u> 0,005	12	0,30	0,3	<u>1,80</u> 1,85	<u>36В</u> 34В
fQ <sub>III</sub> ИГЭ-21 <sub>1</sub>	Супесь пластичная гравелистая	0,22	0,23	0,19	0,04	0,75	1,0	2,80	<u>2,11</u> 2,11	1,73	2,11	0,618	<u>28</u> 24	<u>0,008</u> 0,005	15	0,28	0,5	<u>1,80</u> 1,85	<u>36В</u> 34В
fQ <sub>III</sub> ИГЭ-22 <sub>1</sub>	Суглинок мягкопластичный с включением гравия и гальки от 25 до 50%	0,25	0,30	0,18	0,12	0,58	0,90	2,78	<u>1,96</u> 1,96	1,57	1,93	0,771	<u>20</u> 17	<u>0,023</u> 0,015	12	0,32	0,25	<u>1,75</u> 1,75	<u>35В</u> 33В
fQ <sub>III</sub> ИГЭ-22	Суглинок мягкопластичный с гравием и галькой до 30%	0,29	0,33	0,22	0,11	0,64	0,94	2,78	<u>1,92</u> 1,92	1,49	1,95	0,866	<u>16</u> 14	<u>0,023</u> 0,015	10	0,35	0,05	<u>1,75</u> 1,75	<u>35В</u> 33В
fQ <sub>III</sub> ИГЭ-22а	Суглинок мягкопластичный с гравием и галькой до 30%	0,34	0,37	0,27	0,10	0,7	1,0	2,80	<u>1,93</u> 1,93	1,44	1,93	0,944	<u>16</u> 14	<u>0,023</u> 0,015	10	0,35	0,05	<u>1,75</u> 1,75	<u>35В</u> 33В

Инд. № подл.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Лист

59

1	2	3	4	5	6	7	8	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
fQ <sub>ш</sub> ИГЭ-23	Песок разной крупности	0,34					1,0	2,90	<u>1,97</u> 1,97	1,47	1,97	0,973	<u>29</u> 26	<u>0,00</u> 0,00	20	0,27	3,0	<u>1,70</u> 1,70	<u>29В</u> 28В
fQ <sub>ш</sub> ИГЭ-23г	Песок гравелистый с включениями до 50%	0,31					1,0	2,90	<u>1,99</u> 1,99	1,52	1,99	0,908	<u>30</u> 27	<u>0,00</u> 0,00	25	0,27	10,0	<u>1,70</u> 1,70	<u>29В</u> 28В
fQ <sub>ш</sub> ИГЭ-24	Гравийный грунт с песком	0,20					1,0	2,9	<u>2,20</u> 2,20	1,83	2,20	0,585	<u>32</u> 29	<u>0,00</u> 0,00	30	0,27	50	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56
fQ <sub>ш</sub> ИГЭ-24а	Гравийный грунт с супесью	0,18					1,0	2,85	<u>2,23</u> 2,23	1,89	2,23	0,508	<u>33</u> 29	<u>0,002</u> 0,001	30	0,27	5	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56
fQ <sub>ш</sub> ИГЭ-24б	Гравийный грунт с суглинком	0,19	0,28	0,17	0,11	0,18	1,0	2,85	<u>2,19</u> 2,19	1,84	2,19	0,549	<u>33</u> 29	<u>0,002</u> 0,001	30	0,27	3,0	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56
fQ <sub>ш</sub> ИГЭ-25	Галечниковый грунт с песком	0,18					1,0	2,95	<u>2,25</u> 2,25	1,91	2,25	0,545	<u>34</u> 31	<u>0,00</u> 0,00	40	0,27	70	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56
fQ <sub>ш</sub> ИГЭ-25а	Галечниковый грунт с супесью	0,16	0,19	0,14	0,05	0,4	1,0	2,9	<u>2,28</u> 2,28	1,97	2,28	0,472	<u>36</u> 31	<u>0,002</u> 0,001	40	0,27	10	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56
fQ <sub>ш</sub> ИГЭ-25б	Галечниковый грунт с суглинком	0,18					1,0	2,9	<u>2,27</u> 2,27	1,92	2,27	0,510	<u>36</u> 31	<u>0,002</u> 0,001	40	0,27	3	<u>1,95</u> 1,95	<u>66</u> 56
<b>A (P<sub>1br</sub>)</b>	Песчаники мелкозернистые, алевропесчаники, песчаники разнозернистые зоны разборной скалы без смещения пород в массиве	0,13					1,0	2,71	<u>2,26</u> 2,26	2,00	2,26	0,355	<u>30</u> 30	<u>0,05</u> 0,05	500	0,25	6	<u>2,20</u> 2,20	<u>30а</u> 29а
<b>Б (P<sub>1br</sub>)</b>	То же зоны разуплотненных пород с трещинами избирательного выветривания	0,07					1,0	2,72	<u>2,44</u> 2,44	2,28	2,44	0,193	<u>33</u> 33	<u>0,10</u> 0,10	2000	0,20	3	<u>---</u> 2,30	<u>-----</u> 296
<b>В (P<sub>1br</sub>)</b>	То же зоны сохранных неизменных пород	0,07					1,0	2,72	<u>2,46</u> 2,46	2,30	2,46	0,183	<u>35</u> 35	<u>0,2</u> 0,2	3000	0,20	3	<u>---</u> 2,30	<u>-----</u> 296
<b>A (γβT<sub>1kt</sub>, γβT<sub>1-2nr</sub>)</b>	Долериты катанского и норильского типа зоны разборной скалы без смещения пород в массиве	0,02					1,0	3,05	<u>2,93</u> 2,93	2,87	2,93	0,063	<u>30</u> 30	<u>0,05</u> 0,05	1000	0,25	2,0	<u>---</u> 2,60	<u>-----</u> 20а
<b>Б (γβT<sub>1kt</sub>, γβT<sub>1-2nr</sub>)</b>	Долериты катанского и норильского типа зоны разуплотненных пород с трещинами избирательного выветривания	0,017					1,0	3,05	<u>2,95</u> 2,95	2,90	2,95	0,052	<u>37</u> 37	<u>0,25</u> 0,25	6000	0,25	0,07	<u>---</u> 2,70	<u>-----</u> 20б
<b>В (γβT<sub>1kt</sub>, γβT<sub>1-2nr</sub>)</b>	Долериты катанского и норильского типа зоны сохранных неизменных пород	0,01					1,0	3,07	<u>3,01</u> 3,01	2,98	3,01	0,03	<u>40</u> 40	<u>0,35</u> 0,35	25000	0,24	0,005	<u>---</u> 3,10	<u>-----</u> 20г

Инд. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

2220-КР2.1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Т а б л и ц а 3.3.2.3– Обеспеченность строительными материалами проекта реконструкции земляных плотин Курейской ГЭС

Тип грунта	Потребность в грунте для реконструкции русловой плотины и правобережной во II понижении, м <sup>3</sup>	Карьер, наименование, адрес	Расстояние до участка работ водным путем, км	Разведанные запасы с оценкой по категории «С <sub>1</sub> », м <sup>3</sup>	Пояснения
Гравийно-галечниковый для ответственных отсыпок	45 000	ООО «Торговый дом» ДСФ Песчанская. Красноярский край, пгт Березовка, ул. Тракторная, д 1в	1 267,0	>45 000	Покупка и доставка
Гравийно-галечниковый для неответственных отсыпок	40 000	Карьер №36 участок 3	4,2	122 178	
Песок для глиноцементобетона	30 000	ООО «Игарская стивидорная компания» Красноярский край, Туруханский район, г. Игарка, д. 1	120,0	>30 000	Покупка и доставка
Камень для крепления откосов, фракции 0-1000 мм (d50 250-300 мм)	200 000	Карьер №1а	0,5	320 300	
Щебень для глиноцементобетона, фракция 5-20 мм	6 000	ООО «ТД КНК». Карьер «Золотой ручей» Красноярский край, Манский район, 7,5 км севернее с Тертеж	1 300,0	> 6 000	Покупка и доставка
Камень для неответственных отсыпок	20 000	Карьер №1а	0,2	320 300	

Инженерно-геологические условия участка размещения плотин Курейской ГЭС сложные (категория сложности ИГ условий III).

На основе анализа имеющихся данных геотехконтроля в период строительства, натуральных наблюдений в период эксплуатации, результатов инженерно-геологических изысканий после ввода гидроузла в эксплуатацию, целевых изысканий 2021 года:

- основные элементы русловой и правобережной плотины во втором понижении, отсыпаны грунтами, неоднородными по зерновому составу, физико-механическим и фильтрационным свойствам. Зерновой состав грунтов, отсыпанных в переходные зоны и защитную призму ПФУ русловой плотины, в низовую призму правобережной плотины во втором понижении, выходит за граничные кривые, предусмотренные ТУ;

- на участках русловой плотины «без стены в грунте» в 2021 году в ПФУ зафиксированы: прослой супеси и суглинка в текучем и текучепластичном состоянии; прослой песка мелкого с углистыми включениями, отдельные валуны;

- осадки гребневой части ПФУ правобережной плотины во II понижении, горизонтальные смещения по ряду марок в границах проблемного участка ПК11+40÷ПК13+40 связаны с заниженными требованиями ТУ к грунтам ядра по числу пластичности, влажности и плотности укладки в совокупности с оставленными в основании низового клина плотины слабыми грунтами: торфом ИГЭ 9 и супесью с органическими примесями ИГЭ 10 мощностью, соответственно, от 0,3 до 0,5м и от 7,4 до 7,7м.

**Рекомендуется** для обеспечения дальнейшей безопасной эксплуатации гидроузла:

- выполнить «стену в грунте» по всей русловой плотине. При выборе глубины завесы учесть наличие фильтрующих песков ИГЭ 23 на контакте тело плотины основание в районе (ПК7+59,3÷ПК7+93,1);

- нарастить гребневую часть ПФУ до проектных отметок;

- пригрузить дополнительно низовую призму правобережной плотины во II понижении с заменой слабых грунтов в основании пригрузки.

### 3.3.3 Метеорологические и климатические условия

Климатическая характеристика составлена по данным м. ст. Светлогорск (Н = 102м) с периодом наблюдений 1990–2020гг. В работе использовались данные ФГБУ

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

«ВНИИГМИ-МЦД».

Исследуемый район находится в климатическом районе IA для строительства.

Средняя годовая температура воздуха составляет минус 6,2°C. Самый холодный месяц – январь со средней температурой минус 27,8°C, средней из абсолютных минимумов минус 46,9°C абсолютным минимумом минус 56°C (январь, декабрь). Самый теплый месяц – июль, со средней температурой плюс 15,0°C, средней из абсолютных максимумов температуры плюс 28,7°C и абсолютным максимумом плюс 33,4°C.

Переход средней суточной температуры воздуха через 0°C происходит весной к положительным значениям в середине мая, осенью к отрицательным значениям – в начале октября. В среднем в году возможно 136 дней со средней суточной температурой воздуха выше 0°C.

Расчетные температуры воздуха в рассматриваемом районе составляют: средняя наиболее холодных суток минус 54°C, средняя наиболее холодной пятидневки минус 50°C.

Годовое количество осадков составляет 555 мм. Наиболее влажный месяц – октябрь (69 мм), самые сухие – январь и февраль (33–34 мм). Наблюденный суточный максимум 50 мм отмечен в июле. В среднем за год возможно 194 дня с осадками 0,1 мм и более.

В среднем за год в районе преобладает ветер северо-восточного направления. Средняя годовая скорость ветра составляет 2,3м/с, наблюдаемая максимальная скорость ветра 24м/с отмечена в апреле. В среднем за год возможно 15 дней с ветром 15м/с и более. Место расположения Курейской ГЭС относится к I району с нормативным значением ветрового давления 0,23кПа на высоте 10,0м над поверхностью земли повторяемостью 1 раз в 50 лет.

Устойчивый снежный покров образуется, в среднем, в конце сентября. Наибольшей мощности он достигает в первую декаду апреля (110 см) на открытых для ветра участках.

Сходит снежный покров в начале июня. В среднем за год бывает 236 дней со снежным покровом. По весу снегового покрова территория гидроузла относится к VII району с нормативным весом снегового покрова на 1м<sup>2</sup> 4,0кПа.

За год возможно 5 дней с грозой, 9 дней с туманом, 11 дней с метелью, 0,6 дня с гололедом и 7 дней с изморозью.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

2220-КР2.1

Лист

63

По максимальной толщине стенки отложения гололеда на проводе диаметром 10 мм, расположенном на высоте 10,0м над поверхностью земли, повторяемостью 1 раз в 5 лет, территория относится ко II району (5 мм).

### 3.3.4 Гидрологические условия

**Водный режим** р. Курейка в естественных условиях характеризуется ясно выраженным весенним половодьем, низким стоком зимой и незначительными летне-осенними дождевыми паводками.

В питании реки основное участие принимают талые воды. Половодье в бассейне р. Курейка начинается в третьей декаде мая, в раннюю весну – в начале мая, в позднюю – в конце первой декады июня. Продолжительность половодья колеблется от 45 до 90 дней, в большинстве случаев проходит одной волной.

Максимальные расходы половодья являются высшими годовыми, проходят, в основном, в период открытого русла, иногда при редком ледоходе.

Спад уровней проходит плавно, почти ежегодно нарушается дождевыми паводками, которые по величине значительно уступают весеннему половодью. За летне-осенний период проходит до 3 дождевых паводков, наиболее высокие – в августе-сентябре.

Низшие уровни периода открытого русла приходятся на конец сентября–начало октября. Низшие зимние уровни и минимальные расходы воды наблюдаются в конце зимы (апрель-май).

По данным гидроствора Курейский Рудник многолетняя амплитуда колебания уровня составила 12,54м.

Многолетняя норма годового притока к створу р. Курейка – Курейской ГЭС оценивается в  $641\text{м}^3/\text{с}$ , что соответствует годовому объёму  $20,2\text{км}^3$ . Наибольший месячный приток к створу Курейской ГЭС наблюдается в июне и июле, наименьший – в марте, апреле.

Со времени разработки Проекта 1981г. ряды годового стока увеличились с 42 до 86 лет (1935–2020гг.), при этом на 3% увеличилась норма стока.

Коэффициент вариации ряда увеличился на 0,01, соотношение  $C_s/C_v$  принято равным 2,0, как и в Проекте 1981г.

Вероятные значения средних годовых расходов воды р. Курейка - Курейская ГЭС

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

приведены в таблице 3.3.4.1.

Т а б л и ц а 3.3.4.1 – Вероятные значения средних годовых расходов воды р.Курейка – Курейская ГЭС

Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Расходов воды (м <sup>3</sup> /с), обеспеченностью (%)									
	1	5	10	25	50	75	90	95	97	99
39900	903	818	773	706	635	569	515	485	466	430

Наибольшие в году расходы воды на р. Курейка наблюдаются в период весеннего половодья и проходят в конце мая – начале июля. Максимальные расходы летне-осенних паводков наблюдаются в августе-сентябре. Они значительно меньше максимумов весеннего половодья и не рассматриваются.

Со времени разработки Проекта 1981г. норма максимальных расходов воды весеннего половодья при увеличении ряда наблюдений с 43 до 71 года изменилась незначительно. Коэффициент вариации ряда увеличился на 0,05, в итоге расчётные максимальные расходы весеннего половодья обеспеченностью 0,1% увеличились от проектных на 2%.

Для створа Курейской ГЭС величина основного расчётного максимального среднесуточного расхода воды р. Курейка 1% обеспеченности составила 11000м<sup>3</sup>/с, поверочного 0,1% обеспеченности – 13500 м<sup>3</sup>/с.

Среднее превышение максимальных срочных расходов воды над среднесуточными расходами составляет 2,8%.

Объем наибольшего стока основной волны 0,1% обеспеченности равен 16,3км<sup>3</sup>, всего половодно-паводочного периода – 23,4км<sup>3</sup>.

В естественных условиях минимальные годовые расходы р. Курейка наблюдались в зимнюю межень (с конца марта до середины мая), когда река переходила на подземное питание. Продолжительность зимней межени 170–210 дней. Наименьшие среднесуточные расходы воды р. Курейка – Курейский Рудник за период 1961–1986гг. изменялись в пределах 14,9–47,0м<sup>3</sup>/с. Летне-осенняя межень наступает в августе-сентябре и продолжается до конца октября. Этот период непродолжительный, в среднем длится до 60 дней и нередко прерывается дождевыми паводками. Наименьший средний суточный летний расход воды за 1961–1986гг. составил 212м<sup>3</sup>/с и наблюдался 10-11.09.1967г. Значения минимальных летних среднесуточных и зимних среднемесячных

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

расходов обеспеченностью 99% составляют  $176\text{м}^3/\text{с}$  и  $16,0\text{м}^3/\text{с}$  соответственно.

**Твердый сток.** При норме жидкого стока  $641\text{м}^3/\text{с}$  вычисленный средний многолетний расход взвешенных наносов равен  $16\text{ кг/с}$ , что соответствует стоку наносов 500 тыс.т. в год.

Наибольшая мутность воды р. Курейка наблюдалась в период прохождения весеннего половодья и не превышала  $50\text{г/м}^3$ .

После пуска Курейской ГЭС в нижний бьеф поступает осветлённая вода.

**Расчет параметров ветрового волнения.** Расчет высоты волны 1% обеспеченности, высоты наката и нагона выполнен для русловой плотины и правобережной плотины во II понижении водохранилища Курейской ГЭС.

Высота волны 1% обеспеченности для русловой плотины при НПУ =  $95,00\text{м}$  равна  $0,89\text{м}$ , для правобережной плотины –  $1,25\text{м}$ ; высота наката  $0,76$  и  $0,73\text{м}$ , соответственно.

**Ледовый режим в водохранилище и нижнем бьефе гидроузла.** Первые ледовые образования на водохранилище появляются в конце октября, при ранних сроках – 18 октября, поздних – 04 ноября. Ледостав устанавливается в среднем 03 ноября, в самую раннюю зиму это произошло 29 октября, в самую позднюю – 07 ноября. Толщина льда увеличивается до конца апреля, наибольшее её значение на конец этого месяца составляет  $147,0\text{ см}$ , при среднем –  $107,0\text{ см}$ .

Вскрытие приплотинного участка водохранилища начинается в середине мая с появления воды на льду. В ранние вёсны это происходит в середине апреля, в поздние – в начале июня. Окончание ледостава наблюдается в среднем 21 июня, при ранних сроках 07 июня, поздних – 03 июля. Средняя продолжительность его 231 день, при наибольшей – 244 дня.

Полностью водохранилище очищается ото льда в среднем в конце июня.

В нижнем бьефе Курейской ГЭС в течение всей зимы существует полынья. Длина полыньи колеблется от  $7,0\text{ км}$  в суровые зимы до  $50,0\text{ км}$  – в тёплые. Ниже кромки полыньи, как правило, отмечается цепочка небольших полыней.

Вскрытие реки происходит путём постепенного промыва русла по стрежню реки и увеличения полыньи. За период наблюдений самая ранняя дата начала ледохода в районе поста 12 марта, поздняя – 2 июня. Продолжительность ледохода составляла от 2 до 26 дней. Полное освобождение ото льда происходило здесь самое раннее – 28 апреля, позднее – 13 июня.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

### 3.3.5 Сведения об особых природных климатических условиях района строительства гидроузла

В соответствии с подпунктом «22» пункта 2 статьи 2 Федерального закона от 30.12.2009 №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» сложные природные условия характеризуются наличием специфических по составу и состоянию грунтов и (или) риска возникновения (развития) опасных природных процессов и явлений и (или) техногенных воздействий на территории, на которой будут осуществляться строительство, реконструкция и эксплуатация здания и сооружения.

К опасным природным гидрометеорологическим процессам и явлениям, оказывающим негативные или разрушительные воздействия на здания и сооружения, и угрожающим жизни и здоровью людей, относятся – сильные ветры, большое количество осадков и их продолжительность, сильное гололёдно-изморозевое отложение на проводах, сильный туман, сели, лавины, наводнения, русловые деформации и иные подобные процессы и явления.

С учётом гидрометеорологической изученности и в соответствии с СП 11-103-97 «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства», СП 115.13330.2016 «Геофизика опасных природных воздействий» и СП 482.1325800.2020 «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства» на рассматриваемой территории опасных явлений не выявлено.

Согласно ФГБУ «Среднесибирское УГМС», минимальная температура воздуха минус 55°С и ниже (сильный мороз) относится к опасному явлению.

### 3.4 Классы гидротехнических сооружений

На стадии технический проект класс капитальности ГТС определялся в соответствии с требованиями СНиП II-50-74, часть II «Гидротехнические сооружения речные. Основные положения проектирования» (таблицы 1 и 2), в соответствии с которыми все сооружения напорного фронта были отнесены к II классу.

Состав и описание основных гидротехнических сооружений приведены в разделе 2 настоящего тома, а инженерно-геологические условия и сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунтов в основании сооружений – в подразделе 3.3.2 настоящего тома.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Местоположение створа, компоновка и состав основных сооружений гидроузла при разработке ПД на реконструкцию земляных плотин приняты без изменений в соответствии с техническим проектом и Актом сдачи гидроузла в постоянную эксплуатацию в 2003 году.

*Грунты оснований и вмещающие породы основных бетонных сооружений гидроузла* представлены скальными долеритами катанского  $\gamma\beta T_{1kt}$  и норильского  $\gamma\beta T_{1-2ng}$  типа, вмещающими интрузии скальными углистыми песчаниками, алевролитами  $P_{1br3}$  с фрагментами скальных графитовой и долерит графитовой брекчии  $T_{1-2}$  преимущественно зон: разуплотненных и сохранных неизменных пород – (тип грунтов основания А).

*Грунты основания левобережной плотины:*

-в границах ПК0+00–ПК7+00; ПК8+00–ПК9+00 - делювиальные, озерно-болотные, флювиогляциальные супеси пластичные, суглинки мягкопластичные (тип грунтов основания - В);

-в границах пикетов ПК7+00–ПК8+00; ПК9+00–ПК15+40 - скальные долериты норильского  $\gamma\beta T_{1-2ng}$  и катанского  $\gamma\beta T_{1kt}$  типа зон: разборной скалы без смещения пород в массиве, разуплотненных пород, сохранных неизменных пород (тип грунтов основания - А);

-в границах ПК15+40–ПК16+60 – делювиальные суглинки, ледниковые галечниковые грунты с супесью (тип грунтов основания - Б).

*Грунты основания русловой плотины:*

-в границах ПК0+00–ПК3+20; ПК4+00–ПК6+00 - ледниковые супеси пластичные и суглинки мягкопластичные (тип грунтов основания - В);

-в границах ПК3+20–ПК4+00 – ледниковые супеси пластичные (тип грунтов основания – В);

-в границах ПК 6+00–ПК 7+90 – ледниковые гравийные и галечниковые грунты (тип грунтов основания – Б);

-в границах ПК7+90–ПК16+11,44 – скальные долериты катанского  $\gamma\beta T_{1kt}$  и норильского  $\gamma\beta T_{1-2ng}$  типа зон: разуплотненных пород и сохранных неизменных пород (тип грунтов основания - А).

*Грунты основания правобережной плотины во II понижении:*

-в границах ПК9+50–ПК10+00, ПК10+15–ПК10+40 – скальные углистые песчаники, алевролиты  $P_{1br3}$  зоны разборной скалы без смещения пород в массиве (тип

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

грунтов основания - А);

-в границах ПК10+60–ПК14+00 - озерно-болотные торф, супеси пластичные и суглинки мягкопластичные, флювиогляциальные супеси пластичные и суглинки мягкопластичные (тип грунтов основания - В);

-в границах ПК8+70–ПК9+50; ПК10+00–ПК10+15; ПК10+40–ПК10+60; ПК14+00–ПК15+00 – скальные долериты катанского  $\gamma\beta T_{1kt}$  и норильского  $\gamma\beta T_{1-2ng}$  типа, брекчии долерит-графитовые  $T_{1-2}$  зоны разуплотненных пород (тип грунтов основания - А).

*Грунты основания правобережная плотины в III понижении:*

-в границах ПК1+00–ПК2+00, ПК3+70–ПК5+40; ПК6+50–ПК7+08 – скальные долериты катанского  $\gamma\beta T_{1kt}$  типа зоны разуплотненных пород (тип грунтов основания - А);

-в границах ПК0+00–ПК1+00; ПК2+00–ПК3+70; ПК5+40–ПК6+50 – делювиальные, флювиогляциальные супеси пластичные, суглинки мягкопластичные (тип грунтов основания - В).

В соответствии с требованиями вновь принятого постановления Правительства РФ от 05.10.2020 №1607 «Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений» при определении класса ГТС гидроузла с 01.01.2021г. необходимо руководствоваться следующими критериями классификации ГТС:

I. Классы гидротехнических сооружений в зависимости от их высоты и типа грунта оснований:

Тип гидротехнического сооружения (ГТС)	Тип грунта основания	Высота гидротехнического сооружения, м		Класс ГТС
		по Акту приемки ГЭС в эксплуатацию в 2003г.	по Проекту реконструкции	
1. Плотины из грунтовых материалов:				
1.1 Левобережная плотина:				
- ПК0+00–ПК7+00 и ПК8+00–ПК9+00	В	25,0	25,0	II
- ПК7+00–ПК8+00 и ПК9+00–ПК15+40	А	23,2	23,2	III
- ПК15+40–ПК16+60	Б	5,0	5,0	IV

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

2220-КР2.1

Тип гидротехнического сооружения (ГТС)	Тип грунта основания	Высота гидротехнического сооружения, м		Класс ГТС
		по Акту приемки ГЭС в эксплуатацию в 2003г.	по Проекту реконструкции	
1.2 Руслловая плотина: - ПК0+00–ПК6+00 - ПК6+00–ПК7+90 - ПК7+90–ПК16+11,44	В Б А	24,0 30,5 79,0	24,0 30,5 79,0	III III II
1.3 Правобережная плотина во II понижении: - ПК8+70–ПК10+60, ПК14+00–ПК15+00 - ПК10+60–ПК14+00	А В	32,2 38,3	32,2 38,3	III II
1.4 Правобережная плотина в III понижении: - ПК1+00–ПК2+00, ПК3+70–ПК5+40; ПК6+50–ПК7+08 - ПК0+00–ПК1+00; ПК2+00–ПК3+70; ПК5+40–ПК6+50	А В	13,0 17,0	13,0 17,0	IV III
2. Плотины бетонные, железобетонные, подводные конструкции зданий гидроэлектростанций, судоходные шлюзы, судоподъемники и другие сооружения, участвующие в создании напорного фронта:				
2.1 Поверхностный водосброс (оголовок)	А	45,0	45,0	III
2.2 Водоприемник ГЭС	А	48,5	48,5	III
2.3 Здание ГЭС	А	29,1	29,1	III
3. Подпорные стены	А	23,0	23,0	III
<p><b>П р и м е ч а н и е :</b>  Тип грунта основания А – скальные  Тип грунта основания Б – песчаные, крупнообломочные и глинистые в твёрдом и полутвёрдом состоянии  Тип грунта В – глинистые водонасыщенные в пластичном состоянии</p>				

II. Классы гидротехнических сооружений в зависимости от их назначения и условий эксплуатации.

Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

2220-КР2.1

Лист  
70

Согласно данному критерию для Курейской ГЭС выбор класса гидротехнического сооружения определяется в зависимости от установленной мощности

Гидротехническое сооружение	Проект	Ввод в эксплуатацию	Класс ГТС
Гидротехнические сооружения гидравлических электростанций установленной мощностью, МВт	600	600	II

По установленная мощности Курейская ГЭС относится к II классу.

III. Классы защитных гидротехнических сооружений в зависимости от максимального напора на водоподпорное сооружение.

Рассмотрение данного критерии не требуется.

IV. Классы гидротехнических сооружений в зависимости от последствий возможных гидродинамических аварий.

По результатам выполненных расчетов в части определения последствий возможной гидродинамической аварии на объекте следует, что число постоянно проживающих людей, которые могут пострадать от аварии ГТС составляет до 500, а число людей, условия жизнедеятельности которых могут быть нарушены при аварии ГТС – до 2000. Соответственно, ГТС напорного фронта могут быть отнесены к III классу.

Данные расчеты представлены в Разделе 12 том 12.1.3С №2220-ДБГ1.3С. Часть 1. Декларация безопасности гидротехнических сооружений. Книга 3. Расчет вероятного вреда. Проектные материалы содержат секретную информацию (гриф «С»).

Согласно п.2 постановления Правительства РФ от 05.10.2020 №1607, в случае если гидротехническое сооружение в соответствии с критериями, утвержденными постановлением, может быть отнесено к разным классам, то такое гидротехническое сооружение относится к наиболее высокому из них, т.е. гидротехнические сооружения Курейской ГЭС относятся к II классу.

В соответствии со статьей 48.1 Градостроительного кодекса Российской Федерации гидротехнические сооружения II класса относятся к особо опасным и технически сложным объектам.

Согласно подпункта 8 статьи 4 Федерального закона от 30.12.2009 №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» гидротехнические

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

сооружения Курейской ГЭС относятся к сооружениям повышенного уровня ответственности.

Согласно статьи 7 Федерального закона от 21.07.1997 №117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» при внесении в Российский регистр гидротехнических сооружений сведений о гидротехническом сооружении ему присвоено II класс – гидротехническое сооружение высокой опасности.

### 3.5 Пропуск расчетных максимальных расходов воды

Наибольшие в году расходы воды на р. Курейка наблюдаются в период весеннего половодья и проходят в конце мая–начале июля. Максимальные расходы летне-осенних паводков значительно меньше максимумов весеннего половодья.

При проектировании ГТС расчетные максимальные расходы воды принимаются исходя из ежегодной вероятности превышения (обеспеченности), устанавливаемой в зависимости от класса сооружений для 2-х расчетных случаев – основного и поверочного.

В Техническом проекте 1981г. ГТС Курейского гидроузла отнесены ко II классу, поэтому для них нормируется пропуск основного максимального расхода воды вероятностью превышения 1% и поверочного – вероятностью 0,1%.

Действующий, в данный момент, СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные сооружения» п.8.26 исходя подтверждает нормативы ежегодных вероятностей превышения максимальных расходов воды для расчетных случаев, принятых в Техническом проекте.

В данной ПД, в соответствии с заданием на выполнение проектных работ, уточнены расчетные среднесуточные максимальные расходы притока р. Курейка в створе Курейского гидроузла по сравнению с данными утверждённого Технического проекта (1981г.) На основании удлинения расчетного ряда максимальных расходов, их величины уменьшились по сравнению с Техническим проектом 1981г. Также продлен расчетный гидрологический ряд среднемесячных и среднегодовых расходов воды р. Курейка в створе Курейского гидроузла - 1935/36 по 2019/20гг. (86 лет).

Водохозяйственные и гидравлические расчеты выполнялись по актуализированным гидрологическим данным. Подробное описание и результаты расчетов приведены в томе 4.1 №2220-КР1, Часть 1. Водохозяйственное и водно-

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

энергетическое обоснование параметров объекта и в томе 12.2 №2220-2, Раздел 12. Часть 2. Проект Правил использования водных ресурсов Курейского водохранилища.

В пропуске весеннего половодья расчетной обеспеченности через Курейский гидроузел участвуют:

- поверхностный водосброс с четырьмя пролетами суммарной шириной 64,0м с отметкой порога 79,00м, пропускная способность на отметке НПУ 7600м<sup>3</sup>/с;
- 5 гидроагрегатов ГЭС.

При пропуске весеннего половодья, как поверочного, так и расчетного случаев необходимо учесть ограничение, установленное п.8.29 СП 58.13330.2019 – исключение участия в пропуске одного гидроагрегата ГЭС.

Пропуск максимального стока выполнен для двух вариантов:

- после реконструкции русловой плотины и правобережной плотины во II понижении Курейского гидроузла с ограничением максимальной допустимой отметки наполнения - 95,60м;
- постоянная эксплуатация при отметке ФПУ 97,30м.

### **3.5.1 Пропуск максимального стока после реконструкции русловой плотины и правобережной плотины во II понижении Курейского гидроузла с ограничением максимальной допустимой отметки наполнения - 95,60м**

При пропуске расчетных весенних половодий (паводков) через Курейский гидроузел превышение нормального подпорного уровня (НПУ 95,00м) верхнего бьефа гидроузла допускается только при полностью открытых затворах всех водосбросных отверстий (4 пролета) и при обязательном использовании всех гидротурбин (5 ГА) работающих с максимально допустимой мощностью. При уменьшении притока воды отметка уровня водохранилища должна снижаться до НПУ в кратчайшие технически возможные сроки.

Для не превышения допустимой интенсивности роста уровней водохранилища, открытие водосброса осуществляется с отметки ниже НПУ - 92,00м.

Продолжительность превышения отметки НПУ при пропуске половодья вероятностью 0,1% составит 5-6 суток, сработка емкости форсировки – 3 - 4 суток.

В таблице 3.5.1 приведены максимальные расходы притока половодья к створу гидроузла Курейского водохранилища, величины максимальных сбросных

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

расходов и уровни максимального наполнения водохранилища при пропуске расчетных весенних половодий по модели 1962г. при ограничении наполнения 95,60м и в постоянной эксплуатации.

Таблица 3.5.1 - Расчетные уровни максимального наполнения и сбросные расходы воды при пропуске расчетных весенних половодий через сооружения гидроузла Курейского водохранилища при ограничении наполнения 95,60м.

Вероятность превышения, %	Отметка на начало половодья, м	Максимальные расходы, м <sup>3</sup> /с				Уровень максимального наполнения, м
		Естественный приток	Сбросные			
			ГЭС	Водосброс	Сумма	
0,1	75,00	13500	1150	8020	9170*	95,60*
			920	8215	9135**	95,86**
1	75,00	11000	1170	7339	8509*	95,00*
			936	7420	8356**	95,00**

\* Максимальный сбросной расход воды и уровень максимального наполнения рассчитаны при полном использовании пропускной способности гидроузла при пропуске весеннего половодья вероятностью превышения 0,1% и 1% через 5 гидроагрегатов и 4 пролета водосброса.

\*\* Максимальный сбросной расход воды и уровень максимального наполнения рассчитан в соответствии со сводом правил СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003», п.8.29 пропуск весеннего половодья вероятностью превышения 0,1% и 1% через 4 гидроагрегата и 4 пролета.

### 3.5.2 Пропуск максимального стока после реконструкции русловой плотины и правобережной плотины во II понижении Курейского гидроузла в постоянной эксплуатации

Пропуск расчетных половодий производится таким образом, чтобы не допустить превышения установленного форсированного уровня водохранилища (ФПУ 97,30м) и максимального уровня нижнего бьефа (по условиям не затопления систем и сооружений гидроузла, его оборудования, размещенного на внешних площадках - 37,60м), а также с учетом соблюдения интенсивности наполнения водохранилища.

С этой целью является обязательным открытие водосбросных отверстий гидроузла до достижения отметки НПУ. В постоянной эксплуатации открытие водосброса осуществляется с отметки - 93,00м, что позволит немного сократить величину холостых сбросов по сравнению с режимом - ограничение по наполнению 95,60м. При этом половодье обеспеченностью 1% (основной расчетный случай) может быть пропущено при НПУ 95,00м. При пропуске половодья обеспеченностью 0,1% (поверочный случай) достигает отметки 96,05м (96,20м – с учетом требований СП 58.13330.2019), что ниже проектной отметки ФПУ 97,30м.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

2220-КР2.1

Лист

74

Продолжительность превышения отметки НПУ при пропуске половодья вероятностью 0,1% составит 5 - 6 суток, сработка емкости форсировки – 4 - 5 суток.

Схема пропуска половодий через ГЭС зависит как от прогноза сроков предстоящего половодья, так и от запасов воды в водохранилище к его началу.

В таблице 3.5.2 приведены максимальные расходы притока половодья к створу гидроузла Курейского водохранилища, величины максимальных сбросных расходов и уровни максимального наполнения водохранилища при пропуске расчетных весенних половодий по модели 1962г.

Таблица 3.5.2 - Расчетные уровни максимального наполнения и сбросные расходы воды при пропуске расчетных весенних половодий через сооружения гидроузла Курейского водохранилища в постоянной эксплуатации

Вероятность превышения, %	Отметка на начало половодья, м	Максимальные расходы, м <sup>3</sup> /с			Уровень максимального наполнения, м	
		Естественный приток	Сбросные			
			ГЭС	Водосброс		Сумма
0,1	75,00	13500	930	8436	9366*	96,20*
			1166	8321	9487**	96,05**
1	75,00	11000	936	7450	8386*	95,00*
			1170	7339	8509**	95,00**

\* Максимальный сбросной расход воды и уровень максимального наполнения рассчитан в соответствии со сводом правил СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003», п.8.29 пропуск весеннего половодья вероятностью превышения 0,1% и 1% через 4 пролета и 4 гидроагрегата.

\*\* Максимальный сбросной расход воды и уровень максимального наполнения рассчитаны при полном использовании пропускной способности гидроузла при пропуске весеннего половодья вероятностью превышения 0,1% и 1% через 4 пролета водосброса и 5 гидроагрегатов.

**Выводы:**

1. Расчеты пропуска максимального стока выполнены для условий выполненной реконструкции русловой плотины и правобережной плотины во II понижении, позволяющей безопасно продолжать работать с ограничением по наполнению 95,60м, а также постоянной эксплуатации (ФПУ 97,30м) - после завершения реконструкции всего напорного фронта до проектных отметок и снятия допустимых ограничений по наполнению водохранилища (95,60м). В расчетах учтена интенсивность наполнения водохранилища:

- для нижних и средних слоев до отметки 93,00м БС – до 2,0 м/сутки;
- от 93,00м до 95,00м БС – до 1,0 м/сутки;
- от 95,00м БС до ФПУ 97,30м БС – 0,6 м/сутки.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2. Уровни максимального наполнения при пропуске весеннего половодья обеспеченностью 0,1%.

При работе с ограничением по наполнению 95,60м:

- 95,60м при пропуске через 5 гидроагрегатов и 4 пролета водосброса;
- 95,86м при пропуске через 4 гидроагрегата и 4 пролета водосброса.

В постоянной эксплуатации:

- 96,20м при пропуске через 5 гидроагрегатов и 4 пролета водосброса;
- 96,05м при пропуске через 4 гидроагрегата и 4 пролета водосброса.

Уровни максимального наполнения при пропуске весеннего половодья обеспеченностью 1%.

При работе с ограничением по наполнению 95,60м:

- 95,00м при пропуске через 5 гидроагрегатов и 4 пролета водосброса;
- 95,00м при пропуске через 4 гидроагрегата и 4 пролета водосброса.

В постоянной эксплуатации:

- 95,00м при пропуске через 5 гидроагрегатов и 4 пролета водосброса;
- 95,00м при пропуске через 4 гидроагрегата и 4 пролета водосброса.

3. Из расчетов видно, что уровень допустимого максимального наполнения водохранилища 95,60м при пропуске весеннего половодья вероятностью превышения 0,1% (поверочный случай) не будет превышен при открытии водосброса с отметки 92,00м и использовании всех 5 гидроагрегатов и 4 пролетов водосброса. При учете требования СП 58.13330.2019 по количеству участвующих в пропуске гидроагрегатов (4 из 5 ГА) уровень максимального наполнения будет превышать допустимый на 0,26м.

В постоянной эксплуатации (после выполнения реконструкции всего напорного фронта) уровень максимального наполнения 96,20м при пропуске весеннего половодья вероятностью превышения 0,1% (поверочный случай) с учетом требования СП 58.13330.2019 по количеству участвующих в пропуске гидроагрегатов (4 из 5 ГА), не превышает проектного значения ФПУ – 97,30м.

Основные водноэнергетические и водохозяйственные характеристики Курейского гидроузла на период ограничения по наполнению 95,60м и постоянной эксплуатации, полученные по результатам разработки проектной документации, приводятся в разделе 5 (таблица 5.1 настоящего тома) и в томе 4.1 №2220-КР1, Часть 1. Водохозяйственное и водноэнергетическое обоснование параметров объекта.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

### 3.6 Уточнение отметки гребня

#### 3.6.1 Уточнение отметки гребня русловой каменно-земляной плотины

В соответствии с действовавшими нормативными требованиями отметка гребня русловой плотины и правобережной плотины во II понижении по утвержденному Проекту 1981г. принята равной 99,50м.

В рамках корректировки ПД в связи с продлением гидрологического ряда наблюдений за стоком р. Курейка и уточнением расчетных расходов воды для гидротехнических сооружений II класса, в соответствии с действующими нормативными документами необходимо выполнить расчеты по уточнению отметки гребня плотины, которая бы обеспечивала безопасную эксплуатацию сооружения в период эксплуатации и пропуска расходов.

В соответствии с п.5.12 СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84\*» отметку гребня плотины следует назначать на основе расчета возвышения его над расчетным уровнем воды.

Возвышение гребня плотины надлежит определять для двух случаев стояния уровня воды в верхнем бьефе:

- при нормальном подпорном уровне (НПУ) или при более высоком уровне, соответствующем пропуску максимального паводка, входящего в основное сочетание нагрузок и воздействий;

- при форсированном подпорном уровне (ФПУ), или другом уровне, относимом к особым сочетаниям нагрузок и воздействий.

Возвышение гребня плотины  $h_s$  в обоих случаях определяется по формуле:

$$h_s = \nabla h_{set} + h_{run1\%} + a,$$

где  $\nabla h_{set}$  - ветровой нагон воды в верхнем бьефе;

$h_{run1\%}$  - высота наката ветровых волн обеспеченностью 1%;

$a$  - запас возвышения гребня плотины; запас « $a$ » определяют, как большую из величин 0,5 м и  $0,1h_{1\%}$  ( $h_{1\%}$  - высота волны 1% вероятности превышения).

Из двух полученных результатов расчета следует выбирать более высокую отметку гребня плотины.

Параметры ветрового волнения определялись в соответствии уровнями воды в

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

верхнем бьефе, профилю земляной плотины, параметрам водохранилища, скорости и направления ветра в верхнем бьефе. Полученные значения ветрового волнения приведены в таблицах 3.6.1.1.

Таблица 3.6.1.1 - Параметры ветрового волнения для русловой каменно-земляной плотины. Заложение верхового откоса  $m=1,75$ .

Характеристики	НПУ 95,00	ФПУ 97,30
Направление ветра	СВ	
Скорость ветра $V_1$ , м/с	10,0	6,0
Пересчёт данных флюгера $k_{fl} = 0,675 + 4,5/V_1$	1,13	1,43
Коэффициент приведения скорости ветра к водной поверхности $k_1$	1,09	
Расчётная скорость ветра $V_w = k_{fl} k_1 V_1$ , м/с	12,3	9,3
Длина разгона $L$ , м	11900	
Период волны $T$ , с	2,6	2,3
Длина волны $\lambda_d$ , м	11	8
Средняя высота волны $h_d$ , м	0,65	0,46
$\overline{h_2^2}$ , м	0,51	0,37
$\overline{h_{-2}^2}$ , м	0,33	0,24
$\Sigma h_d$	0,43	0,31
Коэффициент перехода к обеспеченности $k_i$	2,08	2,11
$h_{1\%} = k_i \Sigma h_d$ , м	<b>0,89</b>	<b>0,65</b>
$h_{1\%}/gT^2$	0,013	
$\eta_c/h_i$	0,58	
Превышение волны над расчетным уровнем $\eta_c$ , м	0,52	0,38
Относительная шероховатость $r/h_{1\%}$	0,39	0,54
К-т шероховатости $k_r$	0,7	
К-т проницаемости $k_p$	0,5	
$ctg \varphi$ ( $\varphi$ – угол откоса)	1,75	
$k_{sp}$	1,17	1,09
$\lambda_d/h_{d1\%}$	12	
$k_{run}$	2,25	
$k_a$	0,92	
Высота наката $h_{run1\%}$ , м = $k_r * k_p * k_{sp} * k_{run} * h_{1\%} * k_a$	<b>0,76</b>	<b>0,51</b>
Коэффициент $k_w$	1,40E-06	1,14E-06

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Лист

78

Угол между направлением ветра и продольной осью водоема $\alpha_w$ , град	20
$\cos \alpha_w$	0,94
Высота нагона $h_{set}$ , м	<b>0,0</b>

Из таблиц видно, что максимальное значение высоты волны 1% вероятности превышения составляет не более  $h_{1\%} = 0,89\text{м}$ , т.е. величина  $0,1h_{1\%} = 0,1 \cdot 0,89 = 0,089\text{м}$  меньше, чем величина запаса,  $a = 0,5\text{м}$ . В расчетах принимаем,  $a = 0,5\text{м}$ .

По результатам выполненных расчетов уточнены параметры ветрового нагона  $\nabla h_{set}$  и высота наката  $h_{run1\%}$  для НПУ и ФПУ при следующих исходных данных:

- заложение верхового откоса  $m=1,75$ ;
- средний диаметр частиц материала крепления откоса  $r=0,35\text{м}$ ;
- отметка дна перед сооружением - 22,00м;
- НПУ – 95,00м;
- ФПУ – 97,30м.

По результатам выполненных расчетов, для рассмотренных уровней воды в верхнем бьефе, имеем:

- для НПУ 95,00м:  $\nabla h_{set} = 0,0\text{ м}$ ;  $h_{run1\%} = 0,76\text{м}$  (постоянная эксплуатация);
- для ФПУ 97,30м:  $\nabla h_{set} = 0,0\text{ м}$ ;  $h_{run1\%} = 0,51\text{м}$  (постоянная эксплуатация).

Результаты расчета гребня плотины приведены в таблице 3.6.1.2.

Т а б л и ц а 3.6.1.2 – Результаты расчета гребня плотины на период постоянной эксплуатации

Отметка уровня воды, м	Высота нагона $\nabla h_{set}$ , м	Высота наката $h_{run1\%}$ , м	Запас возвышения $a$ , м	Отметка гребня земляной плотины по расчету, м	Принятая отметка гребня земляной плотины, м
НПУ 95,00	0,0	0,76	0,5	96,26	99,50
ФПУ 97,30	0,0	0,51	0,5	98,31	99,50

Окончательная отметка гребня плотины 99,50м принята равной отметке гребня бетонных сооружений.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

### 3.6.2 Уточнение отметки гребня правобережной каменно-земляной плотины во II понижении

В соответствии с действовавшими нормативными требованиями отметка гребня плотины по утвержденному Проекту 1981г. принята равной 99,50м.

В рамках корректировки ПД в связи с продлением гидрологического ряда наблюдений за стоком р. Курейка и уточнением расчетных расходов воды для гидротехнических сооружений II класса, в соответствии с действующими нормативными документами необходимо выполнить расчеты по уточнению отметки гребня плотины, которая бы обеспечивала безопасную эксплуатацию сооружения в период эксплуатации и пропуска расходов.

В соответствии с п.5.12 СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84\*» отметку гребня плотины следует назначать на основе расчета возвышения его над расчетным уровнем воды.

Возвышение гребня плотины надлежит определять для двух случаев стояния уровня воды в верхнем бьефе:

- при нормальном подпорном уровне (НПУ) или при более высоком уровне, соответствующем пропуску максимального паводка, входящего в основное сочетание нагрузок и воздействий;
- при форсированном подпорном уровне (ФПУ), или другом уровне, относимом к особым сочетаниям нагрузок и воздействий.

Возвышение гребня плотины  $h_s$  в обоих случаях определяется по формуле:

$$h_s = \nabla h_{set} + h_{run1\%} + a,$$

где  $\nabla h_{set}$  - ветровой нагон воды в верхнем бьефе;

$h_{run1\%}$  - высота наката ветровых волн обеспеченностью 1%;

$a$  - запас возвышения гребня плотины; запас «а» определяют, как большую из величин 0,5 м и  $0,1h_{1\%}$  ( $h_{1\%}$  - высота волны 1% вероятности превышения).

Из двух полученных результатов расчета следует выбирать более высокую отметку гребня плотины.

Параметры ветрового волнения определялись в соответствии уровнями воды в верхнем бьефе, профилю земляной плотины, параметрам водохранилища, скорости и

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

направления ветра в верхнем бьефе. Полученные значения ветрового волнения приведены в таблицах 3.6.2.1.

Таблица 3.6.2.1 - Параметры ветрового волнения для правобережной каменно-земляной плотины во II понижении. Заложение верхового откоса  $m=3,0$ .

Характеристики	НПУ 95,00	ФПУ 97,30
Направление ветра	СВ	
Скорость ветра $V_1$ , м/с	10,0	6,0
Пересчёт данных флюгера $k_{\text{ф}} = 0,675 + 4,5/V_1$	1,13	1,43
Коэффициент приведения скорости ветра к водной поверхности $k_1$	1,09	
Расчётная скорость ветра $V_w = k_{\text{ф}} k_1 V_1$ , м/с	12,3	9,3
Длина разгона $L$ , м	9800	
Период волны $T$ , с	3,2	2,8
Длина волны $\lambda_d$ , м	16	12
Средняя высота волны $h_d$ , м	0,60	0,43
Коэффициент перехода к обеспеченности $k_i$	2,07	2,10
$h_{1\%} = k_i \Sigma h_d$ , м	<b>1,25</b>	<b>0,91</b>
$h_{1\%}/gT^2$	0,012	
$\dot{\eta}_c/h_i$	0,58	
Превышение волны над расчетным уровнем $\dot{\eta}_c$ , м	0,73	0,53
Относительная шероховатость $r/h_{1\%}$	0,28	0,39
К-т шероховатости $k_r$	0,7	
К-т проницаемости $k_p$	0,5	
$\text{ctg } \varphi$ ( $\varphi$ – угол откоса)	3	
$k_{\text{sp}}$	1,19	1,06
$\lambda_d/h_{d1\%}$	13	14
$k_{\text{run}}$	1,4	1,45
$k_a$	1	
Высота наката $h_{\text{run}1\%}$ , м = $k_r * k_p * k_{\text{sp}} * k_{\text{run}} * h_{1\%} * k_a$	<b>0,73</b>	<b>0,49</b>
Коэффициент $k_w$	1,40E-06	1,14E-06
Угол между направлением ветра и продольной осью водоема $\alpha_w$ , град	40	
$\cos \alpha_w$	0,77	
Высота нагона $h_{\text{set}}$ , м	<b>0</b>	

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

2220-КР2.1

Лист

81

Из таблиц видно, что максимальное значение высоты волны 1% вероятности превышения составляет не более  $h_{1\%} = 1,25\text{м}$ , т.е. величина  $0,1h_{1\%} = 0,1 \cdot 1,25 = 0,125\text{м}$  меньше, чем величина запаса,  $a = 0,5\text{м}$ . В расчетах принимаем,  $a = 0,5\text{м}$ .

По результатам выполненных расчетов уточнены параметры ветрового нагона  $\nabla h_{set}$  и высота наката  $h_{run1\%}$  для НПУ и ФПУ при следующих исходных данных:

- заложение верхового откоса  $m=3,0$ ;
- средний диаметр частиц материала крепления откоса  $r = 0,35\text{м}$ ;
- отметка дна перед сооружением -  $67,50\text{ м}$ ;
- НПУ –  $95,00\text{м}$ ;
- ФПУ –  $97,30\text{м}$ .

По результатам выполненных расчетов, для рассмотренных уровней воды в верхнем бьефе, имеем:

- для НПУ  $95,00\text{м}$ :  $\nabla h_{set} = 0,0\text{ м}$ ;  $h_{run1\%} = 0,73\text{ м}$  (постоянная эксплуатация);
- для ФПУ  $97,30\text{м}$ :  $\nabla h_{set} = 0,0\text{ м}$ ;  $h_{run1\%} = 0,49\text{ м}$  (постоянная эксплуатация).

Результаты расчета гребня плотины приведены в таблице 3.6.2.2.

Таблица 3.6.2.2 – Результаты расчета гребня плотины на период постоянной эксплуатации

Отметка уровня воды, м	Высота нагона $\nabla h_{set}$ , м	Высота наката $h_{run1\%}$ , м	Запас возвышения, $a$ , м	Отметка гребня земляной плотины по расчету, м	Принятая отметка гребня земляной плотины, м
НПУ 95,00	0,0	0,73	0,5	96,23	99,50
ФПУ 97,30	0,0	0,49	0,5	98,29	99,50

Окончательная отметка гребня плотины  $99,50\text{м}$  принята равной отметке гребня бетонных сооружений.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

### 3.7 Конструктивные решения по русловой каменно-земляной плотине

#### 3.7.1 Современное состояние и результаты анализа эксплуатации русловой каменно-земляной плотины

##### Современное состояние русловой каменно-земляной плотины

Конструкция и текущее состояние русловой плотины для разработки документации на реконструкцию плотины приняты по данным топографической съемки и результатов инженерно-геологических изысканий, выполненных в 2021г., исполнительной строительной документации и результатов натурных наблюдений за весь период эксплуатации ГЭС.

Конструкция русловой плотины представлена на чертежах №2220-10-1-КР листы 1-7 (том 4.2.2 №2220-КР2.2 Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 2. Графическая часть).

Каменно-земляная плотина с центральным грунтовым ядром имеет максимальную высоту 79,0м от подошвы ядра. Длина плотины по гребню 1641,44м, ширина по гребню от 10,0 до 20,0м (в левобережном примыкании плотины к водосбросу – до 50,0м). Ширина по основанию в максимальном сечении - 310,0м.

Русловая земляная плотина перекрывает современную долину р. Курейки и условно разделена на участки: русловой и правобережный с прирусловым правобережным понижением (I понижение).

Основанием ядра и упорных призм русловой части плотины (ПК7+90÷ПК16+11,44) являются разновозрастные долериты, правобережной части (ПК0+00÷ПК7+90) - рыхлые четвертичные отложения: флювиогляциальные и ледниковые мощностью от 0,5 до 7,0м на участке ПК0+00÷ПК6+00 и мощностью от 7,0 до 25,0м на участке I понижения ПК6+00÷ПК7+90. На участке русловой плотины в левобережном примыкании водоприемника ГЭС основанием ядра и упорных призм являются разновозрастные долериты.

Топографическая съемка, выполненная в 2021 году по программе инженерных изысканий, показала, что гребень плотины, отсыпанный при возведении плотины со строительным подъемом, на значительной части плотины имеет отметки, превышающие проектную отметку 99,50м. Исключения составляют небольшие локальные участки, где минимальная отметка гребня плотины у края откоса ниже проектной. На участке от

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Лист

83

ПК10+00 до ПК12+40 минимальная отметка со стороны НБ - 97,75м, со стороны ВБ - 98,66м. На участке от ПК14+50 до бетонных сооружений минимальная отметка гребня у края откоса со стороны ВБ - 98,77м, со стороны НБ - 99,20м. На участке русловой плотины в левобережном примыкании водоприемника ГЭС отметка гребня у края откоса со стороны ВБ - 98,77м, со стороны НБ - 98,33м.

Заложение откосов русловой плотины уточнено по данным топографической съемки 2021г.

Заложение верхового откоса составляет:

- на участке плотины от ПК0+40 до ПК4+50 в отметках 99,50 ÷ 93,30м - от 1,75 до 3,2, ниже отметки 93,30м - от 2,4 до 3,2;

- на участке плотины от ПК4+50 до ПК7+90 в отметках 99,50 ÷ 88,25м - от 1,75 до 1,8, ниже отметки 88,25м - от 1,5 до 2,9;

- на участке плотины от ПК7+90 до ПК16+11,44 в отметках 99,50 ÷ 73,00м - от 1,5 до 1,9, ниже отметки 73,00м (между бермами) - от 1,3 до 1,9;

- на участке русловой плотины в левобережном примыкании водоприемника ГЭС ниже отметки 99,50м - 1,8.

Заложение низового откоса составляет:

- на участке плотины от ПК0+40 до ПК4+50 в отметках 99,50 ÷ 90,00м - от 1,8 до 2,4, ниже отметки 90,00м - 1,8;

- на участке плотины от ПК4+50 до ПК7+90 в отметках 99,50 ÷ 90,00м - 1,8 до 2,2, ниже отметки 90,00м - от 1,6 до 4,4;

- на участке плотины от ПК7+90 до ПК16+11,44 в отметках 99,50 ÷ 90,00м - от 1,5 до 2,2, ниже отметки 90,00м (между бермами) - от 1,3 до 2,0;

- на участке русловой плотины в левобережном примыкании водоприемника ГЭС ниже отметки 99,50м - 2,0.

С учетом особенности геологического строения основания плотина условно разделена на русловой участок (ПК7+90 ÷ ПК16+11,44), правобережный участок (ПК0+40 ÷ ПК7+90) и участок плотины в левобережном примыкании водоприемника ГЭС.

Противофильтрационное устройство (ПФУ) на правобережном участке каменно-земляной плотины (ПК0+40 ÷ ПК7+90) выполнено в виде центрального ядра и понура (см. черт. №2220-10-1-КР лист 4 том 4.2.2). По данным геотехконтроля, ядро и понур отсыпаны преимущественно: на участке ПК0+40 ÷ ПК7+50 - из супесчаных грунтов с

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

гравием карьера №36, на участке ПК7+50÷ПК7+90 - из супесчаных грунтов с гравием карьера №6 (здесь и далее сведения о месторождениях строительных материалов (карьерах), использованных в период строительства Курейской ГЭС для возведения каменно-земляных плотин, приводятся в отчётной технической документации том 2.1.1 №2220-ИГИ-Т.1 Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации. Текстовая часть. Книга 1. Приложение К).

На русловом участке (ПК7+90÷ПК16+04) ПФУ выполнено в виде центрального ядра (см. черт. №2220-10-1-КР листы 5, 6 том 4.2.2). По данным геотехконтроля, ядро отсыпано преимущественно: на участке ПК7+90÷ПК10+00 - из супесчаных грунтов с гравием карьера №6; на участке ПК10+00÷ПК16+04 - из суглинистых грунтов с гравием карьера №6 (см. черт. №2220-10-1-КР лист 6 том 4.2.2).

На всех участках плотины ширина ядра по верху 4,0м. На правобережном и русловом участках заложение верхового и низового откосов ядра 0,143. Верхняя часть ядра наклонена в сторону нижнего бьефа, перелом граней находится на глубине около 5,0м от гребня ядра. На участке плотины в левобережном примыкании водоприемника ГЭС заложение верхового откоса ядра 2,0, низового откоса – 0,4.

На русловом участке плотины сопряжение ядра плотины и скального основания осуществляется:

- от ПК7+90 до ПК10+00 - путем устройства в основании ядра бетонной плиты толщиной 0,5м, с которой выполнена площадная цементация ослабленных участков основания и зон тектонических нарушений (см. черт. №2220-10-1-КР листы 3, 5 том 4.2.2);

- от ПК10+00 до ПК16+04 - путем устройства бетонной плиты в основании ядра толщиной 0,5м и цементационной галереи (по оси ядра) общей длиной 670,0м, из которой выполнена контактная (глубинная) цементация. На участке плотины от ПК11+54 до ПК12+86 цементационная галерея проходит в гребне водосливной (переливной) бетонной стенки, примыкающей к низовой грани ядра (см. черт. №2220-10-1-КР листы 3, 5, 6 том 4.2.2). В строительный период водосливная стенка использовалась для пропуска строительных расходов через недостроенную русловую плотину.

Сопряжение ядра плотины с устоем поверхностного водосброса выполнено в виде бетонной шпоры длиной 10,0м и уширения ядра до 15,0м.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№докум.	Подп.	Дата

Над ядром по всему фронту плотины отсыпана двухслойная защитная призма из непучинистого грунта, защищающая гребень ядра от промерзания, а также для удержания кратковременных подъемов водохранилища до отметок ФПУ. Первый слой защитной призмы толщиной 3,0м выполнен из отсева грунтов карьера №10 (фракции менее 10 мм); второй слой толщиной 1,0м – из гравийно-галечникового грунта с песчаным наполнителем карьера №10.

Между ядром и упорными призмами отсыпаны двухслойные переходные зоны шириной по 4,0м каждая. Первая переходная зона до отметки 82,00м отсыпана из гравийно-галечниковых грунтов карьера №13, выше отметки 82,00м - из гравийно-галечниковых грунтов карьера №10. Вторая переходная зона отсыпана из гравия фракции 10-200мм карьера №10.

Упорные призмы плотины отсыпаны из скального грунта. Крепление верхового откоса плотины выполняется несортированной каменной наброской из камня со средним диаметром 0,7м, толщина крепления 2,1м.

На правобережном участке плотины (район ПК 7+00) в июле 1992г. произошла авария с суффозионным выносом грунта, деформацией гребня плотины и низового откоса.

Для повышения эксплуатационной надежности плотины на аварийном и близлежащих участках был выполнен ряд мероприятий, в том числе:

- к паводку 1993г. на участке плотины от ПК7+00 до ПК7+30 произведены инъекционные работы по ядру и основанию;

- с мая по сентябрь месяц 1993г., на участке плотины от ПК5+00 до ПК8+00, для обеспечения устойчивости верхового откоса на берме над понуром отсыпана пригрузка из супесчаного грунта (вскрыша карьера №1);

- на участке плотины от ПК5+00 до ПК8+00 устроена дренажная призма для организованного сбора и отвода фильтрационных вод и для обеспечения устойчивости низового откоса плотины.

В 1998-1999гг., на участке русловой плотины длиной 94,0м (ПК 6+66÷ПК 7+60), выполнен ремонт ядра методом «стена в грунте» из глиноцементобетонных буросекущихся свай диаметром 1200мм с шагом скважин 0,85м, с отметкой верха 100,00м, глубиной от 26,9 до 35,7м с заглублением в рыхлые отложения до отметок 64,30-73,10м (см. черт. №2220-10-1-КР, лист 3 том 4.2.2).

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

По данным изысканий 1994-99гг., по данным бурения разведочных скважин «стены в грунте» было выявлено, что в результате осадок русловой плотины и ее основания отметки гребня ядра на отдельных участках оказались ниже проектной отметки 95,50м и находилась в диапазоне отметок 96,90÷94,20м. Ниже проектной отметки 98,50м оказались отметки верха первого слоя защитной призмы и находились в диапазоне отметок 94,95 - 99,70м.

Низкие отметки гребня ядра не позволяли эксплуатировать русловую плотину при проектных уровнях водохранилища (ФПУ=97,30м). Для обеспечения работы гидроузла при проектных уровнях водохранилища было принято решение выполнить ремонт оголовка ПФУ русловой плотины путем наращивания верха ядра противофильтрационным устройством в виде «стены в грунте» до отметки не ниже 98,50м на всём протяжении этого сооружения.

На основании этого решения в 2000г. ремонтные работы по наращиванию ядра были реализованы только на участке длиной 154,0м (ПК14+50÷ПК16+04). Наращивание ядра было осуществлено «стеной в грунте» из глиноцементобетонных буросекущихся свай диаметром 1200мм с шагом 0,9м, с отметкой верха 98,50м, глубиной от 4,4 до 22,0м с заглублением в ядро плотины до отметок 76,50-94,10м. Верхняя часть свай (до отметки гребня плотины) заполнялась ранее выбуренным грунтом (см. черт. №2220-10-1-КР листы 3, 6 том 4.2.2).

После сдачи в 2003 году Курейской ГЭС в эксплуатацию, работы по ремонту ядра и оголовка русловой плотины были продолжены.

В 2003-2005гг. работы по ремонту ядра были осуществлены в сторону правого берега на участке длиной 203,0м в ПК6+66÷ПК4+63,59. На этом участке глубокая «стена в грунте» из глиноцементобетонных буросекущихся свай диаметром 1200мм выполнена с шагом скважин 0,85м, с отметкой верха 98,50м, глубиной от 9,9 до 33,7м (с заглублением в рыхлые отложения и трещиноватые скальные грунты основания до отметок 64,80-88,60м) (см. черт. №2220-10-1-КР, листы 3, 4 том 4.2.2).

В 2008-2013гг. работы по ремонту оголовка русловой плотины были продолжены на участке длиной 211,0м от ПК7+93 до ПК10+04. «Стена в грунте» из глиноцементобетонных буросекущихся свай диаметром 1200мм выполнена с шагом 0,9м, с отметкой верха 98,50м, глубиной от 4,2 до 8,6м с заглублением в ядро плотины до отметок 89,90-94,30м. Верхняя часть свай (до отметки гребня плотины) заполнялась

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

выбуренным грунтом (см. черт. №2220-10-1-КР листы 3, 5 том 4.2.2). На участке от ПК10+05,80 до ПК10+41,68, из-за поломки буровой установки, были выполнены только скважины I-ой очереди.

После 2013г. работы по ремонту оголовка русловой плотины не возобновлялись.

На гребне плотины организовано грунтовое покрытие для подхода к контрольно-измерительной аппаратуре и эпизодического проезда эксплуатационного автотранспорта.

Оснащение плотины инженерно-техническими средствами защиты (ИТСЗ) и наружное освещение по гребню плотины отсутствуют.

#### **Анализ и оценка текущего состояния русловой каменно-земляной плотины**

Для оценки текущего состояния русловой плотины были проанализированы:

- результаты инженерно-геологических изысканий, выполненных в период эксплуатации и в 2021г.;
- результаты анализа данных натуральных наблюдений, научно-исследовательских работ и многофакторных обследований (ООО «Институт Геостройпроект», г. Москва);
- результаты анализа выполненных ремонтных работ для ПФУ русловой плотины и рекомендации по мероприятиям завершения реконструкции ПФУ плотины (ООО «Геостройпроект», г. Москва).

#### ***Анализ результатов инженерно-геологических изысканий***

Подробно результаты инженерно-геологических изысканий 2021 года рассмотрены в томе 2.1.1 №2220-ИГИ-Т.1 Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации. Текстовая часть. Книга 1.

Скважинами, пробуренными с гребня на участках без «стены в грунте», в ядре плотины зафиксированы:

- супесчаные и суглинистые грунты в текучем (ИГЭ 1а, 1а<sub>1</sub>) и текучепластичном (ИГЭ 1б<sub>1</sub>) состоянии;
- всеми скважинами тонкие (1-2 см) прослой песка мелкого, углистые включения по всей глубине, отдельные валуны долеритов;
- всеми скважинами, пробуренными в контуре плотины, в галечниковых грунтах переходных зон (ИГЭ 3, 3а), в грунтах низовой упорной призмы (ИГЭ 4), в песках защитного слоя над ядром (ИГЭ 6) зафиксированы тонкие (1-2 см) прослой суглинка тугопластичного;

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

- на участке в ПК7+60÷ПК7+93, на контакте тела плотины с основанием - флювиогляциальные пески средние (ИГЭ 23) мощностью 0,7м.

Расчетные показатели физико-механических свойств грунтов для различных элементов тела плотины, используемых в расчетах, должны приниматься с учетом зафиксированных текучих супесчаных и суглинистых прослоев в ПФУ плотины и неоднородного зернового состава. При разработке мероприятий по реконструкции русловой плотины, необходимо предусмотреть перекрытие слоя песка (ИГЭ 23), вскрытого на контакте тела и основания плотины, глубокой «стеной в грунте».

Анализ гранулометрического состава грунтов (по материалам геотехконтроля и по материалам инженерно-геологических изысканий 2021 года), отсыпанных в тело плотины, показал:

- супесчаные и суглинистые грунты ПФУ плотины находятся в пределах граничных кривых, предусмотренных техническими условиями (ТУ) на возведение русловой плотины;

- граничные кривые зернового состава грунтов, отсыпанных в переходные зоны и песчаную защитную призму ПФУ, выходят за пределы граничных кривых, предусмотренные ТУ, при этом кривые среднего гранулометрического состава этих грунтов за рамки граничных кривых не выходят, что позволяет не проводить повторные расчеты по оценке суффозионной стойкости зон сопряжения ядра, переходных зон и упорных призм плотины.

По данным изысканий 2021г. установлено, что на участках без «стены в грунте», отметки гребня ядра ниже проектной отметки 95,50м и находятся в диапазоне отметок 95,50÷94,40м. Ниже проектной отметки 98,50м находятся и отметки верха первого слоя защитной призмы (диапазон отметок 98,30÷94,40м).

***Результаты анализа данных натуральных наблюдений, научно-исследовательских работ и многофакторных обследований***

Подробная информация об анализе данных натуральных наблюдений и обследований русловой плотины, выполненных АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», приведены в томе 4.2.3 №2220-КР2.3 Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 3. Результаты анализа современного состояния русловой и правобережной во II понижении каменно-земляных плотин. В связи с введенным ограничением по максимальной допустимой отметке ФПУ 95,60м до окончания ремонтных работ по ПФУ грунтовых плотин, данные натуральных

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

2220-КР2.1

наблюдений отображают состояние русловой плотины при отметках воды в водохранилище не выше отметки 95,60м.

В 2016г. АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» были проведены многофакторные исследования грунтовых гидротехнических сооружений Курейской ГЭС, связанные с необходимостью продления работ по строительству «стены в грунте» на русловой плотине. Результаты инженерно-геологических изысканий, выполненных в рамках многофакторных исследований, показали, что практически во всех пройденных скважинах, а именно на ПК3+00, 11+49,2, 12+50, отметка верха противодиффузионного устройства плотины находилась в диапазоне от 95,00 до 95,30 м, что ниже проектного значения (95,50м). Анализ данных натуральных наблюдений за осадками марок, установленных на гребне плотины, показал, что на значительном участке плотины от ПК10+00 до ПК13+20 осадки затухают, однако еще далеки до достижения предельных значений. Данное обстоятельство подтвердило необходимость принятия мер по наращиванию противодиффузионного устройства русловой плотины до отметки 98,50м, что позволяет эксплуатировать сооружение как при ограниченной отметке ФПУ 95,60м, так и при проектной отметке ФПУ 97,30м.

Расчеты устойчивости откосов русловой плотины Курейской ГЭС показали, что по данному показателю указанные сооружения соответствуют требованиям, предъявляемым СП 58.13330.2012 к сооружениям II класса.

Данные натуральных наблюдений за их температурно-влажностным состоянием свидетельствовали об отсутствии развития опасных процессов, выполненные фрагменты «стены в грунте» работали удовлетворительно и не требовали проведения ремонтных работ.

По результатам проведенных исследований техническое состояние русловой плотины, включая ее правобережный участок (I понижение), по состоянию на 2016г. было оценено как ограниченно работоспособное.

Полученные в ходе многофакторных исследований 2016г. выводы легли в основу мероприятий по обеспечению безопасности ГЭС, предписанных к выполнению в действующей Декларации безопасности и Акте регулярного обследования. В качестве мероприятий, направленных на обеспечение безопасности ГЭС Курейской ГЭС, было предписано:

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

- в рамках проекта реконструкции земляных плотин разработать и реализовать проект наращивания верха противофильтрационного устройства русловой плотины.

По результатам инструментального контроля плотины, выполненного в 2021г. и включающего фильтрационные, температурные и геодезические наблюдения, выполнен анализ текущего состояния русловой плотины.

Наблюдения за фильтрацией в теле и основании плотины выполняются по пьезометрам и мерным водосливам.

Контроль за положением кривой депрессии в теле и основании плотины осуществляется с помощью пьезометров, водоприемные части которых размещены на различных отметках в теле и основании плотины. Для различных диапазонов отметок УВБ ( $УВБ \leq 80,00\text{м}$ ,  $80,00\text{м} < УВБ \leq 90,00\text{м}$ ,  $90,00\text{ м} < УВБ \leq 93,00\text{м}$ ,  $УВБ > 93,00\text{м}$ ) определены критериальные значения уровней воды в контрольных пьезометрах. Результаты сравнения уровней воды в контрольных пьезометрах, установленных на плотине, с критериями безопасности показали, что за предыдущий 2021г. уровни воды в пьезометрах не превысили соответствующих критериальных значений К1 (первый (предупреждающий) уровень значений диагностических показателей, характеризующий переход ГТС от работоспособного к частично работоспособному состоянию, при достижении которого устойчивость, механическая и фильтрационная прочность сооружения соответствуют условиям нормальной эксплуатации).

Фильтрационные расходы на русловой плотине контролируются с помощью мерных водосливов, размещенных в трех источниках: источник №1, источник №2, источник №5. В источнике №5 собираются фильтрационные расходы от ПК0 до ПК4+50. В источнике №2 собираются основные фильтрационные расходы на участке плотины от ПК4+00 до ПК10+00. По данным наблюдений за расходами в источнике №2 установлено, что после возведения «стены в грунте» фильтрационные расходы в источнике сократились в три раза. Контрольные значения по фильтрационным расходам в источнике №2 назначены для четырех диапазонов отметок УВБ ( $УВБ \leq 90,00\text{ м}$ ,  $90,00\text{м} < УВБ \leq 93,00\text{м}$ ,  $93,00\text{м} < УВБ \leq 94,50\text{м}$ ,  $УВБ > 94,50\text{м}$ ). Результаты сравнения измеренных фильтрационных расходов в источнике с критериальными значениями показали, что в 2021г. расходы не превысили соответствующих критериальных значений К1, величины фильтрационных расходов в источнике существенно не отличаются от ранее наблюдаемых.

Контроль за температурой грунтов в теле плотины осуществляется с помощью

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

2220-КР2.1

термоплетей, установленных в пьезометрических скважинах. Графики зависимости температуры грунта от времени и ее высотного положения, построенные для каждой скважины показали, что зоны многолетнемерзлых грунтов в оголовке русловой плотины отсутствуют. Аномальные показания температурных датчиков на некоторых отметках, связаны либо с некорректной их работой, либо с конструктивными особенностями или дефектами пьезометрических труб (наличие нескольких водоприемников, дефекты сварных соединений, допускающих поступление воды с других отметок). Для оценки технического состояния пьезометров рекомендуется выполнить видео каротаж скважин.

Геодезические наблюдения включают наблюдения за вертикальными и горизонтальными смещениями поверхностных грунтовых марок, установленных на гребне плотины и бермах русловой плотины. Анализ изменения во времени осадок марок свидетельствует о том, что осадки большей части марок затухают. Результаты сравнения отметок марок, установленных на гребне русловой плотины Курейской ГЭС, с критериями безопасности показали, что в 2021г. диагностические показатели по осадкам не достигали критериальных значений К1. Анализ суммарных осадок гребня русловой плотины по длине показал, что наибольшие осадки приурочены к участку от ПК11+20 до ПК12+60, что связано с наибольшей высотой сооружения на данном участке.

Согласно действующей Декларации безопасности, русловая каменно-земляная плотина, включая ее правобережный участок (I понижение), характеризуется частично работоспособным техническим состоянием.

***Результаты анализа выполненных ремонтных работ для ПФУ русловой плотины и рекомендации по мероприятиям завершения реконструкции ПФУ плотины.***

Подробная информация об анализе работы ПФУ («стены в грунте») на ранее выполненных участках ремонтных работ, результаты наблюдений за температурным и фильтрационным режимами грунтов тела и основания плотины, рекомендации по возведению «стены в грунте» на участках реконструкции, выполненные ООО «Институт Геостройпроект», приведены в томе 4.2.4 №2220-КР2.4 Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 4. Результаты анализа современного состояния противофильтрационного устройства русловой и правобережной во II понижении каменно-земляных плотин. Мероприятия по реконструкции.

Для оценки состояния русловой плотины, включая участки плотины с ранее выполненными участками «стены в грунте», а также для определения глубины «стены в

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

грунте» на участках реконструкции плотины, выполнен анализ показаний пьезометрической и дистанционной (температурной) КИА, установленной в теле и основании плотины.

Ниже приведены результаты анализ работы «стены в грунте» в теле плотины и «стены в грунте» в оголовке ядра плотины на ранее выполненных участках.

«Стена в грунте» глубиной от 9,9 до 35,7м, выполненная на аварийном участке (ПК6+66÷ПК7+60) в 1998-1999гг. и на участке ремонтных работ (ПК6+66÷ПК4+64) в 2003-2005гг., обеспечила надежное сопряжение плотины с нижележащей толщей слабопроницаемых супесчано-суглинистых отложений. Показания пьезометров, расположенных в основании плотины за «стеной в грунте» (на расстоянии около 2,0м в нижний бьеф) на участке от ПК4+64 до ПК7+60, свидетельствуют, что после выполнения «стены в грунте» потери напора фильтрационного потока составляют 70-91,6% от общего напора на сооружение, никаких изменений в фильтрационной обстановке на данном участке не происходит. Наблюдения за температурным режимом грунтов на этом участке, зависящим от температуры водохранилища и скорости фильтрации, свидетельствуют об отсутствии в ядре зон повышенной фильтрации. «Стена в грунте» перекрыла фильтрующий гравийно-галечниковый прослой в ядре плотины (в районе отметки 86,00м), вскрытый на участке от ПК6+66 до ПК4+64 в грунте ядра при выполнении ремонтных работ. Все это свидетельствует об эффективности выполненной глубокой «стены в грунте» участке от ПК4+64 до ПК7+60.

Работы по ремонту оголовка плотины (наращивание ядра плотины «стеной в грунте») были выполнены на участке (ПК14+50÷ПК16+04) в 2000г. и на участке (ПК7+93÷ПК10+42) в 2008-2013гг. Оценка результатов ремонтных работ выполнена по показаниям двух пьезометров, расположенных за «стеной в грунте» (на расстоянии около 2,5м в нижний бьеф) на участке от ПК7+93 до ПК10+42 - в результате реконструкции оголовка плотины на данном участке, уровни воды в этих пьезометрах снизились на 0,4-0,5м.

На участке от ПК14+5 до ПК16+04 не сохранилось ни пьезометров, ни температурных скважин - в рамках работ по реконструкции русловой плотины на данном участке необходимо восстановить пьезометрическую и температурную КИА.

Ниже приведены рекомендации по мероприятиям завершения реконструкции ПФУ плотины.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Необходимость выполнения глубокой «стены в грунте» на участках реконструкции от ПК0+07 до ПК4+63 и от ПК7+60 до ПК7+93 определилась на основании анализа данных КИА, расположенных в пределах рассматриваемых участков, у границ ранее выполненных участков «стены в грунте».

На участке от ПК0+07 до ПК4+63 анализ температурного режима в грунтах основания показал, что на границе с ранее выполненной «стеной в грунте» сезонный нагрев грунтов основания приурочен к отметкам, соответствующих слою супеси гравелистой (ИГЭ 17<sub>1</sub>) в основании плотины. В этом слое формируется обходной фильтрационный поток при обходе «стены в грунте». В связи с этим рекомендуется перекрыть заглубить вновь выполняемую «стену в грунте» в коренные грунты на 0,5м.

На участке от ПК7+60 до ПК7+93, по результатам инженерно-геологических изысканий, на контакте тела плотины с основанием был вскрыт слой песка среднего (ИГЭ 23) мощностью 0,7м (ставший наиболее вероятной причиной аварийной ситуации в 1992г.). По показаниям пьезометров, расположенных в пределах данного участка, потери напора составляют от 4,4 до 7,5м (25-42% от общего напора на сооружение). Для обеспечения надежной многолетней эксплуатации плотины как при действующем ограничении по максимальной допустимой отметке наполнения водохранилища 95,60м, так и при отметке ФПУ 97,30м, рекомендуется заглубить вновь выполняемую «стену в грунте» в рыхлые отложения до отметки не выше 70,00м, в скальные грунты на 0,5м.

Необходимость наращивания оголовка ядра «стеной в грунте» на участке реконструкции от ПК10+04 до ПК14+50 определилась на основании анализа данных пьезометров, водоприемная часть которых расположена в оголовке ядра плотины. В пределах рассматриваемого участка есть только один пьезометр П-43, расположенный на расстоянии 2,6м ниже оси плотины. По данным замеров уровней, скачкообразные подъемы уровней воды в пьезометре происходят при превышении уровня воды в водохранилище над отметкой 93,50-94,0м. Это свидетельствует о том, что на участке размещения пьезометра либо отметка гребня ядра находится на отметке 93,50-94,0м, либо гребневая часть суглинка, а также вышележащая защитная призма из песка обладают значительными коэффициентами фильтрации и не выполняют функции противофильтрационного элемента плотины. На данном участке, для обеспечения надежной эксплуатации плотины как при действующем ограничении по максимальной допустимой отметке наполнения водохранилища 95,60м, так и при отметке ФПУ 97,30м,

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

рекомендуется выполнить реконструкцию оголовка ПФУ плотины путем наращивания верха ядра «стеной в грунте».

### 3.7.2 Мероприятия по реконструкции русловой каменно-земляной плотины

Для повышения безопасности эксплуатации русловой плотины в проектном режиме как при действующем ограничении по максимальной допустимой отметке наполнения водохранилища 95,60м, так и при отметке ФПУ 97,30м, утверждённой в техническом проекте, необходимо выполнить следующий комплекс мероприятий по реконструкции:

- восстановление локальных участков гребня плотины до проектной отметки 99,50м;
- реконструкцию оголовка ПФУ плотины путем наращивания верха ядра дополнительным противофильтрационным устройством в виде «стены в грунте» из глиноцементобетонных буросекущихся свай на трех участках, в том числе на участках ПК0+07÷ПК4+63, ПК7+60÷ПК7+93, ПК10+04÷ПК14+50.

#### Восстановление локальных участков гребня плотины до проектной отметки 99,50м

Расчет по уточнению отметки гребня русловой плотины подтвердил принятую ранее в проекте отметку гребня плотины 99,50м (см. раздел 3.6.1 настоящего тома) - корректировка отметки гребня не требуется.

Работы по восстановлению локальных участков гребня плотины до проектных отметок предусматривают наращивание отметок гребня до отметки 99,50м на участках от ПК10+00 до ПК12+40, от ПК14+50 до бетонных сооружений.

Для восстановления локальных участков гребня плотины до проектной отметки используется горная массы карьера №1а (фр.0 - 500мм,  $d_{50}=150$ мм) (том 2.1.1 №2220-ИГИ-Т.1 Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации. Текстовая часть. Книга 1. Приложение Д).

Горная масса отсыпается слоями толщиной по 0,8м, с уплотнением виброкатками за 8-10 проходов по одному следу.

Гранулометрический состав горной массы, пригодной для укладки в плотину, приведен на рисунке 3.7.2.1. Графики гранулометрических составов грунтовых материалов, отсыпаемых в плотину, должны полностью укладываться между границами, приведенными на рисунке 3.7.2.1 и примерно повторять очертания предельных кривых.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств талых грунтов тела и основания русловой плотины, расчетные коэффициенты фильтрации приведены в таблице 3.3.2.1 (см. раздел 3.3.2 настоящего тома).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			2220-КР2.1						
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата				

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

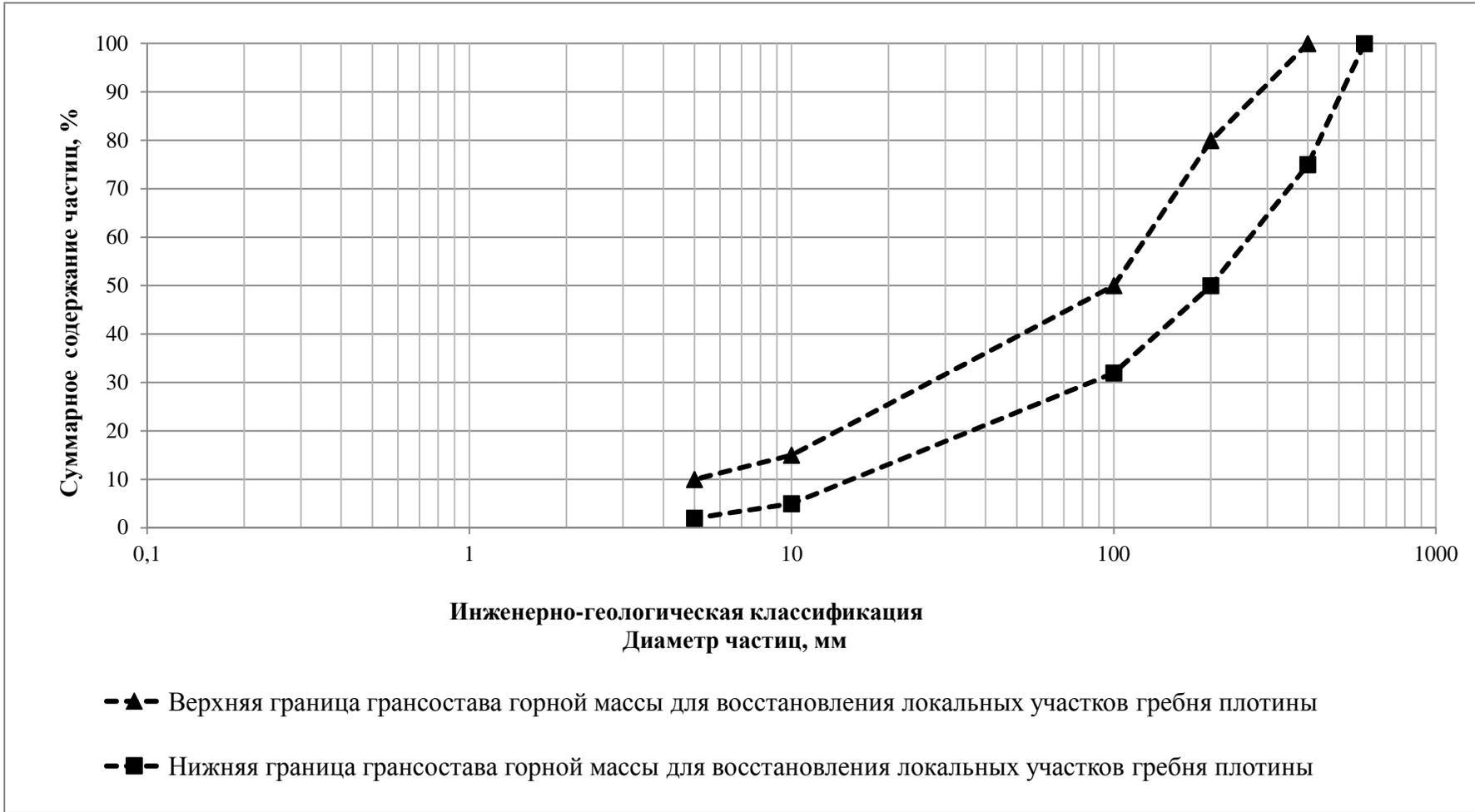


Рисунок 3.7.2.1 - Гранулометрический состав горной массы, пригодной для укладки в гребень русловой каменно-земляной плотины

2220-КР2.1

## Реконструкция оголовка ПФУ плотины

Работы по реконструкции оголовка ПФУ плотины предусматривают наращивания верха ядра дополнительным противофильтрационным устройством в виде «стены в грунте» из глиноцементобетонных буросекущихся свай.

В соответствии с п.5.41 СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов», верх дополнительного противофильтрационного устройства в виде «стены в грунте» должен быть выше ФПУ с учетом нагона, но без учета наката волны. Высота нагона при ФПУ  $h_{set}=0,0\text{м}$  (см. раздел 3.6.1 настоящего тома). Таким образом верх «стены в грунте» должен быть на отметке 97,30м.

По результатам конструктивных изменений русловой плотины, для защитной призмы над ядром, предназначенной для удержания кратковременных подъемов водохранилища до отметок ФПУ, отметка верха была назначена равной 98,50м (с некоторым запасом по отношению к требуемой по СП 39.13330.2012 отметке 97,30м). По данным изысканий, в результате осадок плотины и ее основания отметки верха первого слоя защитной призмы оказались ниже проектной. С целью восстановления конструктивных параметров плотины, отметка верха дополнительного противофильтрационного устройства в виде «стены в грунте» на участках реконструкции назначается равной проектной отметке верха первого слоя защитной призмы - 98,50м. Принятая отметка совпадает с отметками верха «стены в грунте» на ранее выполненных участках по ремонту ядра и оголовка плотины, находящихся в диапазоне отметок 98,50÷100,00м,

«Стена в грунте» выполняется из глиноцементобетонных буросекущихся свай диаметром 1200мм. Диаметр скважин принят по аналогии с диаметром скважин на ранее выполненных участках «стены в грунте», а также с учетом того, что в любом слое насыпных грунтов на гребне плотины возможно нахождение большого количества валунов (из опыта выполнения «стены в грунте» на разных участках плотины в предыдущие годы).

Шаг скважин назначается из условия обеспечения фильтрационной прочности глиноцементобетона при заданной минимальной толщине «стены в грунте» в основании в случае отклонения свай от вертикали в процессе бурения скважин.

Верхняя часть скважин (с гребня до отметки 98,50м) заполняется ранее выбуренным грунтом с таким расчетом, чтобы после извлечения последней секции

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Лист  
98

обсадной трубы гребень глиноцементобетона был на отметке не менее 98,50м.

Для сохранения максимально возможного количества действующих пьезометров, расположенных на гребне плотины, привязка оси «стены в грунте» на разных участках изменяется относительно оси плотины.

С учетом ранее выполненных работ по ремонту ядра и оголовка русловой плотины, наращивание верха ядра «стенной в грунте» в рамках реконструкции требуется выполнить на следующих трех участках:

- участок от ПК0+07 до ПК4+63;
- участок от ПК7+60 до ПК7+93;
- участок от ПК10+04 до ПК14+50.

Участки плотины, где «стена в грунте» была выполнена в 1998-2013гг. (см. черт. №2220-10-1-КР листы 2, 3 том 4.2.2), не требуют дополнительных мероприятий, что подтверждается результатами расчетов (см. раздел 4.1 настоящего тома) и анализом данных натурных наблюдений (см. раздел 3.7.1 настоящего тома).

**Участок от ПК0+07 до ПК4+63** (черт. №2220-10-1-КР листы 2, 3, 4, 7 том 4.2.2)

Границы участка приняты от ПК0+07 (где выходит кровля долеритов на отметке 98,50м) до ПК4+63 (где участок «стены в грунте» выполнен в 2003-2005гг. от ПК4+63 до ПК6+66), длина участка – 456,0м.

Глубина «стены в грунте» на участке переменная, от 0,5 до 12,8м, с заглублением в скальные грунты на 0,5м, что подтвердилось результатами расчетного обоснования (см. раздел 4.1 настоящего тома).

С уменьшением глубины «стены в грунте» изменяется шаг скважин:

- на участке от ПК4+63 до ПК2+50 шаг свай 0,9м;
- на участке от ПК2+50 до ПК1+50 шаг свай 1,0м;
- на участке от ПК1+50 до ПК0+07 шаг свай 1,05м.

При принятом переменном шаге толщина «стены в грунте» в месте сопряжения скважин изменяется от 0,80м до 0,60м.

Ось «стены в грунте» на данном участке смещена относительно оси плотины в сторону нижнего бьефа на 1,5м.

**Участок от ПК7+60 до ПК7+93** (черт. №2220-10-1-КР листы 2, 3, 4, 7 том 4.2.2)

Границы участка приняты от ПК7+60 (где участок «стены в грунте» выполнен в

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

1998-1999гг. в ПК7+60÷ПК6+66) до ПК7+93 (где участок «стены в грунте» выполнен в 2008- 2013гг. в ПК7+93÷ПК10+04), длина участка – 33,0м.

Глубина «стены в грунте» на участке переменная, от 19,0 до 31,5м, с заглублением в рыхлые отложения до отметки 67,00м, в скальные грунты на 0,5м, что подтвердилось результатами расчетного обоснования (см. раздел 4.2 настоящего тома). На участке с бетонной плитой в основании ядра плотины, «стена в грунте» выполняется до бетонной плиты.

Учитывая большую глубину скважин (до 33,0м) на данном участке шаг скважин «стены в грунте» принимается равным 0,85м. При принятом шаге толщина «стены в грунте» в месте сопряжения скважин составляет 0,85м.

Для сохранения скважин КИА ось «стены в грунте» на рассматриваемом участке смещена относительно оси плотины в сторону нижнего бьефа на 1,5м, а на ПК7+88 ось «стены в грунте» смещается на 2,0м для сопряжения с ранее выполненными скважинами «стены в грунте».

#### **Участок от ПК10+04 до ПК14+50** (черт. №2220-10-1-КР листы 2, 3, 5–7 том 4.2.2)

Границы участка приняты от ПК10+04 (где участок «стены в грунте» выполнен в 2008-2013гг. в ПК7+93÷ПК10+04) до ПК14+50 (где участок «стены в грунте» выполнен в 2000г. в ПК14+50÷16+04), длина участка – 446,0м.

Глубина «стены в грунте» переменная, от 5,5 до 6,0м, с заглублением в ядро плотины до отметок 92,50-93,00м. Величина заглубления определяется по формуле и зависит действующего напора на уровне контакта «стены в грунте» и ядра, от критического градиента напора для материала ядра.

$$h \geq \frac{(\nabla\text{ФПУ} - \nabla\text{Ядра}) \cdot \gamma_n}{2 \cdot J_{cr.m}}$$

Поскольку суглинистый и супесчаный грунты, уложенные в ядро плотины, близки по своим свойствам (по числу пластичности), в расчет принимаем минимальный нормативный критический средний градиент напора для супесчаного материала  $J_{cr.m}=2$ .

Коэффициент надежности по ответственности сооружений для II класса  $\gamma_n=2$ .

Минимальная отметка ядра на рассматриваемом участке - 94,40м, отметка ФПУ - 97,30м.

С учетом всех значений, величина заглубления «стены в грунте» в ядро равна

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$h \geq \frac{(\nabla_{\text{ФПУ}} - \nabla_{\text{Ядра}}) \cdot \gamma_n}{2 \cdot J_{\text{ср.м}}} = \frac{(97,3 - 94,4) \cdot 1,2}{2 \cdot 2} = 0,9\text{м.}$$

При поднятии уровня воды в водохранилище до отметки ФПУ=97,30м, достаточным является заглубление стены в грунте в ядро на 0,9м.

Учитывая возможные неточности при определении реальной отметки гребня ядра, величину заглубления «стены в грунте» в ядро принимаем равной 1,5м (с запасом).

В пределах участка реконструкции, в интервале от ПК12+35 до ПК12+55, «стена в грунте» глубиной 10,0м заглубляется в ядро на 5,5м, до отметки 88,50м, что определено результатами анализа температурного состояния грунтов в верхней части ядра плотины (см. раздел 3.7.1 настоящего тома).

Величина заглубления «стены в грунте» в ядро подтвердилась результатами расчетного обоснования (см. раздел 4.2 настоящего тома).

На участке от ПК10+04 до ПК14+50 «стена в грунте» выполняется с шагом скважин 1,0м. При принятом шаге толщина «стены в грунте» в месте сопряжения скважин составляет 0,65м.

На участке реконструкции, для сохранения скважин КИА, привязка оси «стены в грунте» изменяется относительно оси плотины по длине участка:

- от ПК10+04 до ПК11+00 ось «стены в грунте» смещена относительно оси плотины в сторону нижнего бьефа на 2,0м;
- от ПК11+00 до ПК12+15 ось смещена на 1,25м;
- от ПК12+15 до ПК14+20 ось смещена на 0,4м;
- от ПК14+20 до ПК14+50 ось смещается на 2,0м для сопряжения с ранее выполненными скважинами «стены в грунте».

На рассматриваемом участке (от ПК10+04 до ПК10+42) в 2013г. были выполнены только скважины «стены в грунте» 1-й очереди. На этом участке работ выполняются только скважины 2-й очереди.

На участке реконструкции есть скважины 1221 (ПК10+13,79), 1215 (ПК10+08,53), а также скважина 1195д (ПК9+91,15) с неизвлеченными обсадными трубами. Скважины 1195д и 1221 заглублены в ядро до отметок 92,40м и 92,20м соответственно и полностью заполнены глиноцементобетоном. Извлекать обсадные трубы из этих скважин не требуется. Для этих скважин необходимо выполнить срезку обсадных труб ниже отметки гребня плотины, выполнить тампонаж бурового зазора методом безманжетной инъекции.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Для этого вдоль обсадной трубы, в местах сопряжения с соседними сваями «стены в грунте», выполняется бурение скважин до отметки 93,00м с последующей цементацией бурового зазора цементо-бentonитовым раствором.

Скважина 1215 (ПК10+08,53), пробуренная на глубину 3,0м и не забетонирована. Из скважины необходимо извлечь старую обсадную трубу, заново выполнить бурение и бетонирование скважины с заглублением в ядро до отметки 93,00м.

На всех рассматриваемых участках, для заполнения скважин «стены в грунте», рекомендуется применить состав глиноцементобетона, который включает следующие материалы:

- портландцемент ПЦ400-До ГОСТ 10178-85 или ЦЕМ1-42,5Н  
ГОСТ 31108-2016 или ЦЕМО 42,5Н ГОСТ 31108-2020 - 170 кг;
- глинопорошок бентонитовый марки ПБН, ТУ 2164-005-01424676-2014.  
Выход не более 5 м<sup>3</sup>/т. - 195 кг;
- песок, ГОСТ 26633-2015, приложение А, модуль крупности  
в пределах 2,0-2,8 - 750 кг;
- щебень, ГОСТ 26633-2015, приложение А, фракция 5-10 мм - 500 кг;
- вода, ГОСТ 23732-2011 - 410 л;
- полипропиленовая фибра длиной волокна 18 мм с прочностью  
на растяжение 300МПа. - 0,9 кг;
- суперпластификатор С-3 - 1,2% от  
веса цемента

Ввиду отсутствия на строительной площадке действующих месторождений (карьеров), все материалы для приготовления глиноцементобетона, включая щебень и песок, привозные.

Приготовление смеси глиноцементобетона производится по «сухой» технологии – бентонит загружают в бетоносмеситель в виде порошка (при «мокрой» технологии бентонит загружают в виде бентонитового раствора). «Сухая» технология применяется с целью упрощения технологии и сокращения сроков приготовления глиноцементобетона для сокращения сроков выполнения «стены в грунте» на плотине, учитывая ограниченный период положительных температур наружного воздуха в районе гидроузла.

Состав глиноцементобетона должен быть откорректирован на стадии рабочей

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

документации с учетом фактических свойств материалов, которые будут использоваться на Курейской ГЭС.

До начала работ по бурению скважин «стены в грунте» необходимо:

- гребень на локальных участках плотины отсыпать и спланировать до отметки 99,50м;

- уложить железобетонные дорожные плиты на первоочередных участках работ по «стене в грунте»;

- по всему гребню плотины выполнить очистные сооружения поверхностного стока (водоотводной лоток и локальные очистные сооружения).

Железобетонные дорожные плиты (3,0x1,75x0,17м) укладываются на первоочередных участках работ по «стене в грунте» на песчаную подготовку толщиной 0,1м. По ходу выполнения буровых работ дорожные плиты перекалываются на новые участки (принята четырехкратная оборачиваемость плит).

Очистные сооружения поверхностного стока (водоотводной лоток и локальные очистные сооружения) выполняются в соответствии со ст. 65 Водного кодекса РФ, с целью обеспечения сбора и очистки поверхностного стока с покрытия гребня в период выполнения работ по возведению «стены в грунте» и в период постоянной эксплуатации сооружения.

Монолитный водоотводной лоток длиной L=1610,0м и переменной высотой (h=0,55-0,75м) бетонируется секциями по 6,0м из армированного монолитного бетона марки В25F200W8, с уклоном  $i=0,004$ . Температурные швы устраиваются через 12,0м. Верх лотка закрывается решеткой.

Локальные очистные сооружения (ЛОС) с шагом 100,0м, глубиной 1,50м выполняются из сборных ж.б. канализационных колодцев диаметром DN700 со смонтированными в них фильтр-патронами (см. черт. №2220-10-1-КР, лист 2 том 4.2.2).

Допускается излом трассы водоотводного лотка с целью обязательного сохранения скважин действующей контрольно-измерительной аппаратуры.

На завершающем этапе работ необходимо выполнить работы по восстановлению гребня плотины, в том числе:

- демонтаж железобетонных дорожных плит;
- очистка водоотводного лотка от грязи, очистка (замена) фильтр-патронов у ЛОС;
- зачистку верхней части гребня плотины от некондиционного грунта;

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

2220-КР2.1

Лист

103

- восстановление покрытия гребня плотины до отметки 99,50м.

После выполнения комплекса работ по реконструкции русловой плотины, в соответствии с нормативными требованиями, необходимо выполнить работы по дооснащению КИА для организации натуральных наблюдений за сооружением. Описание принятых решений по организации натуральных наблюдений представлена в томе 4.3.1 №2220-КР3.1 Часть 3. Организация натуральных наблюдений. Книга 1.Текстовая часть.

### **3.7.3 Описание принятых решений по результатам разработки проектной документации на реконструкцию русловой каменно-земляной плотины.**

#### **Объемы работ**

По результатам разработки проектной документации на реконструкцию основные параметры русловой плотины и класс сооружения II не изменились.

Тип плотины в соответствии с п.4.2 СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов» - каменно-земляная с центральным ядром из супесчаных и суглинистых грунтов с гравием, упорными призмами из скального грунта.

В соответствии с СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» (Приложение А) русловая каменно-земляная плотина относится к основным, как сооружение, повреждение или разрушение которого может привести к прекращению нормальной работы электростанции.

В соответствии с СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» (Приложение Б, таблица Б.1) в зависимости от высоты и типа грунтов основания русловая плотина относится ко II классу ответственности.

Уровень ответственности сооружений в соответствии со Статьей 4 Главы 1 Технического регламента о безопасности зданий и сооружений: русловая плотина - повышенный.

Каменно-земляная плотина с центральным грунтовым ядром имеет максимальную высоту 79,0м от подошвы ядра. Длина плотины по гребню 1641,44м, ширина по гребню от 10,0 до 20,0м (в левобережном примыкании плотины к водосбросу – до 50,0м). Ширина по основанию в максимальном сечении - 310,0м.

Отметка гребня плотины 99,50м.

Заложение верхового откоса составляет:

- на участке плотины от ПК0+40 до ПК4+50 в отметках 99,50 ÷ 93,30м - от 1,75 до

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

3,2, ниже отметки 93,30м - от 2,4 до 3,2;

- на участке плотины от ПК4+50 до ПК7+90 в отметках 99,50 ÷ 88,25м - от 1,75 до 1,8, ниже отметки 88,25м - от 1,5 до 2,9;

- на участке плотины от ПК7+90 до ПК16+11,44 в отметках 99,50÷73,00м - от 1,5 до 1,9, ниже отметки 73,00м (между бермами) - от 1,3 до 1,9;

- на участке русловой плотины в левобережном примыкании водоприемника ГЭС ниже отметки 99,50 - 1,8.

Заложение низового откоса составляет:

- на участке плотины от ПК0+40 до ПК4+50 в отметках 99,50 ÷ 90,00м - от 1,8 до 2,4, ниже отметки 90,00м - 1,8;

- на участке плотины от ПК4+50 до ПК7+90 в отметках 99,50 ÷ 90,00м - 1,8 до 2,2, ниже отметки 90,00м - от 1,6 до 4,4;

- на участке плотины от ПК7+90 до ПК16+11,44 в отметках 99,50÷90,00м - от 1,5 до 2,2, ниже отметки 90,00м (между бермами) - от 1,3 до 2,0;

- на участке русловой плотины в левобережном примыкании водоприемника ГЭС ниже отметки 99,50 – 2,0.

С учетом особенности геологического строения основания русловая плотина условно разделена на русловой участок (ПК7+90÷ПК16+11,44), правобережный участок (ПК0+40÷ПК7+90) и участок плотины в левобережном примыкании водоприемника ГЭС.

С учетом принятых в проекте конструктивных решений, противофильтрационное устройство на правобережном участке плотины (ПК0+40÷ПК7+90) представляет собой центральное ядро, дополненное «стеной в грунте» из глиноцементобетона и понур:

- на участке длиной 456,0м (ПК0+07÷ПК4+63) «стена в грунте» глубиной от 0,5 до 12,8м с заглублением в скальные грунты на 0,5м - по проекту реконструкции;

- на участке длиной 203,0м (ПК4+63÷ПК6+66) «стена в грунте» глубиной от 9,9 до 33,7м с заглублением в рыхлые отложения и трещиноватые скальные грунты основания до отметок 64,80-88,60м\_(выполнена в 2003-2005гг.);

- на участке длиной 94,0м (ПК6+66÷ПК7+60) «стена в грунте» глубиной от 26,9 до 35,7м с заглублением в рыхлые отложения до отметок 64,30-73,10м (выполнена в 1998-1999гг.);

- на участке длиной 33,0м (ПК7+60÷ПК7+93) «стена в грунте» глубиной от 19,0 до 31,5м с заглублением в рыхлые отложения до отметки 67,00м, в скальные грунты на

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

2220-КР2.1

0,5м - по проекту реконструкции (см. черт. №2220-10-1-КР листы 3, 4 том 4.2.2).

На условном участке плотины (ПК7+90÷ПК16+04) противофильтрационное устройство представляет собой центральное ядро и «стену в грунте» из глиноцементобетона в гребневой части ядра:

- на участке длиной 211,0м (ПК7+90÷ПК10+04) - глубиной от 4,2 до 8,6м с заглублением в ядро плотины до отметок 89,90-94,30м (выполнена в 2008-2013гг.);

- на участке длиной 446,0м (ПК10+04÷ПК14+50) - глубиной от 5,5 до 10,0м с заглублением в ядро плотины до отметок 92,50-93,00м - по проекту реконструкции;

- на участке длиной 154,0м (ПК14+50÷ПК16+04) - глубиной от 4,4 до 22,0м с заглублением в ядро плотины до отметок 76,50-94,10м (выполнена в 2000г.) (см. черт. №2220-10-1-КР листы 3, 5, 6 том 4.2.2).

На участке плотины в левобережном примыкании водоприемника ГЭС противофильтрационное устройство представляет собой асимметричное ядро из супесчано-суглинистого грунта.

На всех участках плотины ширина ядра по верху 4,0м. На правобережном и условном участках заложение верхового и низового откосов ядра 0,143. Верхняя часть ядра наклонена в сторону нижнего бьефа, перелом граней находится на глубине около 5,0м от гребня ядра. На участке плотины в левобережном примыкании водоприемника ГЭС заложение верхового откоса ядра 2,0, низового откоса – 0,4.

На условном участке плотины сопряжение ядра плотины и скального основания осуществляется:

- от ПК7+90 до ПК10+00 - путем устройства в основании ядра бетонной плиты толщиной 0,5 м, с которой выполнена площадная цементация ослабленных участков основания и зон тектонических нарушений (см. черт. №2220-10-1-КР листы 3, 5 том 4.2.2.);

- от ПК10+00 до ПК16+04 - путем устройства бетонной плиты в основании ядра толщиной 0,5 м и цементационной галереи (по оси ядра) общей длиной 670,0м, из которой выполнена контактная (глубинная) цементация. На участке плотины от ПК11+54 до ПК12+86 цементационная галерея проходит в гребне водосливной (переливной) бетонной стенки, примыкающей к низовой грани ядра (см. черт. №2220-10-1-КР листы 5, 6 том 4.2.2).

Сопряжение ядра плотины с устоем поверхностного водосброса выполнено в виде

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

2220-КР2.1

Лист

106

бетонной шпоры длиной 10,0м и уширения ядра до 15,0м.

Над ядром по всему фронту плотины отсыпана двухслойная защитная призма, защищающая гребень ядра от промерзания: первый слой - из отсева грунтов карьера №10 (фракции менее 10 мм); второй слой – из гравийно-галечникового грунта с песчаным наполнителем карьера №10.

Конструкция переходных зон и упорных призм принимается без изменений по фактическому состоянию.

На гребне плотины организовано щебеночное покрытие для подхода к контрольно-измерительной аппаратуре и эпизодического проезда эксплуатационного автотранспорта, выполнены очистные сооружения поверхностного стока с целью обеспечения сбора и очистки поверхностного стока с покрытия в период постоянной эксплуатации сооружения.

Объемы работ по комплексу приведенных выше мероприятий реконструкции русловой плотины показаны в комплекте чертежей №2220-10-1-КР лист 1 том 4.2.2 и в таблицах 3.7.3.1 и 3.7.3.2.

Описание технологии производства, ведомости объёмов работ, включая подготовительные работы, приведены в проектной документации том 6.1 №2220-ПОС1 Раздела 6. Проект организации строительства. Книга 1. Текстовая и графическая часть.

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	
Колуч.	
Лист	
№ док.	
Подп.	
Дата	

2220-КР2.1

Таблица 3.7.3.1 - Объемы работ по возведению «стены в грунте» русловой каменно-земляной плотины

Наименование	Ед. изм.	Количество			Всего
		участок от ПК0+07 до ПК4+64	участок от ПК7+60 до ПК7+93	участок от ПК10+15 до ПК14+5	
<b><u>Устройство «стены в грунте»</u></b>					
Устройство буронабивных свай диаметром 1200 мм в грунтах 4 группы под защитой обсадной трубы буровыми установками с крутящим моментом 250-350 кНм	м <sup>3</sup>	5 815	1 506	4 141	11 462
Заполнение скважин глиноцементобетоном	м <sup>3</sup>	4 890	1 430	3 305	9 625
Засыпка скважин выбуренным грунтом	м <sup>3</sup>	925	76	836	1 837
Погрузка грунта и транспортировка грунта в отвал на расстояние до 2,0км, 1 группа	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{4 890}{10 758}$	$\frac{1 430}{3 089}$	$\frac{3 305}{7 106}$	$\frac{9 625}{20 953}$
Срезка трубы диаметром 1200 мм	м <sup>3</sup>	-	-	2	2
Роторное бурение с глинистой промывкой глубиной до 50,0м Ø93 мм в грунтах 3 группы	м	-	-	30	30
Цементация грунтов цементо-бентонитовым раствором (Ц:Б:В=200:40:920 с поглощением материалов 100 кг/м)	м	-	-	30	30

Таблица 3.7.3.2 - Объемы работ по восстановлению гребневой части русловой каменно-земляной плотины

Наименование	Ед. изм.	Всего
<b><u>Восстановление гребня плотины</u></b>		
<b><u>Насыпь</u></b>		
Отсыпка горной массы (фр. 0-500 мм)	м <sup>3</sup>	4 000
Итого насыпи	м <sup>3</sup>	4 000
Планировка поверхности гребня бульдозером	м <sup>2</sup>	27 000
<b><u>Восстановление покрытия гребня плотины</u></b>		
<b><u>Выемка</u></b>		
Зачистка верхней части гребня от некондиционного грунта (t=0,3 м)	м <sup>3</sup>	5 500
Итого выемки	м <sup>3</sup>	5 500
<b><u>Насыпь</u></b>		
Отсыпка подготовки из щебня М600 фр. 20-40 мм (t=0,1 м)	м <sup>3</sup>	1 870
Отсыпка покрытия из фракционированного щебня М800 (t=0,2 м)	м <sup>3</sup>	3 630
Итого насыпи	м <sup>3</sup>	5 500
Планировка поверхности гребня по нивелировочным отметкам	м <sup>2</sup>	24 000
<b><u>Очистные сооружения поверхностного стока</u></b>		
<b><u>Бетонный монолитный водоотводной лоток</u></b>		
Выемка мягкого грунта	м <sup>3</sup>	2 000
Устройство подготовки с уплотнением из среднезернистого песка	м <sup>3</sup>	115
Укладка геотекстиля "Дорнит" шириной 1,0м Плотность - 450г/м <sup>2</sup> , t=5мм ГОСТ 26996-86	м	1 700
Обратная засыпка пазух	м <sup>3</sup>	600
Монолитный бетон (В25F200W8)	м <sup>3</sup>	370
Арматурная сталь (Ø16 АIII(A400))	т	45,2
Закладные детали (L50x5, Ø10 АIII(A400))	т	14,9
Решетка лотка	т	99,8
Опалубка мелкощитовая	м <sup>2</sup>	3 220
<b><u>Локальные очистные сооружения поверхностного стока (ЛОС)</u></b>		
Выемка мягкого грунта	м <sup>3</sup>	100
Обратная засыпка пазух	м <sup>3</sup>	75
Монтаж канализационных колодцев из сборного ж.б. (ЛОС):	шт/ м <sup>3</sup> бет	16/4,32
- кольцо стеновое КС7.9	шт	16
- кольцо стеновое КС7.3	шт	32

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

2220-КР2.1

Лист

109

Наименование	Ед. изм.	Всего
- кольцо опорное КОб	шт	16
Установка люка чугунного, вес 70 кг	шт/т	16/1,12
Засыпка дна колодца щебнем фр. 20-40 мм	м <sup>3</sup>	1,3
Монтаж фильтра-патрона, вес 33кг	шт	16

### 3.8 Конструктивные решения по правобережной каменно-земляной плотине во II понижении

#### 3.8.1 Современное состояние и результаты анализа эксплуатации правобережной каменно-земляной плотины во II понижении

##### Современное состояние правобережной каменно-земляной плотины во II понижении

Конструкция и текущее состояние правобережной плотины во II понижении для разработки документации на реконструкцию плотины приняты по данным топографической съемки и результатов инженерно-геологических изысканий, выполненных в 2021г., исполнительной строительной документации и результатов натуральных наблюдений за весь период эксплуатации ГЭС.

Конструкция правобережной плотины во II понижении представлена на чертежах №2220-10-2-КР листы 1-6 (том 4.2.2 №2220-КР2.2 Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 2. Графическая часть).

Каменно-земляная плотина имеет максимальную высоту 38,3м от подошвы плотины. Длина плотины по гребню 643,7м, ширина по гребню – 10,0м, ширина по основанию 240,0м. В плане плотина имеет криволинейное очертание.

Правобережная плотина во II понижении перекрывает древнюю долину р. Пра-Курейки (II понижение).

Основанием плотины в бортовых примыканиях являются разновозрастные коренные породы: долериты катанского и норильского типа (ПК8+70÷ПК9+50; ПК10+00÷ПК10+15; ПК14+00÷ПК15+00), осадочные терригенные породы, углистые песчаники и алевролиты (ПК9+50÷ПК10+00; ПК10+15÷ПК10+40), брекчия долерит-графитовая (ПК10+40÷ПК10+60).

Основанием ядра и упорных призм в центральной части плотины на участке II понижения (ПК10+60÷ПК14+00) служат рыхлые четвертичные отложения: озерно-болотные, флювиогляциальные мощностью до 37,0м.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Топографическая съемка, выполненная в 2021 году по программе инженерных изысканий, показала, что гребень, отсыпанный при возведении плотины со строительным подъемом, на значительной части плотины имеет отметки ниже, чем проектная отметка 99,50м. На участках плотины, примыкающих к бортам долины (ПК8+70÷ПК9+40, ПК14+00÷ПК15+00) гребень имеет отметки, превышающие проектную отметку 99,50м. На участке от ПК9+40 до ПК14+00 отметки гребня ниже проектной отметки 99,50м. Минимальная отметка гребня у края откоса со стороны верхнего бьефа - 97,43м на ПК11+79, со стороны нижнего бьефа - 97,34м на ПК11+83.

Заложение откосов правобережной плотины во II понижении уточнено по данным топографической съемки 2021г.

Заложение верхового откоса составляет в отметках 99,50 ÷ 80,00м – от 2,7 до 3,0, ниже отметки 80,00м – от 1,1 до 2,6.

Заложение низового откоса составляет в отметках 99,50 ÷ 93,00м – от 2,8 до 3,9, в отметках 93,00÷80,00м – от 4,1 до 7,0, ниже отметки 80,00м – от 1,7 до 1,9.

Противофильтрационное устройство плотины выполнено в виде верховой противофильтрационной призмы плотины с понуром (см. черт. №2220-10-2-КР листы 3, 5) из смеси супеси с гравием и галькой карьера №36 и гравийно-галечниковых грунтов карьера №41 (здесь и далее сведения о месторождениях строительных материалов (карьерах), использованных в период строительства Курейской ГЭС для возведения каменно-земляных плотин, приводятся в отчётной технической документации том 2.1.1, №2220-ИГИ-Т.1 Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации. Текстовая часть. Книга 1. Приложение К). Выше отметок 88,00-89,00м (по данным отбора проб при геотехническом контроле) верховая призма отсыпана из морены карьера №36.

Ширина противофильтрационной призмы по гребню от 10,0м до 16,4м. Заложение верхового откоса - 3, низового - 1,5. Толщина понура - 1,5м.

Для удержания кратковременных подъемов водохранилища до отметок ФПУ и защиты гребня от промерзания над противофильтрационной призмой предусмотрена отсыпка двухслойной защитной призмы: первый слой защитной призмы - из отсева гравийно-галечникового грунта карьера №10 (фракции <10 мм) толщиной от 0,9м до 1,5м, второй слой - из гравийно-галечникового грунта с песчаным заполнителем карьера №10 до отметки гребня плотины.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

Низовая упорная призма плотины отсыпана из гравийно-галечниковых грунтов карьера №41.

Верховой откос плотины защищен каменной наброской толщиной 2,0м со средним диаметром камня 0,7м. Каменная наброска крепления откоса отсыпана на переходный слой толщиной 1,26м из гравийно-галечного грунта карьеров №13 и №10.

Для обеспечения устойчивости в примыкании к верховому откосу выполнена каменная пригрузка с бермой на отметке 80,00м, заложение верхового откоса пригрузки - от 1,1 до 2,6.

Для отвода профильтрованной воды с низовой стороны плотины, на правобережном и левобережном примыканиях устроены дренажные призмы из горной массы с обратными фильтрами.

На низовом откосе от ПК9+00 до ПК14+00 выполнен наклонный дренаж из гравия карьера №11.

На гребне плотины организовано грунтовое покрытие для подхода к контрольно-измерительной аппаратуре и эпизодического проезда эксплуатационного автотранспорта.

Оснащение плотины инженерно-техническими средствами защиты (ИТСЗ) и наружное освещение по гребню плотины отсутствуют.

### **Анализ и оценка текущего состояния правобережной каменно-земляной плотины во II понижении**

Для оценки текущего состояния правобережной плотины во II понижении были проанализированы следующие исходные данные:

- результаты инженерно-геологических изысканий, выполненных в 2021г.;
- результаты анализа данных натуральных наблюдений, научно-исследовательских работ и многофакторных обследований (АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», г.Санкт-Петербург);
- рекомендации по мероприятиям реконструкции ПФУ плотины и пригрузки низового откоса (АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», г. С-Петербург, ООО «Институт Геостройпроект», г. Москва).

#### ***Анализ результатов инженерно-геологических изысканий***

Подробно результаты инженерно-геологических изысканий 2021 года рассмотрены в томе 2.1.1 №2220-ИГИ-Т.1 Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации. Текстовая часть. Книга 1.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

По результатам инженерно-геологических изысканий 2021 года, скважинами, пробуренными с полук низовой упорной призмы плотины с отметками 93,0м и 80,5м в границах проблемного участка ПК11+40÷ПК13+40, где наблюдениями за деформациями фиксируются прогрессирующие осадки и горизонтальные смещения по ряду марок, в грунтах низовой упорной призмы зафиксированы линзы и прослои:

- супеси пластичной (ИГЭ 1) мощностью от 0,6 до 4,1м;
- гравийного грунта с супесью текучей (ИГЭ 1б) мощностью от 0,3 до 2,8м;
- песка гравелистого (ИГЭ б) мощностью от 2,4 до 5,8м.

Расчетные показатели физико-механических свойств грунтов для различных элементов тела плотины, используемых в расчетах, приняты с учетом данных геотехконтроля, результатов лабораторных исследований 2021 года.

Анализ гранулометрического состава грунтов (по материалам геотехконтроля и по материалам инженерно-геологических изысканий 2021 года), отсыпанных в тело плотины, показал:

- граничные кривые зернового состава грунтов, отсыпанных в верховую противofiltrационную призму, низовую упорную призму, переходные зоны и песчаную защитную призму ПФУ плотины, выходят за пределы граничных кривых, предусмотренных техническими условиями (ТУ) на возведение правобережной плотины во II понижении, при этом кривые среднего гранулометрического состава этих грунтов за рамки граничных кривых не выходят, что позволяет не проводить повторные расчеты по оценке суффозионной стойкости зон сопряжения верховой противofiltrационной призмы, переходных зон и упорных призм плотины.

По данным топографической съемки, выполненная в 2021 году по программе инженерных изысканий установлено, что отметки гребня плотины на участке от ПК9+40 до ПК14+00 ниже проектной отметки 99,50м и находятся в диапазоне отметок 99,50÷97,34м.

***Результаты анализа данных натуральных наблюдений, научно-исследовательских работ и многофакторных обследований***

Подробная информация об анализе данных натуральных наблюдений и обследований правобережной плотины во II понижении, выполненных АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», приведены в томе 4.2.3 №2220-КР2.3 Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 3. Результаты анализа современного состояния русловой и

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

правобережной во II понижении каменно-земляных плотин. В связи с введенным ограничением по максимальной допустимой отметке ФПУ 95,60м до окончания ремонтных работ по ПФУ грунтовых плотин, данные натурных наблюдений отображают состояние правобережной плотины во II понижении при отметках воды в водохранилище не выше отметки 95,60м.

В ходе многофакторных исследований, связанных с целесообразностью выполнения «стены в грунте» на правобережной плотине во II понижении, выполненных АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» в 2016 г., на гребне плотины были пробурены две скважины №7 (ПК10+10) и №8 (ПК12+00) для определения отметки гребня верховой противофильтрационной призмы плотины. По результатам инженерно-геологических изысканий, было установлено, что отметка гребня противофильтрационной призмы плотины в 2016г. находилась в диапазоне отметок от 95,55 до 96,20м (выше проектного значения 95,50м) - при условии ограниченного наполнения водохранилища не выше отметки ФПУ 95,60м наращивания гребня противофильтрационной призмы не требовалось.

Многофакторными исследованиями было отмечено, что негативные процессы, происходящие на низовом откосе плотины, не связаны с отметкой гребня противофильтрационного устройства. По результатам обработки данных за осадками и горизонтальными смещениями, а также по результатам расчетов, было получено, что на участке ПК11+50÷ПК11+60 возможно формирование поверхности обрушения, захватывающей дренажную призму, а также часть низовой упорной призмы приблизительно до середины низового откоса. В процессе эксплуатации мерзлая низовая упорная призма плотины начала оттаивать и к 2008÷2010гг. произошло оттаивание потенциальной призмы обрушения, которая начала движение с возрастающей интенсивностью. Учитывая вышесказанное, техническое состояние сооружения было оценено как ограниченно работоспособное.

По результатам проведенных исследований был сделан вывод о необходимости проведения комплекса работ, направленных на предотвращение полной потери местной устойчивости низового откоса с образованием оползня. Полученные в ходе многофакторных исследований 2016г. выводы легли в основу мероприятий по обеспечению безопасности ГТС, предписанных к выполнению в действующей

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Декларации безопасности и Акте регулярного обследования. В качестве мероприятий было предписано:

- в рамках проекта реконструкции земляных плотин разработать и реализовать проект пригрузки низового откоса правобережной плотины во II понижении на ПК11 ÷ ПК12+30 и от ПК13+10 до левобережного примыкания.

По результатам инструментального контроля плотины, выполненного в 2021г. и включающего фильтрационные, температурные и геодезические наблюдения, выполнен анализ текущего состояния правобережной плотины во II понижении.

Наблюдения за фильтрацией в теле и основании плотины выполняются по пьезометрам и мерным водосливам.

По пьезометрам, водоприемные части которых размещены на различных отметках тела и основания плотины, контролируется положение кривой депрессии. Для различных диапазонов отметок УВБ ( $УВБ \leq 80,00\text{м}$ ,  $80,00\text{м} < УВБ \leq 85,00\text{м}$ ,  $85,00\text{м} < УВБ \leq 90,00\text{м}$ ,  $УВБ > 90,00\text{м}$ ) определены критериальные значения уровней воды в контрольных пьезометрах, расположенных на наиболее характерных участках плотины. Сравнение уровней воды в контрольных пьезометрах с критериями безопасности показали, что за 2021г. уровни воды в пьезометрах не превысили соответствующих критериальных значений К1 (первый (предупреждающий) уровень значений диагностических показателей, характеризующий переход ГТС от работоспособного к частично работоспособному состоянию, при достижении которого устойчивость, механическая и фильтрационная прочность сооружения соответствуют условиям нормальной эксплуатации).

По мерным водосливам, расположенным в двух источниках (источник №4 и источник №6), контролируются фильтрационные расходы. В источнике №4 собираются фильтрационные расходы правобережного примыкания плотины, в источнике №6 - левобережного примыкания плотины. Контрольные значения по фильтрационным расходам в источнике №4 назначены для трех диапазонов отметок УВБ ( $УВБ \leq 90,00\text{м}$ ,  $90,00\text{м} < УВБ \leq 93,00\text{м}$ ,  $93,00\text{м} < УВБ \leq 95,60\text{м}$ ). Результаты сравнения измеренных фильтрационных расходов в источнике с критериальными значениями показали, что в 2021г. расходы не превысили соответствующих критериальных значений К1, роста их величины не наблюдается, при имеющихся нагрузках величина данного диагностического показателя является стабильной.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Контроль за температурой грунтов в теле плотины осуществляется с помощью термоплетей, установленных в пьезометрических скважинах. Графики зависимости температуры грунта от времени и ее высотного положения, построенные для ряда термоплетей, установленных с гребня и берм плотины показали, что к 2021г. температурное состояние плотины стабилизировалось, за исключением пьезометров П-10 и П-17, повышение температуры в которых продолжается до сих пор - процесс перехода плотины в талое состояние завершается. Наблюдения показывают, что в большинстве пьезометров температура грунтов (ниже зоны сезонного промерзания-оттаивания) повышается с глубиной - переносе тепла фильтрующей водой происходит преимущественно через нижнюю «цокольную» часть плотины или талое основание.

Геодезические наблюдения включают наблюдения за вертикальными и горизонтальными смещениями поверхностных грунтовых марок, установленных на гребне плотины и бермах правобережной плотины во II понижении. Графики изменения во времени осадок и плановых смещений всех марок показали, что по состоянию на 2021г. осадки практически всех марок стабилизировались. Результаты сравнения отметок марок, установленных на гребне плотины, с критериями безопасности показали, что в 2021г. диагностические показатели по осадкам у некоторых марок достигали критериальных значений К1. Иная ситуация наблюдается с плановыми смещениями - с 2021г. наблюдается резкий рост плановых смещений практически всех марок, расположенных на правобережной плотине во II понижении. Изолинии суммарных осадок и смещений марок, относительно данных 06.1995г., показывают, что наибольшая осадка плотины происходит на низовом откосе плотины. В состав наиболее подвижных областей плотины входят гребень плотины в центральной части сооружения и в районе левобережного примыкания, гребень дренажной призмы в центральной части сооружения и в левобережном примыкании. Данное обстоятельство свидетельствует о необходимости выполнения мероприятий по повышению местной устойчивости низового откоса плотины.

По результатам данных натурных наблюдений за осадками глубинных марок, установленных на гребне верховой противофильтрационной призмы плотины, выявлено, что в результате осадок тела и основания плотины отметки гребня ПФУ на участке от ПК10+50 до ПК13+60 оказались ниже проектной отметки 95,50м и находятся в диапазоне отметок 95,50÷94,80м.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Согласно действующей Декларации безопасности, правобережная каменно-земляная плотина во II понижении характеризуется частично работоспособным техническим состоянием.

***Рекомендации по мероприятиям реконструкции ПФУ плотины и пригрузки низового откоса***

Подробная информация о мероприятиях по реконструкции ПФУ плотины, выполненные ООО «Институт Геостройпроект», приведены в томе 4.2.4 №2220-КР2.4 Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 4. Результаты анализа современного состояния противодиффузионного устройства русловой и правобережной во II понижении каменно-земляных плотин. Мероприятия по реконструкции. Подробная информация о рекомендациях по пригрузке низового откоса плотины, выполненная АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», приведена в томе 4.2.3 №2220-КР2.3 Часть 2. Гидротехнические сооружения. Книга 3. Результаты анализа современного состояния русловой и правобережной во II понижении каменно-земляных плотин.

Необходимость наращивания оголовка верховой противодиффузионной призмы «стенной в грунте» на участке реконструкции от ПК8+87 до ПК14+56 определена на основании анализа данных натурных наблюдений. По результатам данных натурных наблюдений за осадками глубинных марок, установленных на гребне верховой противодиффузионной призмы плотины, выявлено, что в результате осадков тела и основания плотины отметки гребня ПФУ на участке от ПК10+50 до ПК13+60 оказались ниже проектной отметки 95,50м и находятся в диапазоне отметок 95,50÷94,80м.

Для обеспечения надежной эксплуатации плотины как при действующем ограничении по максимальной допустимой отметке наполнения водохранилища 95,60м, так и при отметке ФПУ 97,30м, рекомендуется произвести реконструкцию оголовка ПФУ плотины путем наращивания гребня верховой противодиффузионной призмы «стенной в грунте» - на участке от ПК8+87 до ПК14+56 выполнить «стену в грунте» с отметкой верха 98,50м и заглублением в ПФУ до отметки 92,50м.

Необходимость выполнения работ по пригрузке низового откоса правобережной плотины во II понижении определена в ходе многофакторных исследований 2016г. - по результатам обработки данных за осадками и горизонтальными смещениями поверхностных марок был сделан вывод о необходимости проведения комплекса работ, направленных на предотвращение полной потери местной устойчивости низового откоса.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Данные геодезических наблюдений 2021г. подтвердили необходимость выполнения этих работ - диагностические показатели по осадкам у некоторых марок достигли критериальных значений К1, также наблюдается резкий рост плановых смещений практически всех марок, расположенных на правобережной плотине во II понижении.

Комплекс мероприятий по повышению местной устойчивости низового откоса правобережной плотины во II понижении предусматривает выполнение работ по пригрузке низового откоса плотины горной массой не только на участках в ПК11+00÷ПК12+30 и от ПК13+10 до левобережного примыкания плотины, а вдоль всего низового откоса плотины (от берега до берега). Габариты пригрузки определяются результатами расчетов.

### **3.8.2 Мероприятия по реконструкции правобережной каменно-земляной плотины во II понижении**

Для повышения безопасности эксплуатации правобережной плотины во II понижении в проектном режиме как при действующем ограничении по максимальной допустимой отметке наполнения водохранилища 95,60м, так и при отметке ФПУ 97,30м, утверждённой в техническом проекте, необходимо выполнить следующий комплекс мероприятий по реконструкции:

- отсыпка пригрузки низового откоса плотины;
- восстановление гребня плотины до проектной отметки 99,50м и проектной ширины 10,0м на участке от ПК9+00 до ПК14+00;
- реконструкцию оголовка ПФУ плотины путем наращивания верха противотрационной призмы дополнительным противотрационным устройством - «стеной в грунте» из глиноцементобетонных буросекущихся свай на практически всей длине плотины, на участке длиной 569,0м (ПК8+87÷ПК14+56).

#### **Отсыпка пригрузки низового откоса плотины**

Отсыпка пригрузки низового откоса правобережной плотины во II понижении выполняется с целью обеспечения устойчивости низового откоса плотины.

Пригрузка низового откоса плотины выполняется до отметки 77,00м, вдоль всего низового откоса плотины, на участке между низовым скальным банкетом и строительной (опытной) насыпью, расположенной за пределами плотины. Принятая конфигурация пригрузки подтверждается результатам расчетов (см. раздел 4.3 настоящего тома) и

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

приведена на чертежах №2220-10-2-КР листы 2, 4, 5.

Для отсыпки пригрузки низового откоса плотины используется горная масса карьера №1а (фр. 0-1000 мм,  $d_{50}=200$  мм) (том 2.1.1 №2220-ИГИ-Т.1 Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации. Текстовая часть. Книга 1. Приложение К).

Отсыпка горной массы в воду (в прудок) выполняется одним ярусом. Отсыпка горной массы выше воды (насухо) выполняется ярусами не более 2,0м, с уплотнением каждого слоя виброкатком за 8-10 проходов по одному следу.

Гранулометрический состав горной массы, пригодной для укладки в пригрузку низового откоса плотины, приведен на рисунке 3.8.2.1. Графики гранулометрических составов грунтовых материалов, отсыпаемых в плотину, должны полностью укладываться между границами, приведенными на рисунке 3.8.2.1 и примерно повторять очертания предельных кривых.

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

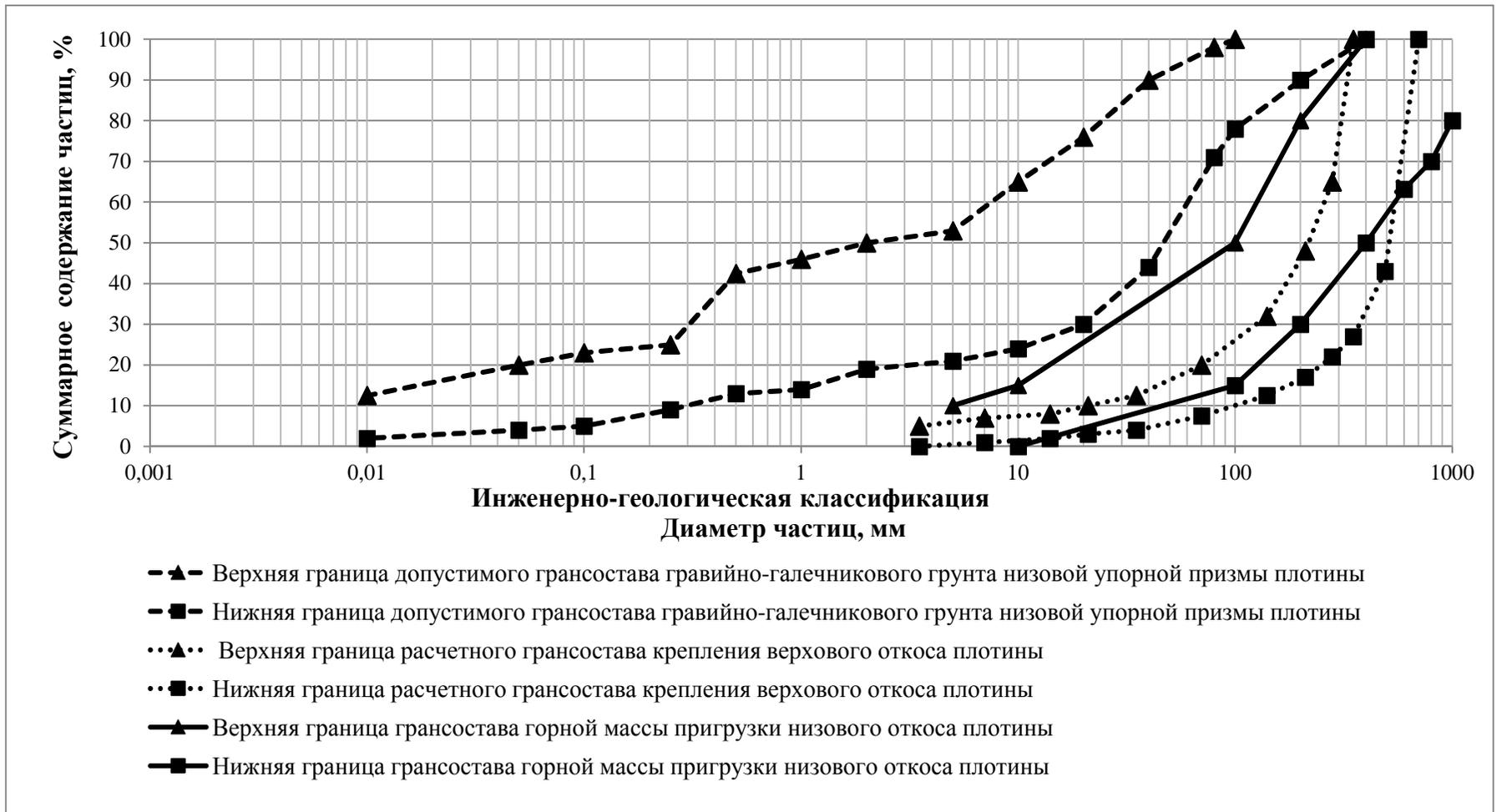


Рисунок 3.8.2.1 - Гранулометрические составы грунтов, пригодных для укладки в правобережную каменно-земляную плотину во II понижении

## Восстановление гребня плотины до проектной отметки 99,50м

Расчет по уточнению отметки гребня правобережной плотины во II понижении подтвердил принятую ранее в проекте отметку гребня плотины 99,50м (см. раздел 3.6.2 настоящего тома) - корректировка отметки гребня не требуется.

Восстановление гребня плотины предусматривает наращивание гребня до проектной отметки 99,50м и проектной ширины 10,0м на участке длиной 460,0м от ПК9+40 до ПК14+00. С учетом конструкции гребня, выполняется восстановление оголовка крепления верхового откоса, оголовка низовой упорной призмы плотины и верхней части низового откоса плотины (см. черт. №2220-10-2-КР листы 4,5 том 4.2.2).

Оголовок крепления верхового откоса плотины восстанавливается до проектного заложения 3,0 горной массой расчетной крупности.

Расчет крупности камня выполняется согласно приложения В СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)» и приведен в разделе 4.3.1 настоящего тома.

Рекомендуемая расчетная зона гранулометрического состава горной массы для крепления гребневой части верхового откоса представлена на рисунке 3.8.2.1 и на чертеже №2220-10-2-КР лист 3 том 4.2.2.

Толщина слоя крепления из каменной наброски, согласно п.5.23 СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов», должна быть не менее  $3 d_{s,85}$ , где  $d_{s,85}$  – диаметр камня, масса которого вместе с массой более мелких фракций составляет 85% массы всей каменной наброски крепления.

По средней кривой гранулометрического состава горной массы  $d_{s,85} = 0,4$ м.

Толщина крепления должна быть не менее:  $3 \times 0,4 = 1,2$ м. При реконструкции правобережной плотины во II понижении габариты крепления на гребне плотины принимаются равными проектным габаритам крепления верхового откоса - толщиной по нормали 2,20м, шириной по горизонтали 6,0м.

Для отсыпки оголовка крепления верхового откоса используется горная масса карьера №1а (фр.0 - 700 мм) (том 2.1.1 №2220-ИГИ-Т.1 Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации. Текстовая часть. Книга 1).

Оголовок низовой упорной призмы и верхняя часть низового откоса плотины восстанавливаются до проектной отметки 99,50м и заложением откоса 2,5.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

2220-КР2.1

Лист

121

При реконструкции плотины, для организации временного проезда эксплуатационного автотранспорта, восстанавливается берма на низовом откосе плотины до отметки 93,00м и ширины 5,0м. Заложение откоса ниже отметки 93,00м – 3,0.

Для отсыпки оголовка низовой упорной призмы и верхней части низового откоса, бермы на низовом откосе плотины используется гравийно-галечниковый грунт.

До начала работ по восстановлению оголовка низовой упорной призмы и верхней части низового откоса, бермы на низовом откосе плотины, в зоне работ производится выемка гравийно-галечникового грунта толщиной 1,0м с растительным слоем. Отсыпка гравийно-галечникового грунта выполняется слоями толщиной до 0,8м, с уплотнением виброкатками за 8-10 проходов по одному следу. Вокруг существующей КИА уплотнение выполняется ручной вибротрамбовкой.

Контрольное расчетное значение  $\rho_d$  плотности скелета (сухого) гравийно-галечникового грунта, отсыпаемого в оголовки низовой упорной призмы, верхнюю часть низового откоса и берму на низовом откосе плотины, должно быть в пределах карты отсыпки не ниже  $\rho_d = 2,03 \text{ г/см}^3$ . Расчетное значение коэффициента фильтрации гравийно-галечникового грунта, уложенного в плотину, должно быть не ниже 100 м/сут.

Горная масса в оголовки крепления верхового откоса отсыпается слоями толщиной до 1,0м, с уплотнением виброкатками за 8-10 проходов по одному следу.

Гранулометрические составы гравийно-галечникового грунта и горной массы, пригодных для укладки в плотину, приведены на рисунке 3.8.2.1. Графики гранулометрических составов грунтовых материалов, отсыпаемых в плотину, должны полностью укладываться между границами, приведенными на рисунке 3.8.2.1 и примерно повторять очертания предельных кривых.

Нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств талых грунтов тела и основания правобережной плотины во II понижении, расчетные коэффициенты фильтрации приведены в таблице 3.3.2.2 (см. раздел 3.3.2 настоящего тома).

### **Реконструкция оголовка ПФУ плотины**

Работы по реконструкции оголовка ПФУ правобережной плотины во II понижении предусматривают наращивания верха противофильтрационной призмы дополнительным противофильтрационным устройством - «стеной в грунте» из

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

глиноцементобетонных буросекущихся свай.

«Стена в грунте» выполняется из глиноцементобетонных буросекущихся свай диаметром 1200 мм. Диаметр скважин принят с учетом того, что в насыпных грунтах на гребне плотины возможно нахождение прослоев горной массы крепления верхового откоса.

Шаг скважин назначается из условия обеспечения фильтрационной прочности глиноцементобетона при заданной минимальной толщине «стены в грунте» в основании в случае отклонения свай от вертикали в процессе бурения скважин. Для правобережной плотины во II понижении шаг скважин «стены в грунте» принимается равным 1,0м. При принятом шаге толщина «стены в грунте» в месте сопряжения скважин составляет 0,65м.

Границы «стена в грунте» приняты от ПК8+87 до ПК14+56 (где кровля долеритов выходит на отметке 98,50м), длина участка - 569,0м.

В соответствии с п.5.41 СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов», верх дополнительного противофильтрационного устройства должен быть выше ФПУ с учетом нагона, но без учета наката волны. Высота нагона при ФПУ  $h_{set}=0,0м$  (см. раздел 3.6.2 настоящего тома). Таким образом верх «стены в грунте» должен быть на отметке 97,30м.

По результатам конструктивных изменений правобережной плотины во II понижении, для удержания кратковременных подъемов водохранилища до отметок ФПУ отметка верха защитной призмы над ПФУ плотины была назначена равной 98,50м (с некоторым запасом по отношению к требуемой по СП 39.13330.2012 отметке 97,30м). По данным натурных наблюдений за осадками глубинных марок, установленных на гребне ПФУ плотины, отметки верха первого слоя защитной призмы оказались ниже проектных отметок. С целью восстановления конструктивных параметров плотины, отметка верха «стены в грунте» на участке реконструкции назначается равной проектной отметке верха первого слоя защитной призмы - 98,50м.

Нижняя отметка «стены в грунте», как и для русловой плотины, определяется по формуле и зависит действующего напора на уровне контакта «стены в грунте» и ядра, от критического градиента напора для материала ядра:

$$h \geq \frac{(\nabla_{\text{ФПУ}} - \nabla_{\text{Ядра}}) \cdot \gamma_n}{2 \cdot J_{cr.m}}$$

Для правобережной плотины во II понижении имеем:

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

2220-КР2.1

- нормативный критический средний градиент напора для супесчаного материала противофильтрационной призмы  $J_{cr.m}=2$ ;

- коэффициент надежности по ответственности сооружений для II класса  $\gamma_n=2$ ;

- минимальная отметка верха противофильтрационной призмы на рассматриваемом участке - 94,80м;

- отметка ФПУ - 97,30м.

С учетом всех значений, величина заглубления «стены в грунте» в верховую противофильтрационную призму равна

$$h \geq \frac{(\nabla_{\text{ФПУ}} - \nabla_{\text{Ядра}}) \cdot \gamma_n}{2 \cdot J_{cr.m}} = \frac{(97,3 - 94,8) \cdot 1,2}{2 \cdot 2} = 0,8 \text{ м.}$$

При поднятии уровня воды в водохранилище до отметки ФПУ=97,30м, достаточным является заглубление стены в грунте в противофильтрационную призму на 0,8м.

Учитывая возможные неточности при определении реальной отметки гребня противофильтрационной призмы, величину заглубления «стены в грунте» принимаем равной 2,0м (с запасом), что подтвердилось результатами расчетного обоснования (см. раздел 4.2 настоящего тома).

Глубина «стены в грунте» выполняется:

- на участке длиной 268,0м от ПК10+98 до ПК13+66 - глубиной 6,0м до отметки 92,50м;

- на участках длиной 128,0м (ПК9+70÷ПК10+98) и длиной 20,0м (ПК13+66÷ПК13+88) - глубиной 5,0м до отметки 93,50 м;

- на участках длиной 49,0м (ПК9+21÷ПК9+70) и длиной 50,0м (ПК13+88÷ПК14+38) - глубиной 4,0м до отметки 94,50м;

- на участках длиной 34,0м (ПК8+87÷ПК9+21) и длиной 18,0м (ПК14+38÷ПК14+56) - глубиной от 4,0м до 0,5м с заглублением в скальные грунты основания на 0,5м (см. чертеж №2220-10-2-КР листы 3-5).

Верхняя часть скважин (с гребня до отметки 98,50м) заполняется ранее выбуренным грунтом с таким расчетом, чтобы после извлечения последней секции обсадной трубы гребень глиноцементобетона был на отметке, не менее 98,50м.

Для сохранения максимально возможного количества действующих пьезометров, расположенных на гребне правобережной плотины во II понижении, положение оси

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

«стены в грунте» смещено относительно оси плотины на 4,0м в сторону верхнего бьефа.

Для заполнения скважин «стены в грунте» на участке реконструкции, рекомендуется применить состав глиноцементобетона, аналогичный составу глиноцементобетона для русловой плотины, который включает следующие материалы:

- портландцемент ПЦ400-До ГОСТ 10178-85 или ЦЕМ1-42,5Н ГОСТ 31108-2016 или ЦЕМО 42,5Н ГОСТ 31108-2020 - 170 кг;
- глинопорошок бентонитовый марки ПБН, ТУ 2164-005-01424676-2014.  
Выход не более 5 м<sup>3</sup>/т - 195 кг;
- песок, ГОСТ 26633-2015, приложение А, модуль крупности в пределах 2,0-2,8 - 750 кг;
- щебень, ГОСТ 26633-2015, приложение А, фракция 5-10 мм - 500 кг;
- вода, ГОСТ 23732-2011 - 410 л;
- полипропиленовая фибра длиной волокна 18 мм с прочностью на растяжение 300МПа - 0,9 кг;
- суперпластификатор С-3 - 1,2% от веса цемента

Ввиду отсутствия на строительной площадке действующих месторождений (карьеров), все материалы для приготовления глиноцементобетона, включая щебень и песок, привозные.

Как и для русловой плотины, приготовление смеси глиноцементобетона производится по «сухой» технологии. Состав глиноцементобетона должен быть откорректирован на стадии рабочей документации с учетом фактических свойств материалов, которые будут использоваться на Курейской ГЭС.

До начала работ по бурению скважин «стены в грунте» необходимо:

- гребень плотины отсыпать и спланировать до отметки 99,50м;
- уложить железобетонные дорожные плиты на первоочередных участках работ по «стене в грунте»;
- по всему гребню плотины выполнить очистные сооружения поверхностного стока (водоотводной лоток и локальные очистные сооружения).

Железобетонные дорожные плиты (3,0x1,75x0,17м) укладываются на песчаную подготовку толщиной 0,1м и перекладываются на новые участки по ходу выполнения буровых работ (принята четырехкратная оборачиваемость плит).

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

2220-КР2.1

Очистные сооружения поверхностного стока (водоотводной лоток и локальные очистные сооружения) выполняются в соответствии со ст.65 Водного кодекса РФ, с целью обеспечения сбора и очистки поверхностного стока с покрытия гребня в период выполнения работ по возведению «стены в грунте» и в период постоянной эксплуатации сооружения.

Монолитный водоотводной лоток длиной L=580,0м и переменной высотой (h=0,55-0,75м) бетонируется секциями по 6,0м из армированного монолитного бетона марки В25F200W8, с уклоном  $i=0,004$ . Температурные швы устраиваются через 12,0м. Верх лотка закрывается решеткой.

Локальные очистные сооружения (ЛОС) с шагом 100,0м, глубиной 1,50м выполняются из сборных ж.б. канализационных колодцев диаметром DN700 со смонтированными в них фильтр-патронами (см. черт. №2220-10-2-КР лист 2 том 4.2.2).

Допускается излом трассы водоотводного лотка с целью обязательного сохранения скважин действующей контрольно-измерительной аппаратуры.

На завершающем этапе работ необходимо выполнить работы по восстановлению гребня плотины, в том числе:

- демонтаж железобетонных дорожных плит;
- очистка водоотводного лотка от грязи, очистка (замена) фильтр-патронов у ЛОС;
- зачистку верхней части гребня плотины от некондиционного грунта;
- восстановление покрытия гребня плотины до отметки 99,50м.

При разработке рабочей документации отсыпку гребня правобережной плотины во II понижении необходимо предусмотреть с запасом над проектной отметкой гребня (не менее 0,5м), с учетом возможных осадок при завершении оттаивания замороженных грунтов тела плотины.

После выполнения комплекса работ по реконструкции правобережной плотины во II понижении, в соответствии с нормативными требованиями, необходимо выполнить работы по дооснащению КИА для организации натуральных наблюдений за сооружением. Описание принятых решений по организации натуральных наблюдений представлена в томе 4.3.1 №2220-КР3.1 Часть 3. Организация натуральных наблюдений. Книга 1.

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

### 3.8.3 Описание принятых решений по результатам разработки проектной документации на реконструкцию правобережной каменно-земляной плотины во II понижении. Объемы работ

После завершения работ по реконструкции основные параметры правобережной плотины во II понижении и класс сооружения II не изменялись.

Тип плотины в соответствии с п.4.2 СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов» - каменно-земляная с верховой противофильтрационной призмой с понуром из супесчаных грунтов с гравием, упорными призмами из гравийно-галечникового грунта.

В соответствии с СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» (Приложение А) правобережная плотина во II понижении относится к основным, как сооружение, повреждение или разрушение которого может привести к прекращению нормальной работы электростанции.

В соответствии с СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» (Приложение Б, таблица Б.1) в зависимости от высоты и типа грунтов основания правобережная плотина во II понижении относится ко II классу ответственности.

Уровень ответственности сооружений в соответствии со Статьей 4 Главы 1 Технического регламента о безопасности зданий и сооружений: правобережная плотина во II понижении - повышенный.

Каменно-земляная плотина имеет максимальную высоту 38,3м от подошвы плотины. Длина плотины по гребню 643,7м, ширина по гребню – 10,0м. В результате отсыпки пригрузки низового откоса плотины, максимальная ширина плотины по основанию увеличится до 330,0м.

В плане плотина имеет криволинейное очертание.

Отметка гребня правобережной плотины во II понижении - 99,50м.

Заложение верхового откоса составляет в отметках 99,50÷80,00м – от 2,5 до 3,0, ниже отметки 80,00м – от 1,1 до 2,6.

Заложение низового откоса составляет в отметках 99,50÷93,00м – от 2,5, в отметках 93,00÷80,00м – от 3,0 до 7,0, в отметках 80,00м÷77,00м – от 1,7 до 1,9, ниже отметки 77,00м - 2,0.

С учетом принятых в проекте конструктивных решений, ПФУ плотины

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

представляет собой верховую противофильтрационную призму с понуром и «стену в грунте» из глиноцементобетона:

- на участке длиной 268,0м от ПК10+98 до ПК13+66 - глубиной 6,0м до отметки 92,50м;

- на участках длиной 128,0м (ПК9+70÷ПК10+98) и длиной 20,0м (ПК13+66÷ПК13+88) - глубиной 5,0 м до отметки 93,50 м;

- на участках длиной 49,0м (ПК9+21÷ПК9+70) и длиной 50,0м (ПК13+88÷ПК14+38) - глубиной 4,0м до отметки 94,50м;

- на участках длиной 34,0м (ПК8+87÷ПК9+21) и длиной 18,0м (ПК14+38÷ПК14+56) - глубиной от 4,0м до 0,5м с заглублением в скальные грунты основания на 0,5м (см. чертеж №2220-10-2-КР листы 3-5).

Ширина противофильтрационной призмы по гребню от 10,0м до 16,4м. Заложение верхового откоса - 3, низового - 1,5. Толщина понура - 1,5м.

Для защиты гребня от промерзания над верховой противофильтрационной призмой по всему фронту плотины отсыпана двухслойной защитная призма: первый слой - из отсева гравийно-галечникового грунта (фракции менее 10 мм), второй слой - из гравийно-галечникового грунта.

Конструкция переходных зон, упорных призм, пригрузки верхового откоса, дренажных призм на правобережном и левобережном примыканиях, наклонного дренажа на низовом откосе плотины принимаются без изменений по фактическому состоянию.

На гребне плотины организовано грунтовое покрытие для подхода к контрольно-измерительной аппаратуре и эпизодического проезда эксплуатационного автотранспорта, выполнены очистные сооружения поверхностного стока с целью обеспечения сбора и очистки поверхностного стока с покрытия в период постоянной эксплуатации сооружения.

Объёмы работ по комплексу приведённых выше мероприятий реконструкции правобережной плотины во II понижении показаны в комплекте чертежей №2220-10-2-КР лист 1, в таблице 3.8.3.1

Описание технологии производства, ведомости объёмов работ, включая подготовительные работы, приведены в проектной документации том 6.1 №2220-ПОС1. Раздела 6. Проект организации строительства. Книга 1. Текстовая и графическая части.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Таблица 3.8.3.1 - Объемы работ по реконструкции правобережной каменно-земляной плотины во II понижении

Наименование	Ед. изм.	Всего
<b><u>Устройство «стены в грунте»</u></b>		
Устройство буронабивных свай диаметром 1200 мм в грунтах 4 группы под защитой обсадной трубы буровыми установками с крутящим моментом 250-350 кНм	м <sup>3</sup>	4 902
Заполнение скважин глиноцементобетоном	м <sup>3</sup>	3 719
Засыпка скважин выбуренным грунтом	м <sup>3</sup>	1 183
Погрузка грунта и транспортировка грунта в отвал на расстояние до 2,0 км, 1 группа	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{3 719}{7 884}$
<b><u>Восстановление гребня плотины</u></b>		
<b><u>Выемка</u></b>		
Выемка гравийно-галечникового грунта толщиной 1,0м с растительным слоем под отсыпку гребня и бермы до проектных отметок	м <sup>3</sup>	6 000
Итого выемки	м <sup>3</sup>	6 000
<b><u>Насыпь</u></b>		
Крепление верхового откоса из горной массы (фр. 0-700 мм)	м <sup>3</sup>	6 000
Низовая упорная призма из гравийно-галечникового грунта	м <sup>3</sup>	20 000
Итого насыпи	м <sup>3</sup>	26 000
Планировка поверхности гребня бульдозером	м <sup>2</sup>	5 750
<b><u>Пригрузка низового откоса плотины</u></b>		
<b><u>Насыпь</u></b>		
Горной массы (фр. 0-1000 мм)	м <sup>3</sup>	165 000
Итого насыпи	м <sup>3</sup>	165 000
<b><u>Восстановление покрытия гребня плотины</u></b>		
<b><u>Выемка</u></b>		
Зачистка верхней части гребня от некондиционного грунта (t=0,3м)	м <sup>3</sup>	1 710
Итого выемки	м <sup>3</sup>	1 710
<b><u>Насыпь</u></b>		
Отсыпка подготовки из щебня фр. 20-40 мм (t=0,1м)	м <sup>3</sup>	580
Отсыпка покрытия из фракционированного щебня М800 (t=0,2м)	м <sup>3</sup>	1 130
Итого насыпи	м <sup>3</sup>	1 710

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

2220-КР2.1

Лист

129

Наименование	Ед. изм.	Всего
Планировка поверхности гребня по нивелировочным отметкам	м <sup>2</sup>	4 500
<b><u>Очистные сооружения поверхностного стока</u></b>		
<b><u>Бетонный монолитный водоотводной лоток</u></b>		
Устройство подготовки с уплотнением из среднезернистого песка	м <sup>3</sup>	53
Укладка геотекстиля "Дорнит" шириной 1м Плотность - 450г/м <sup>2</sup> , t=5мм ГОСТ 26996-86	м	600
Монолитный бетон В25F200W8	м <sup>3</sup>	135
Арматурная сталь (Ø16 АIII(А400))	т	16,3
Закладные детали (L50x5, Ø10 АIII(А400))	т	5,4
Решетка лотка	т	36
Опалубка мелкощитовая	м <sup>2</sup>	1 660
<b><u>Локальные очистные сооружения поверхностного стока (ЛОС)</u></b>		
Выемка мягкого грунта	м <sup>3</sup>	8
Обратная засыпка пазух	м <sup>3</sup>	4
Монтаж канализационных колодцев из сборного ж.б. (ЛОС):	<u>шт.</u> м <sup>3</sup> бет	<u>6</u> 1,62
- кольцо стеновое КС7.9	шт.	6
- кольцо стеновое КС7.3	шт.	12
- кольцо опорное КО6	шт.	6
Установка люка чугунного, вес 70 кг	<u>шт.</u> т	<u>6</u> 0,42
Засыпка дна колодца щебнем фр. 20-40 мм	м <sup>3</sup>	0,5
Монтаж фильтра-патрона, вес 33 кг	шт.	6

### 3.9 Сводные объемы по проекту реконструкции

Сводные объемы строительных работ по реконструкции русловой плотины и правобережной плотины во II понижении, а также необходимые объемы аварийного запаса грунтов приведены в таблице 3.9.1.

Объемы подготовительных работ по организации временного покрытия из дорожных плит для выполнения работ по возведению «стены в грунте», работы по организации временных площадок под склады грунтов, материалов и оборудования, вахтового поселка и других временных вспомогательных объектов, приведены в разделе 6 Проект организации строительства (том 6.1 №2220-ПОС1 Книга 1. Текстовая и графическая части; том 6.2 №2220-ПОС2 Книга 2. Ведомость объемов работ и спецификация оборудования).

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	
Колуч.	
Лист	
№ док.	
Подп.	
Дата	

2220-КР2.1

Лист	131
------	-----

Таблица 3.9.1 - Сводная ведомость объемов строительных работ по реконструкции русловой каменно-земляной плотины и правобережной каменно-земляной плотины во II понижении, аварийные запасы грунтов

Наименование	Ед. изм.	Русловая плотина	Правобережная плотина во II понижении	Всего
<b><u>Устройство «стены в грунте»</u></b>				
Устройство буронабивных свай диаметром 1200 мм в грунтах 4 группы под защитой обсадной трубы буровыми установками с крутящим моментом 250-350 кНм	м <sup>3</sup>	11 462	4 902	16 364
Заполнение скважин глиноцементобетоном	м <sup>3</sup>	9 625	3 719	13 344
Засыпка скважин выбуренным грунтом	м <sup>3</sup>	1837	1 183	3 020
Погрузка грунта и транспортировка грунта в отвал на расстояние до 2,0 км, 1 группа	м <sup>3</sup>	9 625	3 719	13 344
	т	20 953	7 884	28 837
Срезка трубы диаметром 1200 мм	м <sup>3</sup>	2	-	2
Роторное бурение с глинистой промывкой глубиной до 50,0м Ø 93 мм в грунтах 3 группы	м	30	-	30
Цементация грунтов цементо-бентонитовым раствором (Ц:Б:В=200:40:920 с поглощением материалов 100 кг/м)	м	30	-	30
<b><u>Восстановление гребня плотины</u></b>				
<b><u>Выемка</u></b>				
Выемка гравийно-галечникового грунта толщиной 1,0м с растительным слоем под отсыпку гребня и бермы до	м <sup>3</sup>	-	6 000	6 000

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата

Наименование	Ед. изм.	Русловая плотина	Правобережная плотина во II понижении	Всего
проектных отметок				
Итого выемки	м <sup>3</sup>	-	6 000	6 000
<u>Насыпь</u>				
Отсыпка горной массы (фр. 0-500 мм)	м <sup>3</sup>	4 000	-	4 000
Крепление верхового откоса из горной массы (фр. 0-700 мм)	м <sup>3</sup>	-	6 000	6 000
Низовая упорная призма из гравийно-галечникового грунта	м <sup>3</sup>	-	20 000	20 000
Итого насыпи	м <sup>3</sup>	4 000	26 000	30 000
Планировка поверхности гребня бульдозером	м <sup>2</sup>	27 000	5 750	32 750
<b><u>Пригрузка низового откоса плотины</u></b>				
<u>Насыпь</u>				
Горной массы (фр. 0-1000 мм)	м <sup>3</sup>	-	165 000	165 000
Итого насыпи	м <sup>3</sup>	-	165 000	165 000
<b><u>Восстановление покрытия гребня плотины</u></b>				
<u>Выемка</u>				
Зачистка верхней части гребня от некондиционного грунта (t=0,3 м)	м <sup>3</sup>	5 500	1 710	7 210
Итого выемки	м <sup>3</sup>	5 500	1 710	7 210
<u>Насыпь</u>				
Отсыпка подготовки из щебня фр. 20-40 мм (t=0,1 м)	м <sup>3</sup>	1 870	580	2 450

2220-КР2.1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол-во	Лист	№ док	Подп.	Дата

Наименование	Ед. изм.	Русловая плотина	Правобережная плотина во II понижении	Всего
Отсыпка покрытия из фракционированного щебня М800 (t=0,2 м)	м <sup>3</sup>	3 630	1 130	4 760
Итого насыпи	м <sup>3</sup>	5 500	1 710	7 210
Планировка поверхности гребня по нивелировочным отметкам	м <sup>2</sup>	24 000	4 500	28 500
<b><u>Очистные сооружения поверхностного стока</u></b>				
<u>Бетонный монолитный водоотводной лоток:</u>				
Выемка мягкого грунта	м <sup>3</sup>	2 000	-	2 000
Устройство подготовки с уплотнением из среднезернистого песка	м <sup>3</sup>	115	53	168
Укладка геотекстиля "Дорнит" шириной 1,0м Плотность - 450г/м <sup>2</sup> , t=5мм ГОСТ 26996-86	м	1 700	600	2 300
Обратная засыпка пазух	м <sup>3</sup>	600	-	600
Монолитный бетон В25F200W8	м <sup>3</sup>	370	135	505
Арматурная сталь (Ø16 АIII(А400))	т	45,2	16,3	61,5
Закладные детали (L 50x5, Ø10 АIII(А400))	т	14,9	5,4	20,3
Решетка лотка	т	99,8	36	135,8
Опалубка мелкощитовая	м <sup>2</sup>	3 220	1 660	4 880
<u>Локальные очистные сооружения поверхностного стока:</u>				
Выемка мягкого грунта	м <sup>3</sup>	100	8	108
Обратная засыпка пазух	м <sup>3</sup>	75	4	79

2220-КР2.1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата

Наименование	Ед. изм.	Русловая плотина	Правобережная плотина во II понижении	Всего
Монтаж канализационных колодцев из сборного ж.б.	<u>шт.</u> м <sup>3</sup> бет	<u>16</u> 4,32	<u>6</u> 1,62	<u>22</u> 5,94
- кольцо стеновое КС7.9	шт.	16	6	22
- кольцо стеновое КС7.3	шт.	32	12	44
- кольцо опорное КО6	шт.	16	6	22
Установка люка чугунного, вес 70 кг	<u>шт.</u> т	<u>16</u> 1,12	<u>6</u> 0,42	<u>22</u> 1,54
Засыпка дна колодца щебнем фр. 20-40 мм	м <sup>3</sup>	1,3	0,5	1,8
Монтаж фильтра-патрона, вес 33 кг	шт.	16	6	22
<b><u>Аварийные запасы грунтов</u></b>				
Гравийно-галечниковый грунт	м <sup>3</sup>	-	-	25 000
Песок	м <sup>3</sup>	-	-	20 000
Горная масса	м <sup>3</sup>	-	-	25 000

2220-КР2.1

### 3.10 Обеспеченность строительными материалами и их характеристики

Для выполнения работ по реконструкции русловой плотины и правобережной плотины во II понижении, а также для обеспечения требуемого аварийного запаса грунтов потребность в строительных материалах составляет:

- 1) гравийно-галечниковый грунт, в том числе:
  - для ответственных отсыпок - 45 тыс.м<sup>3</sup>, в т.ч.:
    - восстановление оголовка низовой упорной призмы и верхней части низового откоса плотины, восстановление бермы на низовом откосе плотины - 20 тыс.м<sup>3</sup>;
    - аварийный запас - 25 тыс.м<sup>3</sup>;
  - для неответственных отсыпок - 40 тыс.м<sup>3</sup>.
- 2) песок, в том числе:
  - для ответственных отсыпок - 28 тыс.м<sup>3</sup>, в т.ч.:
    - заполнитель для глиноцементобетона, бетона - 8 тыс.м<sup>3</sup>;
    - аварийный запас - 20 тыс.м<sup>3</sup>;
  - для неответственных отсыпок – 2 тыс.м<sup>3</sup>, в т.ч.:
    - подготовка под дорожные плиты - 2 тыс.м<sup>3</sup>.
- 3) камень, в том числе:
  - для ответственных отсыпок - 200 тыс.м<sup>3</sup>, в т.ч.:
    - восстановление гребня плотины, пригрузка низового откоса (фракции 0-500, 0-700, 0-1000 мм) - 175 тыс.м<sup>3</sup>;
    - аварийный запас - 25 тыс.м<sup>3</sup>;
  - для неответственных отсыпок - 20 тыс.м<sup>3</sup>.
- 4) щебень, в том числе:
  - щебень для глиноцементобетона (фракции 5-10 мм), бетона (фракции 5-20 мм, 20-40 мм) - 6 тыс.м<sup>3</sup>;
  - щебень для грунтового покрытия гребня (фракции 5-10 мм, 10-20 мм, 40-80 мм) - 9,25 тыс.м<sup>3</sup>.

В соответствии с СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов», П-891-91 «Руководство по изысканиям местных строительных материалов для энергетического

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

строительства», к грунтам, используемым при реконструкции плотин, предъявляются следующие требования:

- горная масса (камень) для ответственных отсыпок (в тело плотин, в склады аварийного запаса) - коэффициент размягчаемости не ниже 0,9, блочность должна обеспечить возможность получения фракции  $D_{50}$  от 200 до 350 мм;

- гравийно-галечниковый грунт, песок для ответственных отсыпок (в тело правобережной плотины во II понижении, в склады аварийного запаса) - содержание водорастворимых хлоридных солей не должно превышать 5% по массе, количество сульфатных или сульфатно-хлоридных соединений - не более 10%, содержание не полностью разложившихся органических примесей (например, остатков растений) - не более 5% и полностью разложившихся органических веществ, находящихся в аморфном состоянии, - не более 8% по массе;

- зерновой состав грунтовых материалов, отсыпаемых в плотину (горная масса, гравийно-галечниковый грунт), не должен выходить за рамки граничных кривых, приведенных на рисунках 3.7.2.1, 3.8.2.1, 3.10.1.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

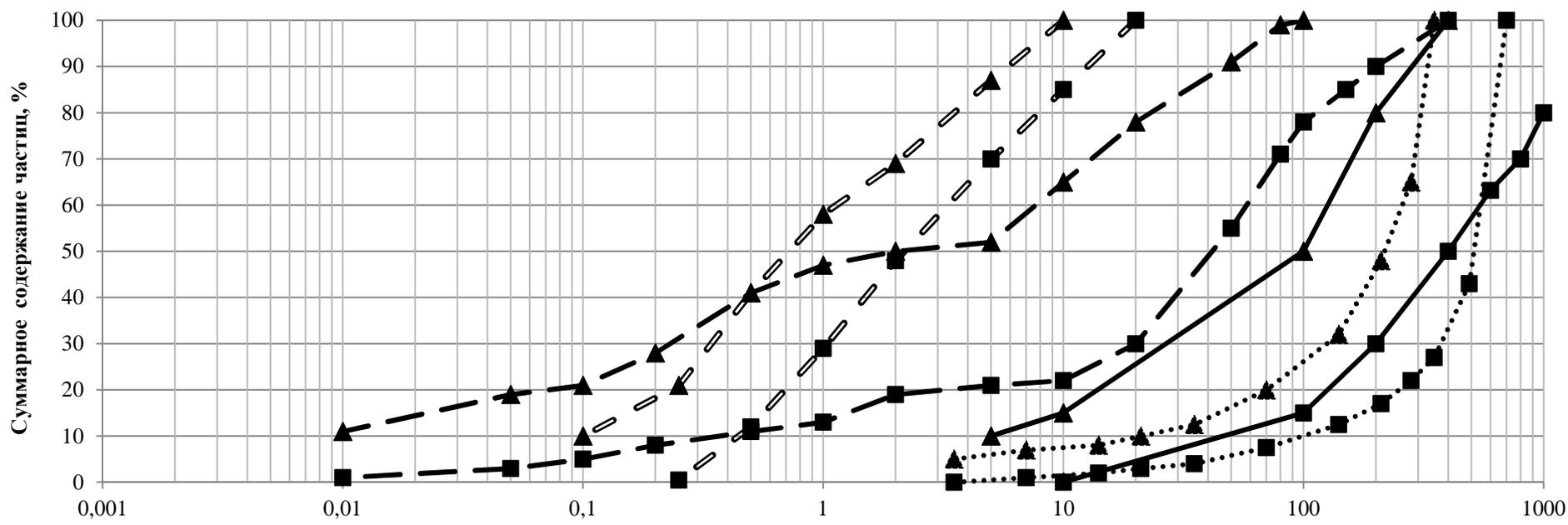
2220-КР2.1

Лист

136

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата



Инженерно-геологическая классификация  
Диаметр частиц, мм

- ▲— Верхняя граница грансостава гравийно-галечникового грунта
- Нижняя граница грансостава гравийно-галечникового грунта
- ▲— Верхняя граница грансостава горной массы
- Нижняя граница грансостава горной массы
- ▲— Верхняя граница грансостава песка
- Нижняя граница грансостава песка
- ▲·· Верхняя граница грансостава горной массы крепления верхового откоса плотины
- Нижняя граница грансостава горной массы крепления верхового откоса плотины

Рисунок 3.10.1 - Гранулометрические составы грунтов, пригодных для реконструкции плотин

2220-КР2.1

К грунтам, используемым в качестве заполнителя глиноцементобетона и бетона предъявляются следующие требования:

- песок, модуль крупности в пределах 2,0-2,8 (мелкий заполнитель глиноцементобетона, бетона), щебень фракции 5-10 мм (крупный заполнитель глиноцементобетона), щебень фракции 5-20 мм, 20-40 мм (крупный заполнитель бетона) по своим свойствам должны соответствовать требованиям ГОСТ 26633-2015.

К грунтам, используемым для организации грунтового покрытия гребня, предъявляются следующие требования:

- щебень фракции 20-40 мм для подготовки покрытия должен соответствовать требованиям ГОСТ 8267-93;

- фракционированный щебень (М800) (фракции 5-10 мм, 10-20 мм, 40-80 мм) для покрытия гребня должен соответствовать требованиям ГОСТ 25607-2009.

К строительным материалам, используемым для приготовления глиноцементобетона и бетона предъявляются следующие требования:

- портландцемент ПЦ400-До должен соответствовать требованиям ГОСТ 10178-85 или ЦЕМ1-42,5Н должен соответствовать требованиям ГОСТ 31108-2016 или ЦЕМО 42,5Н должен соответствовать требованиям ГОСТ 31108-2020;

- глинопорошок бентонитовый марки ПБН должен соответствовать требованиям ТУ 2164-005-01424676-2014. Выход не более 5 м<sup>3</sup>/т;

- полипропиленовая фибра длиной волокна 18 мм должна иметь прочность на растяжение 300Мпа;

- вода должна соответствовать ГОСТ 23732-2011.

По результатам разведочных работ, проведенных в 2021 г., с целью покрытия потребности в строительных материалах, работы по реконструкции плотин обеспечены:

- горной массой из карьера №1а:

- для ответственных отсыпок (в тело плотин, в склады аварийного запаса) в объеме 200 тыс.м<sup>3</sup>,
- для неответственных отсыпок в объеме 20 тыс.м<sup>3</sup>;

- гравийно-галечниковым грунтом для неответственных отсыпок из карьера №36 участок 3 в объеме 122,178 тыс. м<sup>3</sup> при потребности 40 тыс. м<sup>3</sup>;

- песок для неответственных отсыпок (подготовка под дорожные плиты) из карьера №36 участок 3 в объеме 2 тыс.м<sup>3</sup>.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Для покрытия потребности в строительных материалах при выполнении работ по реконструкции плотин необходимо приобрести в сертифицированных карьерах Красноярского края:

- гравийно-галечниковый грунт для ответственных отсыпок (в тело правобережной плотины во II понижении, в склады аварийного запаса) в объеме 45 тыс.м<sup>3</sup>;

- песок для ответственных отсыпок (в склады аварийного запаса) в объеме в объеме 20 тыс.м<sup>3</sup>;

- песок (мелкий заполнитель глиноцементобетона, бетона) в объеме 8 тыс.м<sup>3</sup>;

- щебень (крупный заполнитель глиноцементобетона, бетона) в объеме 6 тыс. м<sup>3</sup>;

- щебень (организация грунтового покрытия гребня) в объеме 9,25 тыс. м<sup>3</sup>.

Обеспеченность строительными материалами проекта реконструкции земляных плотин Курейской ГЭС приведена в таблице 3.3.2.3 (см. раздел 3.3.2 настоящего тома).

Для покрытия потребности в строительных материалах при выполнении работ по реконструкции плотин (приготовление глиноцементобетона, бетона) также необходимо приобрести:

- портландцемент (для глиноцементобетона, бетона) в объеме 2582 т;

- глинопорошок бентонитовый (для глиноцементобетона) в объеме 2602 т;

- полипропиленовая фибра (добавка для глиноцементобетона) в объеме 12 т;

- суперпластификатор С-3 (добавка для глиноцементобетона) в объеме 27 т (1,2% от веса цемента для глиноцементобетона).

Кроме того, для выполнения работ по реконструкции плотин (организация очистных сооружений поверхностного стока) необходимо доставить на строительную площадку:

- для бетонных монолитных водоотводных лотков - арматуру, металл закладных деталей, решетки лотка, геотекстиль "Дорнит", доски обрезные мелкощитовой опалубки;

- для локальных очистных сооружений (ЛОС) - сборный железобетон, люки чугунные, фильтр-патроны.

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

## 4 Расчетное обоснование

### 4.1 Общие положения

Целью проведения расчетов являлось обоснование принятых конструктивных решений исходя из условия обеспечения требуемого запаса прочности и устойчивости.

Расчетное обоснование включает в себя:

- моделирование напряженно-деформированного состояния с учетом этапности возведения;
- оценку общей устойчивости сооружения;
- моделирование фильтрационного режима системы «сооружение-основание»;
- определение действующих градиентов напора;
- оценку общей прочности противofильтрационных элементов (ядра, экрана, понура и «стены в грунте»).

Расчеты выполнялись методом конечных элементов в двухмерной постановке с использованием программного комплекса PLAXIS 2D.

Построение расчетных моделей проводилось с учетом инженерно-геологических условий. При определении напряженно-деформированного состояния для моделирования механического поведения грунтов, использовалась упругопластическая модель Мора-Кулона, описываемая характеристиками деформируемости грунта: модулем Юнга « $E$ » и коэффициентом Пуассона « $\nu$ » и прочностными характеристиками грунта: углом внутреннего трения « $\phi$ » и сцеплением « $c$ ».

Для моделирования бетонных элементов использовалась линейно-упругая модель, описываемая характеристиками деформируемости: модулем Юнга « $E$ » и коэффициентом Пуассона « $\nu$ ».

Для расчета устойчивости использовалась процедура «*Phi-c reduction*» (снижение « $\phi$ » и « $c$ »), согласно которой коэффициент надежности (устойчивости) принимается как отношение реального сопротивления грунта сдвигу к минимальному сопротивлению сдвига, обеспечивающему предельное равновесие.

При построении геометрической модели рассматривалась расчетная область, включающая в себя сооружение и активную зону грунтового основания. Размеры расчетной области выбирались из условия минимизация влияния указанных условий непосредственно на конструкцию.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Лист  
140

Определение параметров фильтрационного потока проводилось из решения задачи стационарной, а также нестационарной фильтрации в случае аварийной сработки УВБ.

При выполнении расчётов в качестве нагрузок и воздействий учитывались:

- собственный вес грунтов основания;
- собственный вес сооружения;
- гидростатическое давление;
- противодействие (на бетонные элементы);
- активное поровое давление;
- колесная нагрузка на гребень плотины в период эксплуатации;
- нагрузка от строительной техники в период выполнения «стены в грунте».

Согласно СП 38.143330.2018 «Строительство в сейсмических районах», расположение Курейской ГЭС относится к району с расчетной сейсмичностью 5 баллов, соответственно, сейсмическое воздействие при не учитывалось.

Расчеты выполнялись в соответствии с требованиями СП 52.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения», СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов» и СП 23.13330.2018 «Основания гидротехнических сооружений».

Критерий устойчивости принимался по первой группе предельных состояний:

$$k_s \geq \frac{\gamma_n \gamma_{1c}}{\gamma_c},$$

где  $\gamma_n$  – коэффициент надежности по ответственности сооружения (принимается  $\gamma_n=1,20$  как для сооружения II-го класса);

$\gamma_{1c}$  – коэффициент сочетания нагрузок (1,00 – для основного сочетания нагрузок, 0,95 – для особого сочетания при УМН, ФПУ и аварийной сработке);

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы ( $\gamma_c = 1,00$ ).

Таким образом, условие устойчивости принималось в следующем виде:

основное сочетание:  $k_s \geq \frac{1,20 \cdot 1,00}{1,00} = 1,20$

особое сочетание:  $k_s \geq \frac{1,20 \cdot 0,95}{1,00} = 1,14$

Критерий фильтрационной прочности принимался как ограничение осредненного градиента фильтрации  $J_{ср}$  и определялся по формуле:

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

$$J_{cr} \leq \frac{J_{cr,m}}{\gamma_n},$$

где  $J_{cr, m}$  – нормативный критический средний градиент напора;

$\gamma_n$  – см. выше.

Средний градиент напора фильтрации определялся как:

$$J = \frac{\Delta H}{\Delta L}$$

где  $\Delta H$  – разница гидростатического напора на входе и выходе из области рассматриваемого грунта, в которой развиваются максимальные скорости фильтрации и возможен вынос частиц;

$\Delta L$  – длина пути фильтрации.

#### 4.2 Русловая каменно-земляная плотина

Полное описание выполненных работ приведено в томе №2220-36-1Т-РО «Расчетное обоснование русловой каменно-земляной плотины».

Рассмотрены 4 наиболее характерных сечения русловой плотины (ПК3+80, ПК6+16, ПК7+67, ПК12+47,5).

Результаты расчетов устойчивости в виде диапазона минимальных (в зависимости от сечения) значений коэффициентов запаса приведены в таблице 4.2.1.

Значения минимальных коэффициентов запаса устойчивости исходной конструкции плотины удовлетворяют критериальным значениям. Устройство «стены в грунте» в сечении ПК12+47,5 практически не влияет на коэффициенты запаса общей устойчивости, потому как глобальная поверхность полностью включает в себя «стену в грунте». В сечениях ПК3+80, 6+16 и 7+67 глобальная поверхность обрушения пересекает «стену в грунте», что вызывает увеличение коэффициента запаса общей устойчивости на 30-40%.

**Таким образом, устойчивость откосов обеспечена для всех рассмотренных расчетных случаев, в том числе, при действующем ограничении по максимальной допустимой отметке наполнения водохранилища (95,60 м) и при отметке ФПУ=97,30 м.**

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Таблица 4.2.1 – Русловая каменно-земляная плотина. Минимальные значения коэффициентов запаса устойчивости

Расчетный случай	Расчетное значение		Критериальное значение
	Верховой откос	Низовой откос	
Основное сочетание (УМО)	1,33 ÷ 3,41	1,55 ÷ 2,03	1,20
Основное сочетание (НПУ)	1,41 ÷ 2,34	1,55 ÷ 2,01	
Особое сочетание (УМН)	1,41 ÷ 2,86	1,55 ÷ 2,00	1,04
Особое сочетание (ФПУ)	1,44 ÷ 3,06	1,55 ÷ 1,93	
Аварийная сработка	1,39 ÷ 2,14	1,55 ÷ 2,01	

Расчетными исследованиями фильтрационного режима плотины установлено:

- отметка выхода фильтрационного потока при условии устройства «стены в грунте» не превышает отметку нижнего бьефа или низового дренажа;
- максимальное значение градиента напора в супесчаном ядре составляет 1,60 при критериальном значении 1,67, в суглинистом ядре – 2,80 при критериальном значении 6,67. Фильтрационная прочность обеспечивается;
- фильтрационная прочность естественных грунтов основания (главным образом, для сечений ПК3+80 и 7+67) обеспечивается при условии устройства «стены в грунте»;
- максимальное значение градиента напора в глиноцементобетоне «стены в грунте» не превышает 25.

**Таким образом, фильтрационная прочность грунтов основания и тела плотины при устройстве «стены в грунте» обеспечена для всех рассмотренных расчетных случаев, в том числе, при действующем ограничении по максимальной допустимой отметке наполнения водохранилища (95,60м) и при отметке ФПУ=97,30м.**

Расчетными исследованиями напряженно-деформированного состояния глиноцементобетонной «стены в грунте» и супесчаного/суглинистого ядра установлено:

- растягивающие напряжения в глиноцементобетоне околонулевые;
- расчетные сжимающие напряжения в глиноцементобетоне не превышают 1,41 МПа, соответственно, нормативный предел прочности глиноцементобетона должен составлять не менее 1,69 МПа;

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

– растягивающие напряжения в супесчаном и суглинистом ядре отсутствуют как в исходной конструкции, так и при устройстве «стены в грунте».

Расчетными исследованиями температурного режима плотины [ВНИИГ] установлено, что поверхность депрессионной кривой располагается в зоне устойчивых положительных температур.

#### 4.3 Правобережная каменно-земляная плотина во II понижении

Полное описание выполненных работ приведено в томе №2220-36-2Т-РО «Расчетное обоснование правобережной каменно-земляной плотины во II понижении».

Рассмотрены 3 наиболее характерных сечения правобережной плотины во II понижении (ПК11+36, ПК12+30, ПК13+20).

Результаты расчетов устойчивости (с учетом рекомендуемых мероприятий) в виде диапазона (в зависимости от сечения) минимальных значений коэффициентов запаса приведены в таблице 4.3.1. Для обеспечения нормативной устойчивости низового откоса сечений ПК11+36 и 12+30 необходимо устроить пригрузку из крупнообломочного грунта с отм. верха 77,00 м. Также согласно расчетному обоснованию [ВНИИГ], основанному на калибровке прочностных характеристик основания низового банкета по натурным показаниям геодезических марок, пригрузка также необходима в Сечении ПК13+20. Соответственно, рекомендуется распространить мероприятия по пригрузке низового откоса на всю длину плотины.

Устройство «стены в грунте» практически не влияет на коэффициенты запаса общей устойчивости, потому как поверхность обрушения полностью включает в себя глиноцементобетонную конструкцию.

**Таким образом, устойчивость откосов обеспечена для всех рассмотренных расчетных случаев, в том числе, при действующем ограничении по максимальной допустимой отметке наполнения водохранилища (95,60 м) и при отметке ФПУ=97,30 м.**

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

2220-КР2.1

Лист

144

Таблица 4.3.1 – Правобережная каменно-земляная плотина во II понижении.  
Минимальные значения коэффициентов запаса устойчивости с учетом пригрузки низового откоса

Расчетный случай	Расчетное значение		Критериальное значение
	Верховой откос	Низовой откос	
Основное сочетание (УМО)	1,47 ÷ 1,51	1,41 ÷ 1,59	1,20
Основное сочетание (НПУ)	1,76 ÷ 1,92	1,26 ÷ 1,38	
Особое сочетание (УМН)	1,78 ÷ 1,92	1,25 ÷ 1,37	1,04
Особое сочетание (ФПУ)	1,81 ÷ 1,94	1,19 ÷ 1,33	
Аварийная сработка	1,42 ÷ 1,48	1,26 ÷ 1,38	

Расчетными исследованиями фильтрационного режима плотины установлено:

- отметка выхода фильтрационного потока при условии устройства «стены в грунте» не превышает отметку нижнего бьефа или низового дренажа;
- максимальное значение градиента напора в супесчаном ядре составляет 1,00 при критериальном значении 1,67. Фильтрационная прочность обеспечивается;
- фильтрационная прочность основания, оцениваемая по формализованному осредненному градиенту напора, выполняется для всех грунтов, за исключением локальных областей в грунтах основания ИГЭ 10 и 11<sub>1</sub> (сечения ПК 11+36 и 12+30), однако согласно дополнительным расчетам суффозионный вынос не прогнозируется, и опасности данные участки не представляют;
- максимальное значение градиента напора в глиноцементобетоне «стены в грунте» не превышает 6.
- также в научно-исследовательской работе [ВНИИГ] произведена калибровка фильтрационного состояния сооружения путем подбора коэффициентов фильтрации тела плотины, при которых расчетная депрессионная кривая совпадает с натурной (с уровнем воды в пьезометрических скважинах). Дополнительно рассмотрен сценарий суффозионного разрушения верхового понура в сечениях ПК11+36 и 12+30 и кольматация глинистыми частицами цокольной части плотины под верхней противофильтрационной призмой. Расчетные градиенты напора в данных случаях также не превышают критериальные.

**Таким образом, фильтрационная прочность грунтов основания и тела плотины при устройстве «стены в грунте» обеспечена для всех рассмотренных**

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

расчетных случаев, в том числе, при действующем ограничении по максимальной допустимой отметке наполнения водохранилища (95,60м) и при отметке ФПУ=97,30м.

Расчетными исследованиями напряженно-деформированного состояния глиноцементобетонной «стены в грунте» и супесчаного/суглинистого ядра установлено:

- растягивающие напряжения в глиноцементобетоне околонулевые;
- расчетные сжимающие напряжения в глиноцементобетоне не превышают 0,14 МПа, соответственно, нормативный предел прочности глиноцементобетона должен составлять не менее 0,17 МПа;
- растягивающие напряжения в супесчаном ядре отсутствуют как в исходной конструкции, так и при устройстве «стены в грунте»

Расчетными исследованиями температурного режима плотины [ВНИИГ] установлено, что поверхность депрессионной кривой располагается в зоне устойчивых положительных температур.

#### 4.3.1 Расчет крепления верхового откоса правобережной каменно-земляной плотины во II понижении

##### Расчёт крупности камня на волновое воздействие

Расчёт производится согласно приложения В СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)».

При креплении откосов, подверженных волновому воздействию, каменной наброской (горной массой), расчетную массу отдельного элемента  $m$  следует определять:

- при расположении камня на участке откоса от верха сооружения до глубины  $z=0,7h$ , по формуле:

$$m = \frac{3,16 \cdot k_{fr} \cdot \rho_m \cdot h^3}{\left(\frac{\rho_m}{\rho} - 1\right)^3 \cdot \sqrt{1 + ctg^3\varphi}} \cdot \sqrt{\frac{\bar{\lambda}}{h}},$$

где  $h=1,25$  м – высота волны 1% обеспеченности;

$\rho_m = 2,89$  т/м<sup>3</sup> – плотность камня;

$\rho = 1,0$  т/м<sup>3</sup> – плотность воды;

$k_{fr} = 0,025$ - коэффициент, принимаемый по таблице В.1 СП 38.13330.2018;

$ctg\varphi = 3,0$  - заложение откоса;

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2220-КР2.1	Лист 146

$\frac{\bar{\lambda}}{h} = 13$  - пологость волны.

$$m = \frac{3,16 \cdot k_{fr} \cdot \rho_m \cdot h^3}{\left(\frac{\rho_m}{\rho} - 1\right)^3 \cdot \sqrt{1 + ctg^2 \varphi}} \cdot \sqrt{\frac{\bar{\lambda}}{h}} = \frac{3,16 \cdot 0,025 \cdot 2,89 \cdot 1,25^3}{\left(\frac{1,25}{1} - 1\right)^3 \cdot \sqrt{1 + 3^2}} \cdot \sqrt{13} = 0,047 \text{ т}$$

Вводя коэффициент запаса устойчивости 1,20 (для ГТС II класса), принимаем вес камня:

$$m = 0,047 \cdot 1,2 = 0,056 \text{ т.}$$

Диаметр шара, объем которого равен объему частиц массой  $m$  равен:

$$D = \sqrt[3]{\frac{6m}{\pi \rho_m}} = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 0,056}{3,14 \cdot 2,89}} = 0,35 \text{ м.}$$

С некоторым запасом считаем, что диаметр шара равен диаметру камня.

При проектировании крепления откосов из несортированной каменной наброски необходимо, чтобы значение коэффициента  $K_{gr}$  зернового состава находилось в границах заштрихованной зоны, приведенной на графике рис. В.2 СП 38.13330.2018.

Значение коэффициента  $K_{gr}$  определяется по формуле:

$$K_{gr} = \frac{D_i}{D},$$

где  $D, D_i$  - диаметры фракций камня, приведенных к диаметру шара, м.

Рекомендуемая расчетная зона гранулометрического состава горной массы для крепления гребневой части верхового откоса представлена на чертеже №2220-10-2-КР лист 3 том 4.2.2.

При глубине  $z > 0,7h$  требования к крупности камня могут быть снижены, поэтому требования к крупности камня для всего крепления принимаем одинаковыми.

### Толщина крепления

Согласно п. 5.23 СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов» толщина слоя крепления из каменной наброски должна быть не менее  $3 d_{s,85}$ , где  $d_{s,85}$  – диаметр камня, масса которого вместе с массой более мелких фракций составляет 85% массы всей каменной наброски крепления.

По средней кривой гранулометрического состава горной массы  $d_{s,85} = 0,35$  м.

Толщина крепления должна быть не менее:  $3 \times 0,35 = 1,05$  м. При реконструкции правобережной плотины во II понижении крепление в гребневой части плотины принимается равным по габаритам отсыпанному ранее креплению верхового откоса и отсыпается толщиной по нормали 2,20 м, по горизонтали шириной 6,0 м.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

## 5 Сопоставление основных параметров и технических показателей гидроузла по результатам разработки проектной документации на реконструкцию каменно-земляных плотин

Сопоставление основных параметров и показателей гидроузла по результатам разработки ПД на реконструкцию земляных плотин приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Сопоставление основных параметров и технических показателей гидроузла по результатам разработки ПД на реконструкцию земляных плотин.

Наименование параметров, показателей	Ед. изм.	Значение параметров, показателей		
		по Акту приемки ГЭС в эксплуатацию в 2003г.	по проекту реконструкции	
			при работе с ограничением по наполнению УМН=95,60	постоянная эксплуатация при ФПУ=97,30
<b>1. Основные сооружения гидроузла</b>				
<b>1.1 Русловая каменно-земляная плотина (объект реконструкции):</b>				
Отметка гребня плотины	м	99,50	99,50	99,50
Максимальная высота	м	79,0	79,0	79,0
Длина по гребню	м	1641,44	1641,44	1641,44
Ширина на отметке гребня	м	10,0-50,0	10,0-50,0	10,0-50,0
Максимальная ширина по основанию	м	310,0	310,0	310,0
Заложение верхового откоса:				
- от ПК0+40 до ПК4+50				
- в отм. 99,50 ÷ 93,30м	-	1,75 - 3,2	1,75 - 3,2	1,75 - 3,2
- ниже отм. 93,30 м	-	2,4 - 3,2	2,4 - 3,2	2,4 - 3,2
- от ПК4+50 до ПК7+90				
- в отм. 99,50 ÷ 88,25м	-	1,75 - 1,8	1,75 - 1,8	1,75 - 1,8
- ниже отм. 88,25м	-	1,5 - 2,9	1,5 - 2,9	1,5 - 2,9
- от ПК7+90 до ПК16+04				
- в отм. 99,50 ÷ 73,00м	-	1,5 - 1,9	1,5 - 1,9	1,5 - 1,9
- ниже отм. 73,00м (между бермами)	-	1,3 - 1,9	1,3 - 1,9	1,3 - 1,9
Заложение низового откоса:				
- от ПК0+40 до ПК4+50				
- в отм. 99,50 ÷ 90,00м	-	1,8 - 2,4	1,8 - 2,4	1,8 - 2,4
- ниже отм. 90,00 м	-	1,8	1,8	1,8
- от ПК4+50 до ПК7+90				
- в отм. 99,50 ÷ 90,00м	-	1,8 - 2,2	1,8 - 2,2	1,8 - 2,2
- ниже отм. 90,00м	-	1,6 - 4,4	1,6 - 4,4	1,6 - 4,4
- от ПК7+90 до ПК16+04				

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

2220-КР2.1

Лист

148

Наименование параметров, показателей	Ед. изм.	Значение параметров, показателей		
		по Акту приемки ГЭС в эксплуатацию в 2003г.	по проекту реконструкции	
			при работе с ограничением по наполнению УМН=95,60	постоянная эксплуатация при ФПУ=97,30
- в отм. 99,50 - 90,00м	-	1,5 - 2,2	1,5 - 2,2	1,5 - 2,2
- ниже отм. 90,00м (между бермами)	-	1,3 - 2,0	1,3 - 2,0	1,3 - 2,0
ПФУ от ПК0+40 до ПК7+90		Ядро и понур из супесчаных грунтов. «Стена в грунте»: -	Ядро и понур из супесчаных грунтов. «Стена в грунте»: ПК0+07÷ ПК4+63 глубиной от 0,5 до 12,8м	Ядро и понур из супесчаных грунтов. «Стена в грунте»: ПК0+07÷ ПК4+63 глубиной от 0,5 до 12,8м
		-	ПК4+63÷ ПК6+66 глубиной от 9,9 до 33,7м	ПК4+63÷ ПК6+66 глубиной от 9,9 до 33,7м
		ПК6+66÷ ПК7+60 глубиной от 26,9 до 35,7м	ПК6+66÷ ПК7+60 глубиной от 26,9 до 35,7м	ПК6+66÷ ПК7+60 глубиной от 26,9 до 35,7м
		-	ПК7+60÷ ПК7+93 глубиной от 19,0 до 31,5м	ПК7+60÷ ПК7+93 глубиной от 19,0 до 31,5м

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Наименование параметров, показателей	Ед. изм.	Значение параметров, показателей		
		по Акту приемки ГЭС в эксплуатацию в 2003г.	по проекту реконструкции	
			при работе с ограничением по наполнению УМН=95,60	постоянная эксплуатация при ФПУ=97,30
ПФУ от ПК7+90 до ПК16+04		Ядро из супесчаных и суглинистых грунтов. «Стена в грунте»: - - ПК14+50÷ ПК16+04 глубиной от 4,4 до 22,0м	Ядро из супесчаных и суглинистых грунтов. «Стена в грунте»: ПК7+93÷ ПК10+04 глубиной от 4,2 до 8,6м  ПК10+04÷ ПК14+50 глубиной от 5,5 до 10,0м  ПК14+50÷ ПК16+04 глубиной от 4,4 до 22,0м	Ядро из супесчаных и суглинистых грунтов. «Стена в грунте»: ПК7+93÷ ПК10+04 глубиной от 4,2 до 8,6м  ПК10+04÷ ПК14+50 глубиной от 5,5 до 10,0м  ПК14+50÷ ПК16+04 глубиной от 4,4 до 22,0м

**1.2 Правобережная каменно-земляная плотина во II понижении (объект реконструкции):**

Отметка гребня плотины	м	99,50	99,50	99,50
Максимальная высота	м	38,3	38,3	38,3
Длина по гребню	м	643,7	643,7	643,7
Ширина на отметке гребня	м	10,0	10,0	10,0
Максимальная ширина по основанию	м	240,0	330,0	330,0
Заложение верхового откоса:	-			
- в отм. 99,50 ÷ 80,00м	-	2,7 - 3,0	2,7 - 3,0	2,7 - 3,0
- ниже отм. 80,00м	-	1,1 - 2,6	1,1 - 2,6	1,1 - 2,6
Заложение низового откоса:	-			
- в отм. 99,50 ÷ 93,00м	-	2,8 - 3,9	2,8 - 3,9	2,8 - 3,9
- в отм. 93,00 ÷ 80,00м	-	4,1 - 7,0	4,1 - 7,0	4,1 - 7,0
- в отм. 80,00 ÷ 77,00м	-	1,7 - 1,9	1,7 - 1,9	1,7 - 1,9
- в отм. 77,00 ÷ 73,00м (между бермами пригрузки низового откоса)	-	-	2,0	2,0

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

2220-КР2.1

Лист

150

Изм. Кол.уч Лист № док. Подп. Дата

Наименование параметров, показателей	Ед. изм.	Значение параметров, показателей		
		по Акту приемки ГЭС в эксплуатацию в 2003г.	по проекту реконструкции	
			при работе с ограничением по наполнению УМН=95,60	постоянная эксплуатация при ФПУ=97,30
ПФУ		верховая противофльтрационная призма с понуром из смеси гравийно-галечниковых и супесчаных грунтов.  «Стена в грунте»:  -	верховая противофльтрационная призма с понуром из смеси гравийно-галечниковых и супесчаных грунтов.  «Стена в грунте»: ПК8+87÷ ПК14+56 глубиной от 1,5 до 7,0м	верховая противофльтрационная призма с понуром из смеси гравийно-галечниковых и супесчаных грунтов.  «Стена в грунте»: ПК8+87÷ ПК14+56 глубиной от 1,5 до 7,0м

### 1.3 Левобережная каменно-земляная плотина:

Отметка гребня плотины	м	99,50	99,50	99,50
Максимальная высота	м	25,0	25,0	25,0
Длина по гребню	м	1206,0	1206,0	1206,0
Ширина плотины на отметке гребня	м	7,0÷15,0	7,0÷15,0	7,0÷15,0
Максимальная ширина плотины по основанию	м	155,0	155,0	155,0
Заложение верхового откоса:				
- в отм. 99,50÷83,20м	-	от 1,8 до 2,7	от 1,8 до 2,7	от 1,8 до 2,7
- ниже отм. 83,20м	-	от 1,5 до 3,8	от 1,5 до 3,8	от 1,5 до 3,8
Заложение низового откоса:				
- в отм. 99,50÷92,20м	-	от 1,9 до 2,0	от 1,9 до 2,0	от 1,9 до 2,0
- ниже отм. 92,20м	-	от 1,4 до 1,7	от 1,4 до 1,7	от 1,4 до 1,7

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

2220-КР2.1

Лист

151

Наименование параметров, показателей	Ед. изм.	Значение параметров, показателей		
		по Акту приемки ГЭС в эксплуатацию в 2003г.	по проекту реконструкции	
			при работе с ограничением по наполнению УМН=95,60	постоянная эксплуатация при ФПУ=97,30
ПФУ в I и во II понижениях	-	Экран (I понижение), экран и понур (II понижение), из супесчано-суглинистых грунтов.  «Стена в грунте»: ПК0+17,5÷ПК10+26,6 глубиной от 2,5 до 11,0м	Экран (I понижение), экран и понур (II понижение), из супесчано-суглинистых грунтов.  «Стена в грунте»: ПК0+17,5÷ПК10+26,6 глубиной от 2,5 до 11,0м	Экран (I понижение), экран и понур (II понижение), из супесчано-суглинистых грунтов.  «Стена в грунте»: ПК0+17,5÷ПК10+26,6 глубиной от 2,5 до 11,0м
ПФУ в III понижении	-	экран из супесчано-суглинистых грунтов	экран и понур из супесчано-суглинистых грунтов	экран и понур из супесчано-суглинистых грунтов

**1.4 Правобережная каменно-земляная плотина в III понижении:**

Отметка гребня плотины	м	99,50	99,50	99,50
Максимальная высота	м	17,0	17,0	17,0
Длина по гребню	м	721,0	721,0	721,0
Ширина на отметке гребня	м	8,5-15,5	8,5-15,5	8,5-15,5
Максимальная ширина по основанию	м	145,0	145,0	145,0
Заложение верхового откоса:	-			
- в отм. 99,50÷88,30м	-	от 2,3 до 3,1	от 2,3 до 3,1	от 2,3 до 3,1
- ниже отм. 88,30м	-	1,2	1,2	1,2
Заложение низового откоса:	-			
- в отм. 99,50÷95,00м	-	2,2	2,2	2,2
- ниже отм. 95,00м	-	от 1,8 до 2,5	от 1,8 до 2,5	от 1,8 до 2,5

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

2220-КР2.1

Лист

152

Наименование параметров, показателей	Ед. изм.	Значение параметров, показателей		
		по Акту приемки ГЭС в эксплуатацию в 2003г.	по проекту реконструкции	
			при работе с ограничением по наполнению УМН=95,60	постоянная эксплуатация при ФПУ=97,30
ПФУ	-	Ядро и понур из супесчано-суглинистых грунтов. «Стена в грунте»: ПК0-09,4÷ПК6+77,8 глубиной от 1,3 до 10,0м	Ядро и понур из супесчано-суглинистых грунтов. «Стена в грунте в ПК0-09,4÷ПК6+77,8 глубиной от 1,3 до 10,0м	Ядро и понур из супесчано-суглинистых грунтов. «Стена в грунте в ПК0-09,4÷ПК6+77,8 глубиной от 1,3 до 10,0м

### 1.5 Поверхностный водосброс с водосливом и быстротоком:

<b>Водослив</b>				
Длина по гребню	м	88,8	88,8	88,8
Ширина по гребню	м	32,78	32,78	32,78
Максимальная высота	м	45,0	45,0	45,0
Отметка гребня	м	99,50	99,50	99,50
Отметка порога водослива	м	79,00	79,00	79,00
Длина водослива по потоку	м	46,0	46,0	46,0
Количество пролетов водослива	шт.	4	4	4
Ширина водосливного пролета	м	16,0	16,0	16,0
Количество затворов (основной/ремонтный)	шт.	4/1	4/1	4/1
Габариты затвора	м	16,0x17,0	16,0x17,0	16,0x17,0
Пропускная способность водосброса при НПУ	м³/с	7 600	7 600	7 600
Пропускная способность водосброса при ФПУ	м³/с	9 240	9 240	9 240
Пропускная способность водосброса при УМН	м³/с	8020	8 020	-
<b>Быстроток с носком-трамплином</b>				
Ширина лотка быстротока	м	76,0	76,0	76,0
Длина лотка быстротока с носком-трамплином по потоку	м	168,0	168,0	168,0
Уклон верхней/нижней части		0,012/0,269	0,012/0,269	0,012/0,269
Отметка дна начала быстротока	м	61,50	61,50	61,50

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

2220-КР2.1

Лист

153

Наименование параметров, показателей	Ед. изм.	Значение параметров, показателей		
		по Акту приемки ГЭС в эксплуатацию в 2003г.	по проекту реконструкции	
			при работе с ограничением по наполнению УМН=95,60	постоянная эксплуатация при ФПУ=97,30
Отметка верха носка-трамплина	м	46,150	46,150	46,150
Отметка основания концевого участка носка-трамплина	м	41,00	41,00	41,00
<b>1.6 Водоприемник ГЭС</b>				
Длина по гребню	м	136,5	136,5	136,5
Ширина по гребню		29,0	29,0	29,0
Максимальная высота	м	48,5	48,5	48,5
Отметка гребня	м	99,50	99,50	99,50
Отметка порога водоприемника	м	58,00	58,00	58,00
Количество отверстий водоприемника	шт.	5	5	5
Размеры водоприемного отверстия	м	15,5x15,5	15,5x15,5	15,5x15,5
Количество затворов (основной/ремонтный)	шт.	5/1	5/1	5/1
Габариты затвора (основной/ремонтный)	м	14,0x10,3 / 15,5x10,3	14,0x10,3 / 15,5x10,3	14,0x10,3 / 15,5x10,3
Количество сороудерживающих решеток	шт.	5	5	5
Габариты решетки	м	16,0x13,0x3,0	16,0x13,0x3,0	16,0x13,0x3,0
<b>1.7 Напорные водоводы</b>				
Длина водовода	м	130,0	130,0	130,0
Диаметр водовода (внутренний)	м	7,0	7,0	7,0
Количество водоводов	шт.	5	5	5
<b>1.8 Здание ГЭС с 2-мя монтажными площадками:</b>				
Длина бетонного массива подземной части здания ГЭС	м	170,26	170,26	170,26
Длина здания ГЭС по потоку	м	38,1	38,1	38,1
Максимальная высота здания ГЭС	м	29,1	29,1	29,1
Ширина агрегатного блока	м	21,0	21,0	21,0
Отметка оси спиральной камеры	м	30,50	30,50	30,50
Отметка низа отсасывающей трубы	м	16,475	16,475	16,475
Количество ремонтных затворов отсасывающих труб	шт.	10	10	10

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

2220-КР2.1

Лист

154

Наименование параметров, показателей	Ед. изм.	Значение параметров, показателей		
		по Акту приемки ГЭС в эксплуатацию в 2003г.	по проекту реконструкции	
			при работе с ограничением по наполнению УМН=95,60	постоянная эксплуатация при ФПУ=97,30
Габариты ремонтного затвора	м	7,5x6,5	7,5x6,5	7,5x6,5
Отметка монтажной площадки	м	40,60	40,60	40,60
Отметка машинного зала	м	40,60	40,60	40,60
Основные размеры машинного зала (в осях)	м	24,0x157,50	24,0x157,50	24,0x157,50
Высота шатра машинного зала	м	17,7	17,7	17,7
Количество агрегатов	шт.	5	5	5
Тип турбины	-	РО-75/7286-ВМ-510	РО-75/7286-ВМ-510	РО-75/7286-ВМ-510
Диаметр рабочего колеса	м	5,1	5,1	5,1

## 2. Водохозяйственные характеристики гидроузла:

### Параметры водохранилища:

Нормальный подпорный уровень (далее – НПУ)	м	95,00	95,00	95,00
Минимальный допустимый уровень, уровень мертвого объема (далее – УМО)	м	75,00	75,00	75,00
Форсированный подпорный уровень (далее – ФПУ)	м	-	-	97,30
Уровень максимального наполнения при пропуске половодья вероятностью превышения 0,1% (далее – УМН)	м	95,60	95,60	-
Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км <sup>2</sup>	558,1	558,1	558,1
Площадь зеркала водохранилища при УМО	км <sup>2</sup>	211,4	211,4	211,4
Площадь зеркала водохранилища при ФПУ	км <sup>2</sup>	-	-	622,1
Площадь зеркала при уровне максимального наполнения 95,60м при пропуске половодья вероятностью превышения 0,1%	км <sup>2</sup>	574,8	574,8	-
Полная статическая емкость водохранилища при УМО (мертвый объем)	млн м <sup>3</sup>	2662	2662	2662

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

2220-КР2.1

Лист

155

Изм. Кол.уч Лист № док. Подп. Дата

Наименование параметров, показателей	Ед. изм.	Значение параметров, показателей		
		по Акту приемки ГЭС в эксплуатацию в 2003г.	по проекту реконструкции	
			при работе с ограничением по наполнению УМН=95,60	постоянная эксплуатация при ФПУ=97,30
Полная статическая емкость водохранилища при НПУ (полный объем)	млн м <sup>3</sup>	9962	9962	9962
Полезный объем водохранилища при НПУ, представляющий собой разницу между полным и мертвым объемами	млн м <sup>3</sup>	7300	7300	7300
Полная форсированный объем водохранилища, полная статическая емкость водохранилища при ФПУ	млн м <sup>3</sup>	-	-	11320
Полная статическая емкость водохранилища при уровне максимального наполнения 95,60м при пропуске половодья вероятностью превышения 0,1%	млн м <sup>3</sup>	10304	10304	-
Объем форсировки водохранилища, статическая емкость водохранилища между отметками отметок ФПУ и НПУ	млн м <sup>3</sup>	-	-	1358
Объем форсировки водохранилища в пределах отметок 95,60 и 95,00м	млн м <sup>3</sup>	342	342	-

**Расходы воды:**

***Естественные***

Средний многолетний сток р. Курейки в створе Курейского гидроузла за расчетный ряд	м <sup>3</sup> /с	642	642	642
Максимальный наблюдаемый мгновенный расход	м <sup>3</sup> /с	12100 (1990г.)	12100 (15.06.1990)	12100 (15.06.1990)
Максимальный среднесуточный расчетный вероятностью превышения 0,1%	м <sup>3</sup> /с	15000	13500	13500

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

2220-КР2.1

Лист

156

Наименование параметров, показателей	Ед. изм.	Значение параметров, показателей		
		по Акту приемки ГЭС в эксплуатацию в 2003г.	по проекту реконструкции	
			при работе с ограничением по наполнению УМН=95,60	постоянная эксплуатация при ФПУ=97,30
Максимальный среднесуточный расчетный вероятностью превышения 1%	м <sup>3</sup> /с	11800	11000	11000
<b>Зарегулированные</b>				
Расчетный средний многолетний расход в нижнем бьефе	м <sup>3</sup> /с	639	639	639
Поверочный расчетный максимальный расход 0,1% обеспеченности в нижнем бьефе	м <sup>3</sup> /с	9750	9170/9135*	9487/9366*
Основной расчетный максимальный расход 1% обеспеченности в нижнем бьефе	м <sup>3</sup> /с	9285	8381/8147*	8509/8386*
Полный расход ГЭС при работе всех агрегатов установленной мощностью и расчетном напоре	м <sup>3</sup> /с	1170	1170	1170
Среднесуточный санитарный попуск	м <sup>3</sup> /с	140	140	140
*в числителе приведены значения при полном использовании пропускной способности гидроузла (5 гидроагрегатов и 4 пролета); в знаменателе – при неполном использовании пропускной способности гидроузла (4 гидроагрегата и 4 пролета водосброса - п.8.29 СП58.13330.2019)				
<b>Расчетные уровни воды в нижнем бьефе гидроузла:</b>				
Уровень воды при среднемноголетнем расходе воды	м	30,24	30,24	30,24
Расчетный максимальный уровень воды в нижнем бьефе при пропуске половодья 0,1%	м	37,70	36,52/36,50*	36,68/36,62*
Расчетный максимальный уровень воды в нижнем бьефе при пропуске половодья 1%	м	37,60	36,11/35,99*	36,18/36,11*
Уровень воды при полном расходе ГЭС при работе всех агрегатов установленной мощностью и расчетном напоре	м	31,08	31,02	31,02

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Наименование параметров, показателей	Ед. изм.	Значение параметров, показателей		
		по Акту приемки ГЭС в эксплуатацию в 2003г.	по проекту реконструкции	
			при работе с ограничением по наполнению УМН=95,60	постоянная эксплуатация при ФПУ=97,30
Уровень воды при среднесуточном санитарном попуске	м	29,00	29,01	29,01
<b>3. Водноэнергетические характеристики ГЭС</b>				
<b>Напоры:</b>				
Максимальный статический	м	65,50	65,50	65,50
Минимальный нетто	м	43,20	43,20	43,20
Расчетный по мощности	м	57,00	57,00	57,00
<b>Мощности:</b>				
Количество гидроагрегатов	шт.	5	5	5
Номинальная мощность гидроагрегата	МВт	120	120	120
Установленная мощность ГЭС	МВт	600	600	600
<b>Выработка электроэнергии:</b>				
средняя многолетняя	млн. кВт ч	2600	2584	2601

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Лист

158

## 6 Организация натуральных наблюдений

Контроль безопасности русловой плотины и правобережной во II понижении Курейской ГЭС проводится согласно:

- Инструкции по эксплуатации гидротехнических сооружений ПИ-51-311-01-2020;
- Программы натуральных наблюдений за деформациями земляных сооружений гидроузла геодезическими методами;
- Программы натуральных наблюдений за техническим состоянием грунтовых сооружений Курейской ГЭС;
- Правилам эксплуатации гидротехнических сооружений Курейской ГЭС АО «Норильско-Таймырская энергетическая компания», согласованных Енисейским управлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

В соответствии с требованиями Федерального закона от 21.07.1997 №117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» и действующих нормативных документов на ГТС Курейской ГЭС проводится мониторинг безопасности состояния ГТС, включающий визуальные и инструментальные наблюдения.

Мониторинг безопасности ГТС Курейской ГЭС проводится с целью оценки текущего технического состояния сооружений, анализа происходящих изменений, разработки мероприятий, направленных на повышение надежности и безопасности, контроля своевременности и качества ремонтов; контроля выполнения мероприятий по предупреждению отказов и повышению долговечности конструкций.

Кроме наблюдений на грунтовых сооружениях осуществляется контроль параметров внешних воздействий. К контролируемым параметрам внешних воздействий на ГТС гидроузла относятся:

- уровни воды верхнего и нижнего бьефов (УВБ и УНБ);
- температура воздуха и воды в водохранилище (послойная);
- скорость сезонной сработки УВБ;
- толщина льда в водохранилище;
- количество атмосферных осадков;
- толщина снежного покрова;
- скорость и направление ветра.

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

### Визуальные наблюдения

Состав контролируемых визуальными наблюдениями качественных показателей технического состояния, прочности и эксплуатационной надежности грунтовых сооружений следующий:

- состояние верхового откоса и гребня;
- состояние низового откоса;
- состояние сопряжения плотин и водосброса;
- состояние сопряжения плотины и берега.

Все повреждения или неблагоприятные явления, выявленные на сооружении, маркируются, фотографируются, заносятся в журнал наблюдений и отображаются на картах-развертках и план-схемах. При проведении визуальных наблюдений за грунтовыми ГТС должно фиксироваться следующее:

- появление просадок, подвижек, оползней, трещин различной ориентации на поверхности гребня и откосов плотин;
- появление выходов фильтрационных вод в виде грифонов, намокания, парения или наледей на низовом откосе и береговых примыканиях;
- появление выходов воды на примыкании плотин к бетонным сооружениям;
- появление выходов воды из основания в нижнем бьефе;
- появление наледей у подошвы низового откоса плотины;
- размывы откосов и берегов;
- появление мути в прудках в нижнем бьефе плотин;
- состояние крепления верховых откосов плотин;
- появление выпора грунта в нижнем бьефе плотин;
- состояние прилегающей к сооружениям территории в полосе шириной не менее 100,0м.

Визуальные наблюдения за состоянием грунтовых сооружений гидроузла проводятся в ходе снятия замеров с инструментальных средств контроля (дистанционной, пьезометрической и геодезической КИА) не реже 1 раза в месяц. Одновременно контролируется состояние контрольно-измерительной аппаратуры. Визуальный контроль проводится в местах, доступных для непосредственного осмотра.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

### Инструментальные наблюдения

В состав инструментальных наблюдений на грунтовых сооружениях входят: геодезические, фильтрационные и температурные наблюдения.

*Геодезические наблюдения* включают наблюдения за вертикальными и горизонтальными смещениями. Абсолютные горизонтальные смещения контрольных пунктов (КП), закрепленных на грунтовых плотинах, определяются относительно пунктов опорных сетей гидротехнической триангуляции II разряда. Абсолютные вертикальные смещения (осадки) поверхностных и глубинных марок – относительно реперов опорной высотной сети гидроузла. Наблюдения производятся с периодичностью 2 раза в год: весенний цикл в мае-июне, при минимальном уровне воды в водохранилище, а осенний – в сентябре-октябре, при максимальном уровне.

*Наблюдения за фильтрацией* включают наблюдения за режимом фильтрации по пьезометрам (2-4 раза в месяц) и мерным водосливам (4 раза в месяц с мая по ноябрь). На правобережной плотине (II и III понижение), наблюдения за химсоставом фильтрующейся воды (4 раза в год). На левобережной и правобережной (II и III понижение) плотинах ведутся наблюдения за поровым давлением по пьезодинамометрам.

*Наблюдения за температурой.* Контроль температуры в теле грунтовых сооружений выполняется с использованием закладных термометров и термоплетей, состоящих из температурных датчиков. Датчики температуры были размещены при возведении плотин непосредственно в упорных призмах и противофильтрационных элементах, а также в скважинах после возведения (пьезометрах и термостаканах). В основном в грунтовых сооружениях Курейской ГЭС применяются термометры сопротивления (ММ-1, ММ-4, ТВИ-Ц) и струнные преобразователи температуры (ПТС-60). Замер температуры в пьезометрах и термоскважинах, оборудованных термоплетями осуществляется 2-4 раза в месяц.

В случае поломки или выхода из строя стационарно установленных температурных плетей, или их отсутствии, допускается выполнять замеры при помощи переносных термокос (термоплетей). Такие замеры проводятся 2 раза в год.

Измерение температуры профильтровавшейся воды выполняются при помощи термометра в местах контроля расхода (4 раза в месяц с мая по ноябрь).

На Курейской ГЭС разработана и внедрена информационно-диагностическая система (ИДС). Разработанная программа предназначена для накопления и хранения

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

2220-КР2.1

Лист  
161

данных наблюдений и обработки измерений, экспресс-анализа на соответствие диагностических показателей состояния ГТС их критериальным значениям, построения графиков и сводных таблиц за требуемый период.

Для внесения информации в ИДС предусмотрен автоматический перенос данных, записанных при помощи вторичной контрольно-измерительной аппаратуры (БПИ ТВиЦ, Geokon GK-403, ПОВП-01).

Для оперативного доступа к необходимой информации по КИА в ИДС осуществляется хранение паспортных данных на КИА, критериальных значений контролируемых показателей, сводных ведомостей, справочных материалов.

Система организации контроля за техническим состоянием ГТС соответствует требованиям законодательства, нормам и правилам технического регулирования в области безопасности ГТС.

В период реконструкции каменно-земляных плотин для обеспечения постоянного мониторинга технического состояния ГТС Курейской ГЭС в соответствии с требованиями Федерального закона от 21.07.1997 №117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» и действующих нормативных документов должна обеспечиваться сохранность существующей КИА.

Информация о составе действующей КИА и периодичности инструментальных наблюдений, а также технические решения по дооснащению КИА при реконструкции каменно-земляных плотин приведены в томе 4.3.1 №2220-КР3.1 Часть 3. Организация натурных наблюдений. Книга 1.

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

## 7 Обеспечение пожарной безопасности объектов реконструкции

В соответствии с требованиями статьи 5 Федерального закона от 22.07.2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», при реконструкции объект должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности, целью создания которой является предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества при пожаре и включающей в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Статьёй 4.4 «Техническое регулирование в области пожарной безопасности» Федерального закона от 22.07.2008 года №123-ФЗ предусмотрено, что в отношении объектов защиты, на которых были проведены капитальный ремонт, реконструкция или техническое перевооружение, требования ФЗ-123 применяются в части, соответствующей объёму работ по капитальному ремонту, реконструкции или техническому перевооружению.

Работы по реконструкции гребня плотин, ПФУ и низового откоса плотин не меняют существующую степень пожарной безопасности объекта реконструкции и не требуют обоснования в части пожарной безопасности.

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

2220-КР2.1

Таблица регистрации измерений

Изм.	Номер листов (страниц)				Всего листов (страниц) в док.	Номер док.	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных				

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



