

**КУРЕЙСКАЯ ГЭС.
РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗЕМЛЯНЫХ ПЛОТИН**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

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

Часть 2. Гидротехнические сооружения

**Книга 4. Результаты анализа современного состояния
противофильтрационного устройства русловой и
правобережной во II понижении
каменно-земляных плотин.
Мероприятия по реконструкции**

2220-КР2.4

Том 4.2.4

**КУРЕЙСКАЯ ГЭС.
РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗЕМЛЯНЫХ ПЛОТИН**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

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

Часть 2. Гидротехнические сооружения

**Книга 4. Результаты анализа современного состояния
противофильтрационного устройства русловой и
правобережной во II понижении
каменно-земляных плотин.
Мероприятия по реконструкции**

2220-КР2.4

Том 4.2.4

**Заместитель генерального директора
- главный инженер**

В.В. Петров

Главный инженер проекта

В.Л. Мильцин

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Введение

Проектная документация разработана АО «Ленгидропроект» в соответствии с техническим заданием к Дополнительному соглашению №1 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 входит 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 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 определены 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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2220-КР2.4	Лист
							2
Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					

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, среднесуточная выработка электроэнергии, количество и тип гидроагрегатов, отметки водохранилища УМО, НПУ и ФПУ, данные по объемам 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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2220-КР2.4	Лист
							3
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					

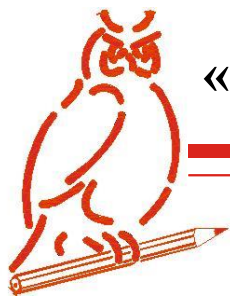
разработка материалов «Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) для проектной документации «Курейская ГЭС. Реконструкция земляных плотин». Согласно Требованиям Приказа Минприроды России №999 от 01.12.2020г. реализованы процедуры общественных обсуждений проекта технического задания на разработку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

В настоящем томе приводятся результаты оценки текущего состояния ПФУ русловой каменно-земляной плотины и правобережной каменно-земляной плотины во II понижении, с учётом ранее выполненных работ по реконструкции и ремонту ПФУ, данных натурных наблюдений и выполненных инженерных изысканий, а также рекомендуемый состав мероприятий и конструктивных решений выполняемого проекта.

Представленные материалы разработаны ООО «Институт «Геостройпроект», работы выполнены в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, технического задания.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					2220-КР2.4	Лист
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.		Подп.



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ИНСТИТУТ ГЕОСТРОЙПРОЕКТ»

**Разработка проектной документации
по реконструкции противофильтрационных устройств
земляных плотин Курейской ГЭС**

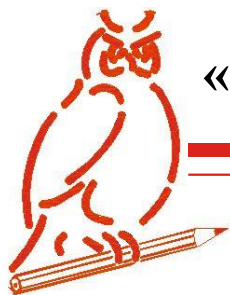
ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

**Результаты анализа современного состояния
противофильтрационного устройства русловой и
правобережной во II понижении
каменно-земляных плотин.
Мероприятия по реконструкции**

Пояснительная записка

051-ИШ.1.19.ПЗ

2022 г.



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ИНСТИТУТ ГЕОСТРОЙПРОЕКТ»

**Разработка проектной документации
по реконструкции противофильтрационных устройств
земляных плотин Курейской ГЭС**

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

**Результаты анализа современного состояния
противофильтрационного устройства русловой и
правобережной во II понижении
каменно-земляных плотин.
Мероприятия по реконструкции**

Пояснительная записка

051-ИШ.1.19.ПЗ

Зам. Ген. директора
ГИП

П.С. Соколовский
И.Н. Шишов

2022



Содержание тома

Обозначение	Наименование	Примечание
	Содержание тома	2
051-&.ИШ.1.19.&.ПЗ	Текстовая часть	3
051-&.ИШ.1.20.&.ПФ 051-&.ИШ.1.21.&.ПФ 051-&.ИШ.1.22.&.ПФ 051-&.ИШ.1.24.&.ПФ	Графическая часть	70



Содержание

Введение	4
1 Русловая каменно-земляная плотина	6
1.1 Общие данные	6
1.2 Причины выполнения стены в грунте в теле и основании русловой плотины в период строительства. Анализ результатов выполненных работ	7
1.2.1 Аварийная ситуация в районе ПК 7+20 в 1992 г.	7
1.2.2 Причины аварийной ситуации в районе ПК 7+20 в 1992 г.	8
1.2.3 Выполнение стены в грунте на аварийном участке	11
1.3 Возведение стены в грунте на завершающем этапе строительства и в период постоянной эксплуатации. Анализ текущего состояния	19
1.4 Эффективность стены в грунте	26
1.5 Выводы о состоянии русловой каменно-земляной плотины	31
1.6 Участки русловой плотины, подлежащие реконструкции	32
1.6.1 Участок на ПК 10+04 - ПК 14+50	32
1.6.2 Участок на ПК 7+60 - ПК 7+93	39
1.6.3 Участок на ПК 0+07 – ПК 4+63	41
2 Правобережная каменно-земляная плотина во II понижении	48
2.1 Общие данные	48
2.2 Инженерно-геологические условия плотины и их оценка	50
2.3 Термометрический режим грунтов плотины	52
2.4 Фильтрационные расходы через плотину и основание	55
2.5 Выводы о состоянии правобережной каменно-земляной плотины во II понижении	58
2.6 Мероприятия по реконструкции оголовка правобережной плотины во II понижении	59
3 Основные положения технологии работ с глиноцементобетонной смесью	61
3.1 Бурение скважин	61
3.2 Состав и проектные требования к глиноцементобетону	62
3.3 Технология приготовления ГЦБ смеси	63
3.4 Технология транспортировки ГЦБ смеси	64
3.5 Технология бетонирования свай	65
3.6 Контроль качества ГЦБ смеси	66
Список литературы	95



Введение

Проектная документация разработана в соответствии с техническим заданием к Договору № 045-ГСП-21 от 23.12.2021 г. ООО «Институт Геостройпроект» с АО «Ленгидропроект» на выполнение работ «Разработка проектной документации по реконструкции противофильтрационных устройств земляных плотин Курейской ГЭС».

Необходимость реконструкции противофильтрационного устройства (далее ПФУ) обусловлена значительной осадкой ПФУ и не всегда качественным выполнением СМР в ходе строительства. Гребень ядра на отдельных участках русловой плотины находится ниже проектной отметки 95,50 м в диапазоне (95,50 м – 94,40 м). Отметка верховой противофильтрационной призмы из супесчаных грунтов правобережной плотины во II понижении ниже проектной в диапазоне 95,50 – 94,80 м. Отметка ФПУ в настоящее время, вместо требуемой по проекту 97,30 м, установлена с ограничением до 95,60 м.

Для ликвидации аварийной ситуации 1992 года на русловой земляной плотине впервые в отечественной практике была выполнена «стена в грунте» из буросекущих свай. Рабочая документация был разработана группой специалистов ООО «СПИИ «Гидроспецпроект» (г. Москва), которая также в начальный период осуществляла и авторский надзор за ремонтными работами ПФУ.

С 2002 года разработкой рабочей документации ремонтных работ ПФУ для всех частей земляной плотины Курейской ГЭС и авторским надзором занимался вновь образованный институт ООО «Институт «Геостройпроект» (г. Москва), с сохранённым составом той же группы специалистов.

Учитывая положительные результаты работ для аварийного участка русловой плотины, аналогичные мероприятия в период 1999 – 2002 гг. по рабочей документации ООО «Геостройпроект» были реализованы и на других частях земляных плотин Курейской ГЭС – левобережной и правобережной в III понижении.

Центральная комиссия по приемке в промышленную эксплуатацию Курейской ГЭС в 2003 году рекомендовала завершить ремонтные работы этим же способом по всей длине русловой части плотины, которые в период 2003 – 2013 гг. были продолжены, но не были завершены в связи с выходом из строя последнего (на Курейской ГЭС) бурового агрегата и отсутствия финансирования.



Для оценки, разработки и выбора варианта конструктивных решений для ПФУ и оголовка реконструируемых плотин, проработки вопросов ПОСа, учёта специфики работ для «стены в грунте» (буросекущие сваи) целесообразно привлечение узкопрофильной организации – разработчика рабочей документации (РД), так как, исполнитель РД может объективно и достоверно оценить соблюдение требований проектной документации при выполнении работ лицом, осуществляющим строительство объекта и определить пределы допустимых отклонений фактически выполненных работ от проектных решений.

Целью реконструкции является повышение безопасности эксплуатации русловой и правобережной плотины во II понижении в проектном режиме в соответствии с требованиями действующей нормативной документацией и обеспечение пропуска максимального стока как при действующем ограничении по отметке наполнения водохранилища 95,60 м, так и при отметке ФПУ 97,30 м, утверждённой в техническом проекте.

В настоящей работе приводятся результаты оценки текущего состояния ПФУ русловой каменно-земляной плотины и правобережной каменно-земляной плотины во II понижении, с учётом ранее выполненных работ по реконструкции и ремонту ПФУ, данных натурных наблюдений и выполненных инженерных изысканий, а также рекомендуемый состав мероприятий и конструктивных решений выполняемого проекта.



1 Русловая каменно-земляная плотина

1.1 Общие данные

Курейская ГЭС расположена за Полярным кругом в 101 км от устья р. Курейки – правого притока р. Енисей. Климат района резко континентальный со среднемесячной температурой минус 9^оС.

1-й гидроагрегат станции был введён в декабре 1987 года, 5-й в декабре 1994 года. Приемка Государственной комиссией и ввод в эксплуатацию Курейской ГЭС состоялись в 2003 году.

Проектная отметка НПУ 95,00 м, отметка ФПУ - 97,30 м.

Эксплуатируется Курейская ГЭС с ограничением максимального наполнения водохранилища до отметки 95,60 м.

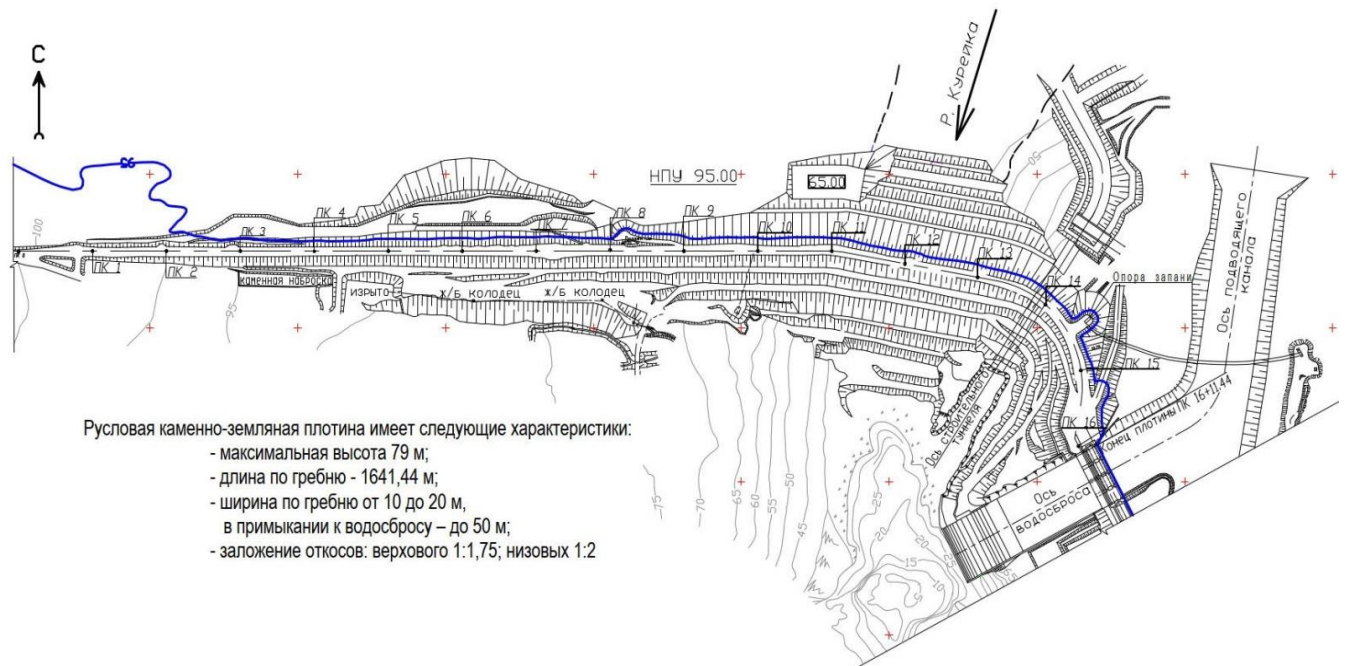


Рисунок 1.1.1 - План русловой плотины

Длина русловой каменно-земляной плотины по гребню – 1641,11 м, высота – до 79,0 м, проектная ширина по гребню от 10 м до 50 м. Ядро плотины с проектной отметкой верха 95,50 м было выполнено из гравелистого суглинка с прослоями галечникового грунта с супесчаным заполнителем, гравийного грунта с песчаным заполнителем, песка гравелистого. По геологическим условиям и характеру сопряжения ядра с основанием русловую плотину можно разделить на две части. От



водосброса до ПК 7+90 в основании ядра плотины скальные грунты, покрытые бетонной плитой с расположенной на ней цементационной галереей. От ПК 0 до ПК 7+90 ядро сопрягается с рыхлыми отложениями с устройством понура. Скальное основание сложено долеритами катангского и норильского типов, с включением прослоев графита. Долериты покрыты четвертичными отложениями мощностью до 24 м. Четвертичные отложения включают песчаные, супесчаные, суглинистые и глинистые грунты с гравием, галькой и дресвой (рис. 1.1.2).

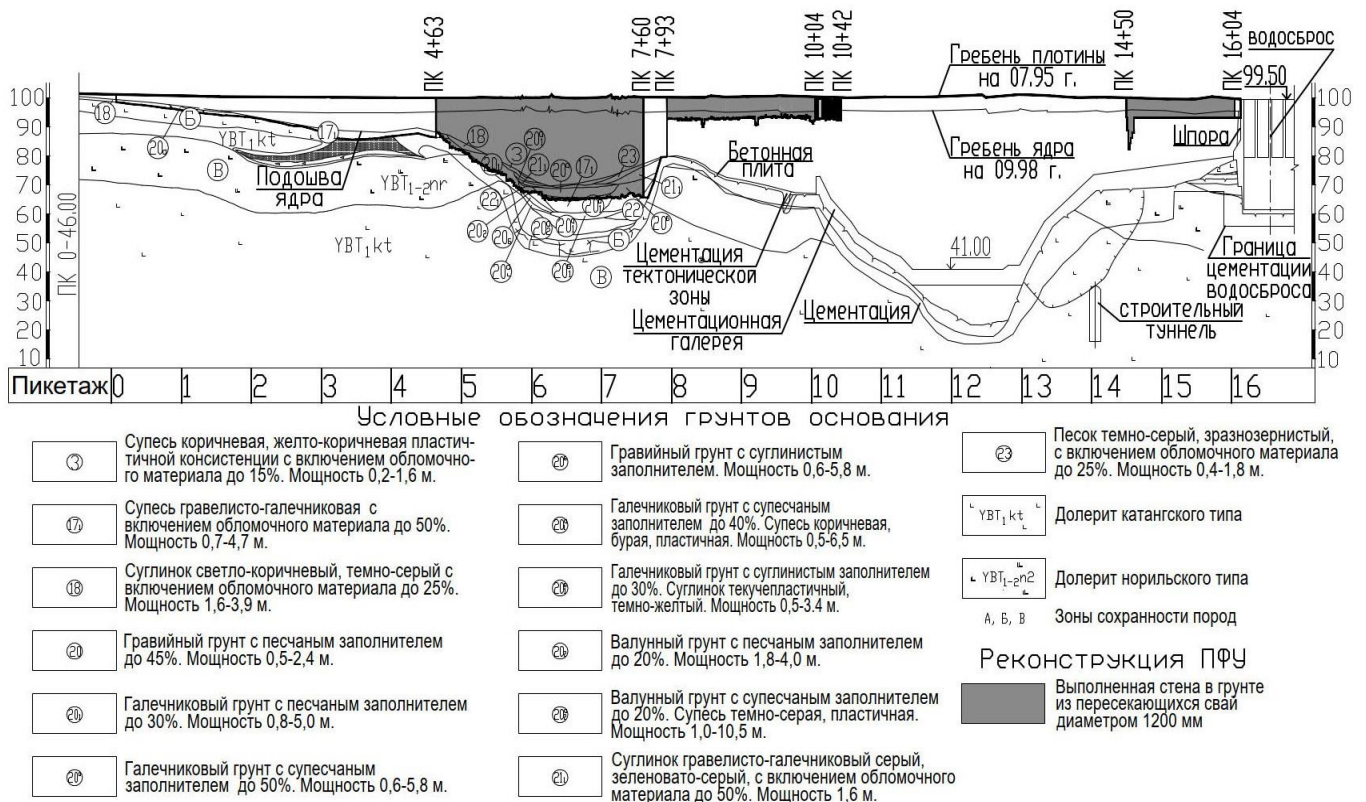


Рисунок 1.1.2 - Продольный разрез по оси русловой плотины

1.2 Причины выполнения стены в грунте в теле и основании русловой плотины в период строительства. Анализ результатов выполненных работ

1.2.1 Аварийная ситуация в районе ПК 7+20 в 1992 г.

По конструкции русловая плотина на ПК 5+70 ÷ ПК 7+50 относится к каменно-земляным плотинам с грунтовым ядром и понуром. Высота плотины от проектной отметки гребня до подошвы основания 23-26 м. Ядро и понур выполнены из



супесчаных и суглинистых грунтов. Длина понура с ядром по основанию на ПК 7+00 72 м, на ПК 7+50 - 64 м. Толщина понура от 3 до 4 м. Никаких дренажных устройств в основании низового клина проектом не предусматривалось. Подготовка основания плотины заключалась в снятии мохорастительного слоя. Участок основания под верховую часть плотины на ПК 6+00÷ПК 7+50 подготовлен в период апреля – марта 1985 г., при температуре воздуха $-10 \div -17^{\circ}\text{C}$. Соответствие подготовленного основания требованиям проекта удостоверено соответствующими документами.

До 1992 г. водохранилище четырежды наполнялось до отметки НПУ и выше. Фильтрация в основании низового откоса плотины в районе ПК 5+70÷ПК 8 появилась в июле 1990 г. при отметках воды в водохранилище 95,50 м – 96,0 м. По замерам вертушкой, фильтрационный расход, вплоть до 24.07.92 г., составлял в среднем 20 л/с. Выход фильтрационного потока не сопровождался суффозионными процессами и ему особого значения не придали.

26 июля 1992 г. на участке русловой плотины (ПК 7+00÷ПК 7+32) произошел прорыв напорного фронта с резким увеличением фильтрационного расхода, выносом в нижний бьеф значительного объема грунта, проседанием верхового откоса, образованием продольных трещин и провальной воронки на низовом откосе [3].

Срочные мероприятия, выполненные к паводку 1993 г. (сработка уровня водохранилища, грунтовые пригрузки верхового и низового откосов, инъекция цементно-глинистых растворов, отсыпка дренажной призмы в нижнем бьефе), предотвратили прорыв плотины и на время стабилизировали фильтрационную ситуацию. В дальнейшем требовалось уточнить реальное состояние плотины на данном участке, выяснить причины аварийной ситуации, разработать и реализовать мероприятия, обеспечивающие надежность плотины в долгосрочной перспективе.

1.2.2 Причины аварийной ситуации в районе ПК 7+20 в 1992 г.

При проведении инъекционных работ, а также в результате разведочного бурения было обнаружено, что в зоне, где должна быть нижняя часть ядра, находится суглинок текучей консистенции, а напоры воды практически соответствуют уровню верхнего бьефа. В подошве и на низовой стороне этой зоны сформировался слабопроницаемый слой, который воспринимает весь напор на плотину.



При изучении материалов изысканий, выполненных перед отсыпкой плотины, выяснилось, что именно в этом районе, непосредственно под понуром и ядром, залегает слой песков мощностью около 3 м, с коэффициентом фильтрации 5 м/сут, что на порядок выше коэффициентов фильтрации, окружающих этот слой грунтов (рис. 1.2.2.1). В плане слой песка имеет широкую часть в верхнем бьефе с узкой горловиной шириной 10-15 м, выходящей из-под ядра в нижний бьеф.

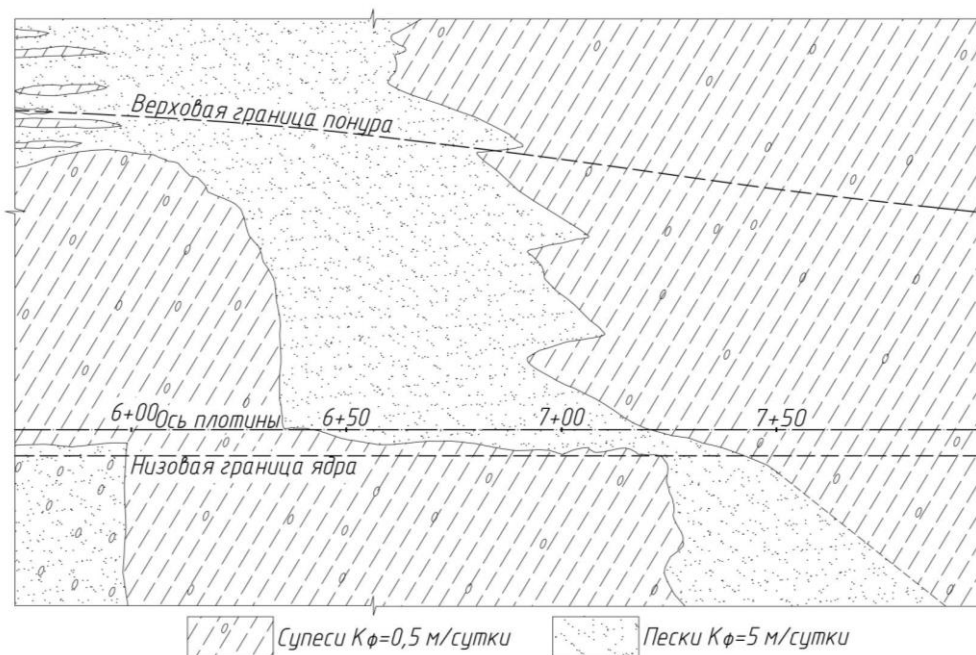


Рисунок 1.2.2.1- Зарисовка котлована перед отсыпкой плотины

Фильтрационное моделирование подтвердило, что градиенты напора на контакте низовой части ядра с песком в несколько раз превышают нормативные критические. Суффозионные расчеты показали, что выпор песков, супесей и суглинков в зоне выхода фильтрационного потока в нижний бьеф на этом участке вполне реален (рис. 1.2.2.2).

Все работы и исследования, выполненные на русловой плотине Курейской ГЭС позже июля 1992 г., указывали на необходимость ее крупномасштабного ремонта. Фильтрационная и статическая устойчивость ядра плотины и фильтрационная устойчивость основания в зоне сопряжения с ядром могли быть обеспечены уплотнением дефектных мест или созданием нового противофильтрационного элемента. В качестве технического решения были рассмотрены инъекционное уплотнение, метод струйной цементации и стена в грунте.

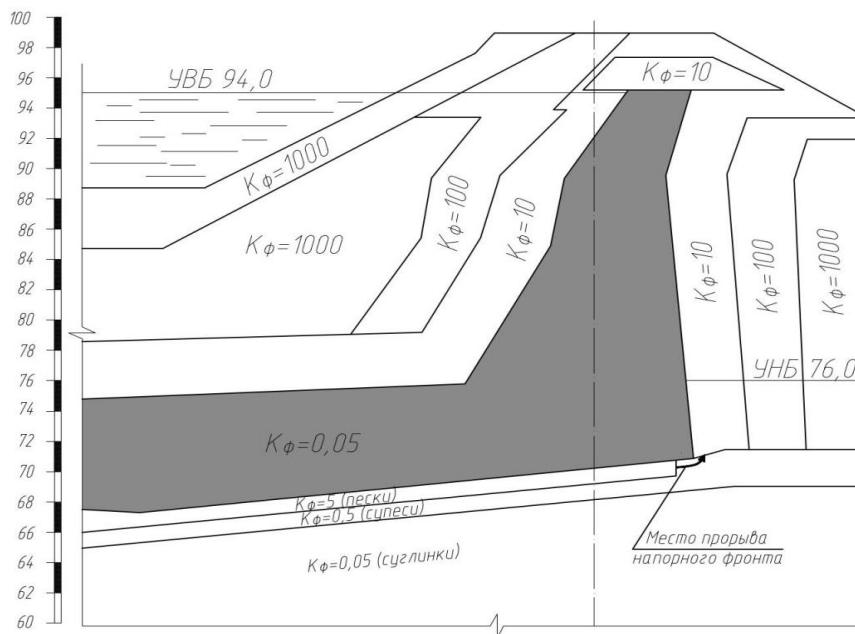


Рисунок 1.2.2.2 - Схематизация фильтрационной обстановки в районе ПК 7+20

Инъекционным уплотнением можно успешно ликвидировать свободные пустоты или отдельные сосредоточенные пути фильтрации, но нельзя уплотнить переувлажненное глинистое ядро даже самыми тонкими проникающими растворами.

Метод струйной цементации, в принципе, позволяет производить замену грунта в заданных зонах ядра или устраивать сплошную противофильтрационную стенку из грунтоцементного материала. Но в скважинах глубиной до 35 м, при перерывах в подаче раствора через монитор, могут возникнуть закупорки в зоне выхода заменяемого материала на поверхность, сопровождаемые ростом давления и чреватые разрывом слабопроницаемого слоя, который воспринимает весь напор на плотину.

Гидроспецпроектom было рекомендовано сооружение стены в грунте из глиноцементобетона методом секущихся свай, с бурением скважин с опережающей обсадкой трубами и их извлечением по мере бетонирования. Важными преимуществами данного варианта для условий, сложившихся на русловой плотине Курейской ГЭС, являются:

- отсутствие необходимости применять высокие давления;
- возможность создавать противофильтрационную стенку в рыхлых грунтах с малой водопроницаемостью (как в талых, так и в мерзлых);
- практическая независимость от фильтрации воды во время выполнения работ;
- суффозионная устойчивость глиноцементобетона даже не в затвердевшем



состоянии и способность к самозалечиванию после твердения.

Научно-технический совет РАО «ЕЭС России» своим решением от 12.11.97 г. поддержал предложение Гидроспецпроекта о сооружении на аварийном участке в районе ПК 7+20 стены в грунте из буросекущихся свай.

1.2.3 Выполнение стены в грунте на аварийном участке

Проектное решение. Учитывая распространение слоя песка на контакте с ядром и понуром (рис. 1.2.2.1), первоочередная стена в грунте вдоль напорного фронта по чертежам Гидроспецпроекта должна была выполняться от ПК 7+60 до ПК 6+20. Для обеспечения расчетной толщины 40 см, при глубине - более 30 м, стена в грунте запроектирована из свай диаметром 1200 мм с шагом 0,85 м (рис. 1.2.3.1, 1.2.3.2). Коэффициент фильтрации суглинка в основании по данным АО «Красноярскгидропроект» был принят равным 0,05 м/сут. Глубина стены в грунте в проекте была принята равной 35 м из условия заглубления в суглинок, подстилающий слой песка, на 5 м.

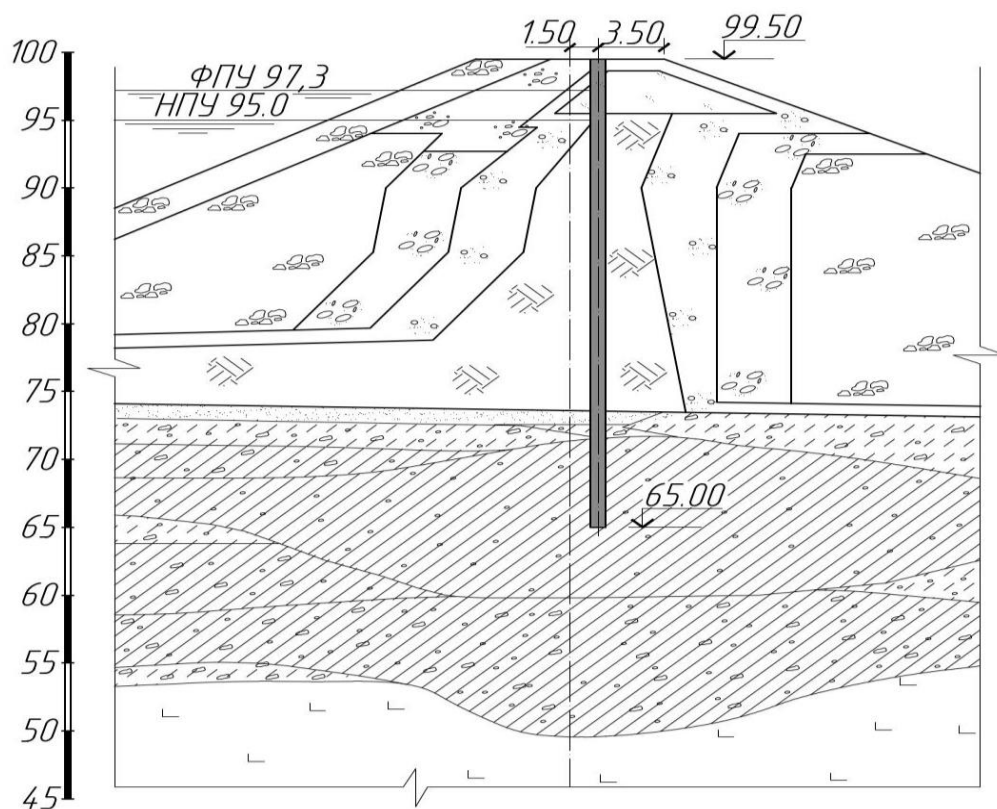


Рисунок 1.2.3.1 - Поперечный разрез по плотине в районе ПК 7+20

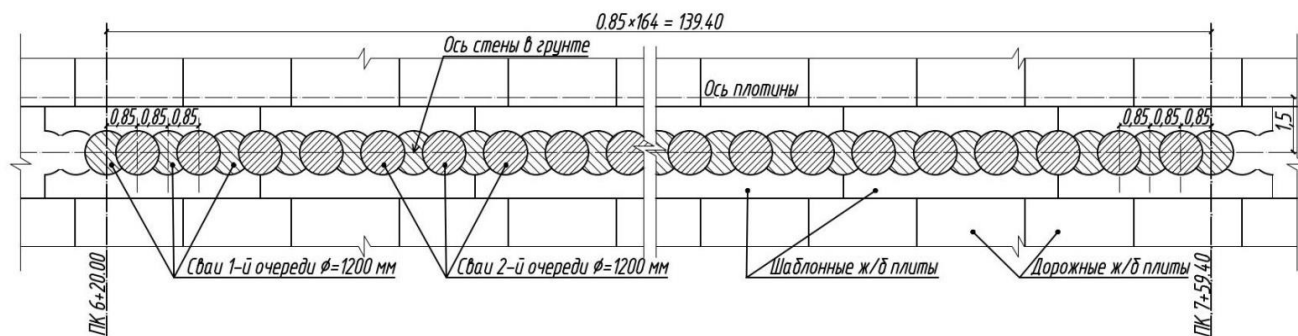


Рисунок 1.2.3.2 - Расположение свай стены в грунте на гребне плотины

Уточнение глубины стены в грунте. В летний период 1998 г. началось сооружение стены в грунте в теле и основании русловой плотины с ПК 7+60 в сторону правого берега. 23 октября по погодным условиям работы были приостановлены. В 1998 г. было выполнено 30 свай. В 1999 г. работы по стене в грунте были продолжены.

В интервале глубин 23÷29 м находился мелко-тонкозернистый песок темно-коричневого цвета с включением небольшого количества гальки и валунов. Как правило, обильное поступление воды в скважину начиналось при пересечении именно этого слоя. Мощность слоя - от 1,5 до 4,5 м. К подошве этого слоя (в интервале глубин 27÷29 м) заметно возрастает количество гальки и валунов, появляется большое количество дресвы, щебня. Эту зону слоя можно назвать песчано-гравийной толщей. Ниже слоя песка (глубины 26÷33,7 м) вскрыт суглинок плотный, маловлажный с включением гальки, щебня, с валунами и глыбами долеритового состава. Суглинок темно-коричневый с гнездами глины зеленовато-белой, красноватой. Отмечаются включения органики. В этом интервале отмечено наибольшее количество валунов и глыб больших размеров (до 1,5 м, а, возможно, и более).

Обследование выбранного с нижних горизонтов грунта позволило предположить, что подстилающий пески суглинок гораздо более плотный и, следовательно, менее проницаемый, чем предполагалось ранее. Данное обстоятельство, а также насыщенность его валунами больших размеров, значительно затруднило проходку этого слоя скважинами “стены в грунте”.

Для уточнения свойств суглинка, залегающего в основании плотины, 17.09.98 г. после отказа в проходке по скважине № 148 на глубине 30,5 м (обсадная



труба - на глубине 30,3 м) было произведено бурение установкой колонкового бурения через забой скважины. Контрольное бурение показало, что на забое находится валун размером по вертикали 50 см, который подстилает моренные грунты, представленные суглинком галечниковым, очень плотным, черного цвета, тугопластичной консистенции. Никаких провалов или ускоренной проходки ниже валуна не отмечено (акт от 18.09.98 г.). В этих условиях авторский надзор ООО «Гидроспецпроект» счел возможным не настаивать на достижении скважинами проектной глубины 35 м.

Бурение скважин диаметром 1200 мм с шагом 0,85 м осуществлялось буровой машиной итальянского производства «Casagrande» С-60 с обсадным столом. Машина была укомплектована шнековым буром, ковшовым буром и грейфером для работы в трубах 1200 мм. Применение шнекового бура «Casagrande» для проходки гравелистых суглинков с валунами оказалось невозможным. При использовании его для проходки плотных грунтов ядра плотины с большим количеством гравия и валунов часть зубьев сломалась, а реборда оказалась согнутой. Практически весь объем по бурению скважин был выполнен шнековым буром «Kato». У этого шнека расстояние от режущих зубцов до реборды было значительно больше, чем у буров, поставленных фирмой «Casagrande», что позволяло ему захватывать средние валуны или раздробленные куски валунов.

Отклонение скважин от вертикали. Изготовители буровой машины гарантировали очень небольшое искривление колонны обсадных труб (0,4% от глубины скважины, что составляет 14 см при глубине 35 м), фактические отклонения оказались больше.

На первом этапе контроль отклонений пробуренных скважин от вертикали осуществлялся прибором «Koden» DM 682 японского производства. В дальнейшем (с 2002 г.) специалистами ООО «Институт Геостройпроект» была предложена, а Гидроцехом Курейской ГЭС изготовлена и внедрена в производство нестандартная конструкция (рис. 1.2.3.3), позволяющая с достаточной точностью определять величину и направление отклонения забоя скважины в обводненных условиях [4].



- 1 – обсадная труба;
- 2 – уровень воды в скважине;
- 3 – металлоконструкция, опускаемая на забой скважины;
- 4 – трос;
- 5 – поплавок;
- 6 – отградуированная крестовина, закрепляемая на обсадной трубе
- 7 – отвес;
- 8 – отклонение забоя скважины от вертикали;
- 9 – ось скважины.

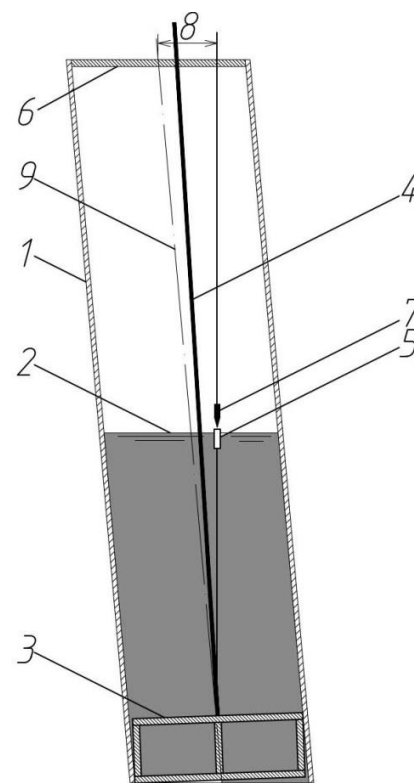


Рисунок 1.2.3.3 - Схема замера отклонения обводненных скважин

Решение об окончании бурения и начале бетонирования принималось по каждой скважине индивидуально. Авторский надзор проверял и оценивал глубину проходки и обсадной колонны, наличие или отсутствие шлама на забое, величину заглубления в суглинок, наличие результатов измерения отклонения скважины от вертикали, время бурения скважины с отсутствием проходки.

Статистика измерения отклонений от вертикали следующая: отклонение до 0,4% имеют 39% скважин; до 0,7% - 26 % скважин; до 1% - 20% скважин, свыше 1% - 15% скважин. Среднее отклонение составляет 0,6%. Чтобы обеспечить сплошность стены в грунте, приходилось назначать и выполнять дополнительные сваи (рис. 1.2.3.4).

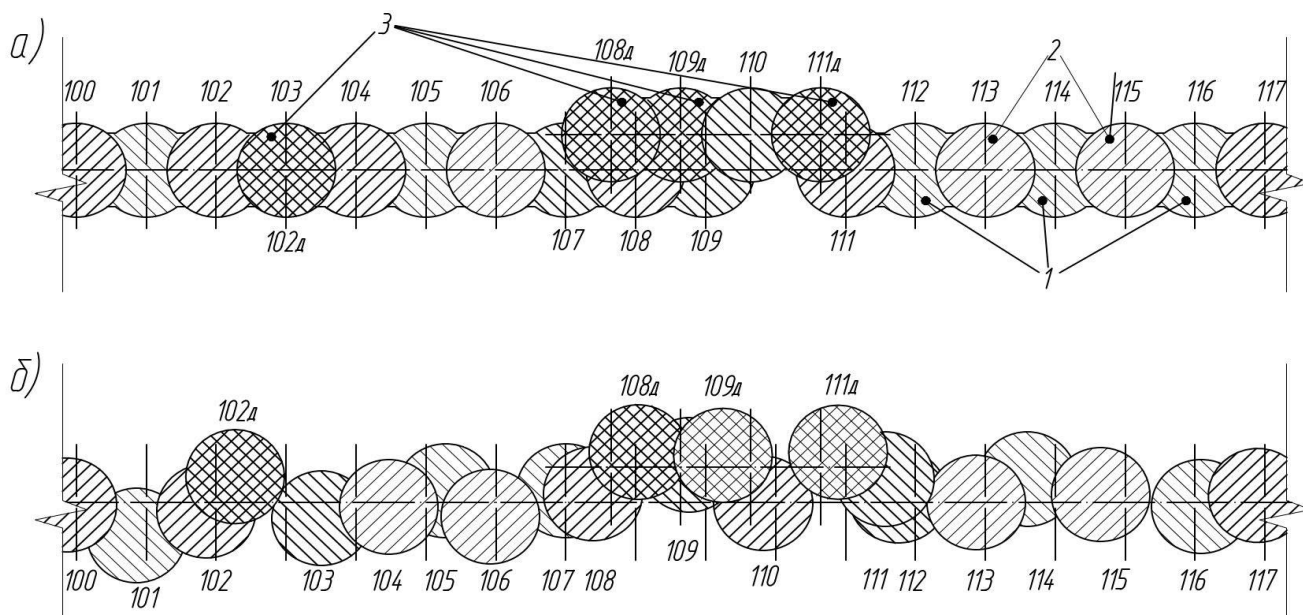


Рисунок 1.2.3.4 - Исполнительный план-срез фрагмента стены в грунте:

а – на гребне плотины; б – на глубине 28-33 м;
1 – сваи 1-й очереди; 2 – сваи 2-й очереди; 3 – дополнительные сваи

Материал стены в грунте. В качестве противофильтрационного материала стены в грунте применяется литой пластичный материал, с кубиковой прочностью на одноосное сжатие 1...2 МПа и мгновенным модулем деформации 10...20 МПа. Этот материал обладает сцеплением порядка 0,5 МПа, углом внутреннего трения 28...30°, мерой ползучести $(0,25...0,35) \cdot 10^{-3}$ МПа⁻¹, в результате которой мгновенный модуль деформации глиноцементобетона снижается под нагрузкой в 2,5...3,0 раза, адаптируясь с напряжённо-деформированным состоянием вмещающей среды. При проектировании противофильтрационной стены в грунте для грунтовой плотины Курейской ГЭС были выполнены необходимые исследования и за материалом закрепилось название: «глиноцементобетон».

После выполнения стены в грунте на участке длиной 94,10 м (от ПК 7+59,9 до ПК 6+65,8) было принято решение о временной приостановке выполнения глубокой стены в грунте и начале работ по реконструкции оголовков грунтовых плотин. Ко времени остановки было забурено и забетонировано 122 сваи. Средний расход глиноцементобетона на 1 м сваи составил 1,27 м³/м при геометрическом объёме 1 м скважины 1,13 м³, фактический коэффициент расхода глиноцементобетона - 1,128. На аварийном участке русловой плотины (ПК 7+24...ПК 7+06) был зафиксирован



повышенный расход глиноцементобетона. Наиболее ярко это проявилось в скважинах 1-й очереди №№ 112, 111, 109, 2-й очереди №№ 108, 110 и в дополнительных скважинах №№ 108Д, 109Д и 111Д в пределах отметок 68,00...80,00 м (ПК 7+10...ПК 7+15). В этих скважинах, в зоне контакта плотины с основанием, а также в нижней части ядра, отмечены удельные расходы глиноцементобетонной смеси 2,0...2,7 м³/м. Зона с максимальным расходом глиноцементобетонной смеси находится в области размыва ядра плотины, установленной изыскательскими скважинами. В этой зоне на ликвидацию пустот и на уплотнение ядра плотины дополнительно ушло 62 м³ глиноцементобетонной смеси (рис. 1.2.3.5).

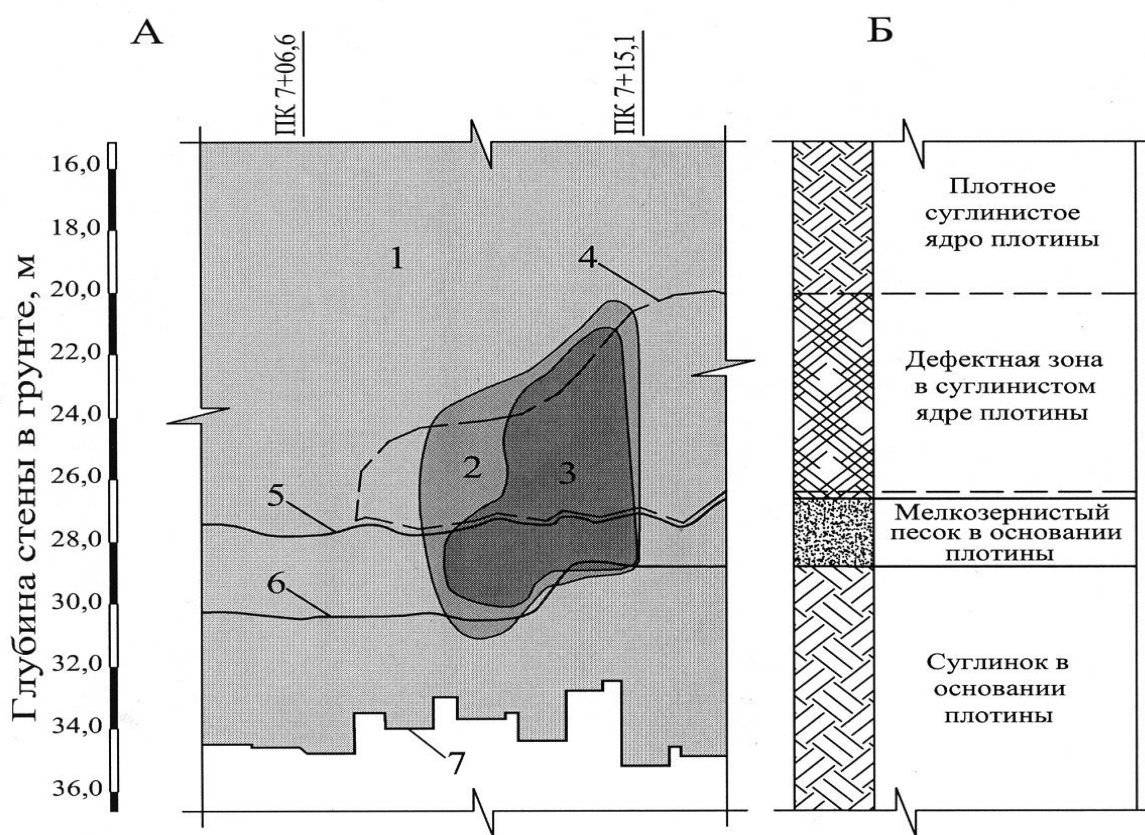


Рисунок 1.2.3.5- Продольный разрез по фрагменту стены в грунте:

- А – продольный разрез; Б – геологическая колонка;
 1 – зона с удельным расходом глиноцементобетона на 1 м сваи 1,0-1,5 м³/м;
 2 – то же с расходом 1,5-2,0 м³/м; 3 – то же с расходом более 2,0 м³/м;
 4, 5, 6 – границы слоев грунтов; 7 – нижняя граница свай

Результаты выполнения стены в грунте на аварийном участке, в соответствии с проектной документацией, должны были оцениваться по напорам в пяти пьезометрических створах, состоящих из двух верховых и двух низовых пьезометров. К сожалению, не все проектные пьезометры были выполнены. На рисунке 1.2.3.6 представлены уровни воды в пьезометрах на ПК 7+20 в 2001 и 2017 гг.

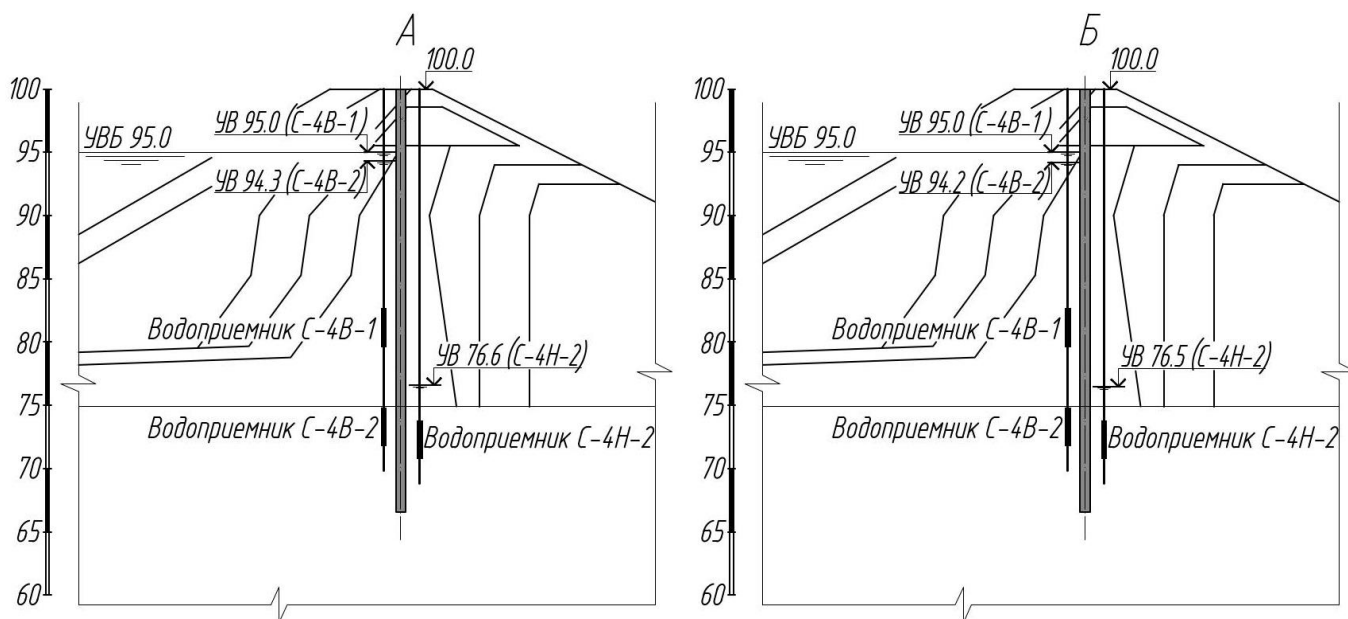


Рисунок 1.2.3.6- Уровни воды в пьезометрах на ПК 7+20
после выполнения стены в грунте на первоочередном участке и через 16 лет:

А – 17.09.2001 г.; Б – 15.08.2017 г.

На аварийном участке, взамен разрушенной схемы «ядро-пунур», выполнено перекрытие песчаного слоя 23 стеной в грунте, обеспечившей надежное сопряжение плотины с нижележащей толщей слабопроницаемых супесчано-суглинистых отложений. По показаниям пьезометров (по данным наблюдений группы натуральных наблюдений гидротехнического цеха Курейской ГЭС), потери напора фильтрационного потока на отремонтированном участке с глиноцементобетонной стеной в грунте составляют 70-91,6% от общего напора на сооружение, что на 12-30% выше прогнозных по результатам моделирования.

Материалы наблюдений за напорами в пьезометрах, расположенных в створе на ПК 7+20 (рис. 1.2.3.6) свидетельствуют, что за 16 лет, прошедших после выполнения стены в грунте на первоочередном участке, никаких изменений в фильтрационной обстановке не произошло. Снижение уровня воды на ~0,1 м в пьезометрах,

расположенных в основании плотины, если является не следствием точности измерений, то говорит о небольшом заилинии основания плотины.

На рисунке 1.2.3.7 представлены уровни воды в пьезометрах, расположенных в основании плотины на расстоянии ~2 м от стены в грунте в нижний бьеф, при уровне водохранилища на отм. 95,00 м. Как и на рисунке 1.2.3.6, уровни указаны на 17.09.2001 г. (после завершения работ по стене в грунте на первоочередном участке) и на 15.08.2017 г. (после завершения работ по стене в грунте на соседнем участке от ПК 6+65,8 до ПК 4+63,0). Результаты замеров уровней воды в пьезометрах, представленные на рисунке 1.2.3.7, подтверждают выводы об эффективности стены в грунте и надежности во времени.

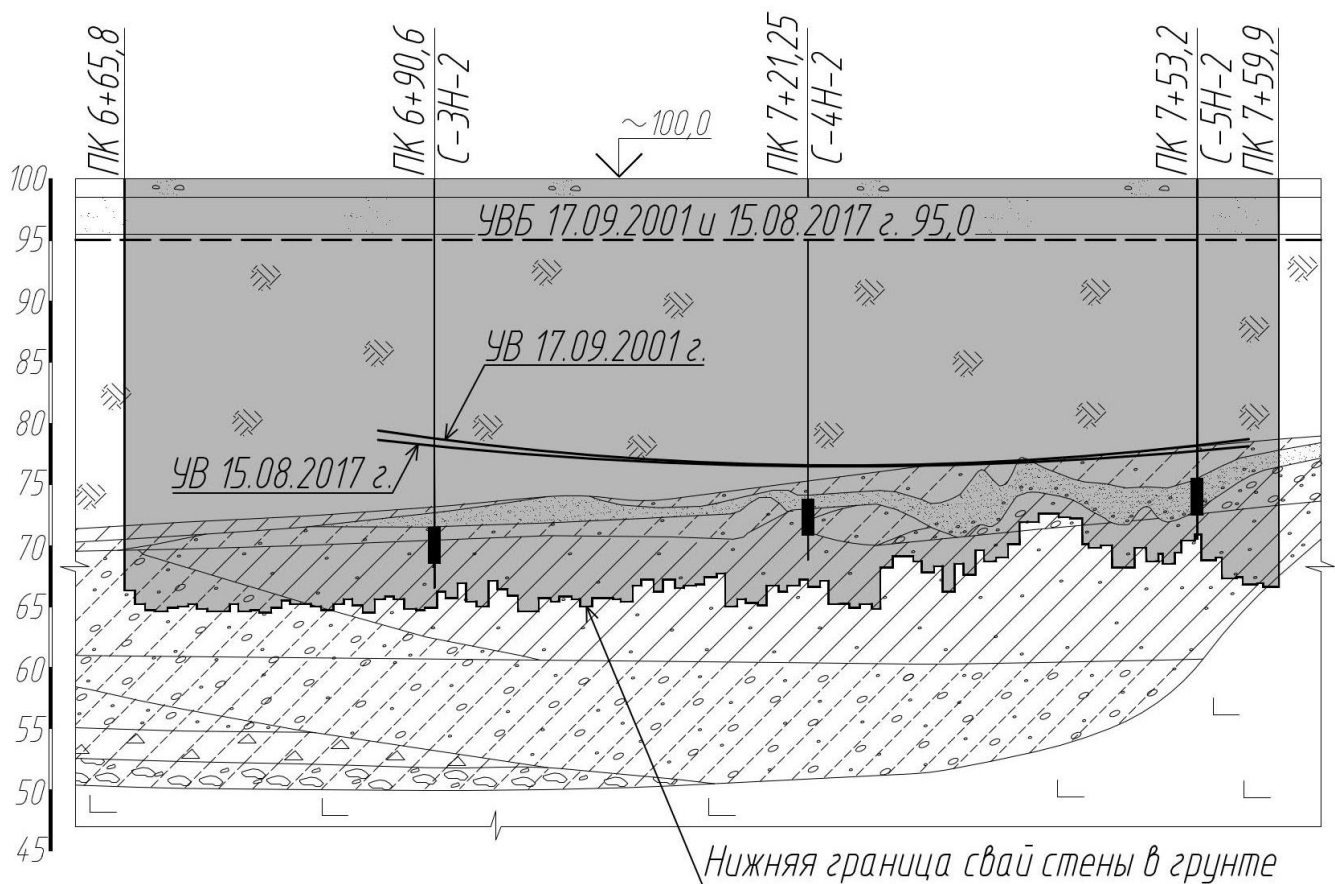


Рисунок 1.2.3.7- Уровни воды в пьезометрах, расположенных в основании плотины на расстоянии ~2 м от стены в грунте в нижний бьеф, на 17.09.2001 г. и на 15.08.2017 г.

1.3 Возведение стены в грунте на завершающем этапе строительства и в период постоянной эксплуатации. Анализ текущего состояния

Работы по стене в грунте на участке, на котором в 1992 г. возникла аварийная ситуация, были завершены в 1999 г.

В соответствии с проектом, отметка гребня ядра 95,50 м принята с запасом над НПУ на 0,5 м, ширина ядра по верху 4,0 м. Гребень плотины возводится до отметки 99,50 м. Напор на сооружение, который возникает при форсировании горизонта верхнего бьефа до отметки 97,30 м, удерживается (в соответствии с проектом) песчаной призмой, заменяющей ядро во избежание пучения при ежегодном промерзании гребня плотины.

В результате осадок грунтовой плотины и ее основания отметки гребня ядра на отдельных участках уже к концу 1998 г. оказались ниже проектной отметки 95,50 м. При этом осадки грунтовой плотины и ее основания продолжались. В таблице 1.3.1 приведены данные по отметкам гребня ядра русловой плотины на сентябрь 1998 г.

Таблица 1.3.1 - Отметкам гребня ядра русловой плотины на сентябрь 1998 г.

Пикетаж	Отметки гребня ядра на 09.1998 г., м	Пикетаж	Отметки гребня ядра на 09.1998 г., м
3+16,0	94,80	7+23,0	94,36
4+00,0	94,80	7+49,0	94,95
5+06,6	95,50	8+50,0	95,33
6+16,2	95,52	9+00,0	95,15
6+19,0	94,87	9+50,0	94,92
6+28,2	95,15	13+40,0	95,07
6+69,6	94,84	15+40,0	94,42
7+16,0	94,43	15+65,6	94,98

Превышающая расчетную, осадка ядра плотины и повышенная, по сравнению с расчетной, фильтрационная проницаемость песчаной призмы на гребне ядра продиктовали необходимость реконструкции оголовков грунтовых плотин Курейской ГЭС.



В течение 2000-2002 гг., при завершении строительства Курейской ГЭС, работы по реконструкции оголовков грунтовых плотин методом «стена в грунте» были продолжены.

Участок ПК 14+50 до ПК 16+04 – на русловой плотине был назначен в примыкании плотины к водосбросу. Плотина на этом участке имеет уширение гребня и криволинейное очертание в плане, а ось противофильтрационного элемента не закреплена на поверхности.

Имеющаяся исполнительная документация позволяет определить следующий порядок работ. Выполнение стены в грунте на участке началось от водосброса. Сваи первой очереди заполнялись глиноцементобетоном с небольшим количеством цемента $\sim 20 \text{ кг/м}^3$ смеси. Сваи набирали прочность медленно, поэтому длины захваток были увеличены. В сваи второй очереди укладывали глинобетон без цемента. При проходке сваи 1-й очереди № 55 гребень ядра был зафиксирован на отметке 93,55 м. В дальнейшем такие отметки верха ядра стали фиксироваться все чаще. После того, как при проходке четырех свай первой очереди были получены отметки верха ядра в диапазоне от 92,82 м до 91,40 м, решено было остановить выполнение стены и начать или возобновить разведочные работы по определению положения ядра относительно гребня плотины (рис. 1.3.1).

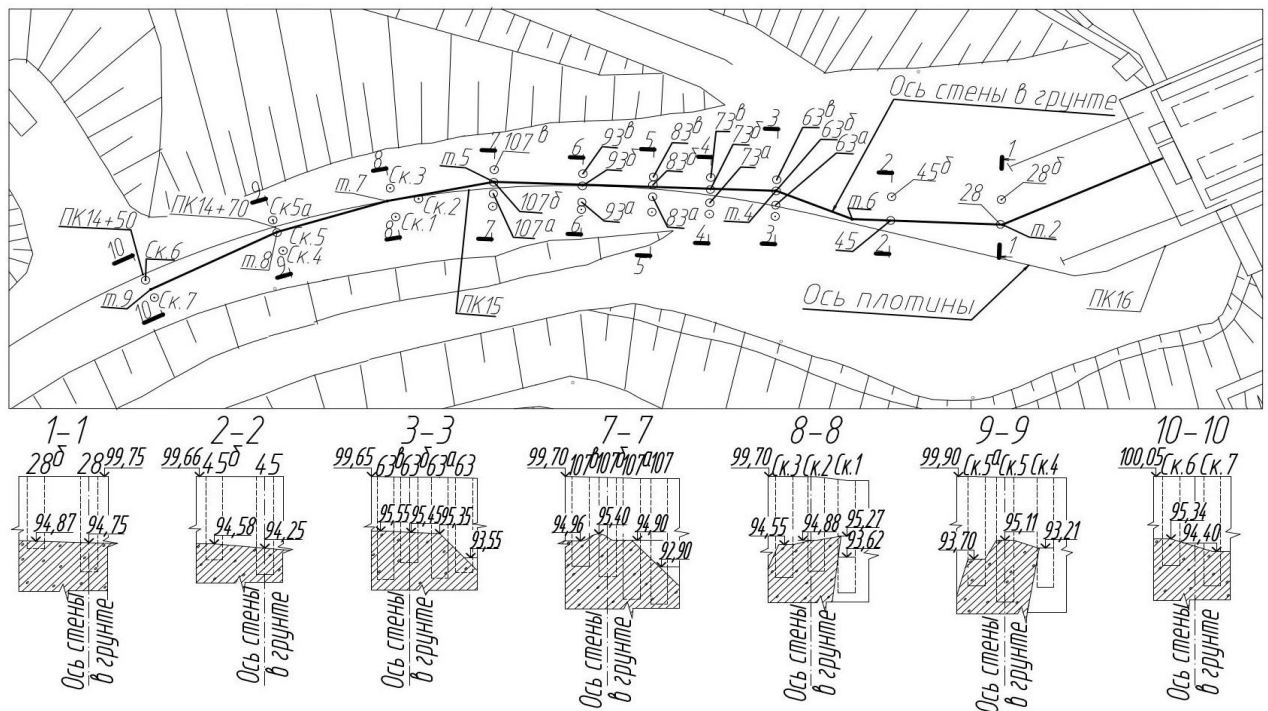


Рисунок 1.3.1 - План гребня плотины и разрезы по разведочным поперечникам. Определение оптимального положения оси стены в грунте



На рисунке 1.3.1 показано, как с помощью разведочных скважин находилось оптимальное положение оси стены в грунте.

После того, как положение гребня ядра было установлено, определена и закреплена на поверхности ось стены в грунте, выполнение стены в грунте было возобновлено по новой оси (рис. 1.3.2).

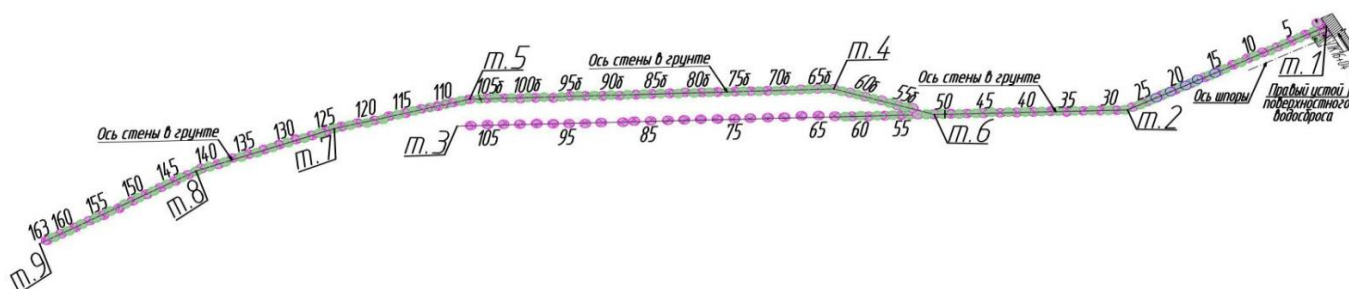


Рисунок 1.3.2 - Ось стены в грунте от ПК 14+50 до поверхностного водосброса ПК 16+04

Имеются данные по глубинам и отметкам части скважин, на которых они входили в ядро плотины (таблица 1.3.2).

Таблица 1.3.2 - Отметки гребня ядра по скважинам стены в грунте

№ скважины	Отметки гребня ядра по скважинам стены в грунте, м	№ скважины	Отметки гребня ядра по скважинам стены в грунте, м
1	2	3	4
2	94,60	30	94,55
6	94,65	40	94,75
10	94,45	50	94,20
19	94,75	636	94,45
736	95,60	131	95,65
836	94,60	139	95,08
936	95,50	145	95,05
1016	95,40	149	95,30
1076	95,35	153	95,05
117	94,98	159	95,20
123	94,66	163	95,59



На рассматриваемом участке не сохранилось ни одного пьезометра, ни температурной скважины. Наиболее простыми, надежными и представительными поставщиками информации о фильтрационной проницаемости элементов плотины являются температурные скважины, располагаемые на минимальном расстоянии от противофильтрационного элемента в нижнем бьефе. Необходимо пробурить и оборудовать герметичными трубами 4 такие скважины и организовать в них регулярные наблюдения за температурами окружающих грунтов, зависящими от температуры фильтрующей воды.

В 2002 - 2003 гг. при подписании комиссией акта о приемке Курейской ГЭС в эксплуатацию, учитывая положительный результат работ по стене в грунте, в перечень мероприятий по обеспечению надежности Курейской ГЭС было включено решение о сооружении противофильтрационной стены в грунте по всей протяженности русловой плотины [4].

Продолжение работ по стене в грунте решено было начинать от участка с выполненной стеной в грунте по направлению к правому берегу. Гидроспецпроектном была разработана рабочая документация на участок от ПК 6+20 до ПК 5+00. По мере удаления от аварийного участка мощность четвертичных отложений в основании плотины постепенно уменьшается и, начиная примерно с ПК 6+00, стена в грунте сопрягается с трещиноватыми долеритами на глубинах 35,0...18,5 м (рис. 1.3.3).

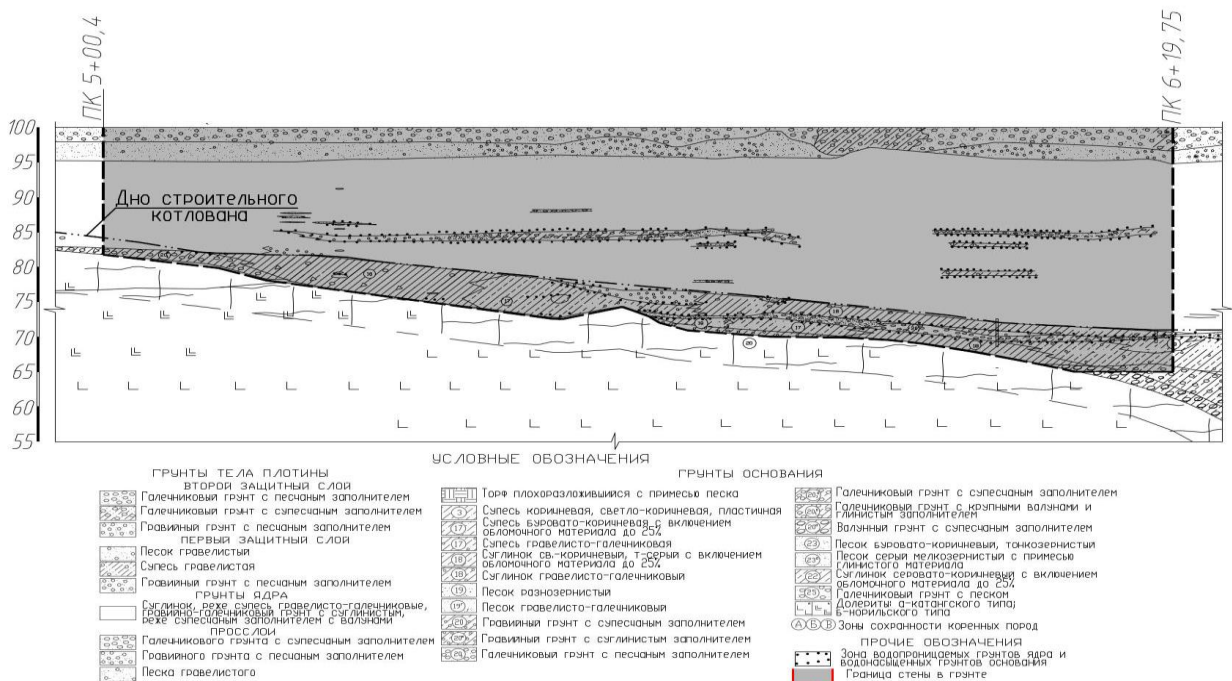


Рисунок 1.3.3 - Продольный разрез по плотине ПК 5+0,04 – ПК 6+19,75



В пределах пикетов, указанных на рис. 1.3.3, в грунте ядра разведочными скважинами обнаружено несколько зон с повышенной проницаемостью. На увеличенную, по сравнению с фоновой, фильтрацию указывала температурная аномалия. В периоды резкого изменения температуры водохранилища, в зонах с повышенной фильтрацией температура следовала за температурой водохранилища. Заметное потепление воды обычно происходило в августе.

Работы по стене в грунте велись в следующей последовательности:

от ПК 5+90 до ПК 6+65 – в 2003 г.

от ПК 5+59 до ПК 5+90 – в 2004 г.

от ПК 4+64 до ПК 5+59 – в 2005 г.

В период с 2003 по 2005 гг. производство работ по бурению и бетонированию свай стены в грунте было передано от Таймырского СУ АК «Гидроспецстрой» гидроцеху Курейской ГЭС. Отбором и испытанием образцов глиноцементобетона по-прежнему занималась лаборатория Курейской ГЭС. Технологический контроль и техническую помощь по совершенствованию технологических процессов осуществляла ПСК «Геостройпроект».

На рис. 1.3.4 представлен продольный разрез по противофильтрационной стене в грунте русловой плотины, выполненной в 2003-2005 гг. При проходке скважин в пределах ядра отмечались водопроявления в гравийно-галечниковых прослоях. Суммарная длина фильтрующего прослоя в пределах отметок 86,00...84,00 м мощностью около 1,5 м, отсыпанного в ядро плотины в процессе строительства, составила около 100 м (ПК 5+21...ПК 5+77 и ПК 5+88...ПК 6+22).

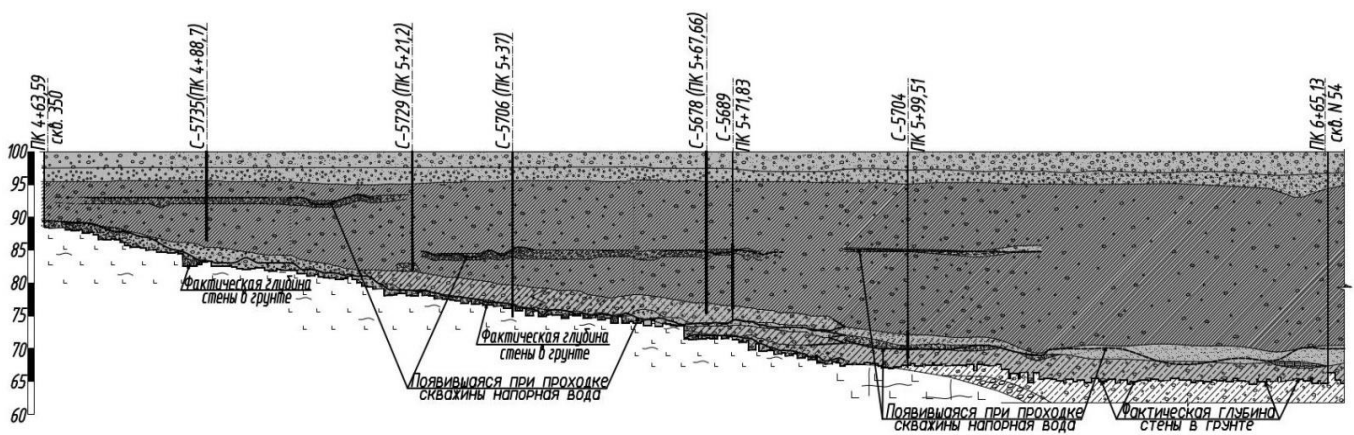


Рисунок 1.3.4 - Продольный разрез по стене в грунте, выполненной с 2003 по 2005 гг.

Суммарная длина фильтрующего прослоя в пределах отметок 94,00...92,00 м мощностью около 1,5 м, отсыпанного в ядро плотины в процессе строительства, составила около 50 м (ПК 4+68÷ПК 5+16).

Участок ПК 7+93 – ПК 10+42. Реконструкция оголовка плотины на данном участке выполнялась в три этапа (рис. 1.3.5) в период 2008 - 2013 гг.:

- от ПК 7+93 до ПК 8+15 в 2008 г.;
- от ПК 8+15 до ПК 8+55 и скважины 1-й очереди ПК 8+57...ПК 9+97 в 2010 г.;
- от ПК 8+55 до ПК 10+04 и скважины 1-й очереди ПК 10+06...ПК 10+42 в 2013 г.

В 2013 г. работы по стене в грунте в оголовке русловой плотины из-за поломки буровой установки и отсутствия финансирования были прекращены и до настоящего времени не возобновлялись.

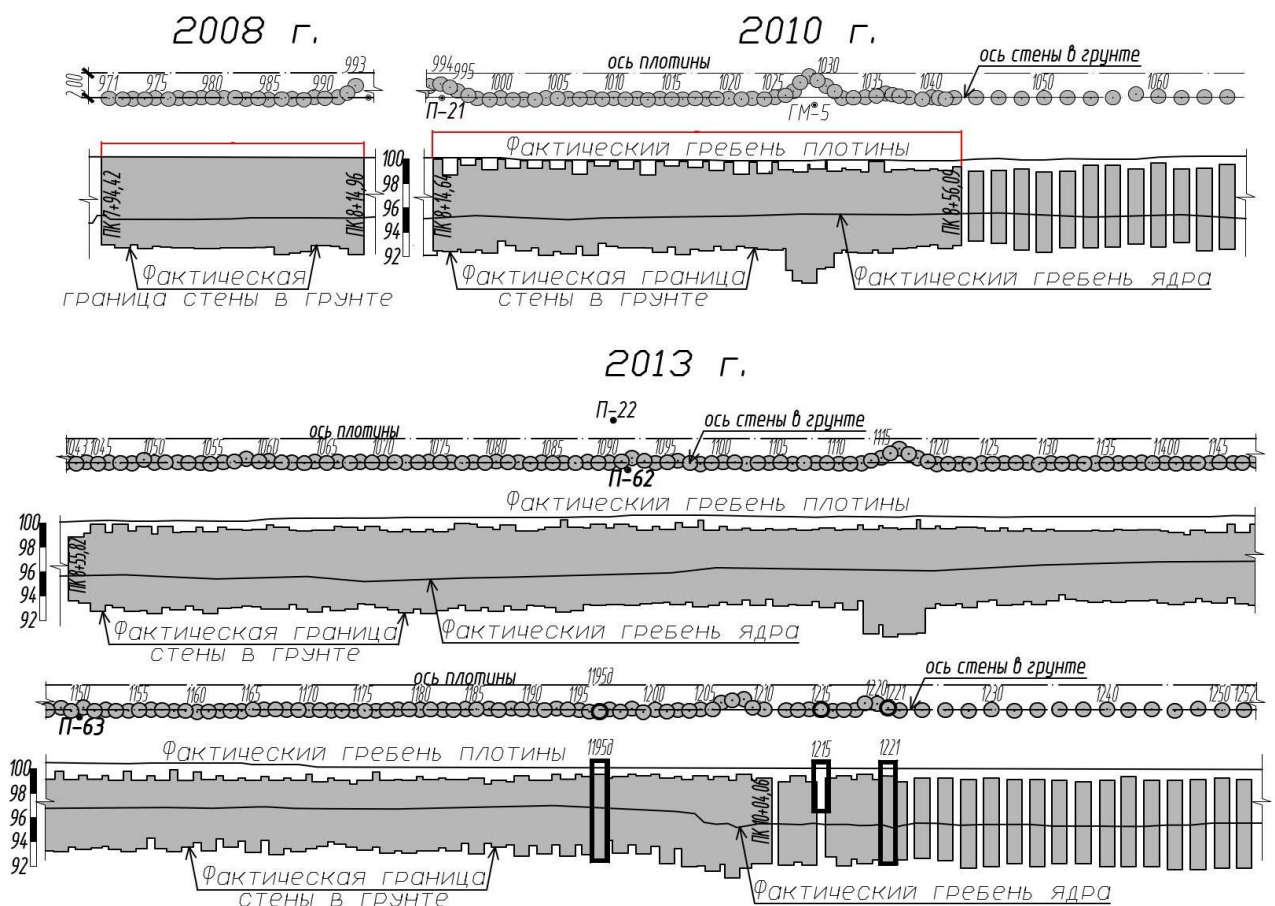


Рисунок 1.3.5 - План скважин и продольный разрез по оси стены в грунте на участке ПК 7+94,42...ПК 10+41,68



Чтобы оценить, сказалась или нет реконструкция оголовка на фильтрационном режиме в пригребневой части плотины, рассмотрим связь пьезометрических уровней воды с УВБ. В пределах рассматриваемого участка есть два пьезометра с высоко расположенными водоприемниками П-62 и П-63 (рис. 1.3.5, 1.3.6).



Рисунок 1.3.6 - Геометрические параметры пьезометров П-62 ПК 9+00 НБ-2,66 м и П-63 ПК 9+49,78 НБ-2,38 м

Поскольку, во всех пьезометрах отмечается отставание роста уровней воды от увеличения УВБ, для установления связи пьезометрических уровней с УВБ будем использовать нисходящую ветвь графика уровней водохранилища. На рисунке 1.3.7 представлена зависимость уровней воды в П-62 и П-63 от УВБ по данным группы наблюдений Курейской ГЭС до строительства стены в грунте (ноябрь 2011 г.- февраль 2012 г.) и после (ноябрь 2014 г.- февраль 2015 г.).

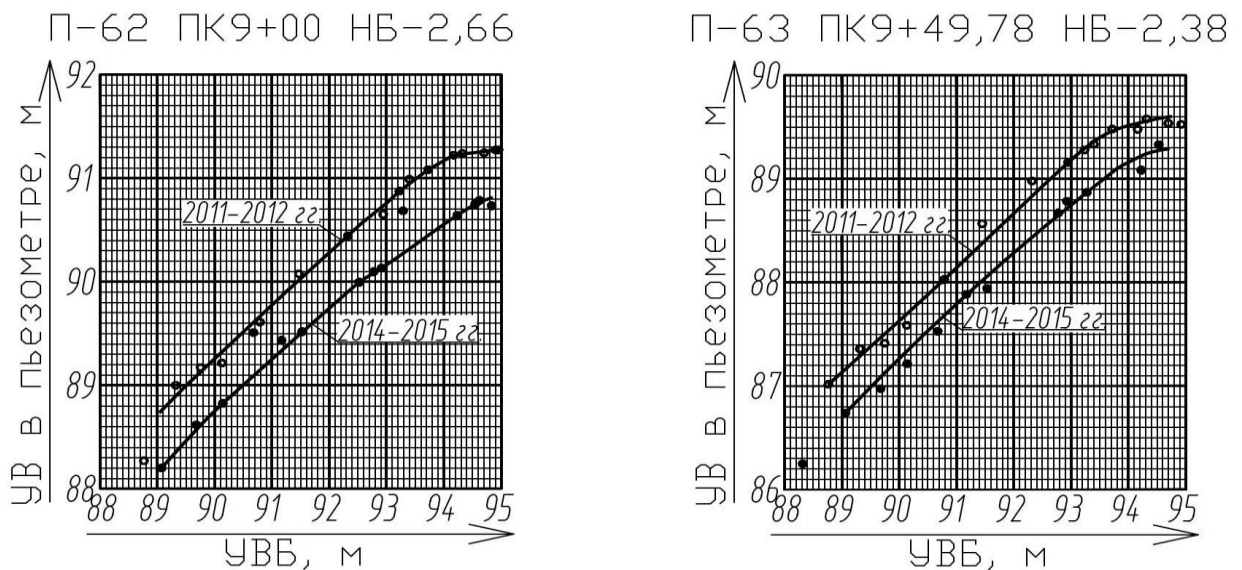


Рисунок 1.3.7 - Зависимость пьезометрических уровней в П-62 и П-63 от УВБ до и после реконструкции оголовка



Из графиков, представленных на рисунке 1.3.7, следует, что в результате реконструкции оголовка плотины на участке с пьезометрами П-62 и П-63 уровни воды в этих пьезометрах снизились на 0,4-0,5 м.

В случае возобновления работ по реконструкции оголовка русловой плотины методом «стена в грунте» из пересекающихся свай диаметром 1200 мм, на участке длиной 37,5 м от ПК 10+04 в сторону водосброса предстоит выполнить менее 50% общего объема работ.

В трех скважинах (рис. 1.3.5) остались неизвлеченными обсадные трубы (таблица 1.3.3).

Таблица 1.3.3 - Скважины с неизвлеченными обсадными трубами

№ скваж.	Пикет	Отм. устья, м	Отм. забоя, м	Отм. кровли водоупора, м	Объем глиноцементобетона, м ³
1195д	9+91,15	100,1	92,4	95,9	7,5
1215	10+08,53	100,0	97,0	Пробурена на глубину 3 м	
1221	10+13,79	100,0	92,2	95,3	7,5

По нашему мнению, обязательно следует извлечь обсадную трубу из скважины 1215, пробуренной на глубину 3 м. Скважины 1195д и 1221 полностью заполнены глиноцементобетоном и находятся на участке с законченной реконструкцией гребня плотины. Извлекать обсадные трубы из скважин 1195д и 1221, по нашему мнению, не следует. Однако, если потребуется извлечь все три обсадные трубы, это технически выполнимо (см. черт. № 051-ИШ.1.20.ПФ, лист 10, стр. 77 настоящего тома).

1.4 Эффективность стены в грунте

Как уже упоминалось выше, эффективность стены в грунте следует оценивать по пьезометрам, расположенным близи стены в грунте. На разрезе (рис. 1.3.4) указаны места расположения пьезометров С-5689 и С-5704. Водоприемники этих пьезометров подсекают контакт плотины с основанием - самый ответственный участок напорного фронта. На рисунках 1.4.1 и 1.4.2 даны пьезометрические уровни воды в пьезометрах С-5689 и С-5704 до и после сооружения стены в грунте.

По изменению уровней воды в пьезометрах после сооружения стены в грунте можно судить об эффективности стены в грунте для обеспечения надежного сопряжения плотины с нижележащей толщей слабопроницаемых супесчано-суглинистых отложений.



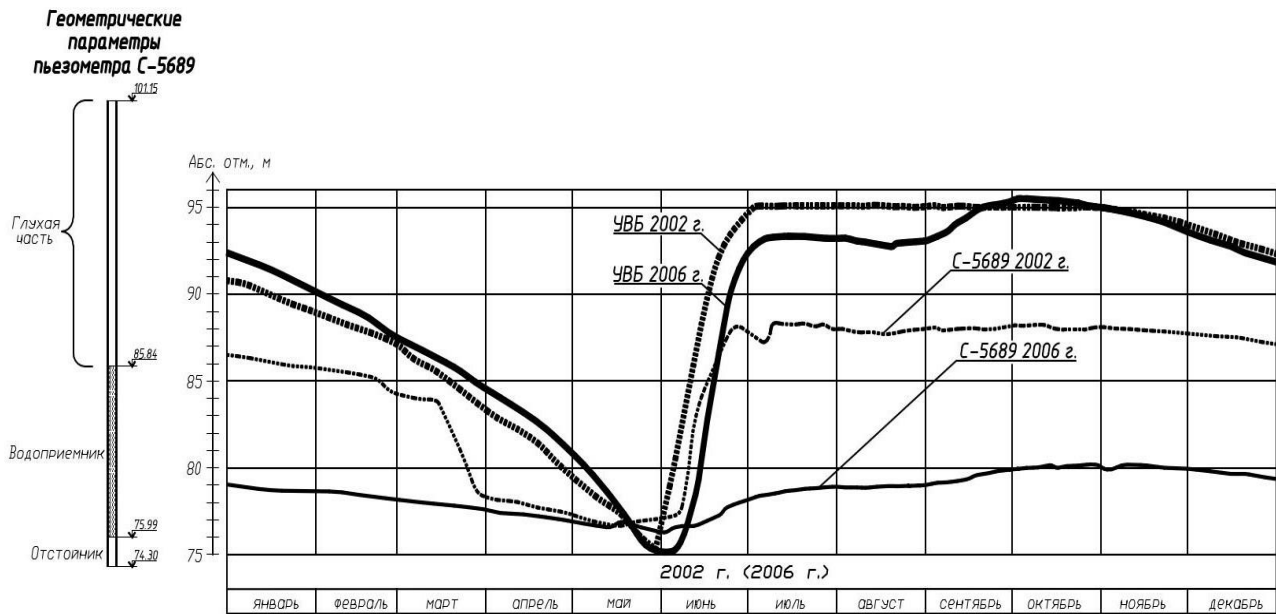


Рисунок 1.4.1 - Уровни воды в водохранилище и в пьезометре С-5689 (ПК 5+71,83, НБ-3,30 м) до и после выполнения стены в грунте

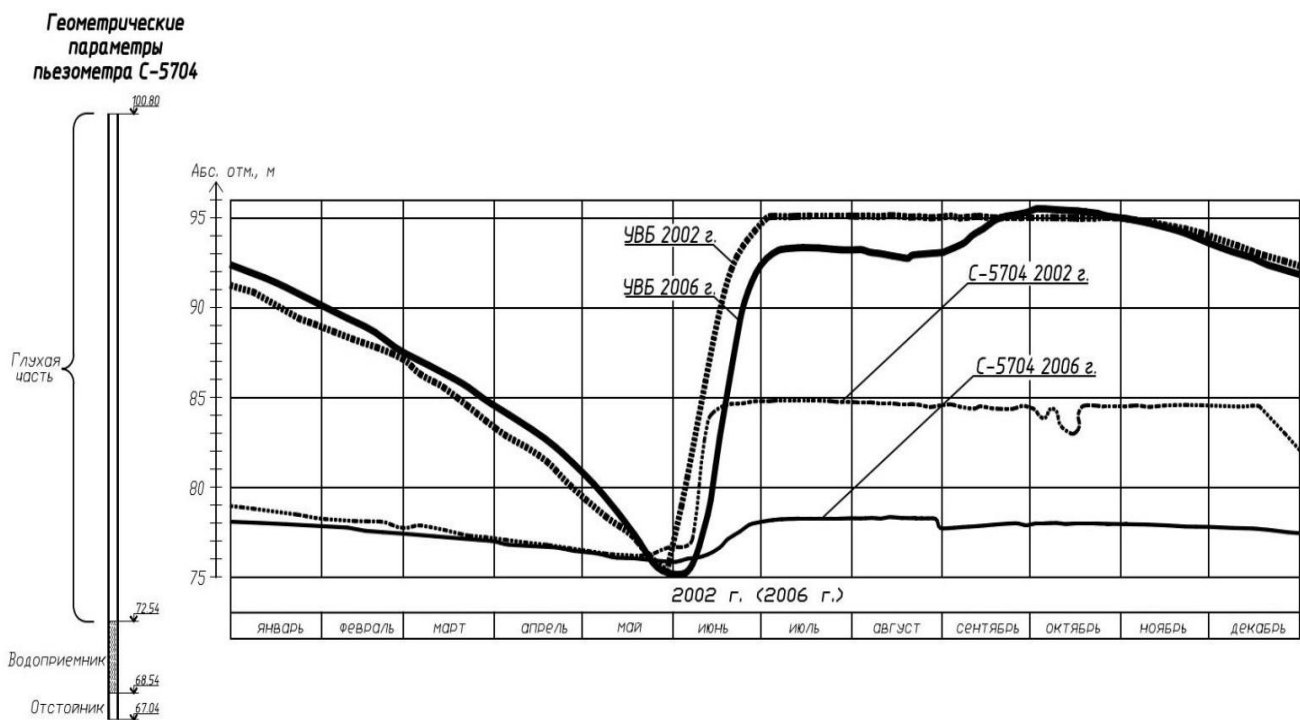


Рисунок 1.4.2 - Уровни воды в водохранилище и в пьезометре С-5704 (ПК 5+99,51, НБ-3,50 м) до и после выполнения стены в грунте

При сравнении уровней воды в этих пьезометрах в 2006 г. и в текущее время, можно отметить небольшое (первые десятки см) падение уровней воды, связанное, по-видимому, с начальным процессом заилиения грунтов в основании плотины.

Полезную информацию о фильтрации в теле и основании плотин, построенных в северной климатической зоне, можно получить и по результатам наблюдений за температурным режимом грунтов, который зависит от температуры водохранилища и скорости фильтрации. Для примера на рисунке 1.4.3 представлена температура воды в водохранилище за несколько лет по данным группы наблюдений Курейской ГЭС. Из представленной изоплеты следует, что вода в водохранилище в короткий период (июль - октябрь) значительно нагревается и, следовательно, прогревает в этот период фильтрующие грунты тем интенсивнее, чем больше скорость фильтрации.

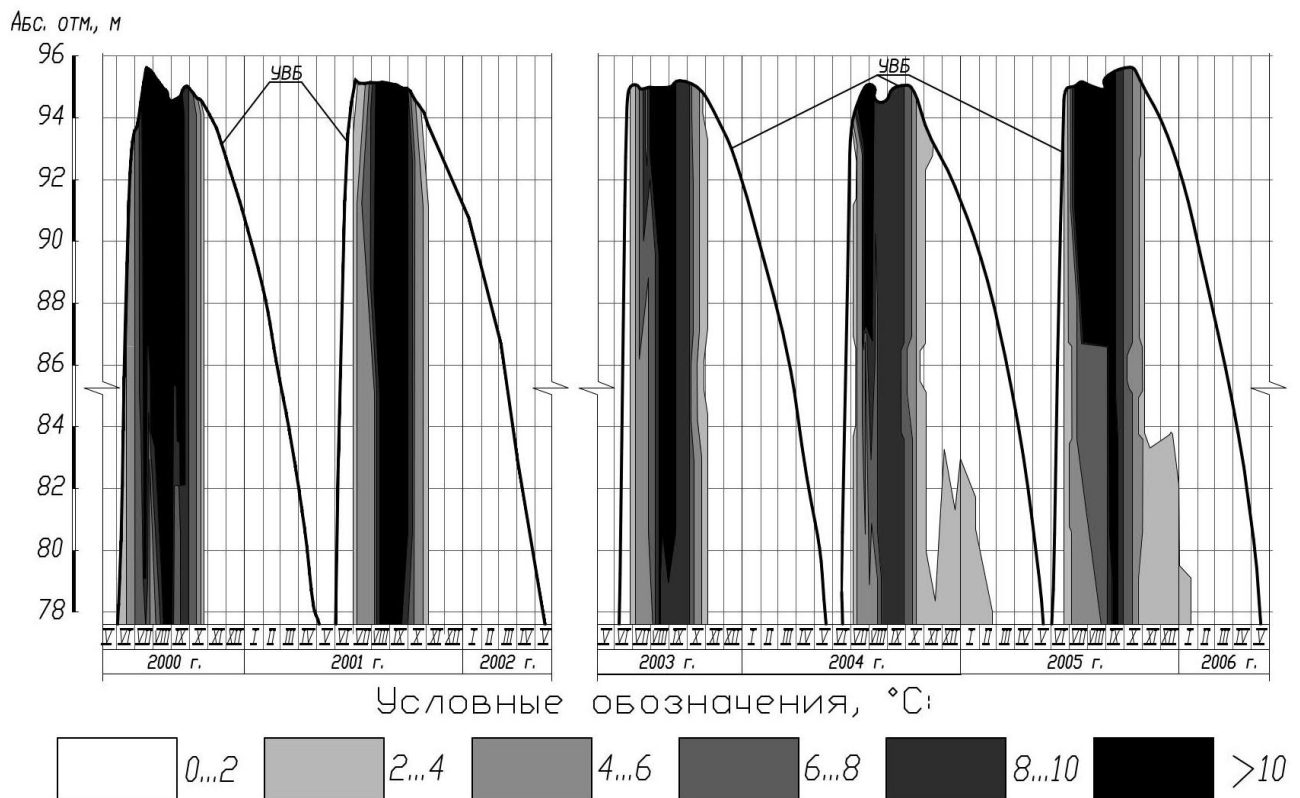


Рисунок 1.4.3- Температура воды в водохранилище, в зоне переменного уровня

Рассмотрим данные температурных скважин, расположенных в нижнем бьефе на минимальном расстоянии от стены в грунте. В пределах выполненного в 2003...2005 гг. участка стены в грунте имеется 4 таких скважины: С-5735, С-5729, С-

5706 и С-5678 (рис. 1.3.4). Эти скважины расположены на расстоянии от 3,30 до 3,76 м от оси плотины в нижний бьеф. К сожалению, только по одной из них (С-5706) имеются данные как до строительства стены в грунте, так и после. На рисунке 1.4.4 представлены графики температур грунтов в середине августа по термоматчикам, установленным в этих скважинах.

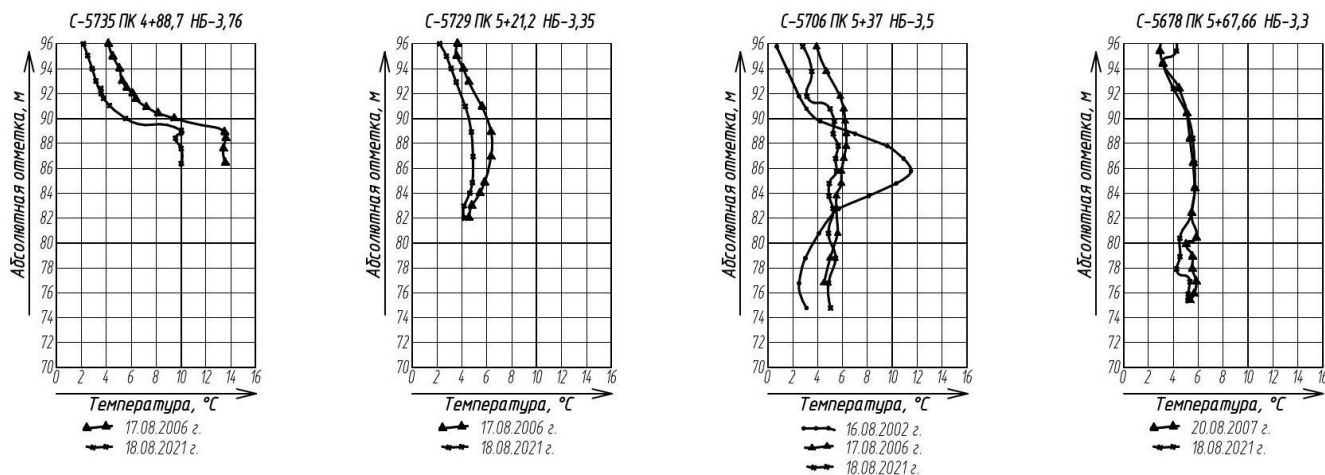


Рисунок 1.4.4 - Температура грунтов в августе по скважинам, находящимся на расстоянии 3,30...3,76 м от оси плотины в нижний бьеф

Из графика температур по скважине С-5706 видно, что стена в грунте перекрыла фильтрующий гравийно-галечниковый прослой в ядре плотины, расположенный в районе отметки 86,00 м. В дальнейшем (с 2006 по 2021 гг.), судя по результатам замеров температур во всех четырех скважинах, существенных изменений в фильтрации не произошло.

В отчете Курейской ГЭС за 2008 г. говорится: «В источнике №2 собираются основные фильтрационные расходы от ПК 4+50 до ПК 10+00, в том числе и прудке в каменной наброске I понижения.

Устройство глубокой «стены в грунте» на участке ПК 7+59,3 - ПК 4+63,59 привело к резкому снижению фильтрационных расходов. В 2008 году источник №2 начал функционировать 17 июня при превышении УВБ отметки 86,00 м, аналогично предыдущим годам. Значения фильтрационного расхода источника №2 в 2008 году, значительно ниже установленного критериального значения К1. Максимальный



расход источника № 2 наблюдался, как и в предыдущем году, в августе месяце и составил 8,3 л/сек».

В 1999 г. в институте «Гидроспецпроект» были проведены специальные исследования по изучению свойств глиноцементобетона в условиях знакопеременных температур [5]. Основным выводом этих исследований был следующий: «Даже при максимальном водонасыщении глиноцементобетона в период замерзания фильтрационная надежность стены в грунте в плотине Курейской ГЭС обеспечивается более 100 лет».

Подтверждение справедливости выводов Гидроспецпроекта по выполненным исследованиям было получено благодаря эксперименту, осуществленному на Курейской ГЭС в 1999 г. Он был организован с целью проверки однородности и нерасслаиваемости глиноцементобетона при разгрузке его в скважину глубиной 8 м без бетонолитной трубы. Для этого около бетонного узла была вертикально установлена металлическая труба высотой 4 м диаметром 800 мм, в которую с высоты 8 м из бады подавался глиноцементобетон. Через трое суток трубу положили, разрезали и обследовали глиноцементобетон. Осмотр показал равномерность распределения компонентов как по сечению, так и по длине трубы. На основании этого эксперимента авторский надзор Гидроспецпроекта разрешил заполнять не обводненные скважины стены в грунте в оголовке плотины глиноцементобетоном без бетонолитной трубы.

Через 4 года, 18 июля 2003 г. образец глинобетона, находящийся все это время на открытой площадке гравийно-сортировочного хозяйства без каких-либо средств защиты от воздействия атмосферных факторов, был обследован (фото 1.4.1).

При осмотре зафиксировано: глубина выветрелого слоя 4-6 см; материал образца – плотный, однородный, без трещин; пластичность глинобетонного камня сохранилась. Следует отметить, что в течение всех 4-х лет экспериментальный образец находился в более жестких условиях, чем в реальном оголовке грунтовой плотины, так как подвергался многократному замораживанию и оттаиванию (в оголовке плотины – только 1 цикл в году), при более низком перепаде температур и большей их амплитуде. Экспериментальный образец подвергался влиянию факторов, исключенных для стены в грунте в оголовке плотины (осадки, ветер, солнце); все неблагоприятные факторы воздействовали на него при отсутствии окружающего грунта.





Фото 1.4.1 - Образец глиноцементобетона, пролежавший 4 года на открытом воздухе

1.5 Выводы о состоянии русловой каменно-земляной плотины

1. Научно-технический совет РАО «ЕЭС России» решением от 12.11.97 г. поддержал предложение о сооружении на аварийном участке в районе ПК 7+20 стены в грунте из буросекущихся свай.

2. На аварийном участке, взамен разрушенной схемы ядро-понур, выполнено перекрытие песчаного слоя 23 стеной в грунте, обеспечившей надежное сопряжение плотины с нижележащей толщей слабопроницаемых супесчано-суглинистых отложений.

3. В конце 2002 г., при подписании комиссией акта о приемке Курейской ГЭС в эксплуатацию, учитывая положительный результат работ по стене в грунте, в перечень мероприятий по обеспечению надежности Курейской ГЭС было включён пункт о сооружении противофильтрационной стены в грунте по всей протяженности русловой плотины.

4. Превышающая расчетную, осадка ядра плотины и повышенная, по сравнению с расчетной, фильтрационная проницаемость песчаной призмы на гребне ядра определяют необходимость реконструкции оголовков грунтовых плотин Курейской ГЭС.

5. В проекте переустройства верхней части русловой плотины Курейской ГЭС целесообразен способ наращивания противофильтрационных устройств с помощью стены в грунте из буросекущихся свай диаметром 1200 мм.

6. Вариант глиноцементобетонной стены в грунте не требует разборки гребня плотины (полной или частичной), не требует снижения уровня водохранилища на время выполнения работ.

1.6 Участки русловой плотины, подлежащие реконструкции

1.6.1 Участок на ПК 10+04 - ПК 14+50

На рассматриваемом участке контакт плотины с коренными породами оформлен бетонной плитой с цемгалереей, что гарантирует его надежность и не требует реконструкции или каких-либо изменений.

Но есть другая проблема. Как уже упоминалось ранее, осадки гребня ядра русловой плотины превысили расчетные значения. Уже в 1998 г. на отдельных участках отметка верха ядра опустилась ниже отметки 95,00 м. При этом осадки грунтовой плотины и ее основания продолжались. Оценить водопроницаемость песчаной призмы, как элемента напорного фронта, расположенного над ядром плотины, возможно по показаниям пьезометров, расположенных в нижнем бьефе на небольшом расстоянии от оси плотины и имеющих водоприемник на уровне контакта этой призмы с ядром. К сожалению, между пикетами ПК 10+04 и ПК 14+50 есть только один такой пьезометр, П-43 ПК 12+03,37, НБ:-2,65 м. В конструкции пьезометра П-43, как и еще в нескольких пьезометрах, имеется несколько водоприемников на различных отметках. По нашему мнению, это не разумно по двум причинам: не позволяет установить, в какой точке области фильтрации фиксирует напор этот пьезометр, и может исказить показания соседних пьезометров за счет вертикального перетока воды из различных слоев грунтов. Например пьезометр П-44 ПК 13+01,78, НБ:-1,19 м.

На рисунке 1.6.1.1 представлены результаты замера уровней в пьезометрах П-43 и П-44 за последние 4 года на фоне уровней воды в водохранилище. Показания по



пьезометру П-44 свидетельствуют об отличной чувствительности и хорошей связи этого пьезометра с УВБ, но использовать эти данные для оценки соответствия фильтрационной обстановки проектным требованиям не представляется возможным.

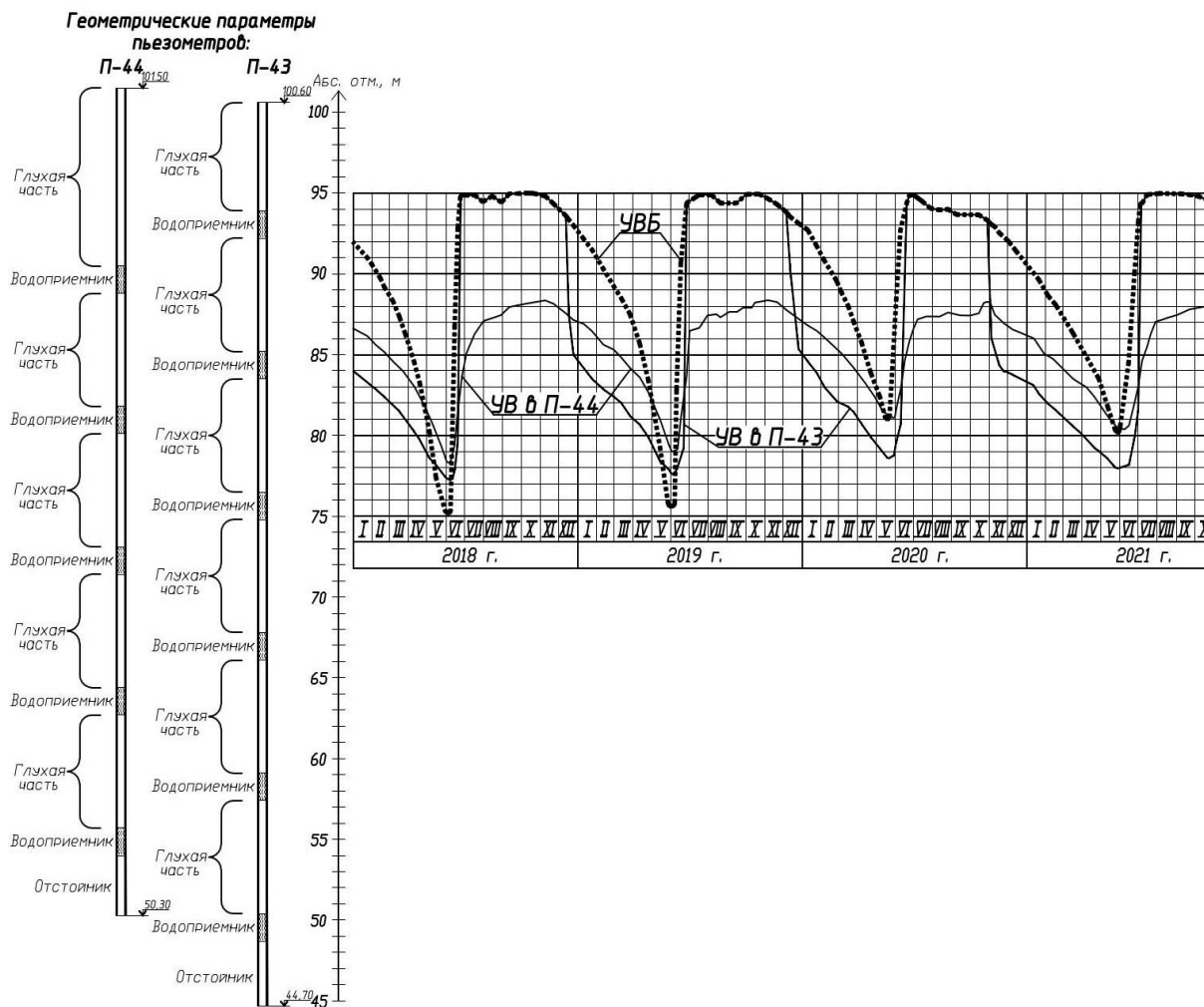


Рисунок 1.6.1.1 - Уровни воды в 2018-2021 гг. в пьезометрах П-43 ПК 12+03,37, НБ:-2,65 м и П-44 ПК 13+01,78, НБ:-1,19 м

В данном конкретном случае, вызывает интерес только один верхний водоупор пьезометра П-43, расположенный на уровне верха ядра (отн. 92,20-93,90 м). Как только уровень воды в водохранилище поднимается до уровня этого водоупора, уровень воды в пьезометре скачкообразно увеличивается до уровня воды в водохранилище. При снижении уровня воды в водохранилище ниже этого водоупора, уровень воды в пьезометре резко уменьшается. Это свидетельствует об отсутствии противофильтрационного элемента над ядром плотины. Для того, чтобы

поднимать уровень водохранилища выше ядра плотины, без снижения уверенности в надежности плотины, необходимо выполнение реконструкции оголовка на данном участке.

На участке ПК 10+04...ПК 14+50 должен быть создан противофильтрационный элемент напорного фронта с надежным контактом с ядром плотины и обеспечивающий стабильный фильтрационный режим при поднятии уровня верхнего бьефа до отн. 97,30 м.

Глубина необходимого заглубления стены в грунте в противофильтрационное устройство плотины, в нашем случае ядро, зависит от критического градиента напора для материала этого элемента (ядра) и действующего напора на уровне контакта стены в грунте и ядра. В соответствии с СП 39.13330.2012 [1]:

$$J_{est.m} \leq J_{cr.m} / \gamma_n,$$

где:

$J_{est.m}$ - действующий градиент напора в расчетной области фильтрации;

$J_{cr.m}$ - критический градиент напора;

γ_n - коэффициент надежности;

$$J_{est.m} = \frac{(97,3 - 94,0)}{2h} = \frac{3,3}{2h} = \frac{1,65}{h}$$

где h - величина заглубления стены в грунте в ядро.

В разных документах указываются различные критические градиенты ($J_{cr.m}$) для противофильтрационных устройств грунтовых плотин Курейской ГЭС. Для обоснования надежности примем минимальный указанный в [1]:

$$J_{cr.m} = 2$$

Коэффициент надежности для сооружений II класса:

$$\gamma_n = 1,2$$

$$h \geq \frac{1,65 \cdot 1,2}{2} = 0,99 \text{ м}$$

Даже при поднятии НПУ до отн. 97,30 м достаточным является заглубление стены в грунте в ядро на 1 м.



Шаг свай стены в грунте зависит от допустимой толщины стены в грунте, которая, в свою очередь, зависит от критического градиента напора для материала стены в грунте. Критический градиент напора для глиноцементобетона приведен в СП 23.133330.2018, [2] таблица 7 и равен 150.

$$J_{est.m} = \frac{H}{b} = \frac{3,3}{b}$$

$$b \geq \frac{3,3 \cdot 1,2}{150} = 0,03 \text{ м.}$$

Т.е. шаг свай стены в грунте при реконструкции оголовка грунтовых плотин зависит, практически, только от возможного отклонения свай от вертикали. Реконструкцию оголовка грунтовых плотин Курейской ГЭС решено было выполнять стеной в грунте из буросекущихся свай диаметром 1200 мм с шагом 0,9 м.

Учитывая неточности при определении реальной глубины оголовка ядра, считаем, что, при отсутствии дефектов в верхней части ядра плотины, стену в грунте следует заглублять в ядро плотины на 1,5 м.

Зоны повышенной фильтрации в верхней части ядра плотины лучше всего фиксируются по результатам наблюдений за температурами грунтов за напорным фронтом, зависящими от температуры воды в водохранилище.

На рисунке 1.6.1.2 показан гребень ядра плотины на участке от ПК 10+04 до ПК 14+50, построенный по результатам наблюдений за 1998 г., показаны действующие наблюдательные скважины, по которым производятся измерения температур грунтов, окружающих эти скважины. Сравнивая результаты замеров по датчикам в скважинах с температурой воды в водохранилище, можно найти места повышенной фильтрации, а, анализируя изменения температур в течение нескольких лет, можно понять, меняется ли водопроницаемость грунтов на рассматриваемом участке с течением времени.

Результаты наблюдений за температурами грунтов по большинству имеющихся на данном участке температурных скважин (П-43, П-27, П-44, П-28, П-29, П-30, П-32) свидетельствуют об отсутствии зон сосредоточенной повышенной фильтрации в ядре плотины.



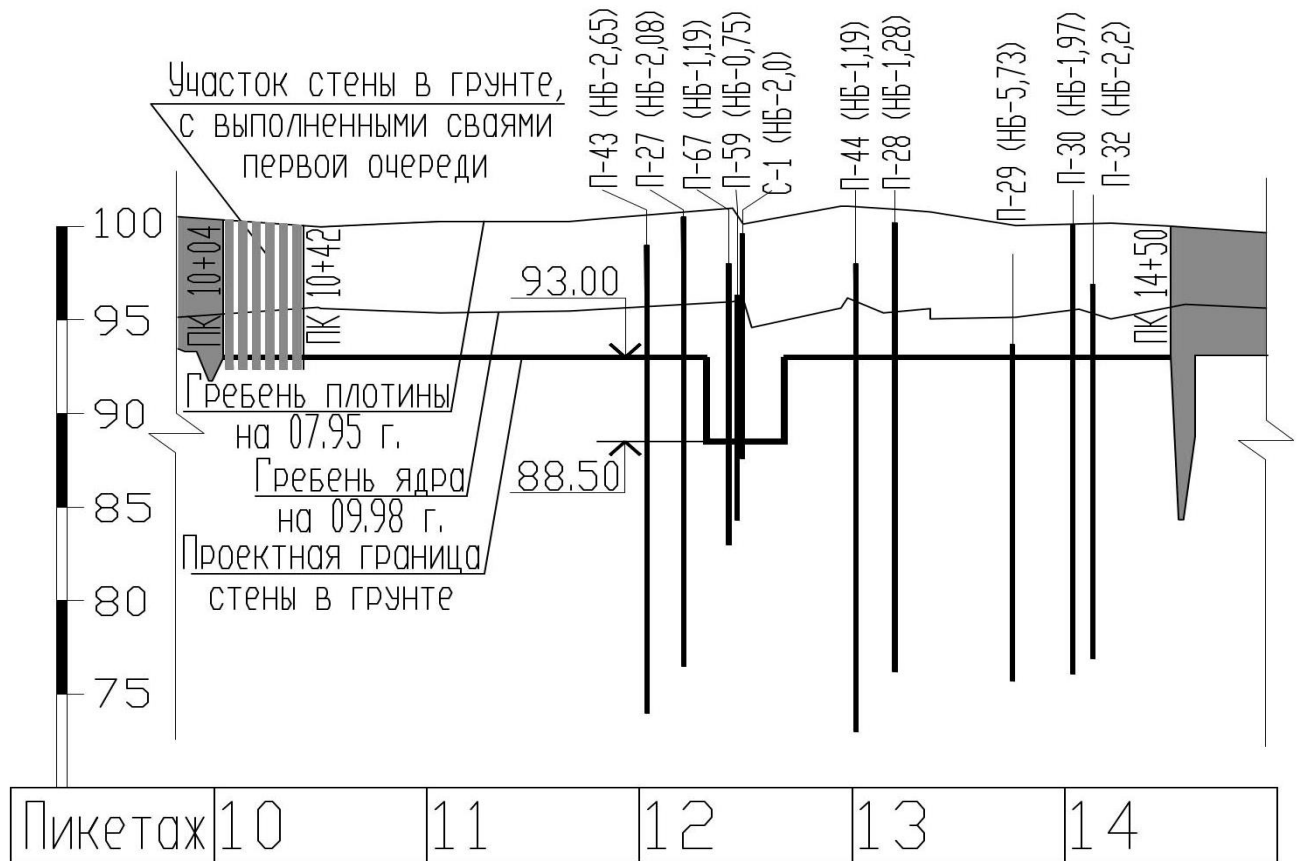


Рисунок 1.6.1.2 - Продольный разрез по плотине на участке ПК 10+04...ПК 14+50 со снесенными на него температурными скважинами

На рисунке 1.6.1.3 представлены изоплеты температуры воды в 2020 г. по глубине водохранилища и температуры грунтов по отметкам в районе скважины П-43, расположенной на расстоянии 2,65 м от оси плотины в нижнем бьефе.

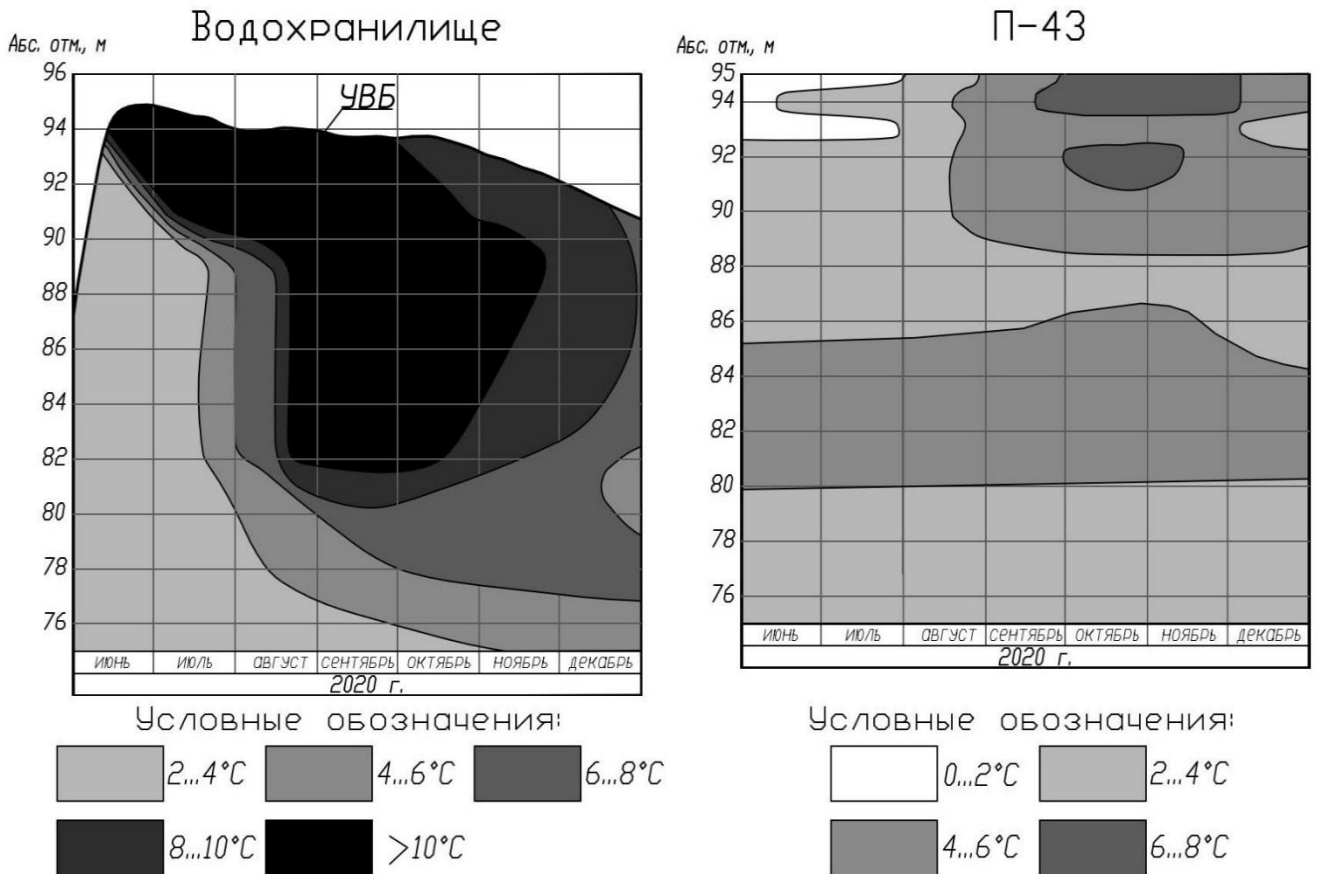


Рисунок 1.6.1.3 - Изоплеты температуры воды в водохранилище и в скважине П-43 в 2020 г.

Из рисунка 1.6.1.3 следует, что ниже отметки 88,00 м температура грунтов постоянна и не зависит от колебаний температуры воды в водохранилище. Выше отметки 88,00 м потепление грунта происходит с отставанием по времени от изменения температуры воды в водохранилище на два-три месяца и с меньшей амплитудой, чем изменение температуры воды в водохранилище. Эти результаты свидетельствуют, что таких зон, какие были обнаружены на участке от ПК 5+00 до ПК 6+20 (раздел 1.3), в районе указанных скважин нет.

На участке ПК 12+42...ПК 12+47 есть три температурные скважины (П-67, П-59, С-1), результаты наблюдений по которым свидетельствуют, о наличии в ядре плотины в отметках 88,50...91,00 м зоны с фильтрацией, значительно превышающей фоновые значения (рис. 1.6.1.4).

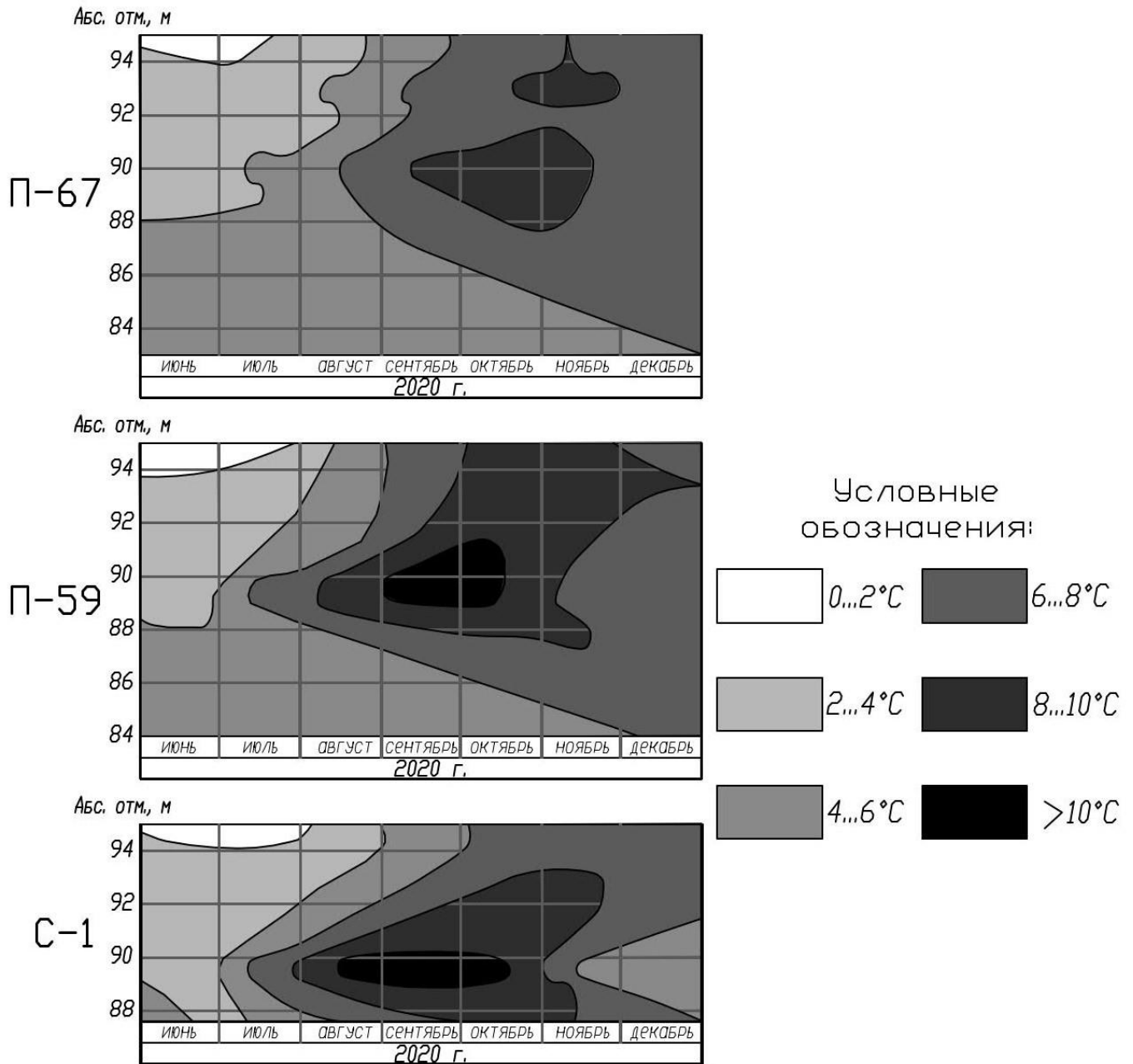


Рисунок 1.6.1.4 - Изоплеты по датчикам в скважинах П-67, П-59 и С-1 в 2020 г.

Конечно, сопротивляемость противодиффузионного ядра суффозионному размыву в первую очередь зависит от правильно подобранных и уложенных слоев фильтра. Считаем необходимым исправить дефект ядра пятиметровым заглублением на небольшом участке стены в грунте.

Граница проектируемой стены в грунте на участке от ПК 10+04 до ПК 14+50 показана на рисунке 1.6.1.2 (см. черт. № 051-&ИШ.1.20.&ПФ, листы 4-6, стр. 73-75 настоящего тома).



1.6.2 Участок на ПК 7+60 - ПК 7+93

Как уже отмечалось ранее, сопряжение ядра с основанием в русловой части плотины обеспечивается бетонной плитой. В правобережной ее части, плотина с ядром на скальном основании трансформируется в плотину с ядром и понуром прикрывающим рыхлые отложения. Эта трансформация контакта плотины с основанием и происходит в пределах рассматриваемого участка (рис. 1.6.2.1).

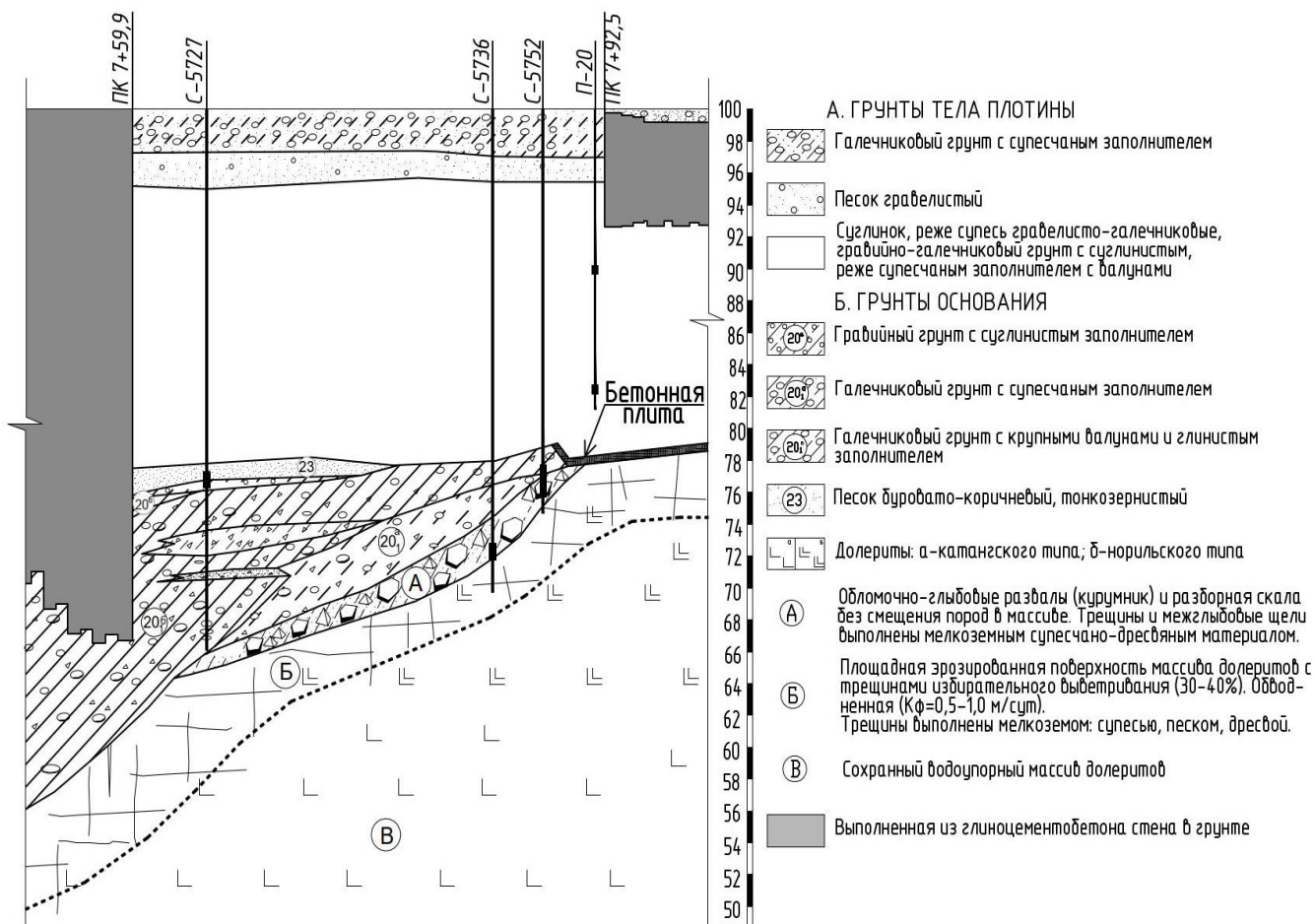


Рисунок 1.6.2.1 - Продольный разрез по плотине на участке от ПК 7+60 до ПК 7+93

В основании плотины, как и на аварийном участке, залегает слой песков, подстилаемый галечниковыми и гравийными грунтами с супесчаным и суглинистым заполнителем. Высота плотины на этом участке 21-23 м. На продольном разрезе (рис. 1.6.2.1), обозначены пьезометры, по которым ведутся наблюдения за фильтрацией на данном участке. Пьезометр П-20 нуждается в ремонте или замене. Результаты замеров



уровней в остальных трех пьезометрах стабильны во времени и представляют определенный интерес (рис. 1.6.2.2).

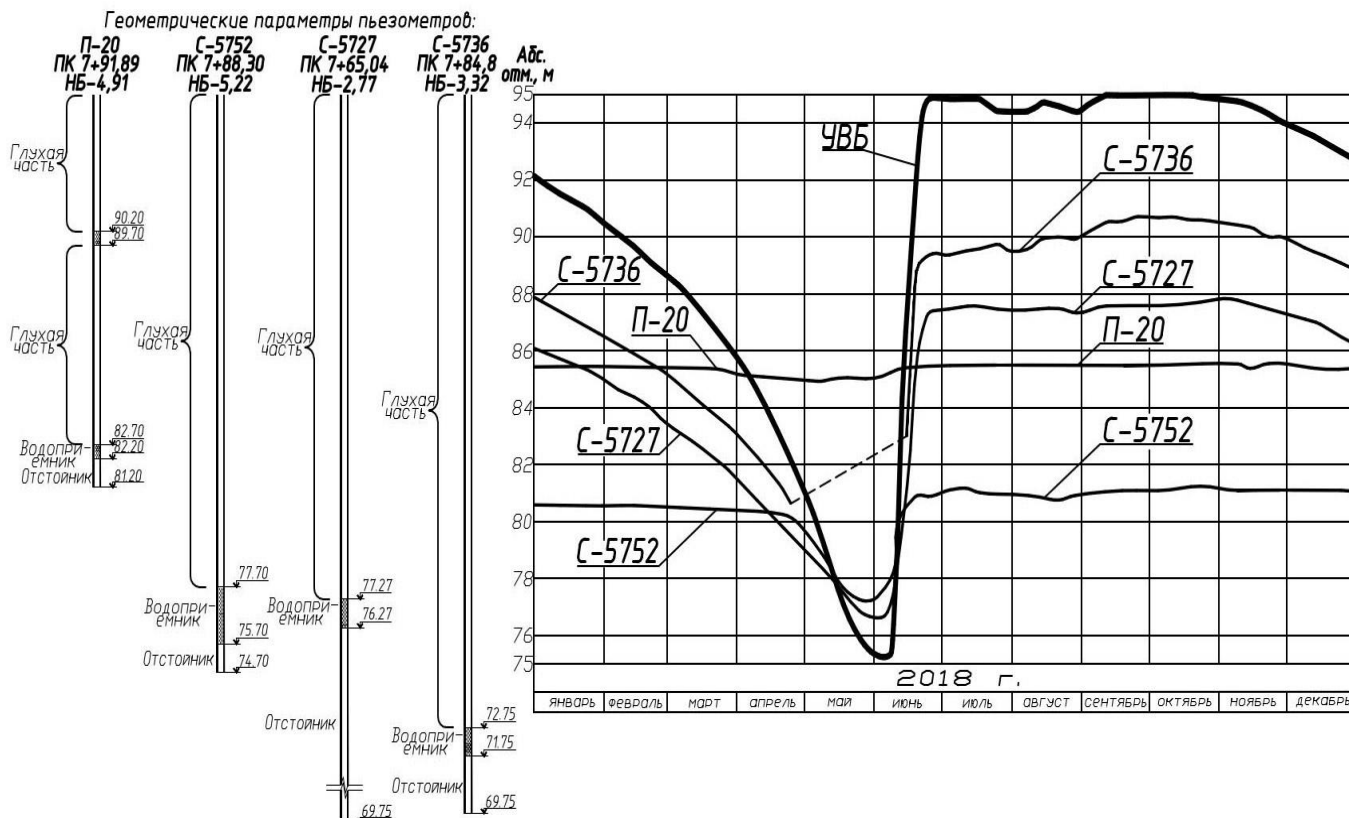


Рисунок 1.6.2.2 - Годовые колебания уровней воды в пьезометрах на участке от ПК 7+60 до ПК 7+93

Разница в напорах пьезометров С-5736 и С-5752 вызвана значительной проницаемостью курумника и свидетельствует о том, что основной фильтрационный поток, пройдя по курумнику, разгружается в нижнем бьефе в направлении снизу-вверх.

Водоприемник пьезометра С-5727 расположен в верхнем слое рыхлых отложений и, судя по геологическому разрезу, пересекает слой тонкозернистого песка, который был наиболее вероятной причиной аварийной ситуации в 1992 г. (раздел 1.2). Пьезометр С-5727 расположен на расстоянии 2,77 м от оси плотины в нижний бьеф. При УВБ около отм. 95,00 м уровень воды в пьезометре 87,50-87,70 м, следовательно, потери напора фильтрационного потока под понуром и ядром на пути от водохранилища до водоприемника пьезометра составляют 7,3-7,5 м. Несмотря на довольно высокий остаточный напор в суффозионном слое песка, за 22 года наблюдений изменений в режиме С-5727 не отмечено. Это свидетельствует о

прикрытии суффозионного слоя тонкого песка грунтами, удерживающими его от суффозионного прорыва.

Учитывая сказанное выше, считаем, что на данном участке для обеспечения надежной многолетней эксплуатации плотины при подъеме уровня водохранилища до отн. 97,30 м необходимо:

- на участке без бетонной плиты выполнить стену в грунте глубиной до коренных грунтов или до отн. 70,00 м;

- на участке с бетонной плитой выполнить стену в грунте глубиной до бетонной плиты (рис. 1.6.2.3) (см. черт. № 051-&ИШ.1.21.&ПФ, лист 2, стр. 82 настоящего тома).

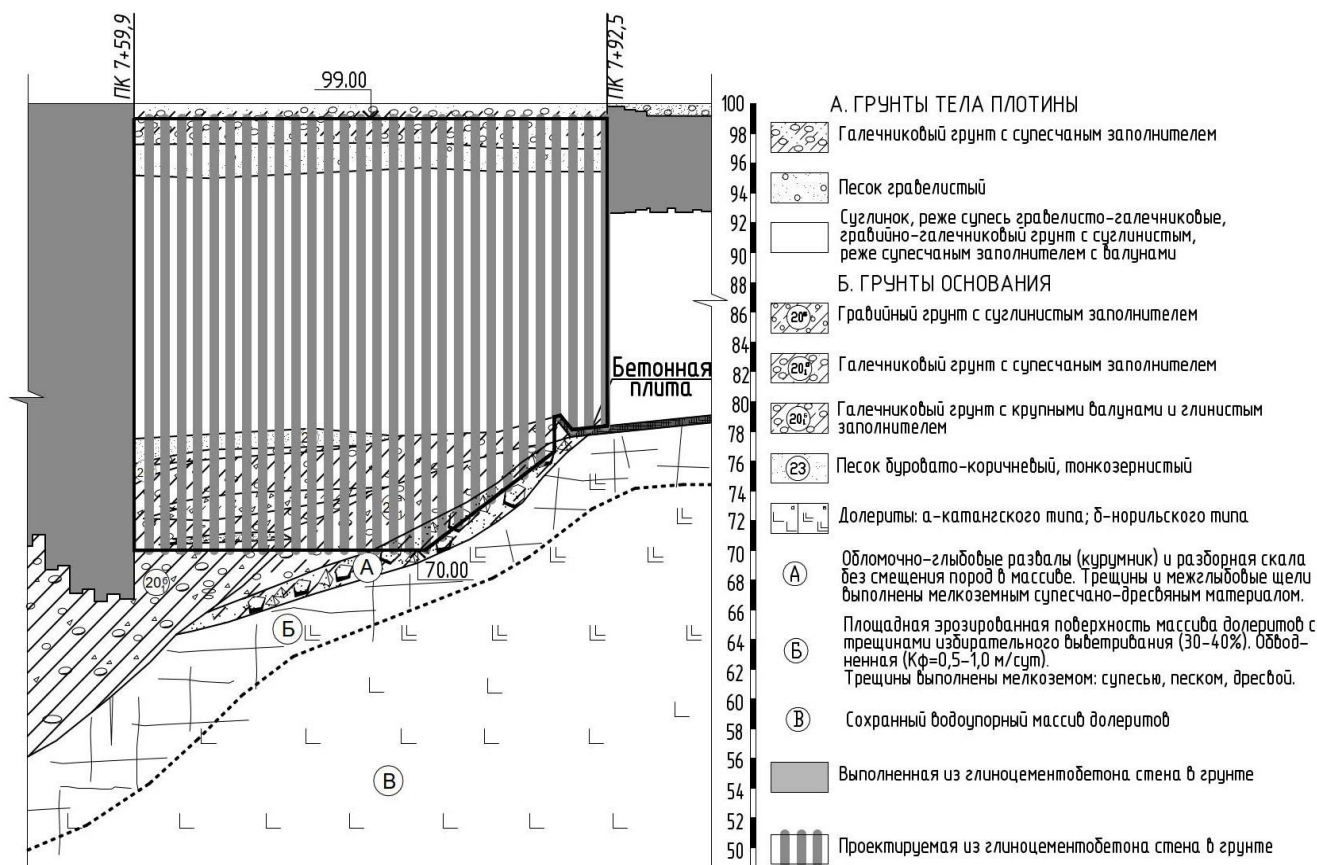


Рисунок 1.6.2.3 - Стена в грунте на участке от ПК 7+60 до ПК 7+93

1.6.3 Участок на ПК 0+07 – ПК 4+63

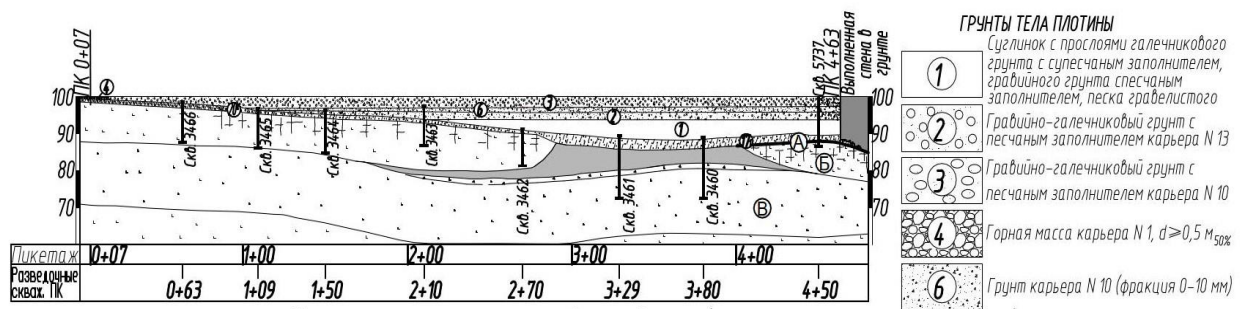
В пределах правобережной части русловой плотины от ПК 0+00 до ПК 4+63 реконструкция сопряжения плотины с основанием и реконструкция оголовка плотины не выполнялись. На правом берегу русловой плотины кровля массива долеритов (слой



Б) поднимается до отметки 98,50 м на ПК 0+07,2. Этот пикет можно принять правобережной границей участка. В сторону русла участок ограничен выполненной стеной в грунте до ПК 4+63. Этот пикет является второй границей участка.

Особенностями данного участка (рис. 1.6.3.1) являются:

- наличие графита в основании;
- небольшая глубина до коренных пород (не более 14 м);
- коренные грунты, долериты и графит, прикрыты слоем супеси гравелисто-галечниковой с включением обломочного материала до 50%, толщина слоя от 1,2 до 3,5 м.



Краткое описание грунтов основания (по геологическим колонкам)

Отметка, м	Описание	Отметка, м	Описание
89.6-88.0	Скважина 5737 Древяно-щебенистый грунт с супесчаным заполнителем, обломков до 60%, обломки неокатанные, представлены долеритами, некоторые с сульфидным оруденением и окислением по трещинам.	91.3-89.8	Скважина 3462 Супесь галечниковая буровато и темно-серая. Гальки 35-40%, гравия 5-10%
88.0-86.7	Коренные породы интрузии горошчатых долеритов катангского типа. Очень крепкие, керн столбиками по 10-30 см. Первичные трещины слабо обожжены, сомкнуты. Грунты мерзлые до глубины 4,8 м, отм. УВВ 75,20 м.	89.8-81.4	Долерит катангского типа, темно-серый, трещиноватый, крепкий. В отм. 87.5-87.3 и 86.7-86.3 порода выветрелая до состояния щебня.
88.2-86.1	Скважина 3460 Супесь галечниковая (гальки 22,7%, гравия 7,1%)	96.8-95.6	Скважина 3463 Супесь галечниковая, гальки ~30%, гравия 10%. Обломочный материал долеритового состава.
86.1-81.7	Графит черный, расщепленный на плитки толщ. до 1 см (сланцеватость под углом 60 град. к ОК), местами сильноокисленные. Графит сильнотрещиноватый, внизу в виде шлама.	95.6-86.8	Скважина 3464 Долерит катангского типа, темно-серый, очень крепкий, в отм. 95.4-92.3 м сильнотрещиноватый, керн в виде обломков и столбиками 1-6 см
81.7-80.0	Графит-долерит-песчанниковая breccia. Вначале почти полностью из песчаника, с глубиной становится долеритовой с содержанием графита 5-10%. Порода очень крепкая, слывная (без признаков зернистости и слоистости).	95.2-94.0	Скважина 3464 Супесь галечниковая, гальки 30-40%, гравия 5-10%. Обломочный материал долеритового состава.
80.0-78.1	Долерит норильского типа с включением обломков графита, очень крепкий.	94.0-84.8	Долерит катангского типа, темно-серый, очень крепкий, слаботрещиноватый, трещины вертикальные и 50-80 град. к ОК
78.1-72.5	Долерит зеленовато-серый до темно-серого, монолитный, крепкий.	96.5-95.3	Скважина 3465 Гравийный грунт с супесчаным заполнителем. Гальки до 50%, гравия 5%.
89.3-85.8	Скважина 3461 Супесь галечниковая (гальки 27,7%, гравия 4%)	95.3-92.6	Долерит катангского типа, темно-серый, очень крепкий, слаботрещиноватый
85.8-85.5	Графит черный, выветрелый. Порода поднята в виде шлама.	92.6-90.4	Долерит норильского типа, темно-серый, очень крепкий, слаботрещиноватый
85.5-84.8	Графит-долерит-песчанниковая breccia. Порода из обломков графита от 0,5 до 3 см. К концу увеличивается содержание долерита. Порода выветрелая, слабоокисленная.	90.4-86.1	Долерит катангского типа, темно-серый, очень крепкий. В отм. 86.5-86.2 м - долерит норильского типа, трещиноватый, очень крепкий. В отм. 90.1-89.8 88,6-8,3 керн в виде шлама.
84.8-79.4	Графит черный. В интервалах 6,6-6,9; 7,05-7,22; 8,35-8,7; 10,1-10,15 порода в виде мелкого шлама. Графит средней крепости, расщепленный, сланцеватость под углом 60 град. к ОК.	96.3-95.9	Скважина 3466 Долерит норильского типа, темно-серый, очень крепкий, слаботрещиноватый
79.4-79.1	Песчаник трещиноватый очень крепкий. По трещинам кристаллы и налеты сульфидов и хлорита.	96.3-87.7	Долерит катангского типа, темно-серый, очень крепкий, слаботрещиноватый. В отм. 91.2-90,5 м - долерит норильского типа, трещиноватый, очень крепкий. В отм. 89,9-89,0 м сильнотрещиноватый, выветрелый до щебня.
79.1-78.4	Графит черный, расщепленный, сланцеватость 60 град. к ОК. Керн в виде шлама.		
78.4-72.6	Долерит норильского типа с прослойкой графита. Очень крепкий.		

Рисунок 1.6.3.1- Геологическое строение участка ПК 0+07...ПК 4+63

Поскольку водопроницаемость песчаной призмы, уложенной на гребень ядра из несортированного грунта, гораздо выше проектных требований, необходимость реконструкции оголовка плотины для обеспечения ее надежности при подъеме уровня



водохранилища до отм. 97,30 м не вызывает сомнений. Вопрос только в том, можно ли ограничиться на участке от ПК 4+63 до ПК 2+00 глубиной стены в грунте, равной 7 м или следует увеличить ее до заглубления в коренные грунты?

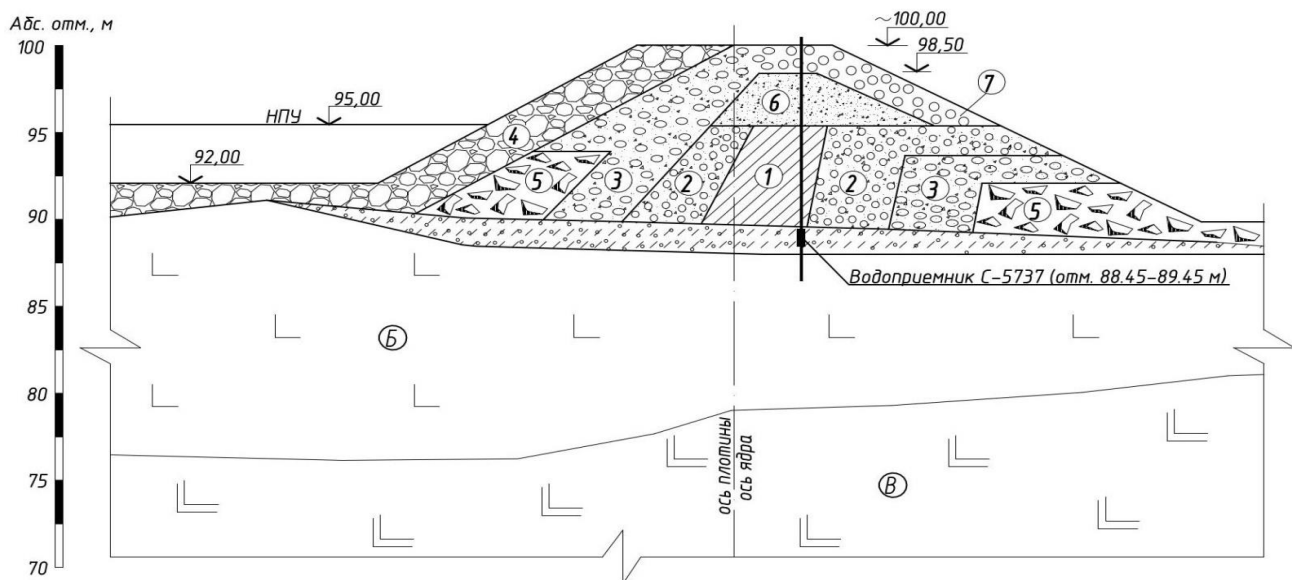


Рисунок 1.6.3.2 - Поперечный разрез плотины на ПК 4+50

Единственный действующий на этом участке пьезометр С-5737 расположен на ПК 4+50,1 на расстоянии 3,42 м в нижний бьеф от оси плотины с водоприемником на отм. 88,45-89,45 м (рис. 1.6.3.2).

Пьезометр реагирует на УВБ при отметке водохранилища выше 91,00 м, но, при этом, вода в пьезометре последние три года не поднимается выше отм. 89,80 м. Вероятно это свидетельствует о хорошей водопроницаемости слоя супеси гравелисто-галечниковой с включением обломочного материала.

Водопрпускную способность этого слоя и эффективность стены в грунте можно оценить по температурному режиму у границы выполненной стены в грунте. Так на ПК 4+88,7 расположена скважина С-5735, в которой регулярно выполняются температурные замеры. На ПК 4+77,3 и ПК 4+92,3 имеются пьезометры, в которых эпизодически измерялись температуры с помощью переносных термоплетей (рис. 1.6.3.3).

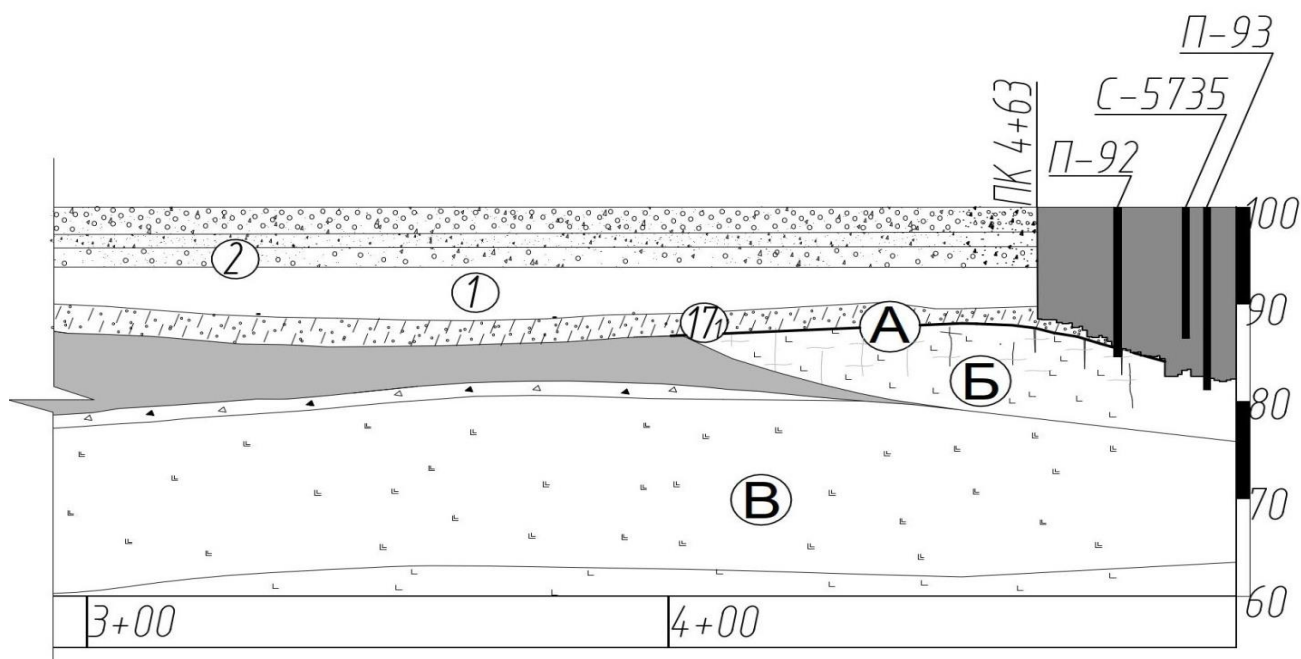


Рисунок 1.6.3.3 - Расположение скважин, в которых выполнялись замеры температур, у границы выполненной стены в грунте

Скважины П-92, С-5735 и П-93 находятся на примерно одинаковом расстоянии от оси плотины и, соответственно, стены в грунте в нижний бьеф (от 3,65 до 4,0 м). Это позволяет, при сопоставлении результатов замера температур в одно и тоже время, оценить, откуда течет вода. Поскольку температура воды в водохранилище резко повышается с конца лета до середины осени, наиболее информативен для анализа фильтрации именно этот период. На рисунке 1.6.3.4 представлены сентябрьские температуры в 2015, 2016 и 2017 гг. по скважинам П-92, С-5735 и П-93. Выбор годов был не произвольным, а вынужденным, поскольку только в эти годы выполнялись измерения переносными термоплетями в пьезометрических скважинах П-92 и П-93.

На всех трех графиках видно, что на отметках 86,00-90,00 м, соответствующих слою супеси гравелистой с обломочным материалом, происходит сезонный нагрев грунтов, свидетельствующий о повышенной фильтрации в этой зоне.

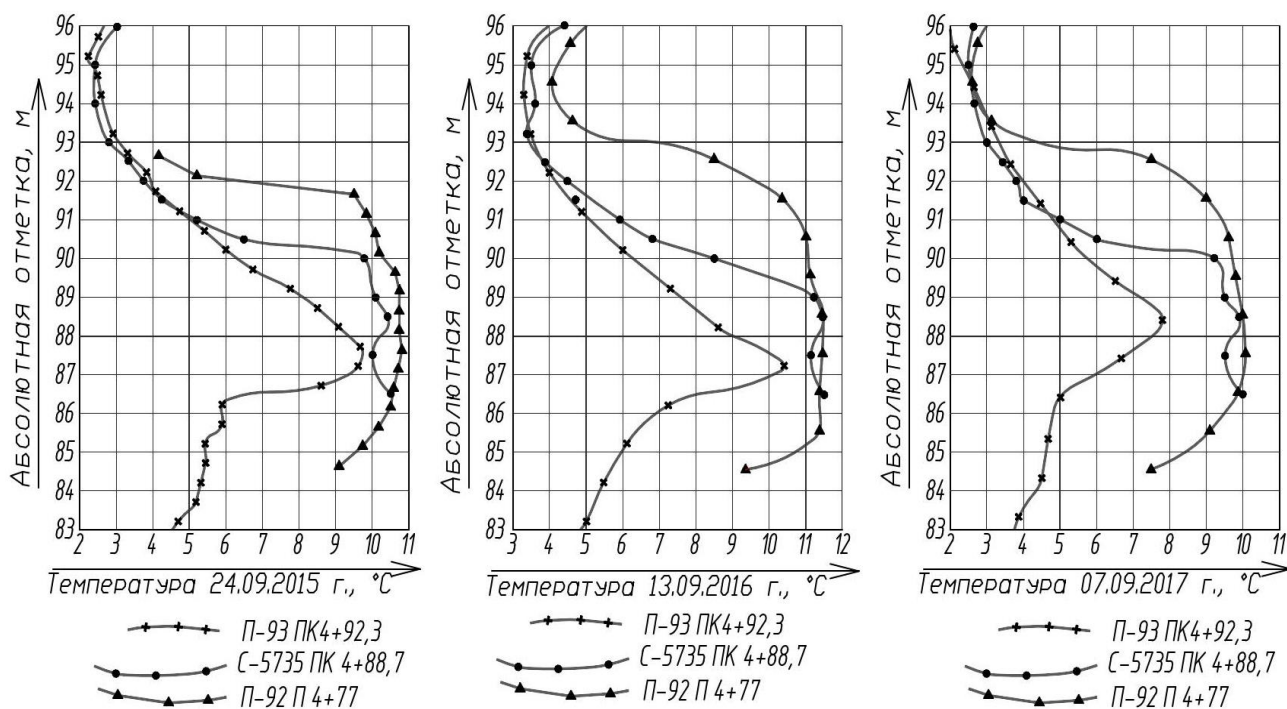


Рисунок 1.6.3.4 - Сентябрьские температуры с 2015 по 2017 гг. по скважинам, расположенным у границы выполненной стены в грунте

Если сравнивать результаты замеров по трем скважинам, то очевидно, что каждый год больше всего нагреваются грунты в районе скважины, наиболее близкой к границе стены в грунте (П-92). Меньше всего, и по температуре, и по объему, нагреваются грунты в районе скважины, наиболее удаленной от границы стены в грунте (П-93). На основании этих данных можно предположить, что основной фильтрационный поток формируется за счет обхода существующей стены в грунте по слою супеси гравелистой.

Учитывая изложенное, считаем, что в пределах участка от ПК 0+07 до ПК 4+63 верх противофильтрационного устройства (ПФУ) напорного фронта, как и на других участках, должен находиться на отм. 98,50 м. А своей нижней частью ПФУ должен перекрывать слой 17₁ супеси с гравием, галькой и скальными обломками (рис. 1.6.3.5).



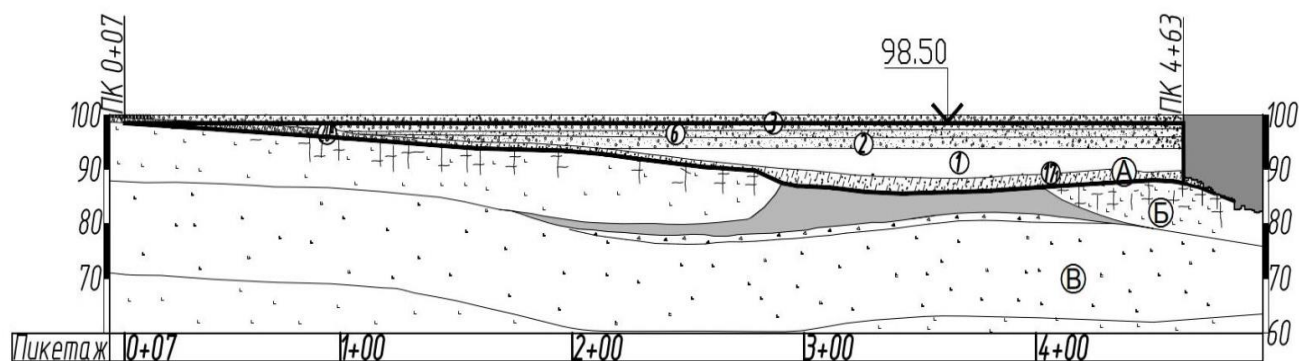


Рисунок 1.6.3.5 - Граница ПФУ на участке от ПК 0+07 до ПК 4+63

При уменьшении глубины стены в грунте из свай диаметром 1200 мм можно уменьшить шаг свай с 0,9 м - у правой границы участка, до 1,05 м – у левой границы (см. черт. № 051-ИШ.1.22.ПФ, лист 3, стр. 87 настоящего тома).

По решению Заказчика на рабочей стадии часть стены в грунте на данном участке может быть заменена инъекционной завесой, поскольку прохождение слоя со скальными обломками скважинами большого диаметра проблематично и дорого. В этом случае на участках ПК 2+00...ПК 2+90, ПК 4+05...ПК 4+63 стена в грунте может выполняться до заглубления в слой дресвяно-щебенистого грунта с супесчано-песчаным заполнителем и обломками долеритов, в котором выполняется однорядная инъекция стабильным композитным раствором. Инъекция выполняется с гребня плотины, через трубы 114x4, установленные в сваях стены в грунте. А на участке от ПК 0+07 до ПК 2+00 стена в грунте может полностью быть заменена инъекцией.

Композитный цементационный раствор должен подбираться специализированной лабораторией и иметь следующие характеристики:

- водоцементное отношение растворов, В/Цот 1,0 до 0,6;
- подвижность по конусу АзНИИ.....более 20 см;
- водоотделение через 2 часа.....не более 4 %;
- начало потери подвижности.....не менее 2 часов;
- окончание схватывания.....не более 12 часов;
- прочность на сжатие на 28 суток.....более 4 МПа.



Проверку допустимой толщины инъекционной завесы выполним по СП 23.13330.2018 Актуализированной редакции СНиП 2.02.02-85 «Основания гидротехнических сооружений» п. 8.13.

$$I_{est} = \frac{H}{b} \leq \frac{I_{cr}}{\gamma_n}$$

- I_{cr} - критический градиент напора для завесы в гравийно-галечниковых грунтах=7,5
- I_{est} - действующий градиент напора;
- γ_n - коэффициент надежности (1,2 для сооружений II класса)
- H - напор, 97,3-85,8=11,5 м
- b - толщина завесы

$$b \geq \frac{11,5 \times 1,2}{7,5} = 1,84 \text{ м}$$

Очевидно, что в данном случае возможно ограничиться однорядной завесой.

В качестве опытного полигона для исследования свойств глиноцементобетона, уложенного в тело плотины, может быть использован участок длиной около 30 м (ПК 0+07-ПК0+37), на котором скважины «стены в грунте» не входят в напорный фронт плотины.

По данным отчета №144-10-262т.1 «Сводный отчет по геотехническому контролю за возведением русловой плотины» супесчано-суглинистый грунт ядра, песчаный грунт защитной призмы над ядром плотины содержат от 50 до 74% частиц менее 2 мм (по средней кривой грансостава), которые, при необходимости, обеспечат качественное самозалечивание возможных трещин в ПФУ из глиноцементобетона.

Подробное описание принятых мероприятий по сохранению КИА, попадающей в зону работ по реконструкции русловой плотины, представлена в томе 4.3.1 №2220-КР3.1 в составе ПД.



2 Правобережная каменно-земляная плотина во II понижении

2.1 Общие данные

По конструкции и способу возведения правобережная плотина Курейской ГЭС во II понижении относится к каменно-земляным насыпным. Длина плотины по гребню 643,7 м, ширина по гребню – от 8 до 12 м, максимальная высота от подошвы плотины – 38,3 м, максимальный напор на плотину – 26 м. Отметки воды в верхнем бьефе: НПУ – 95,00 м, ФПУ – 97,30 м (с учетом ограничения – 95,60 м). Заложение верхового откоса от 3 до 4, низового – от 3,2 до 4 (рис. 2.1.1). Осадки плотины не завершены.

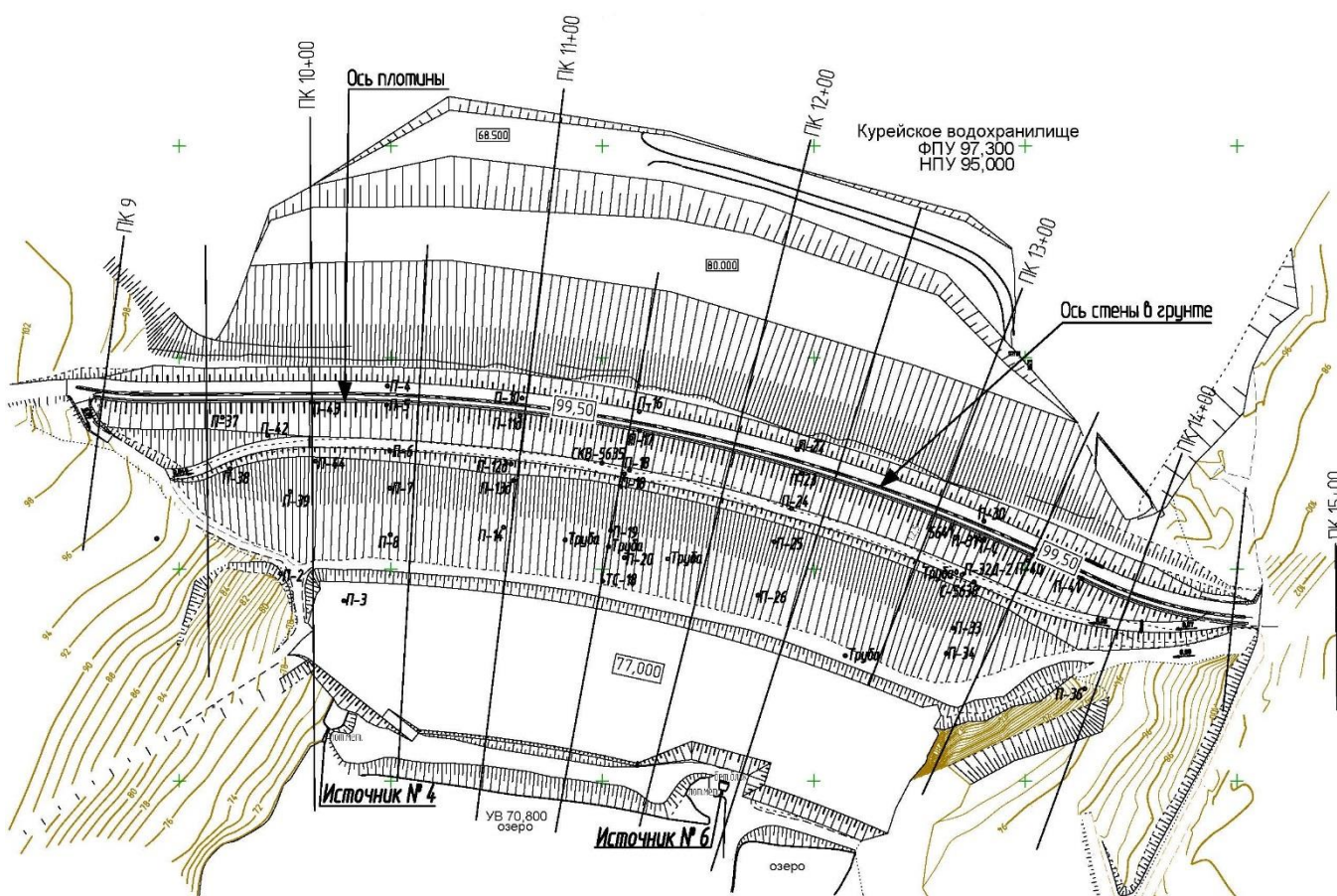


Рисунок 2.1.1 - План правобережной плотины во II понижении

Противофильтрационное устройство плотины выполнено в виде наклонной верховой противофильтрационной призмы (ВПФП), переходящей в понур. ВПФП возведена из гравийно-песчаного и супесчаного грунта карьера № 41, обогащенного супесчаным грунтом карьера № 36 в отношении по объему 5:3. По числу пластичности



(ниже 7 в 94% проб) смесь грунтов отнесена к супеси. Минимальное число пластичности (4,8) соответствует требованиям ВТУ на отсыпку плотины. Выше отметок 88,00...89,00 м ВПФП отсыпана из морены карьера № 36 (подтверждено данными отбора проб при геотехконтроле). Проектная отметка гребня ВПФП - 95,50 м. Над гребнем ВПФП отсыпан защитный слой из отсева карьера № 10 (фракции не крупнее 10 мм) толщиной от 0,9 до 1,5 м.

Верховой откос плотины защищен каменной наброской по слою фильтровой подготовки с пригрузкой до отметок 79,00...80,00 м.

Проектом предусматривалось отсыпать низовую упорную призму гравийно-галечниковым грунтом карьера № 41. Однако, как показали исследования Красноярскгидропроекта и СибНИИГ'а, фактически она возведена из разнородных по составу переувлажненных термопросадочных грунтов. большей частью они представлены супесями с числом пластичности до 5,5 с прослойками песчаных и гравийно-галечниковых грунтов с песчаным заполнителем. **В процессе строительства низовая упорная призма была почти полностью проморожена, вследствие чего грунты были недоуплотнены. Установлено, что влажность грунтов низовой призмы достигает 20%. По этим причинам при оттаивании они дают большие осадки. По данным натурных исследований термопросадочность грунтов низовой призмы составляет 10...15% [3].**

Строительство плотины выполнено в 2 этапа:

1 этап – подготовка основания и отсыпка цокольной части плотины гравийно-галечниковым грунтом до отметки 73,00 м;

2 этап – отсыпка плотины полным профилем до проектных отметок (рис. 2.2.1).

Следует отметить, что ВПФП отсыпана на гравийно-галечниковые грунты цокольной части плотины. Для отвода профильтровавшей воды проектом предусмотрена дренажная призма. На участке от ПК 9+00 до ПК 14+00 по низовому откосу до отметки ~94,00 м выполнен наклонный дренаж из гравийно-галечникового грунта карьера № 11.



2.2 Инженерно-геологические условия плотины и их оценка

На большей части вскрытого основания по контуру плотины ниже отметки 70,00 м залегают озерно-болотные отложения, представленные следующими литологическими слоями (рис. 2.2.1):

- слои 10 и 10а – супеси неоднородные по содержанию обломочного гравийно-галечникового материала (от 25 до 50%), содержат прослои (0,1...3 см) пылеватого и мелкозернистого песка с интервалами чередования 5...10 см; характерна невыдержанная мощность (от 0,5 до 5 м) по простиранию в любом направлении; консистенция – от пластичной до тугопластичной;

- слои 11 и 11а – суглинки без включений или с включением обломочного материала до 25...50% с тонкими (0,2...0,3 см) прослоями пылеватого песка и глин с интервалами 5...10 см; консистенция текучая или пластичная; мощность слоев от 0,5 до 7 м;

- слой 11₁ – глина с тонкими прослоями супесчаного материала; консистенция от текучепластичной до полутвердой; мощность слоев от 1,0 до 8,5 м (максимальная мощность приурочена к центральной части основания плотины).

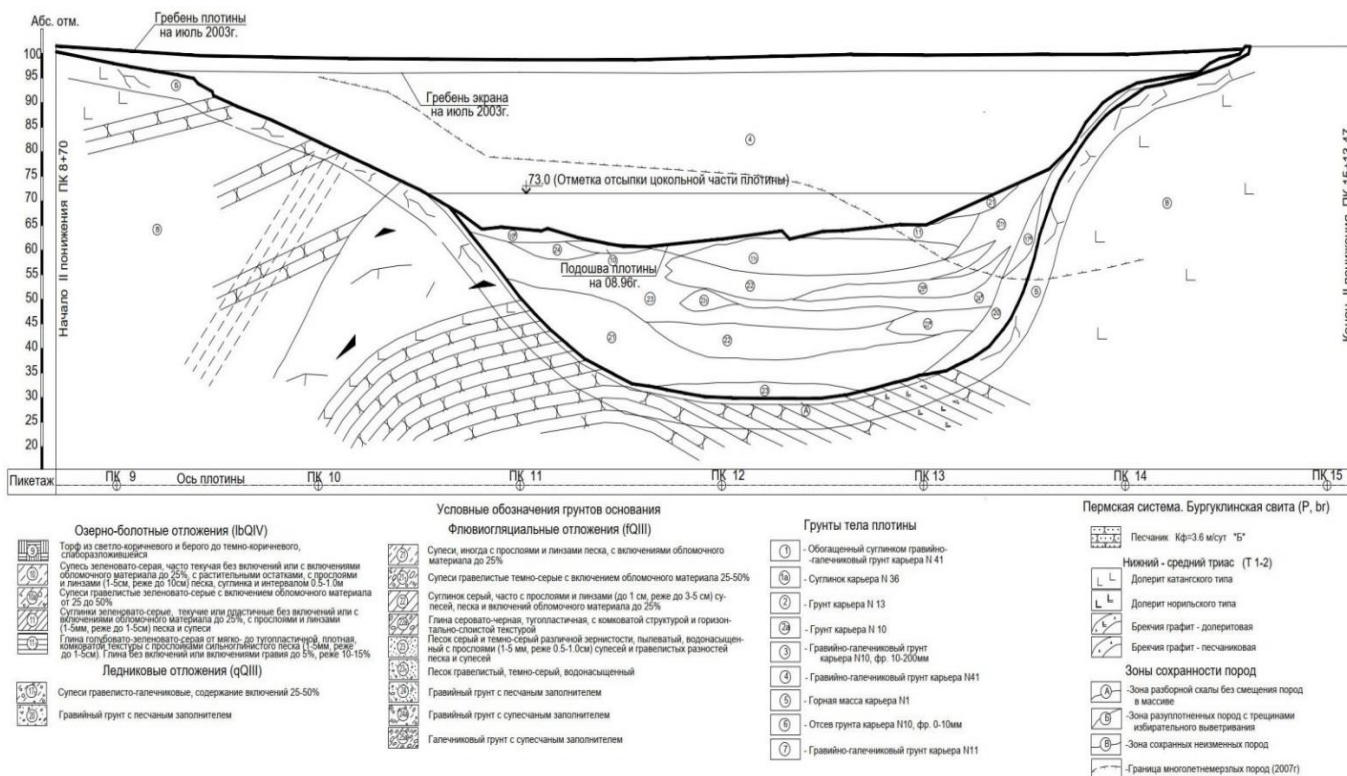


Рисунок 2.2.1 - Разрез по оси плотины с вертикальными границами плотины на 2003 г.



Под озерно-болотными отложениями на эродированной поверхности скальных пород залегают водно-ледниковые отложения мощностью 15...25 м. Они образовались за счет перемывания моренных грунтов при таянии ледников. Представлены переслаиванием супесей с гравием (слои 21, 21₁), суглинков с гравием (слои 22, 22₁), песков разнозернистых с включением обломков (слои 23, 23г), гравийных грунтов с песчано-супесчано-суглинистым заполнителем (слои 24, 24а, 24б) и галечниковых отложений (слои 25, 25а, 25б). Наиболее выдержанными по мощности (5...8 м) и протяженности в плане (150...300 м) являются слои 21, 22 и 23 – пески, супеси и суглинки с содержанием обломочного материала до 25%.

За исключением бортовых примыканий (четкие границы не указываются), все четвертичные отложения в основании плотины находились в талом состоянии. В 2003 г. многолетнемерзлые четвертичные отложения, предположительно, сохранились только в левобережном примыкании плотины. Установить положение нулевой изотермы в то время на этом участке напорного фронта не представлялось возможным из-за недостатка данных по термонаблюдениям. Ее положение в продольном разрезе плотины на август 2007 г. (по представлениям СибНИИГ'а) дано на рис. 2.2.1.

В правобережном примыкании плотины, выше отметки 73,00 м, залегает сильнотрещиноватый песчаник с коэффициентом фильтрации до 20 м/сут и выше. При подготовке основания верхняя зона песчаников, разрушенных до состояния щебня, была снята бульдозерами, а ручная доработка основания не производилась.

По склону левого берега в отметках 75,00...93,00 м (ПК 13+60...ПК 14+10) основанием плотины служит интрузия трещиноватых коренных долеритов. Под ВПФП выветрелые долериты убраны вручную до сохранных пород. Остальные участки зачищались экскаватором.

При оценке надежности основания плотины, сложенного четвертичными отложениями, на первый план выходят вопросы их фильтрационной устойчивости. Правобережная плотина во втором понижении имеет достаточно развитый подземный контур, который на участке основания с природнотальными четвертичными грунтами обеспечивает соответствие требованиям СНиП 2.02.02-85* [1] расчетных значений осредненного критического градиента напора на контакте гравийно-галечниковых грунтов цокольной части плотины и озерно-болотных отложений основания. Вопросы



внутренней суффозии в грунтах основания в данном случае неактуальны с учетом структуры этих грунтов (сочетание мелкозема с обломочным крупнозернистым материалом, тонкое переслаивание литологических разностей, замкнутость линз отдельных слоев по простиранию и проч.). Фильтрационную прочность оттаявших грунтов низовой призмы следует признать обеспеченной за счет ее профиля, а также наличия дренажной призмы и наклонного дренажа.

Сомнения относительно фильтрационной прочности грунтов основания имелись только в зоне контакта оттаивающих многолетнемерзлых и талых четвертичных отложений в примыкании к левому берегу, где могли образоваться опасные фильтрационные ходы в неконсолидированных грунтах.

2.3 Термометрический режим грунтов плотины

После наполнения водохранилища началось оттаивание промороженных грунтов плотины, включая верхнюю зону ее цокольной части, а также многолетнемерзлых грунтов основания.

Процесс оттаивания **протекает крайне неравномерно. К настоящему времени остались незначительные по объему участки, грунты в которых круглогодично имеют отрицательные температуры.** Данные натурных наблюдений Курейской ГЭС позволяют отследить этот процесс с 2000 г. (рис. 2.3.1).



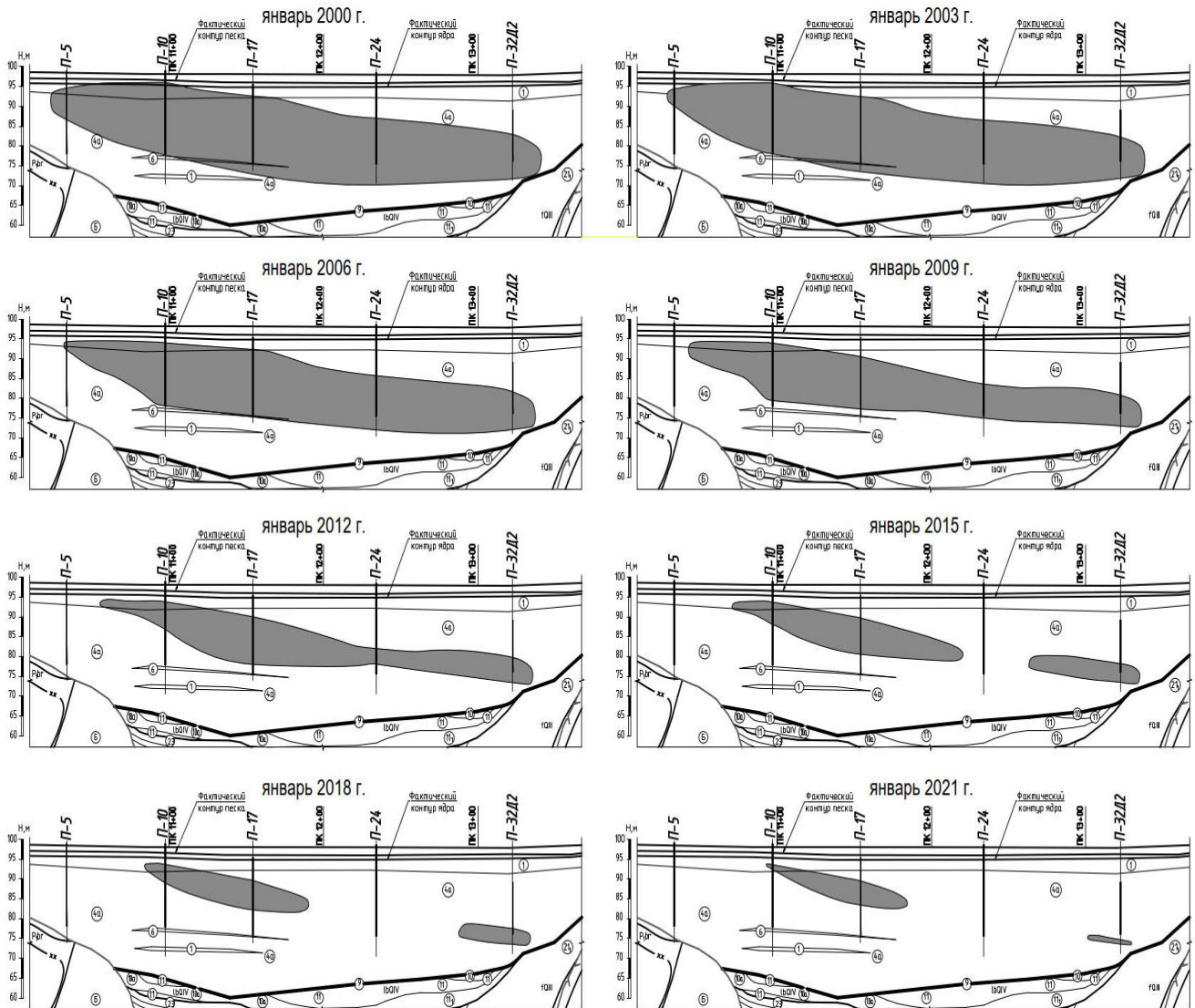
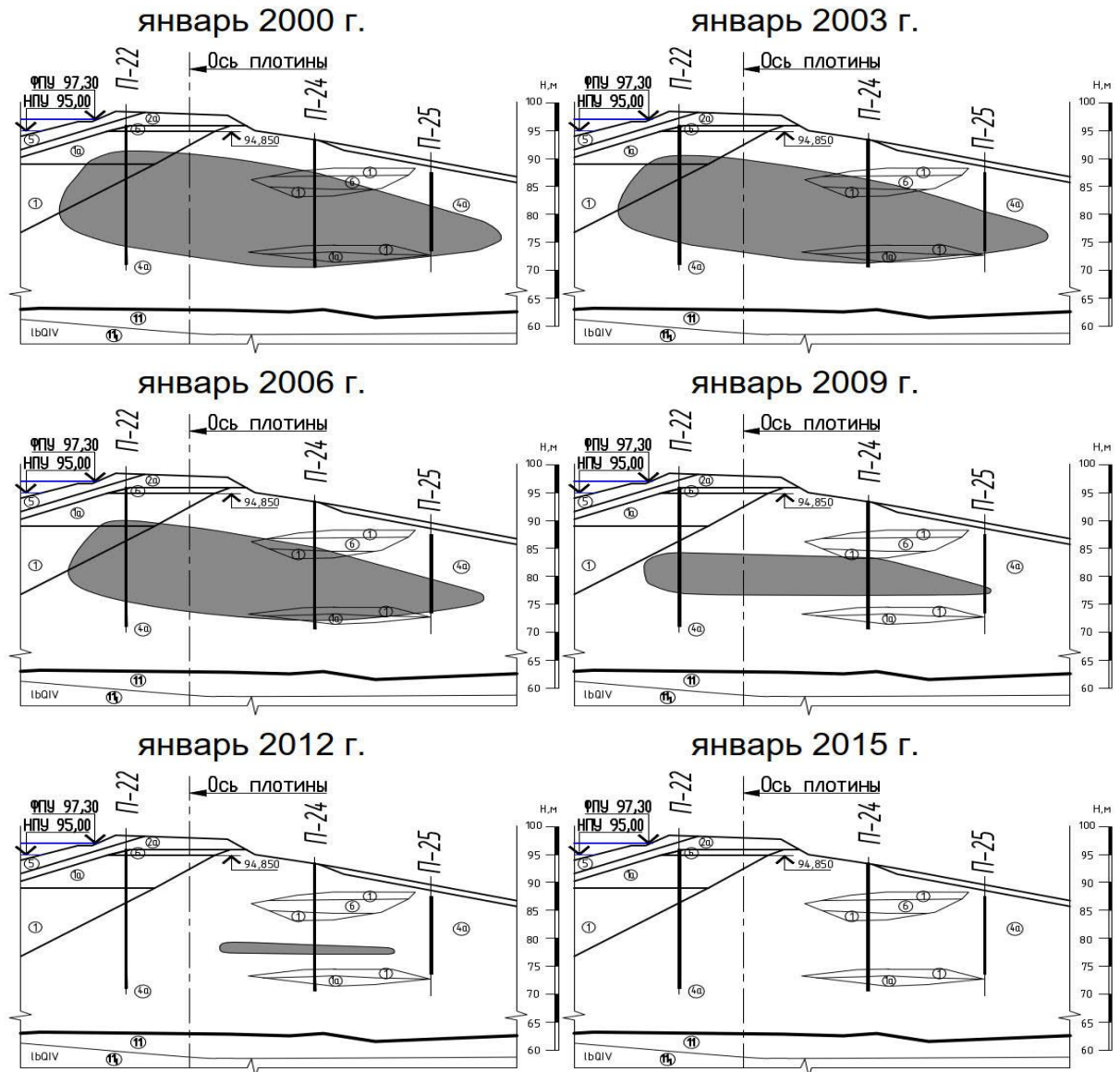


Рисунок 2.3.1 На разрезе по оси плотины показана область с грунтами в мерзлом состоянии круглогодично

Не все скважины, в которых велись наблюдения за температурами, расположены на оси плотины. Для построения разреза использовались пьезометрические скважины на расстоянии от 7,7 м от оси плотины в верхний бьеф до 20,7 м – в нижний бьеф. Для представления о форме замороженных зон в поперечном направлении от оси плотины, на рисунке 2.3.2 приведен аналогичный график по поперечному разрезу на ПК 12+30.





Условные обозначения грунтов тела плотины

- | | | | |
|----|--|---|--|
| ① | - обогащенный суглинком гравийно-галечниковый грунт карьера № 41 | ④ | - гравийно-галечниковый грунт карьера № 41 |
| ①а | - суглинок карьера № 36 | ⑤ | - крепление откосов горной массой карьера № 1, d > 0,5 м |
| ② | - гравийно-галечниковый грунт карьера № 13 | ⑥ | - песок-отсев карьера № карьера № 10, фр. 0-10мм |
| ②а | - гравийно-галечниковый грунт карьера № 10 | ⑦ | - гравийно-галечниковый грунт карьера № 11 |
| ③ | - гравийно-галечниковый грунт карьера № 10 (фракция 10-200мм) | | |

Рисунок 2.3.2 - На поперечном разрезе плотины на ПК 12+30 показана область с грунтами в круглогодично мерзлом состоянии



При анализе процесса перехода плотины в талое состояние становится очевидным, что деградация мерзлоты снизу происходит интенсивнее, чем сверху. Это свидетельствует о том, что фильтрация по контакту плотины с основанием или по основанию довольно значительна, следовательно, основание находится в талом состоянии. По температурным разрезам, приведенным на рисунках 2.3.1 и 2.3.2, можно констатировать, что **в настоящее время процесс перехода плотины в талое состояние завершается. Следовательно, можно ожидать, что и процесс осадки плотины близится к завершению.**

Завершение оттаивания грунтов плотины позволяет утверждать, что в настоящее время фильтрационная прочность оттаявших грунтов низовой призмы плотины обеспечена за счет ее профиля, а также наличия дренажной призмы и наклонного дренажа.

2.4 Фильтрационные расходы через плотину и основание

Контроль за фильтрационным расходом через плотину и основание осуществляется по двум источникам: у правого берега № 4 и у левого берега № 6 (рис. 2.1.1). Источник 4 в зимний период замерзает, и полгода замеров по нему нет. Поэтому, более информативны данные замеров профильтровавшей воды по источнику 6.

На рисунке 2.4.1 представлены расходы воды в источнике 6 на фоне уровней воды в водохранилище с 2018 по 2021 г. Поскольку фильтрационный расход пропорционален напору, можно подобрать зависимость $Q=N \times H$ для условий, соответствующих источнику № 6. Примем нижний бьеф постоянным с отметкой воды 72,00 м. Напор будет определяться, как превышение уровня водохранилища над отметкой 72,00 м. Такая зависимость $Q(\text{л/сек})=2,6 \times H(\text{м})$ приведена на рисунке 2.4.1.



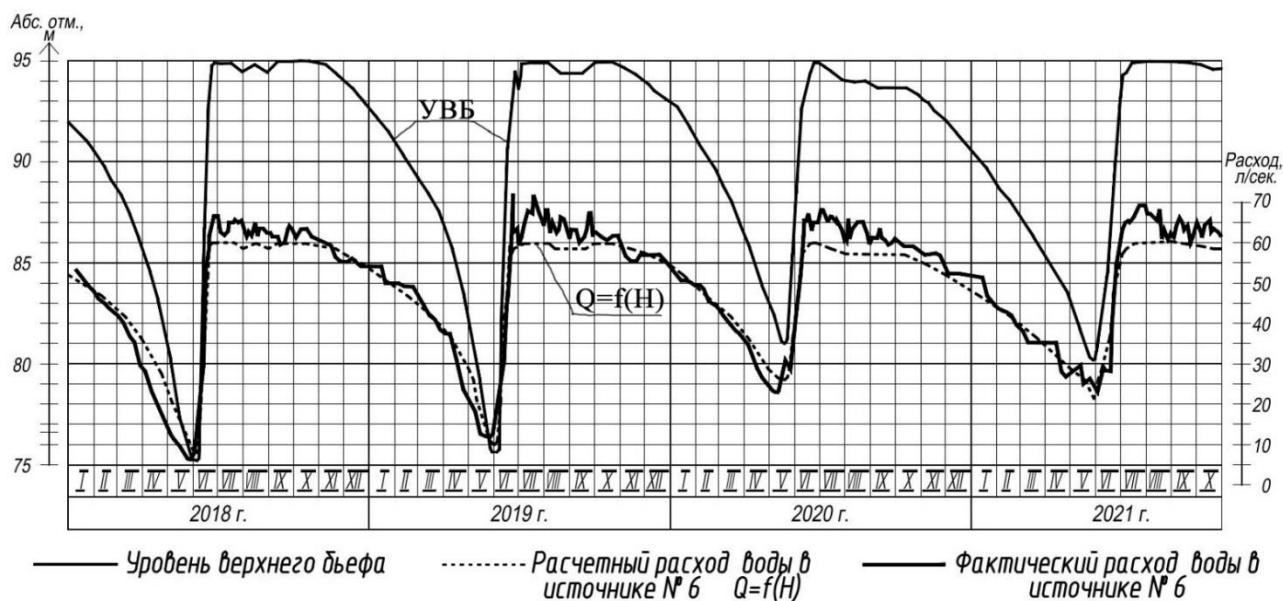


Рисунок 2.4.1 - Расходы воды в источнике № 6

Отличие фактических расходов воды в источнике 6 от расчетных особенно заметно при высоких уровнях воды в водохранилище. Этот период (при УВБ выше отм. 93,50 -94,00 м) характерен, практически, ежесуточными колебаниями вверх и вниз расходов воды в источнике, а также превышением фактических значений профильтровавшей воды над расчетными. Наиболее вероятными причинами этих особенностей являются осадки тела плотины и свойства грунта, уложенного на суглинок «1а» выше отметки 94,85 м вместо отсева песка «б» из карьера 10, фракции 0-10 мм. В случае непринятия мер, ежегодная незначительная суффозия суглинка на контакте с вышележащим карьерным материалом может привести к образованию значительных пустот, что может перерасти в аварийную ситуацию.

Для того, чтобы ликвидировать опасную фильтрацию в гребне плотины при подъеме ФПУ до отм. 97,30 м, следует выполнить стену в грунте с отметки 98,50 м до заглубления в суглинок на отм. 92,50 м.

На плотине установлено более 3-х десятков пьезометров, сгруппированных в 6 створах. В большинстве из этих пьезометров образовались пробки, как правило, расположенные над водоприемником. Уровни воды по этим пьезометрам или не замеряются, или их достоверность – сомнительна. **Курейской ГЭС необходимо**



установить причину появления многочисленных пробок в пьезометрах и принять соответствующие меры.

На рисунке 2.4.2 показан один из пьезометрических створов, расположенный у правого берега на ПК 9+50, состоящий из трех действующих пьезометров, а также отмечены положения водоприемников пьезометров в основании плотины.

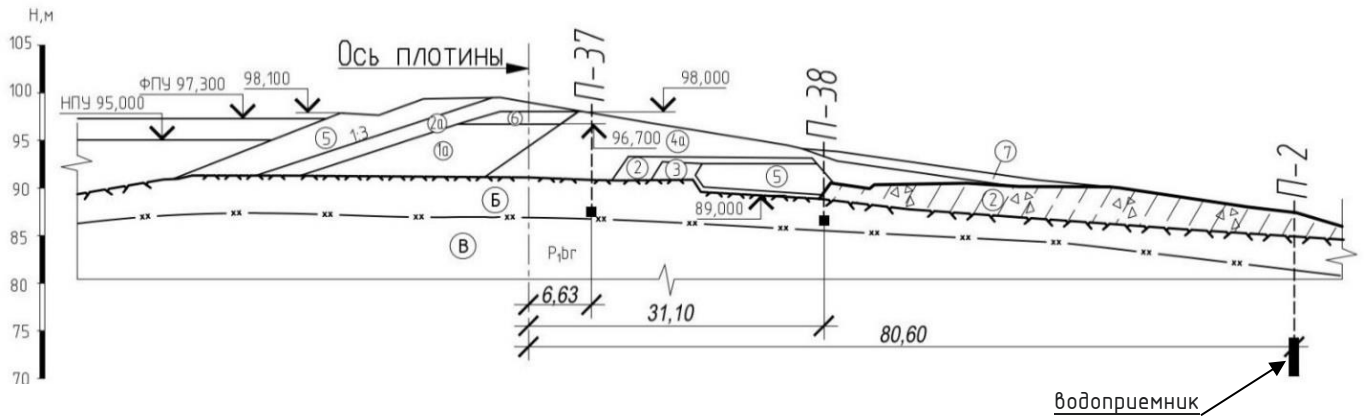


Рисунок 2.4.2 - Пьезометрический створ на ПК 9+50

На рисунке 2.4.3 представлены значения уровней воды в этих пьезометрах с 2018 по 2021 г.

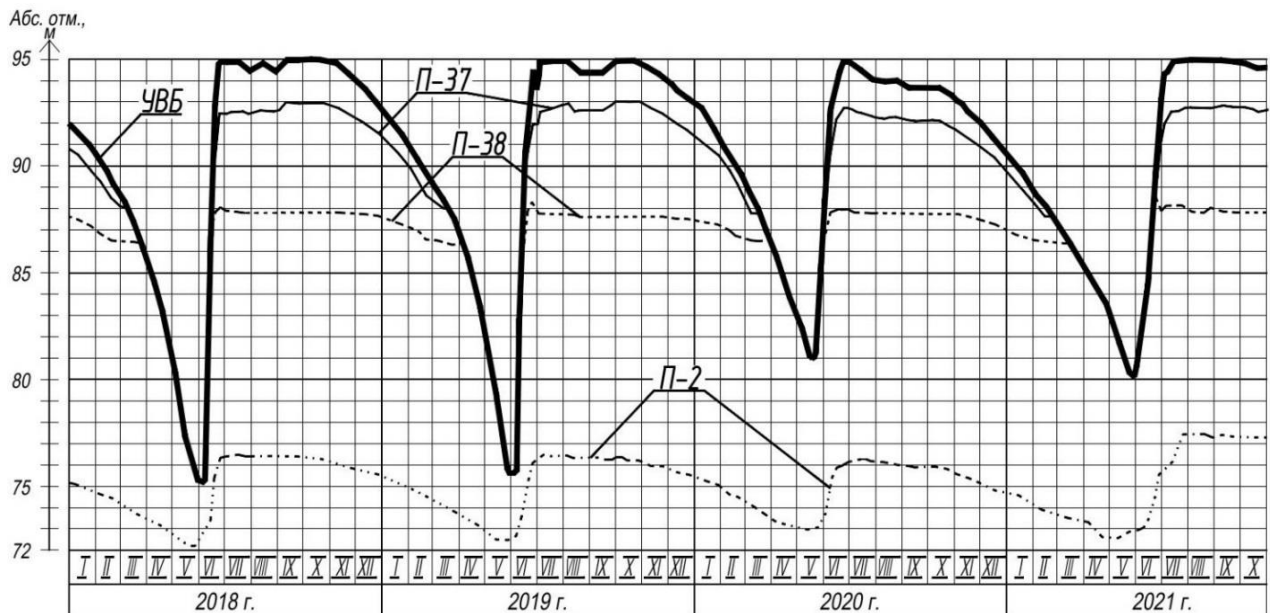


Рисунок 2.4.3 - Показания пьезометров. Расположенных вблизи ПК 9+50



Суммарный расход профильтровавшей в теле и основании плотины воды по двум источникам № 4 и № 6, при приближении УВБ к отм 95,00 м, превышает 100 л/сек. Для такой, сравнительно небольшой плотины, это – значительный фильтрационный расход. Значения уровней воды в пьезометрах, приведенные на рис. 2.4.3, подтверждают наличие фильтрации в районе бортовых примыканий плотины. Если принять отметку нижнего бьефа равной 72 м, напор на уровне пьезометра П-37, т.е. на расстоянии ~7 м от оси плотины в Н.Б. будет равен 93% от действующего на плотину напора. На уровне пьезометра П-38, т.е. на расстоянии ~30 м от оси плотины в Н.Б. будет равен 72% от действующего на плотину напора. На уровне пьезометра П-2, т.е. на расстоянии ~80 м от оси плотины в Н.Б. будет равен 21% от действующего на плотину напора.

Отсутствие помутнения воды в источниках даже при суммарном расходе более 100 л/сек, свидетельствует, что надежность плотины и при таком фильтрационном расходе обеспечена. При подъеме уровня воды в водохранилище до отм. 97,30 м необходимо продолжать следить за мутностью воды в источниках, основным критерием надежности плотины.

2.5 Выводы о состоянии правобережной каменно-земляной плотины во II понижении

1. В период строительства низовая упорная призма была почти полностью проморожена, вследствие чего грунты были недоуплотнены. Установлено, что влажность грунтов низовой призмы достигает 20%. По этим причинам при оттаивании они дают большие осадки. По данным натурных исследований термпросадочность грунтов низовой призмы составляет 10...15%.

2. В настоящее время процесс перехода плотины в талое состояние завершается. Следовательно, можно ожидать, что и процесс осадки плотины близится к завершению.

3. Завершение оттаивания грунтов плотины позволяет утверждать, что в настоящее время фильтрационная прочность оттаявших грунтов низовой призмы плотины обеспечена за счет ее профиля, а также наличия дренажной призмы и наклонного дренажа.



4. Для того, чтобы ликвидировать опасную фильтрацию в гребне плотины при подъеме ФПУ до отм. 97,30 м, следует выполнить стену в грунте с отметки 98,50 м до заглубления в суглинок на отм. 92,50 м.

5. Курейской ГЭС необходимо установить причину появления многочисленных пробок в пьезометрах и принять соответствующие меры.

6. Отсутствие помутнения воды в источниках даже при суммарном расходе более 100 л/сек, свидетельствует, что надежность плотины и при таком фильтрационном расходе обеспечена. При подъеме уровня воды в водохранилище до отм. 97,30 м необходимо продолжать следить за мутностью воды в источниках, являющейся основным критерием надежности плотины.

2.6 Мероприятия по реконструкции оголовка правобережной плотины во II понижении

Оголовок плотины с учётом дополнительных отсыпок гребня плотины на ПК 12+30 представлен на рисунке 2.6.1.

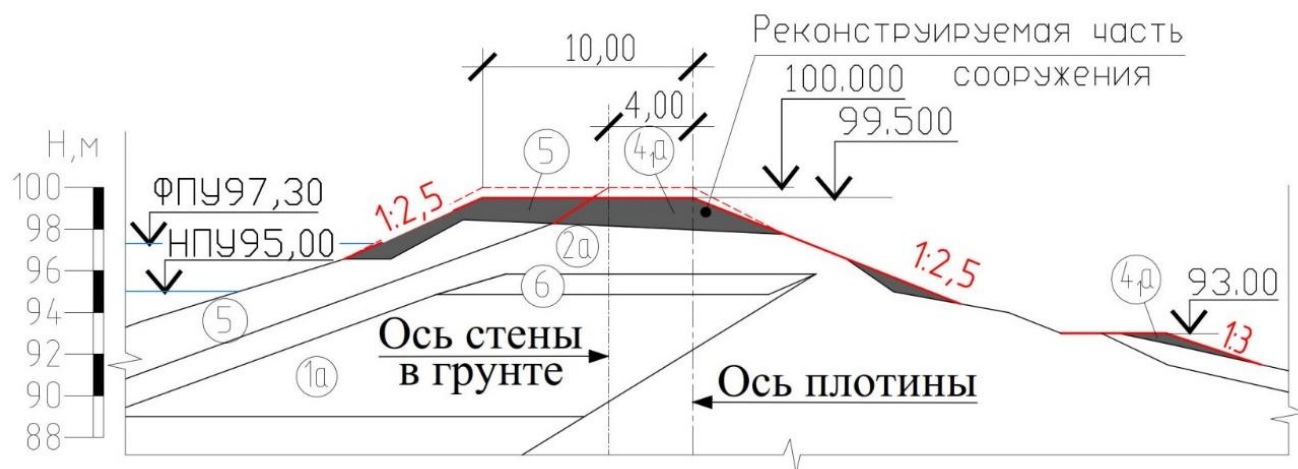


Рисунок 2.6.1 - Оголовок плотины с дополнительными отсыпками и креплением откосов на ПК 12+30

Стену в грунте следует выполнять после завершения дополнительных отсыпок на гребне и откосах плотины. Стену в грунте следует разместить на расстоянии 4 м в верхний бьеф от низовой бровки гребня, где располагается ось плотины. Это предложение удобно и для организации работ на гребне плотины.



Поскольку из опыта выполнения стены в грунте на Курейской ГЭС следует, что в любом слое могут встречаться валуны внушительных размеров, предлагается стену в грунте, как и на русловой плотине, выполнять из свай диаметром 1200 мм с шагом 1,0 м. В примыкании плотины к правому и левому коренному берегу стену в грунте целесообразно выполнить с заглублением в коренные породы на 0,5 м, в центральной части стена в грунте должна заглубляться в верховую противофильтрационную призму плотины (ВПФП) (рис. 2.6.2).

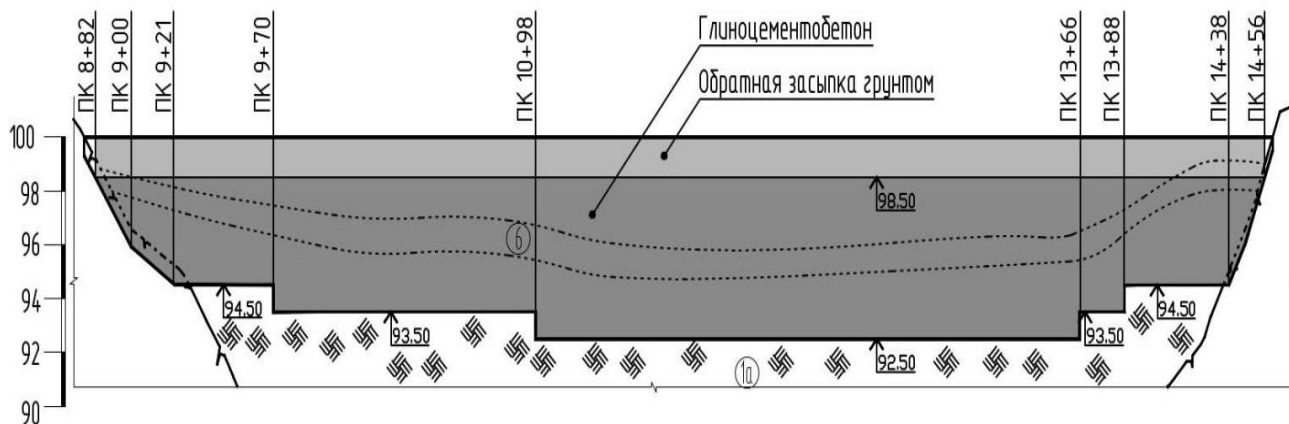


Рисунок 2.6.2 - Размеры стены в грунте

Глубина заглубления должна учитывать, что осадки, зависящие от перехода грунтов тела плотины из мерзлого состояния в талое, близки к окончанию, но пока еще не завершились. Максимальную глубину стена в грунте должна иметь в центральной части, где осадки максимальны (см. черт. № 051-ИШ.1.24.ПФ, лист 3, стр. 92 настоящего тома).

По данным отчета №144-10-262т.3 «Сводный отчет по геотехническому контролю за возведением правобережной плотины во II понижении» супесчано-суглинистый грунт верховой противофильтрационной призмы, песчаный грунт защитной призмы плотины содержат от 50 до 67% частиц менее 2 мм (по средней кривой грансостава), которые, при необходимости, обеспечат качественное самозалечивание возможных трещин в ПФУ из глиноцементобетона.

Подробное описание принятых мероприятий по сохранению и восстановлению КИА, попадающей в зону работ по реконструкции правобережной плотины во II понижении, представлена в томе 4.3.1 №2220-КР3.1 в составе ПД.

3 Основные положения технологии работ с глиноцементобетонной смесью

3.1 Бурение скважин

Бурение скважин «стены в грунте» выполняется в две очереди, сроки бурения скважин второй очереди определяются технологической последовательностью выполнения скважин и прочностными характеристиками глиноцементобетона.

До начала работ по возведению «стены в грунте» подрядная организация разрабатывает ППР, в котором приводится последовательность выполнения операций по выполнению скважин, гарантирующая соблюдение вертикальности скважин в соответствии с требованиями нормативной документации.

При выполнении ПФУ в теле плотины точность бурения достигается:

- геодезическим контролем при установке станка на устье скважины;
- использованием буровых станков, у которых есть возможность поворота обсадной колонны при ее погружении в грунт на 360°, - секции обсадной колонны задавливаются с поворотом буровой машиной в грунт тела плотины;
- контролем и корректировкой вертикального положения обсадной колонны, осуществляемыми через каждый метр проходки до глубины 12 м от поверхности форшахты;
- опережением задавливания обсадной колонны по отношению к разборке и выемке грунта.

Задавливание обсадной колонны проводится до тех пор, пока это позволяет грунт. Разработка грунта внутри обсадной колонны проводится шнековым буром или ковшебуром. При проходке скважин в грунтах с естественной влажностью ножевая коронка обсадной трубы должна быть всегда глубже шнекового бура не менее, чем на 0,5 м, а при проходке влажных или водоносных грунтов ножевая секция обсадной колонны все время должна быть глубже шнекового бура на 0,8-1,0 м.

По достижении проектной отметки забой скважины должен быть зачищен от бурового шлама.

После окончания бурения производится геодезическая привязка фактического центра скважины и замеряется отклонение ствола от вертикали специальным прибором типа «Koden» DM-604R (или другим аналогичным прибором).



Разрешение на бетонирование сваи дается после приемки скважин техническим надзором.

По результатам замеров отклонений скважин от вертикали могут назначаться дополнительные скважины.

3.2 Состав и проектные требования к глиноцементобетону

Состав глиноцементобетонной (ГЦБ) смеси должен разрабатываться в специализированной лаборатории (например – АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева») из материалов, которые будут использоваться на Курейской ГЭС при выполнении стены в грунте. Разработка состава ГЦБ с уточнением технологии его приготовления должна быть закончена до выпуска рабочей документации.

Основные технические требования к свойствам глиноцементобетона – в таблице 3.2.1.

Таблица 3.2.1 - Технические требования к свойствам глиноцементобетона

№ п/п	Наименование	Величина
1.	Минимальная прочность на сжатие в возрасте 28 суток	$\geq 1,0$ МПа
2.	Минимальная прочность на растяжение в возрасте 28 суток (~10% от прочности на сжатие)	$\geq 0,1$ МПа
3.	Модуль деформации с учетом пластичности материала следует определять после пребывания образцов в течение 7-14 суток под нагрузкой: $\sigma = (0,3 \dots 0,6) \times \sigma_{пр}$ $\sigma_{пр}$ устанавливается по результатам испытания на сжатие в течение 28 суток	60...100 МПа
4.	Подвижность смеси по осадке нормального конуса	17...24 см
5.	Максимальный коэффициент фильтрации	$\leq 0,001$ м/сутки

В состав глиноцементобетона должны входить следующие материалы:

- портландцемент марки не ниже 400;
- глинопорошок бентонитовый марки ПБН;
- щебень фракции 5-10 мм;
- песок с модулем крупности 2,0...2,8
- вода;



- полипропиленовая фибра;
- суперпластификатор.

Для оценки стоимости работ в черт. №№ 051-ИШ.1.20, 21, 22, 24.&.ПФ приведен предварительный состав глиноцементобетона. Состав глиноцементобетона должен быть откорректирован на стадии рабочей документации с учетом фактических свойств материалов, которые будут использоваться на Курейской ГЭС.

3.3 Технология приготовления ГЦБ смеси

Для работ по стене в грунте необходимо подготовить следующие объекты:

- склады инертных материалов (песка, щебня);
- склады цемента и бентонита;
- узел для приготовления глиноцементобетона;
- строительную лабораторию.

Склады песка и гравия, цемента и бентонита, должны быть оборудованы навесами, защищающими материалы от осадков. При резком изменении погодных условий влажность инертных заполнителей резко изменяется даже в течение суток, что затрудняет корректировку состава ГЦБ. Необходимость строительства помещения и обогрева узла приготовления ГЦБ смеси зависят от того, предполагается ли вести работы только в теплый период, или приготовление смеси придется осуществлять и при отрицательной температуре воздуха.

Один из возможных вариантов технологической схемы узла для приготовления ГЦБ смеси представлен на черт. № 051-ИШ.1.20.&.ПФ, лист 8, стр. 77 настоящего тома. Узел для приготовления ГЦБ смеси должен иметь дозаторы, обеспечивающие точное дозирование материалов для приготовления порции пластичного глиноцементобетона. Объем бетоносмесителя и скорость вращения должны быть максимально возможными. Эти параметры являются важнейшими для общей производительности узла приготовления ГЦБ.

Перед началом приготовления глиноцементобетона для очередной скважины необходимо определять влажность завезенных в растворный узел инертных материалов (песка и щебня). При значительной влажности необходимо уменьшать количество добавляемой воды, при чрезмерной сухости – увеличивать добавку воды. Также следует учитывать и наличие примесей щебня в песке или песка в щебне.



Корректировка количества песка, щебня, воды производится лаборантом Стройлаборатории.

Для приготовления ГЦБ в бетоносмеситель принудительного действия объемом 2 м³ или более, при непрерывном перемешивании последовательно загружают:

- щебень;
- глинопорошок;
- песок;
- цемент;
- фибру;
- порошок суперпластификатора С-3.

После загрузки этих компонентов ГЦБ в бетономешалку продолжают перемешивание смеси до получения однородной массы. Через 5 мин добавляют воду и продолжают перемешивание еще 3-5 мин.

ГЦБ смесь готова. Ее температура перед выгрузкой в автобетоносмеситель должна быть не ниже плюс 5 градусов.

3.4 Технология транспортировки ГЦБ смеси

Транспортировка глиноцементобетонной смеси на плотину осуществляется автобетоносмесителями. Для сохранения подвижности ГЦБ смеси в течение всего времени нахождения ее в автобетоносмесителе (загрузка, транспортировка и разгрузка) барабан автобетоносмесителя должен вращаться при максимальных оборотах.

Для каждой скважины первый и третий автобетоносмеситель должны заехать в Строительную лабораторию для отбора проб. Лаборант строительной лаборатории измеряет осадку конуса готовой ГЦБ смеси, загруженной в первый и третий автобетоносмесители, и оперативно, при необходимости, производит корректировку состава ГЦБ смеси. Отбирает пробу для изготовления 9 образцов (10x10x10 см). Испытание образцов на сжатие выполняется в возрасте 7, 28 и 90 суток по 3 шт.

После посещения Строительной лаборатории автобетоносмеситель направляется к подготовленной к бетонированию скважине.

Если с момента загрузки последней порции ГЦБ смеси в автобетоносмеситель до начала ее выгрузки в бетонизируемую сваю прошло более 1 часа, в обязательном



порядке на рабочей площадке представителем Строительной лаборатории должна проводиться ее проверка на однородность и подвижность. При снижении подвижности ГЦБ смеси до 16-17 см, допускается перед подачей ее в скважину дополнительно вводить в автобетоносмеситель суперпластификатор С-3 в виде заранее приготовленного водного раствора.

Для получения 1 л водного раствора суперпластификатора 366 г С-3 при непрерывном перемешивании растворяют в 634 г воды при температуре 50-60°C. Раствор выстаивают не менее 6 часов. В автобетоносмеситель раствор С-3 добавляют непосредственно перед подачей смеси ГЦБ в скважину из расчета 1 л раствора на 1 м³ смеси ГЦБ (уточняется в процессе работ) и дополнительно перемешивают в автобетоносмесителе не менее 5 минут при максимальных оборотах барабана.

Если и после этого параметры ГЦБ не соответствуют проектным требованиям, то смесь выбраковывается. На выбракованную смесь составляется акт утилизации.

Запрещается при недостаточной подвижности разбавлять смесь ГЦБ водой.

3.5 Технология бетонирования свай

После окончания бурения скважина для сваи стены в грунте предъявляется комиссии: производится замер глубины скважины и геодезическая привязка фактического центра устья и забоя скважины, т.е. замеряется величина и направление отклонения оси ствола от вертикали. Результаты замеров оформляются актом и дополняются исполнительной схемой с привязкой устья и забоя скважины. После получения этих данных представитель технического надзора дает разрешение на бетонирование сваи.

Бетонирование скважин глубиной более 6 м, а также скважин глубиной менее 6 м, в которых слой воды на забое превышает 30 см, выполняется через бетонолитную трубу методом вертикально перемещающейся трубы (ВПТ). Бетонирование свай глубиной до 6 м со слоем воды на забое менее 30 см разрешается выполнять без бетонолитной трубы.

Объем воронки, закрепляемой на бетонолитной трубе, в обводненных скважинах должен превышать внутренний объем бетонолитной трубы.



При слое воды в скважине более 2 м, для исключения одномоментного выливания ее на гребень плотины, в процессе бетонирования производят откачку воды из скважины погружным насосом, спускаемым на ГЦБ смесь.

Верхняя часть сваи заполняется грунтом с таким расчетом, чтобы после извлечения последней секции обсадной трубы гребень ГЦБ был на отметке 98,50 м.

3.6 Контроль качества ГЦБ смеси

Контроль за соответствием качества исходных материалов, предъявляемым им требованиям, а также проверку свойств приготовленного глиноцементобетона на всех стадиях, должны осуществляться Строительной лабораторией Курейской ГЭС.

Контроль качества включает:

- проверку параметров исходных материалов (песка, щебня) и состояния мест их хранения;

- соответствия марки используемых для приготовления глиноцементобетона материалов (цемент, бентонит) проектным требованиям в составе глиноцементобетона;

- измерение параметров готовой глиноцементобетонной смеси, загруженной в первый и третий автобетоносмесители, и оперативную, при необходимости, корректировку состава;

- визуальный контроль качества глиноцементобетонной смеси при укладке, при необходимости, корректирование ее состава;

- контроль соблюдения технологии приготовления, транспортировки и укладки смеси;

- отбор проб для изготовления образцов, испытание образцов в возрасте 7, 28 и 90 суток.

Перед началом бетонирования очередной сваи определяется подвижность глинобетонной смеси по осадке и диаметру расплыва строительного конуса согласно ГОСТ 4799-69.

Для контроля набора прочности глиноцементобетоном для каждой сваи отбираются образцы и закладываются в кубики размером 10×10×10 см в количестве девяти штук. Приготовление образцов производится без вибрирования. Образцы после распалубки хранятся в водной среде (или накрытыми влажной мешковиной) при



температуре от плюс 5 до плюс 15⁰С. Испытание производится партиями по три образца на 7-ые, 28-ые и 90-ые сутки хранения.

Строительная лаборатория должна вести журнал по контролю качества глиноцементобетона, в котором фиксируются все замечания (или их отсутствие) по качеству глиноцементобетона при бетонировании каждой сваи. Результаты испытания образцов на сжатие оформляются в табличной форме и передаются авторскому надзору и Заказчику.

Строительная лаборатория должна иметь оборудование, а также быть укомплектована кадрами, обеспечивающими контроль за качеством глиноцементобетонной смеси.



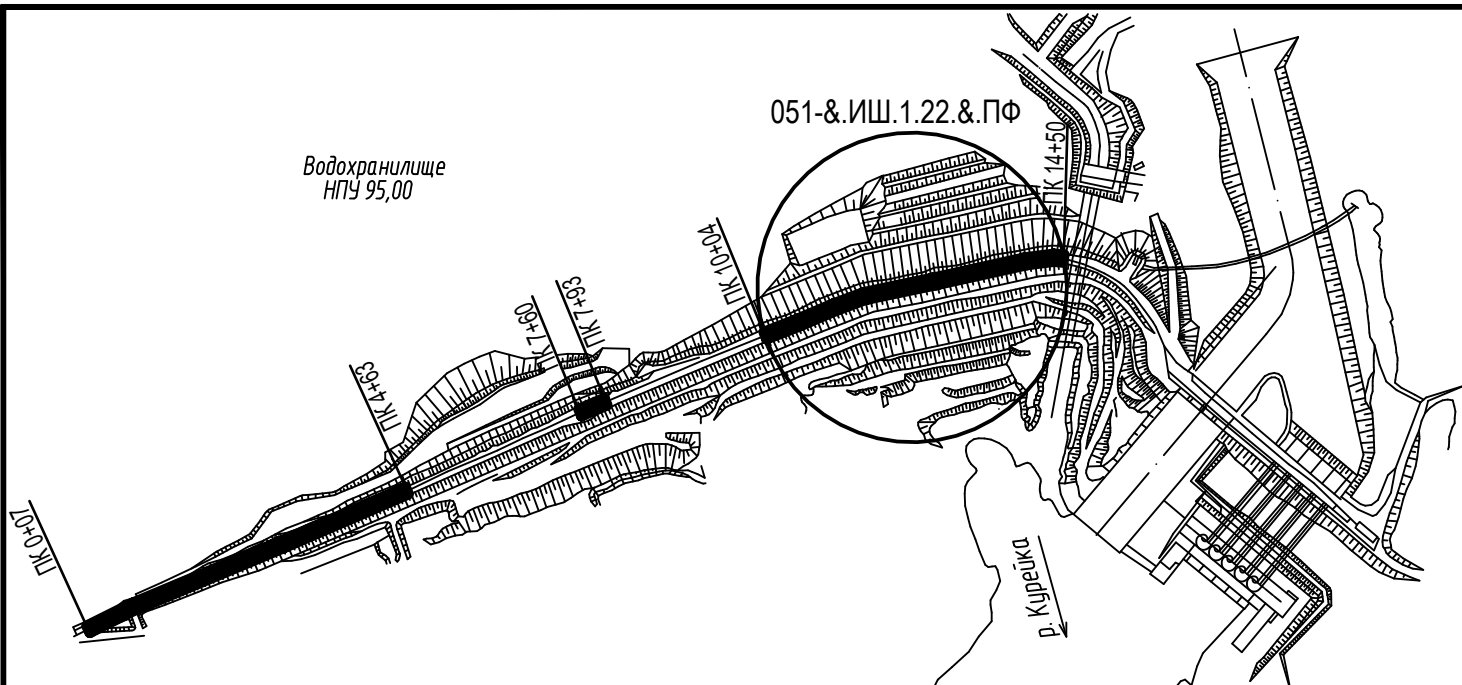
Ведомость документов графической части

Обозначение	Наименование	Примечание (стр.)
051-&.ИШ.1.20.&.ПФ лист 1	Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 10+04 до ПК 14+50. Общие данные	70
051-&.ИШ.1.20.&.ПФ лист 2	То же. План участка плотины	71
051-&.ИШ.1.20.&.ПФ лист 3	То же. Поперечные разрезы	72
051-&.ИШ.1.20.&.ПФ лист 4	То же. Привязка оси стены в грунте на плане и разрез по оси стены в грунте на участке от ПК 10+00 до ПК 11+40	73
051-&.ИШ.1.20.&.ПФ лист 5	То же. Привязка оси стены в грунте на плане и разрез по оси стены в грунте на участке от ПК 11+40 до ПК 12+80	74
051-&.ИШ.1.20.&.ПФ лист 6	То же. Привязка оси стены в грунте на плане и разрез по оси стены в грунте на участке от ПК 11+40 до ПК 12+80	75
051-&.ИШ.1.20.&.ПФ лист 7	То же. Размещение оборудования на гребне плотины	76
051-&.ИШ.1.20.&.ПФ лист 8	То же. Принципиальная технологическая схема узла для приготовления ГЦБ смеси	77
051-&.ИШ.1.20.&.ПФ лист 9	То же. Технологическая схема транспортировки ГЦБ смеси на плотину	78
051-&.ИШ.1.20.&.ПФ лист 10	То же. Сваи, с не извлеченными обсадными трубами	79
051-&.ИШ.1.20.&.ПФ лист 11	То же. Объемы работ и ведомость материалов	80
051-&.ИШ.1.21.&.ПФ лист 1	Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 7+60 до ПК 7+93. Общие данные	81
051-&.ИШ.1.21.&.ПФ лист 2	То же. Инженерно-геологический разрез по оси стены в грунте	82



Обозначение	Наименование	Примечание (стр.)
051-&.ИШ.1.21.&.ПФ лист 3	То же. План участка плотины	83
051-&.ИШ.1.21.&.ПФ лист 4	То же. Объемы работ и ведомость материалов	84
051-&.ИШ.1.22.&.ПФ лист 1	Руслловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 0+07 до ПК 4+63. Общие данные	85
051-&.ИШ.1.22.&.ПФ лист 2	То же. Инженерно-геологический разрез по оси стены в грунте	86
051-&.ИШ.1.22.&.ПФ лист 3	То же. План участка плотины	87
051-&.ИШ.1.22.&.ПФ лист 4	То же. Узлы 1 и 2	88
051-&.ИШ.1.22.&.ПФ лист 5	То же. Объемы работ и ведомость материалов	89
051-&.ИШ.1.24.&.ПФ лист 1	Правобережная плотина. II понижение. Реконструкция ПФУ плотины Общие данные	90
051-&.ИШ.1.24.&.ПФ лист 2	То же. План II понижения правобережной плотины	91
051-&.ИШ.1.24.&.ПФ лист 3	То же. Продольный разрез по оси стены в грунте	92
051-&.ИШ.1.24.&.ПФ лист 4	То же. Разрез 1-1	93
051-&.ИШ.1.24.&.ПФ лист 5	То же. Объемы работ и ведомость материалов	94





Ведомость чертежей комплекта 051-&.ИШ.1.20.&.ПФ

Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	
2	План участка плотины	
3	Поперечные разрезы	
4	Привязка оси стены в грунте на плане и разрез по оси стены в грунте на участке от ПК 10+00 до ПК 11+40	
5	Привязка оси стены в грунте на плане и разрез по оси стены в грунте на участке от ПК 11+40 до ПК 12+80	
6	Привязка оси стены в грунте на плане и разрез по оси стены в грунте на участке от ПК 12+80 до ПК 14+50,3	
7	Размещение оборудования на гребне плотины	
8	Принципиальная технологическая схема узла для приготовления ГЦБ смеси	
9	Технологическая схема транспортировки ГЦБ смеси на плотину	
10	Сваи, с не извлеченными обсадными трубами	
11	Объемы работ и ведомость материалов	

Ведомость комплектов проектной документации

Обозначение	Наименование	Примечание
ООО "Институт Геостройпроект"	Русловая плотина. Анализ состояния выполненных ремонтных работ и проект завершения реконструкции плотины. Пояснительная записка	
051-&.ИШ.1.19.&.ПЗ		
ООО "Институт Геостройпроект"	Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 10+04 до ПК 15+50. Чертежи	
051-&.ИШ.1.20.&.ПФ		
ООО "Институт Геостройпроект"	Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 7+60 до ПК 7+93. Чертежи	
051-&.ИШ.1.21.&.ПФ		
ООО "Институт Геостройпроект"	Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 0+07 до ПК 4+63. Чертежи	
051-&.ИШ.1.22.&.ПФ		

Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

Обозначение	Наименование	Примечание
<u>Ссылочные документы</u>		
АО "Ленгидропроект"	ЗАДАНИЕ " разработка проектной документации	
Приложение N 1 к договору N 045-ГСП-21	по реконструкции противофильтрационных устройств земляных плотин Курейской ГЭС"	

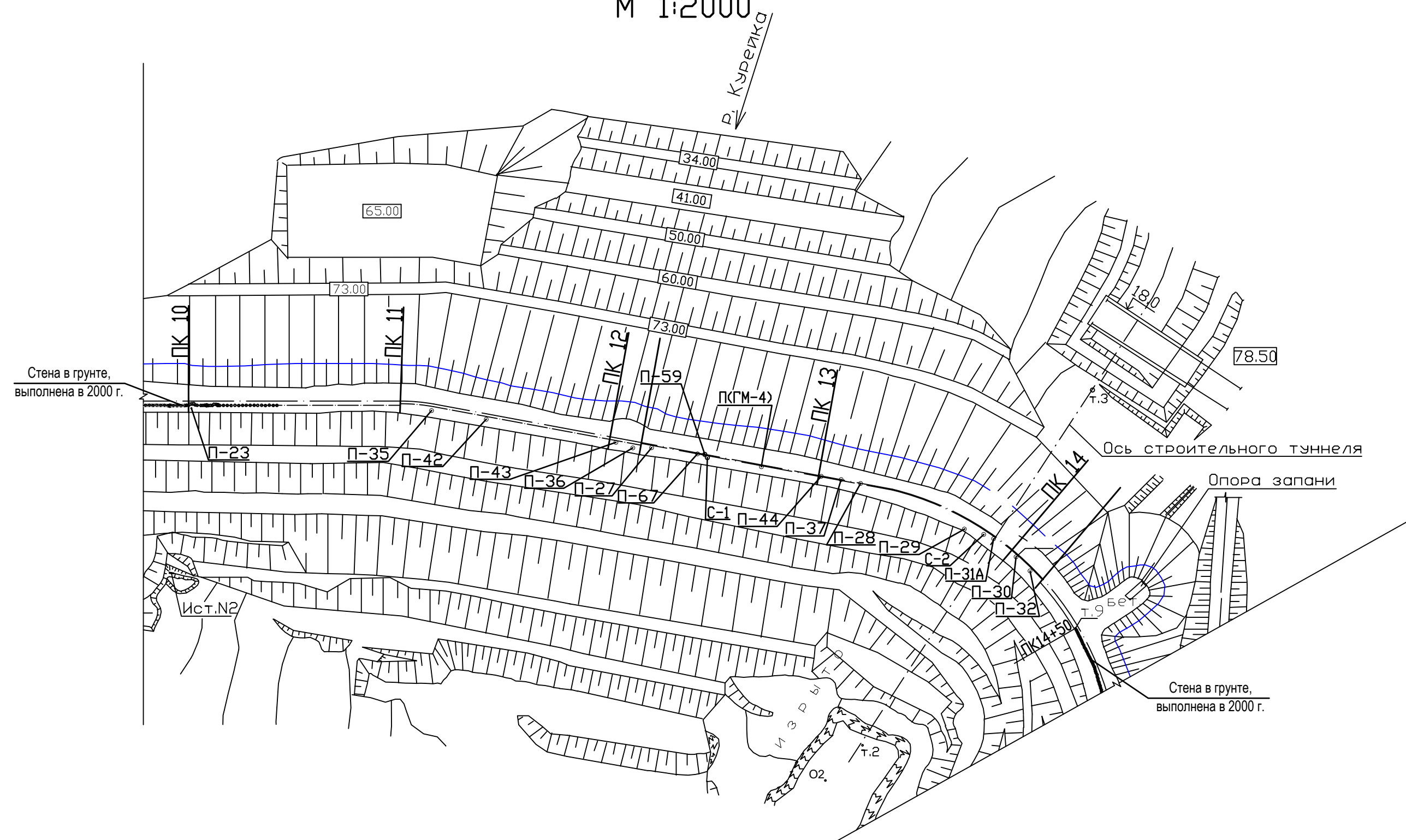
Общие указания

- Настоящий комплект чертежей в составе проектной документации по реконструкции противофильтрационных устройств земляной русловой плотины Курейской ГЭС разработан по заданию АО "Ленгидропроект" (приложение 1 к договору № 045-ГСП-21).
- С 1998 г. на ряде участков русловой плотины, основанием которых служили аллювиальные грунты, выполнена глиноцементобетонная стена в грунте, обеспечившая надежное сопряжение плотины с нижележащей толщей слабopоницаемых супесчано-суглинистых отложений. С 2000 г. этим же способом выполнялись работы по реконструкции гребня на русловой плотины. В 2013 г. работы по реконструкции земляных плотин Курейской ГЭС были остановлены.
- В настоящем комплекте проектной документации представлено предложение Института Геостройпроект о завершении реконструкции противофильтрационных устройств русловой плотины. На участках, на которых основанием плотины являются аллювиальные отложения, предлагается выполнить стену в грунте до заглубления в коренные долериты. На остальных участках можно ограничиться реконструкцией оголовка плотины.
- Глиноцементобетонная стена в грунте выполняется с гребня плотины из пересекающихся свай диаметром 1200 мм, шаг свай 1000 мм. После заполнения свай глиноцементобетоном до отм. 98,5 м, верхняя часть свай (с гребня до отм. 98,5 м) заполняется ранее выбуренным грунтом.
- Для сохранения максимально возможного количества действующих расположенных на гребне плотины пьезометров положение оси стены в грунте изменяется относительно оси плотины (л.л. 3-7).


051-&.ИШ.1.20.&.ПФ					
Курейская ГЭС на р. Курейке					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Зам.Ген.дир.		Соколовский			
ГИП		Шишов			
Разработал		Головина			
Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 10+04 до ПК 14+50				Стадия	Лист
Общие данные				п	1
				Листов	11
Институт "Геостройпроект" Москва				2022 г.	

Изм. инв. №, Подпись и дата, Взам. инв. №

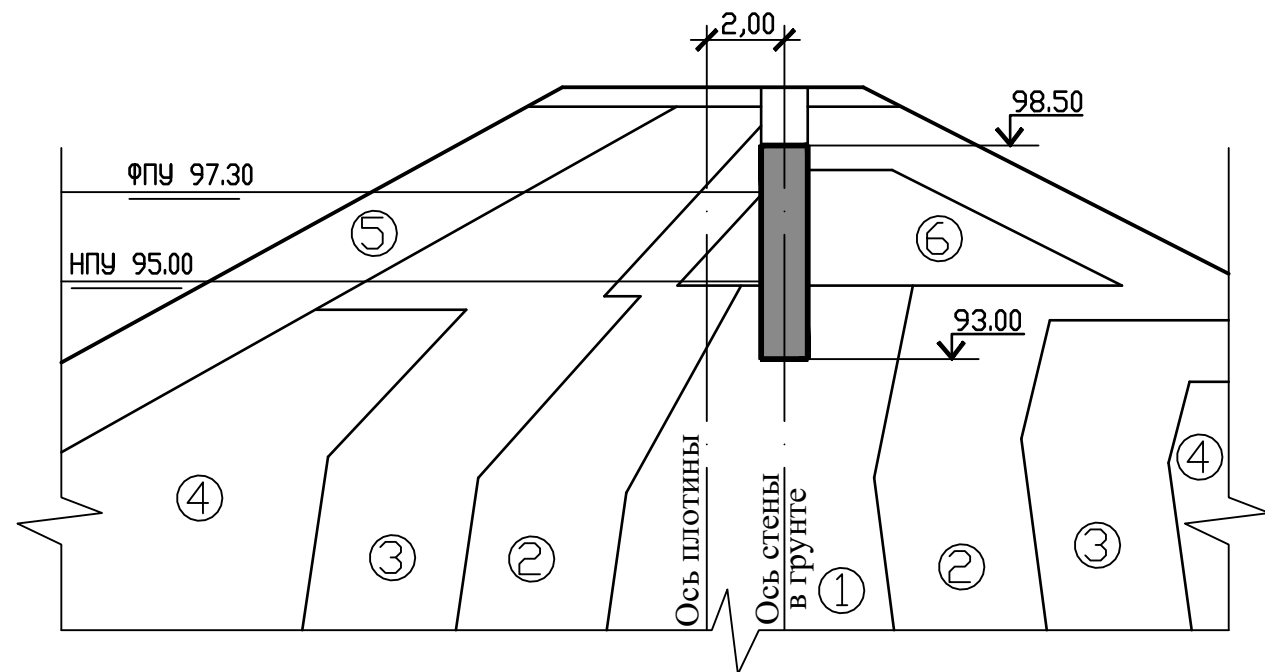
План участка плотины М 1:2000



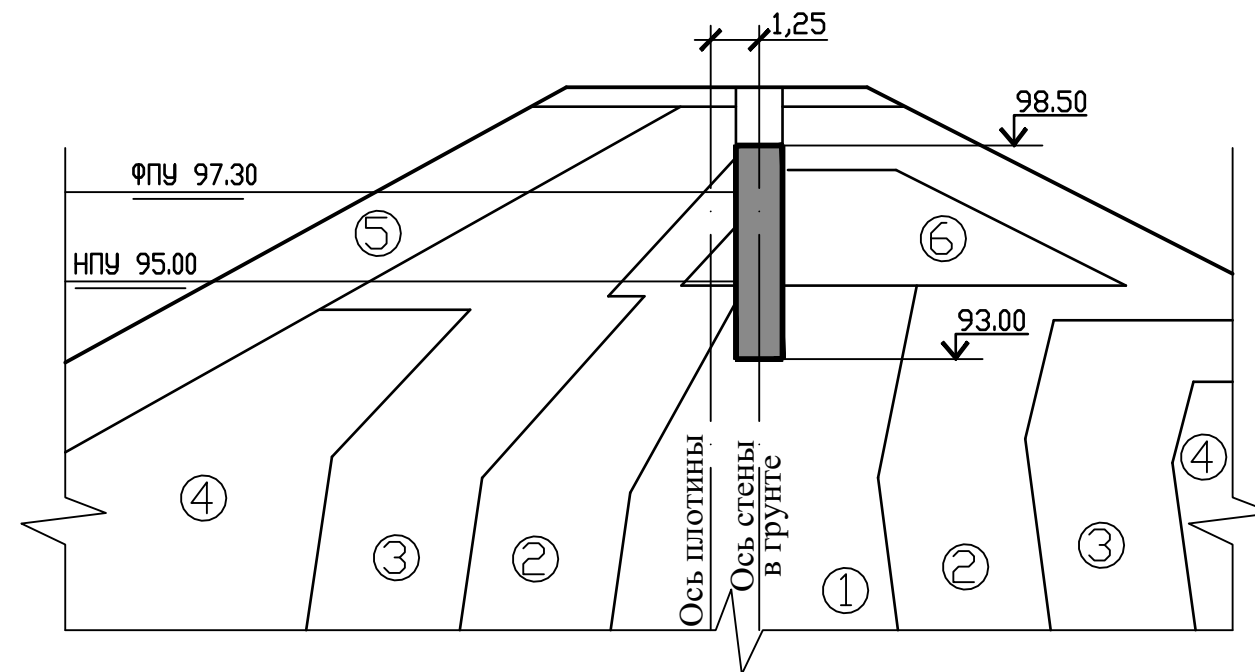
Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

						051-&.ИШ.1.20.&.ПФ			
						Курейская ГЭС на р. Курейке			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 10+04 до ПК 14+50	Стадия	Лист	Листов
Зам. Ген. дир.		Соколовский					п	2	
ГИП		Шишов							
Разработал		Головина				План участка работ	 Институт "Геостройпроект" Москва 2022 г.		

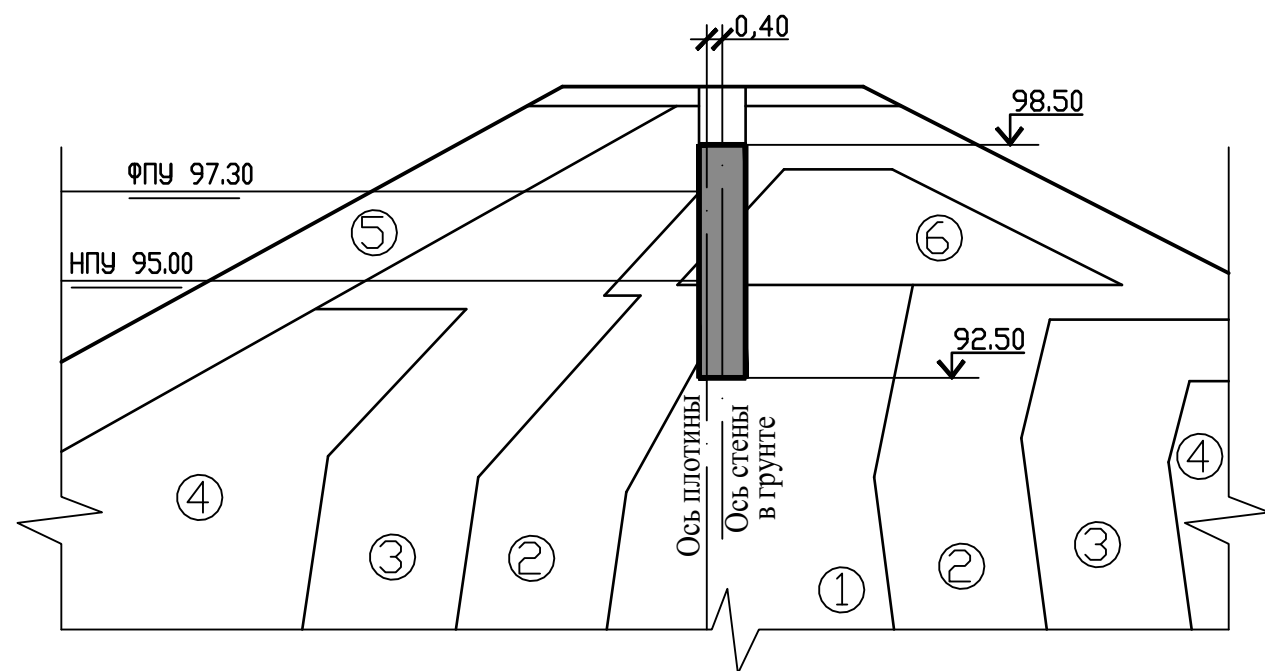
Поперечный разрез (ПК10+04...11+00; 14+20...14+50)
М 1:200



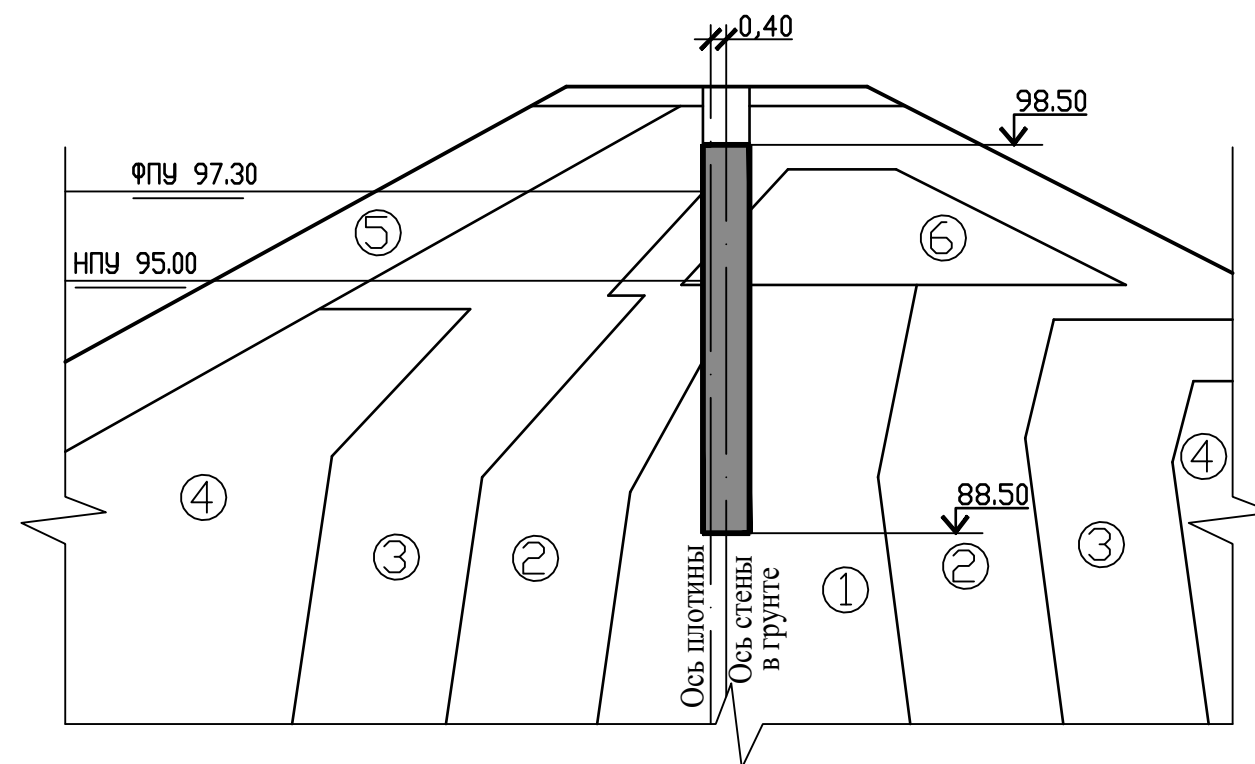
Поперечный разрез (ПК11+00...12+15)
М 1:200



Поперечный разрез (ПК12+15...12+35; 12+55...14+20)
М 1:200




Поперечный разрез (ПК12+35...12+55)
М 1:200



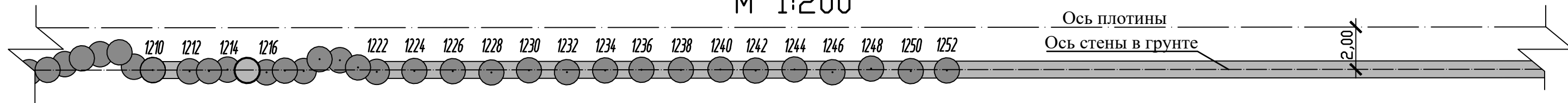
Условные обозначения элементов тела плотины

- | | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| ① - Ядро плотины | ④ - Горная масса |
| ② - Первый слой фильтра | ⑤ - Крепление откосов горной массой |
| ③ - Второй слой фильтра | ⑥ - Песчаная призма |

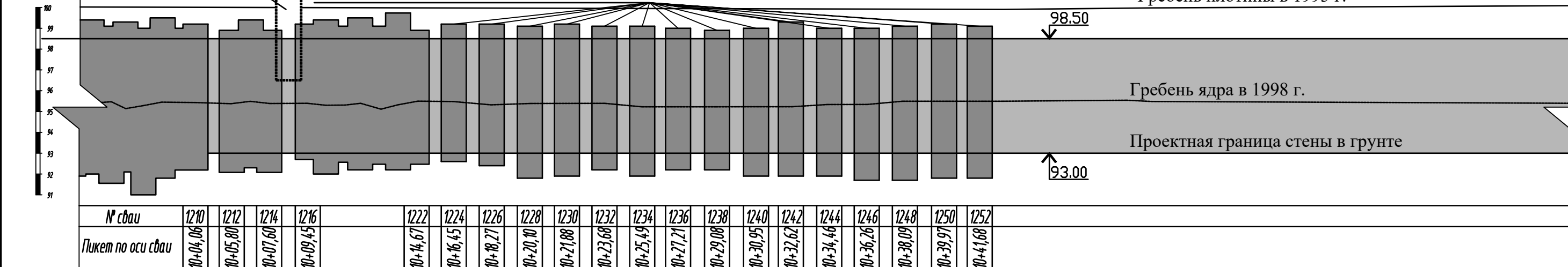
Изм. № подл. Подпись и дата Взам. инв. №

						051-&.ИШ.1.20.&.ПФ			
						Курейская ГЭС на р. Курейке			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 10+04 до ПК 14+50	Стадия	Лист	Листов
							п	3	
						Поперечные разрезы	 Институт "Геостройпроект" Москва 2022 г.		

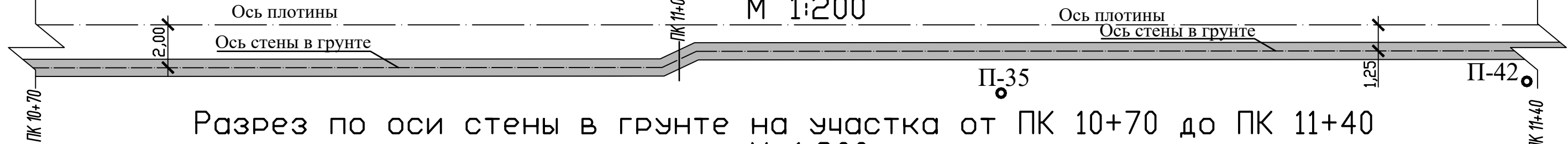
Привязка оси стены в грунте на плане участка от ПК 10+00 до ПК 10+70
М 1:200



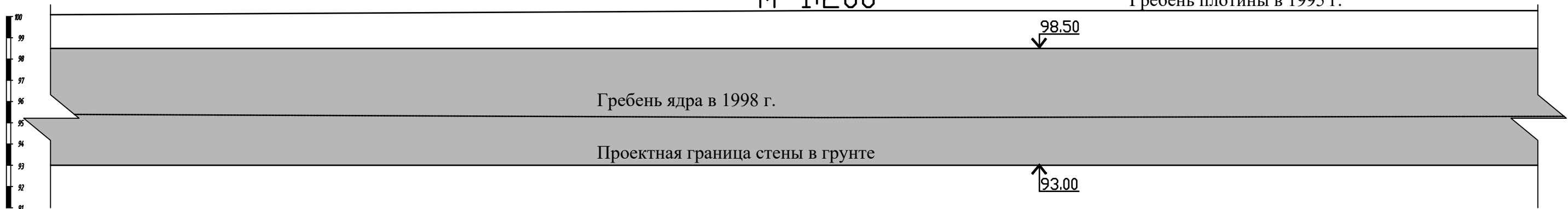
Обсадная труба до глубины 3 м, подлежащая извлечению
Разрез по оси стены в грунте на участке от ПК 10+00 до ПК 10+70
М 1:200



Привязка оси стены в грунте на плане участка от ПК 10+70 до ПК 11+40
М 1:200



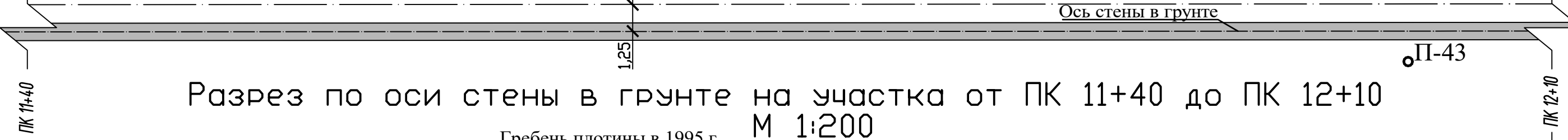
Разрез по оси стены в грунте на участке от ПК 10+70 до ПК 11+40
М 1:200



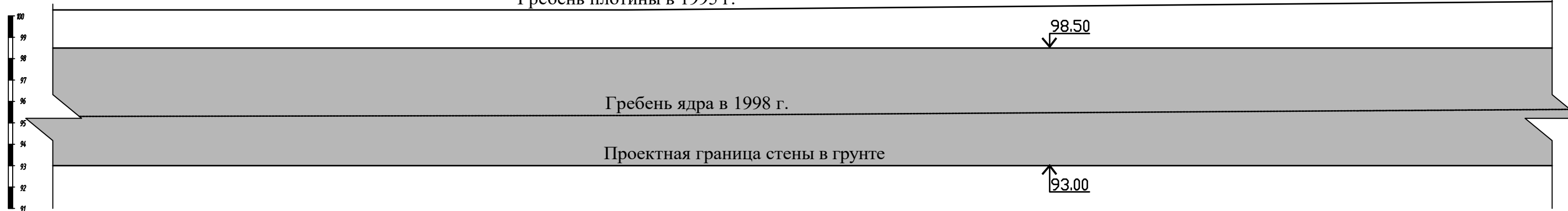
Изм. № подл. Подпись и дата Взам. инв. №

						051-&.ИШ.1.20.&.ПФ			
						Курейская ГЭС на р. Курейке			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 10+04 до ПК 14+50	Стадия	Лист	Листов
	Зам.Ген.дир.	Соколовский					п	4	
	ГИП	Шишов							
	Разработал	Головина				Привязка оси стены в грунте на плане и разрез по оси стены в грунте на участке от ПК 10+00 до ПК 11+40		Институт "Геостройпроект" Москва 2022 г.	

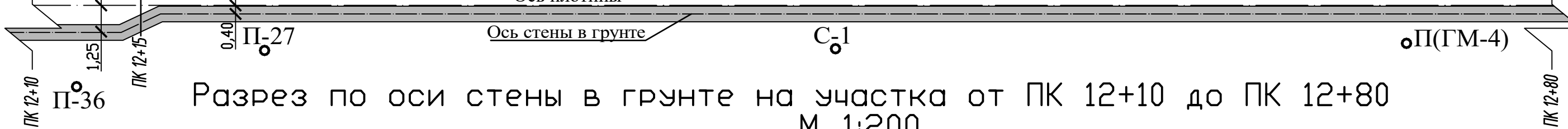
Привязка оси стены в грунте на плане участка от ПК 11+40 до ПК 12+10
 М 1:200



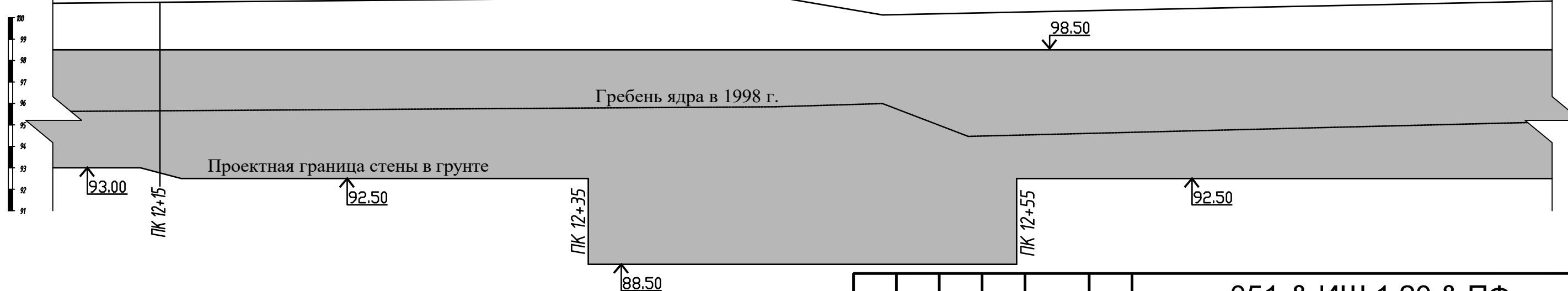
Разрез по оси стены в грунте на участке от ПК 11+40 до ПК 12+10
 М 1:200



Привязка оси стены в грунте на плане участка от ПК 12+10 до ПК 12+80
 М 1:200



Разрез по оси стены в грунте на участке от ПК 12+10 до ПК 12+80
 М 1:200

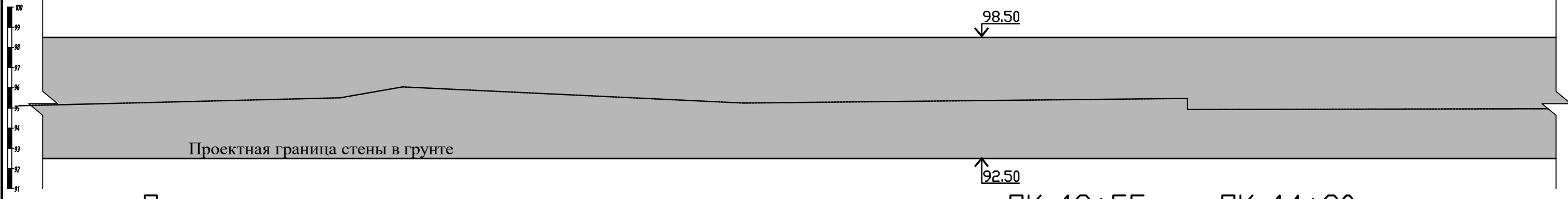


						051-И.ИШ.1.20.И.ПФ			
						Курейская ГЭС на р. Курейке			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 10+04 до ПК 14+50	Стадия	Лист	Листов
							п	5	
Зам.Ген.дир.		Соколовский		<i>[Signature]</i>			Привязка оси стены в грунте на плане и разрез по оси стены в грунте на участке от ПК 11+40 до ПК 12+80	Институт "Геостройпроект" Москва	2022 г.
ГИП		Шишов		<i>[Signature]</i>					
Разработал		Головина		<i>[Signature]</i>					

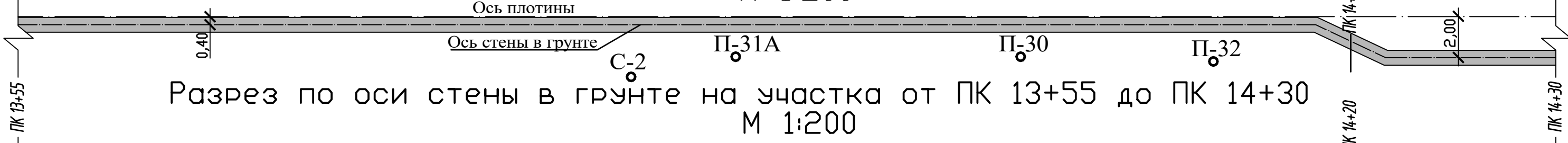
Привязка оси стены в грунте на плане участка от ПК 12+80 до ПК 13+55
М 1:200



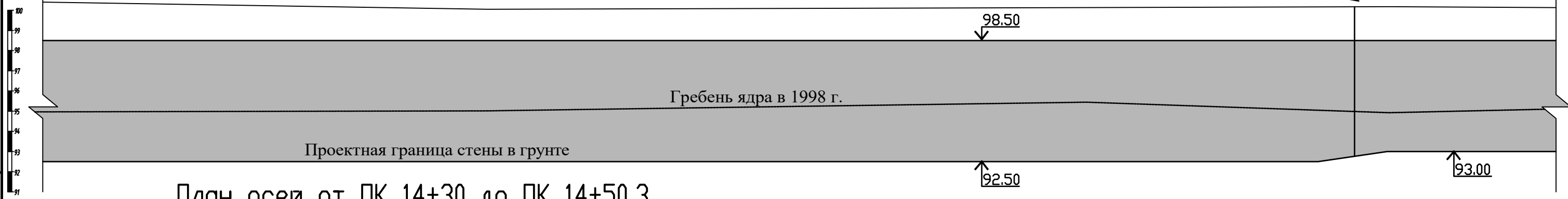
Разрез по оси стены в грунте на участке от ПК 12+80 до ПК 13+55
М 1:200



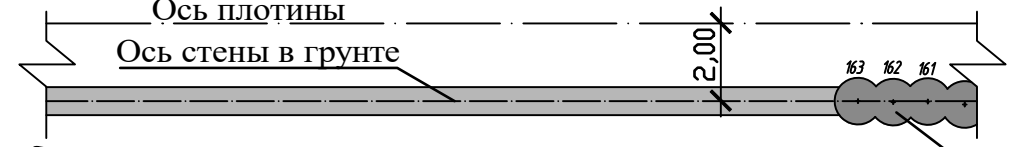
Привязка оси стены в грунте на плане участка от ПК 13+55 до ПК 14+30
М 1:200



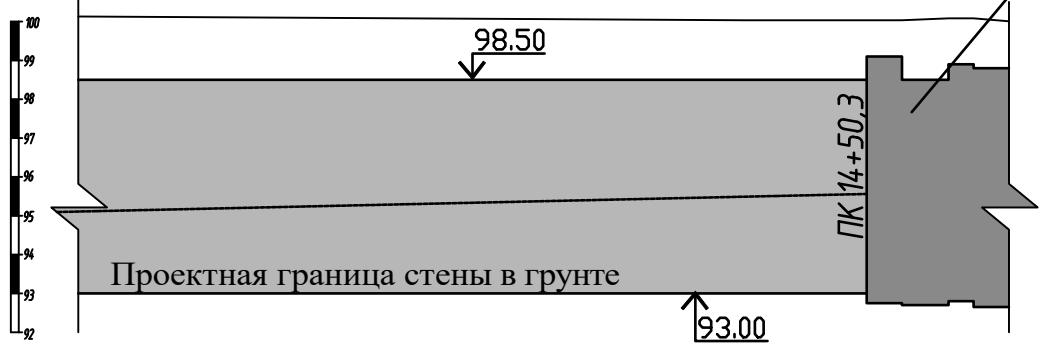
Разрез по оси стены в грунте на участке от ПК 13+55 до ПК 14+30
М 1:200



План осей от ПК 14+30 до ПК 14+50,3



Разрез от ПК 14+30 до ПК 14+50,3



Выполненная в 2000 г. стена в грунте

Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата

051-&.ИШ.1.20.&.ПФ

Курейская ГЭС на р. Курейке

Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 10+04 до ПК 14+50	Стадия	Лист	Листов
	п	6	

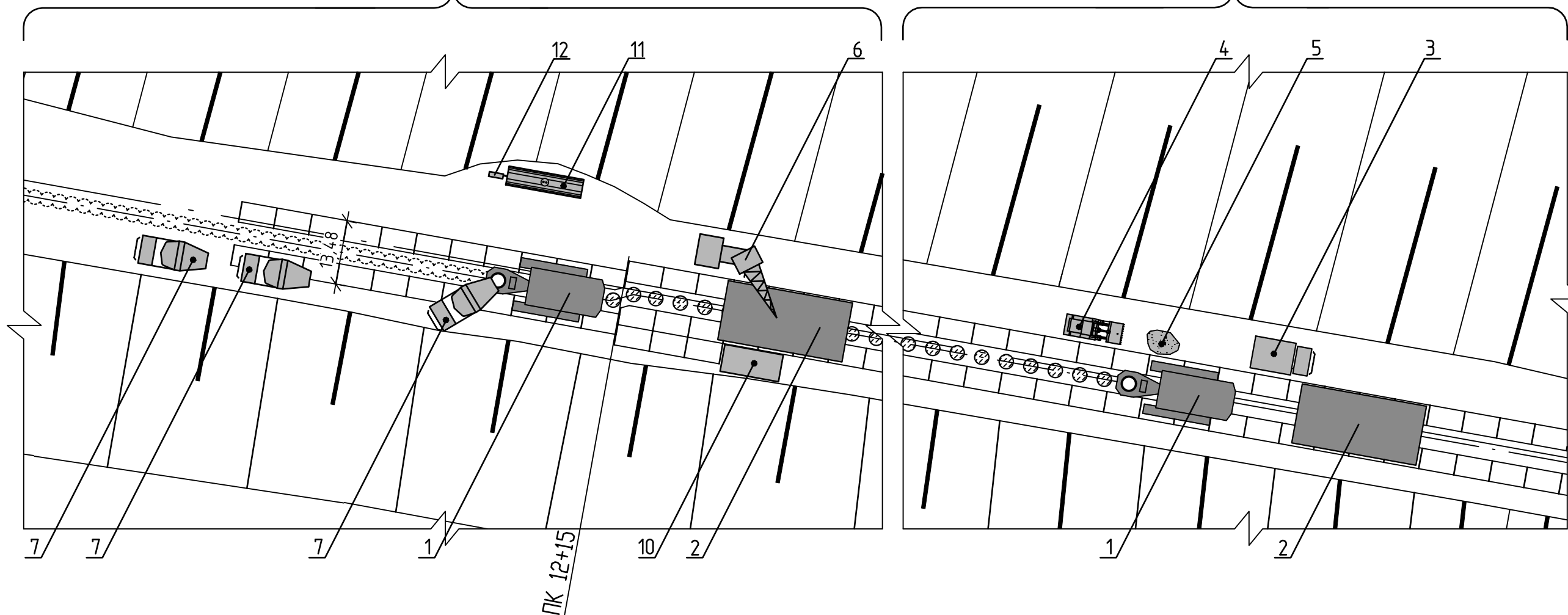
Привязка оси стены в грунте на плане и разрез по оси стены в грунте на участке от ПК 12+80 до ПК 14+50,3

Институт "Геостройпроект" Москва 2022 г.

Размещение оборудования на гребне плотины

Сооружение стены в грунте
(бетонирование свай 2-й очереди)

Сооружение стены в грунте
(бурение свай 1-й очереди)



1. Буровая установка типа Вауег ВВ-28, укомплектованная обсадным столом, буровым шнеком, ковшедуром, буровым долотом, обсадными и бетонолитными трубами.
2. Складирование обсадных, бетонолитных труб, бурового инструмента, закладных труб.
3. Автосамосвал для вывоза выбуренного грунта.
4. Погрузчик фронтального типа ТО-18А.
5. Отвал выбуренного грунта.
6. Автокран типа КС-55729 (КС-55713).
7. Автобетоносмеситель типа АВС-8А (58148Z) (АВС-581412) с утепленным барабаном.
10. Прорабская с помещением для обогрева рабочих.
11. Емкость воды объемом 25 м³, укомплектованная водяным насосом (12).

						051-&.ИШ.1.20.&.ПФ				
						Курейская ГЭС на р. Курейке				
						Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 10+04 до ПК 14+50		Стадия	Лист	Листов
						Размещение оборудования на гребне плотины		п	7	
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док	Подпись	Дата					
				<i>Соколовский</i>						
				<i>Шишов</i>						
				<i>Головина</i>						
						Институт "Геостройпроект" Москва		2022 г.		

Принципиальная технологическая схема узла для приготовления глиноцементобетонной смеси

Экспликация:

1. Склад цемента
2. Склад бентонита
3. Шнековые питатели
4. Дозатор цемента и бентонита
5. Расходный бункер заполнителей (щебень, песок)
6. Скиповый подъемник
7. Весы тензометрические
8. Дозатор воды
9. Бетономешалка 2-3 м³ (не менее 1000 оборотов/мин.)
10. Фронтальный погрузчик
11. Автоцементовоз
12. Автобетоносмеситель

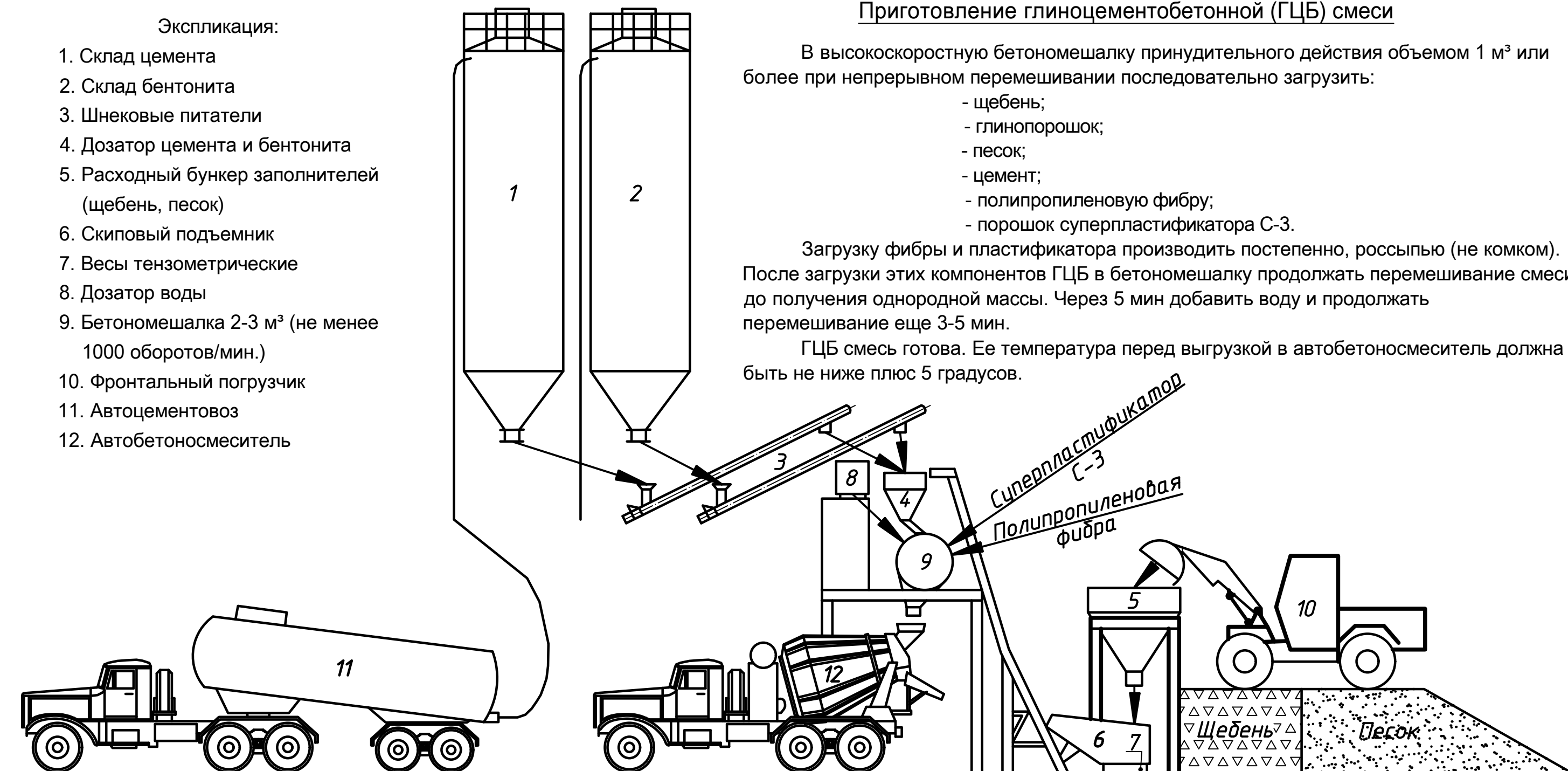
Приготовление глиноцементобетонной (ГЦБ) смеси

В высокоскоростную бетономешалку принудительного действия объемом 1 м³ или более при непрерывном перемешивании последовательно загрузить:

- щебень;
- глинопорошок;
- песок;
- цемент;
- полипропиленовую фибру;
- порошок суперпластификатора С-3.

Загрузку фибры и пластификатора производить постепенно, россыпью (не комком). После загрузки этих компонентов ГЦБ в бетономешалку продолжать перемешивание смеси до получения однородной массы. Через 5 мин добавить воду и продолжать перемешивание еще 3-5 мин.

ГЦБ смесь готова. Ее температура перед выгрузкой в автобетоносмеситель должна быть не ниже плюс 5 градусов.



1. Состав ГЦБ смеси должен быть разработан в специализированной лаборатории (например – ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева) из материалов, которые будут использоваться на Курейской ГЭС при выполнении стены в грунте. Разработка состава ГЦБ с уточнением технологии ее приготовления должна быть закончена до выпуска рабочей документации.

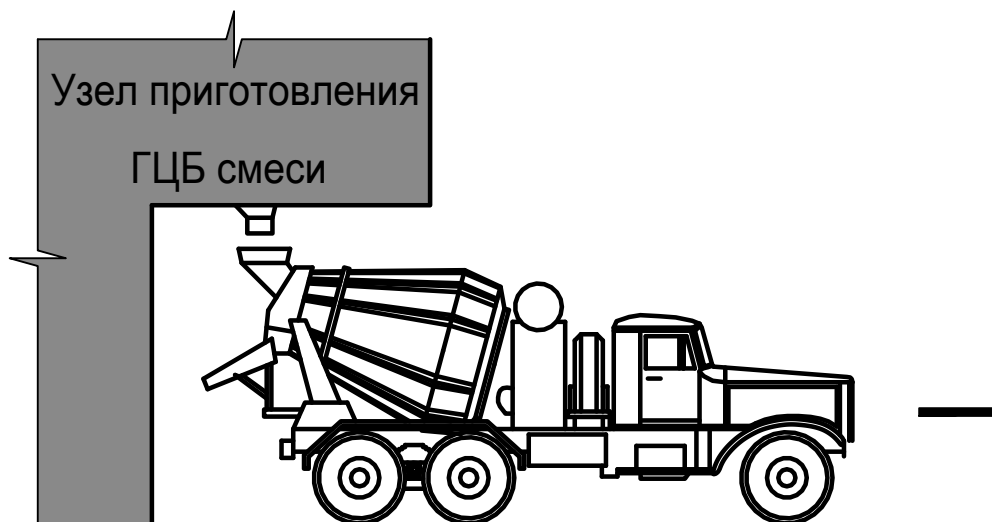
2. Строительная лаборатория осуществляет контроль:

- за составами и влажностью песка и щебня (при необходимости, корректирует количество воды в смеси);
- за температурой ГЦБ смеси (в холодный период).

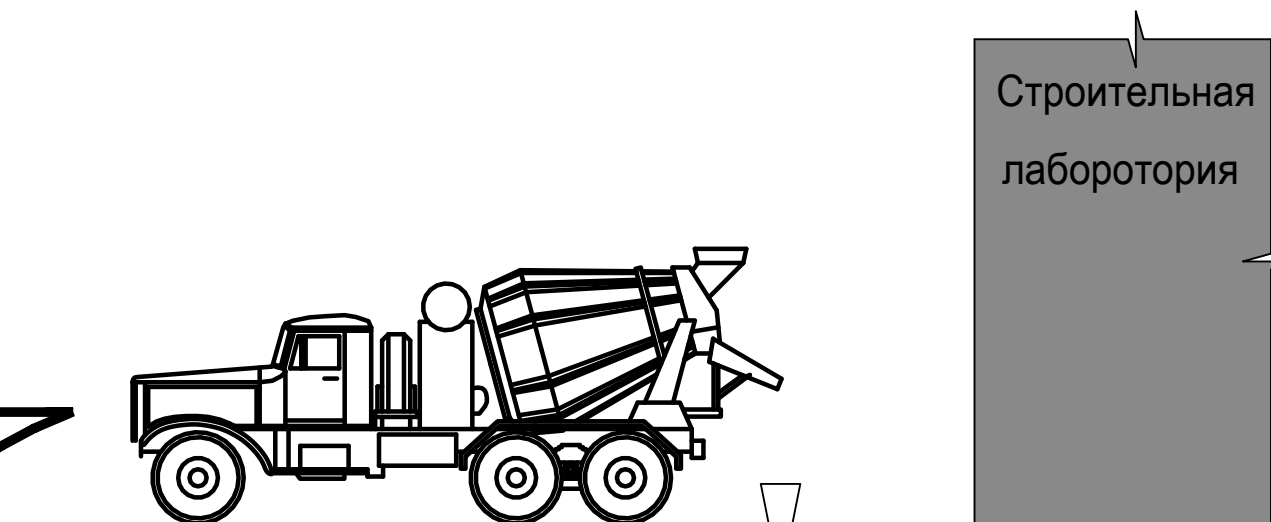
						051-&.ИШ.1.20.&.ПФ			
						Курейская ГЭС на р. Курейке			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Русловая плотина. Реконструкция оголовка на участке от ПК 10+04 до ПК 14+50	Стадия	Лист	Листов
Зам.Ген.дир.		Соколовский					п	8	
ГИП		Шишов							
Разработал		Головина				Принципиальная технологическая схема узла для приготовления ГЦБ смеси	 Институт "Геостройпроект" Москва 2022 г.		

Схема транспортировки глиноцементобетонной смеси на плотину

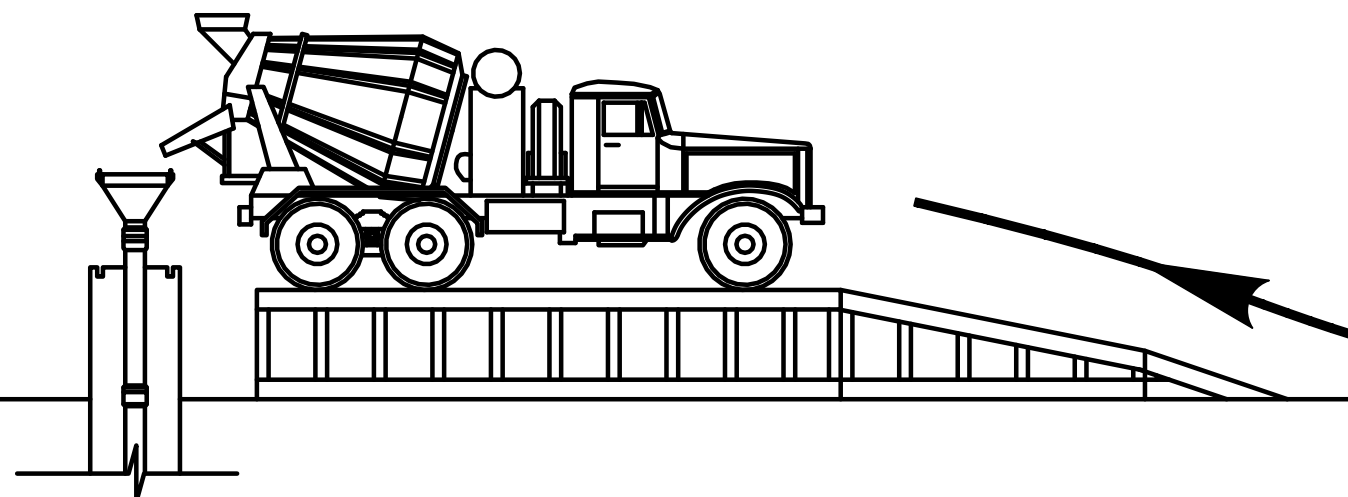
1. Загрузка в автобетоносмеситель ГЦБ смеси



2. Отбор пробы ГЦБ смеси в строительной лаборатории



3. Заливка ГЦБ смеси в подготовленную к бетонированию сваю



1. Строительная лаборатория определяет осадку и расплыв конуса для незначительной корректировки составляющих и оценки качества прготовленного глиноцементобетона. Осуществляет закладку контрольных образцов.

2. Транспортировка глиноцементобетонной смеси на плотину осуществляется автобетоносмесителями при постоянном вращении барабана с максимальной скоростью.

3. Если от момента загрузки последней порции ГЦБ в автобетоносмеситель до начала выгрузки в бетонлируемую сваю прошло более 1 часа, в обязательном порядке на рабочей площадке должна проводиться ее проверка на однородность и осадку конуса.

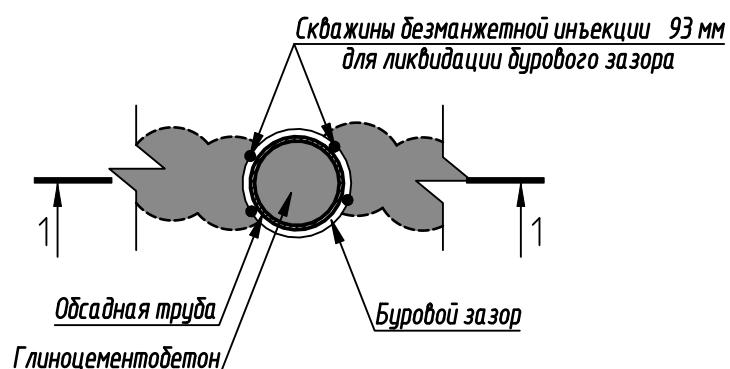
4. При снижении подвижности смеси до 16-17 см после транспортировки ГЦБ смеси, допускается перед подачей ее в скважину дополнительно вводить в автобетоносмеситель суперпластификатор С-3 в виде заранее приготовленного раствора.

5. Запрещается, при недостаточной подвижности разбавлять смесь ГЦБ водой.

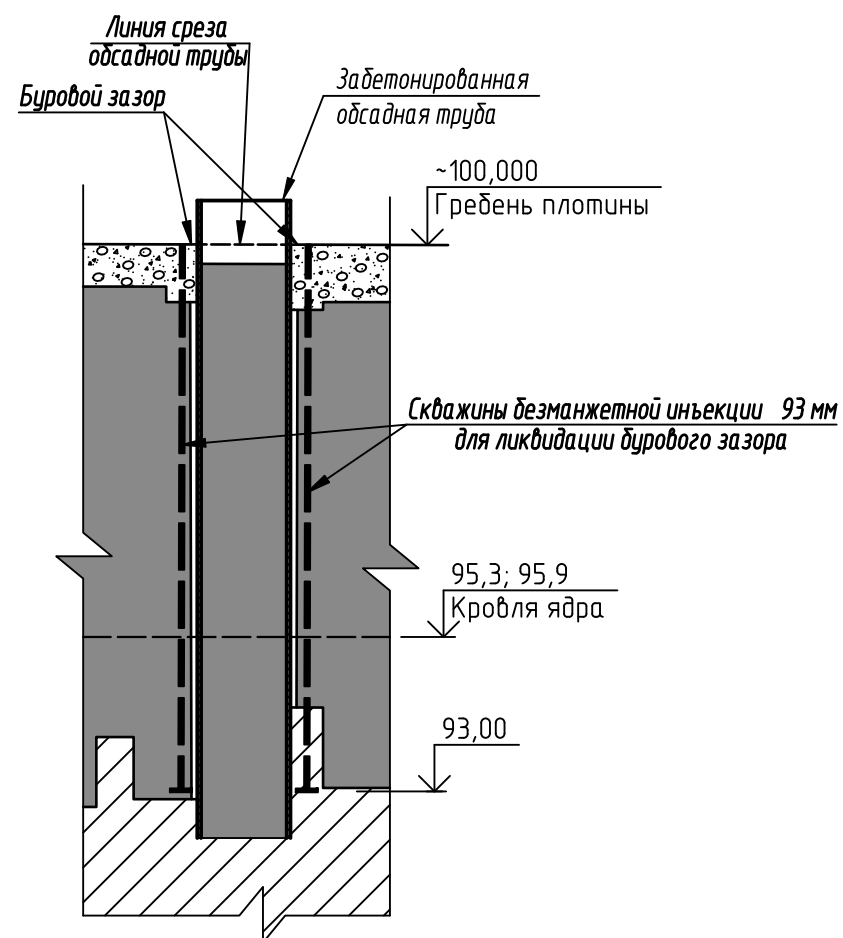
Изм. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. №

						051-&.ИШ.1.20.&.ПФ			
						Курейская ГЭС на р. Курейке			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Русловая плотина. Реконструкция оголовка на участке от ПК 10+04 до ПК 14+50	Стадия	Лист	Листов
	Зам.Ген.дир.		Соколовский				п	9	
	ГИП		Шишов						
	Разработал		Головина			Технологическая схема транспортировки ГЦБ смеси на плотину	 Институт "Геостройпроект" Москва 2022 г.		

Плановое расположение инъекционных скважин у сваи № 1195Д (ПК 9+91,2) и сваи № 1221 (ПК 10+13,8)



1-1



Объемы работ

№№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во единиц
1	2	3	4
1	Срезка трубы диаметром 1200 мм	шт.	2
2	Роторное бурение с глинистой промывкой глубиной до 50 м Ø 93 мм в грунтах 3 группы	м	30
3	Цементация грунтов цементно-бentonитовым раствором Ц:Б:В=200:40:920 с поглощением материалов 100 кг/м	м	30

В составе выполненного ранее наращивания ПФУ из бурящихся свай диаметром 1200 мм не извлечены обсадные трубы по трем скважинам:

1. Скважина №1195д на ПК 9+91,17, с отметкой забоя 92,4 м. Обсадная труба Ø1200мм забетонирована.
2. Скважина №1221 на ПК 10+13,78, с отметкой забоя 92,2 м. Обсадная труба Ø1200мм забетонирована.
3. Скважина №1215 на ПК 10+08,53, с отметкой забоя 97,0 м. Обсадная труба Ø1200мм не забетонирована.

Обсадную трубу из скважины № 1215 необходимо извлечь. Для срыва трубы в скважине № 1215 и обеспечения вертикального перемещения необходимо усилие до 50 т.с. Для этих целей в практике применяют гидравлические домкраты грузоподъемностью суммарной ориентировочно 100 т.с. Дальнейший подъем может осуществляться с помощью копра и лебедки.

Извлекать обсадные трубы из забетонированных на полную глубину скважин №№ 1195Д и 1221 не следует. Необходимо выполнить их срезку и тампонаж бурового зазора методом безманжетной инъекции по схеме, представленной на чертеже. Такое решение обеспечивает сплошность и долговечность ПФУ.

051-&.ИШ.1.20.&.ПФ

Курейская ГЭС на р. Курейке

Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Стадия	Лист	Листов	
Зам.Ген.дир.		Соколовский				Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 10+04 до ПК 14+50	п	10	
ГИП		Шишов							
Разработал		Головина							
Сваи, с не извлеченными обсадными трубами							Институт "Геостройпроект" Москва 2022 г.		

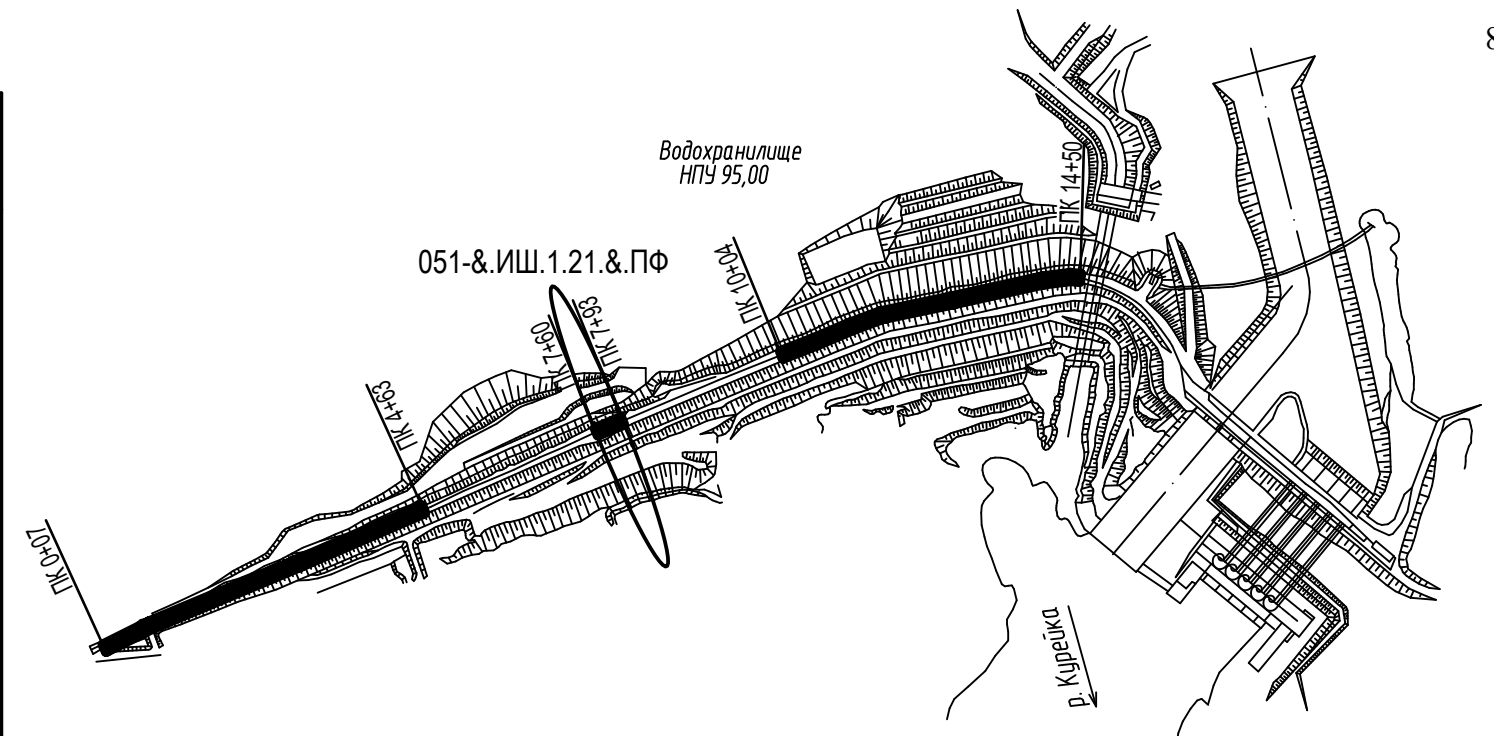
Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Ведомость комплектов проектной документации

Обозначение	Наименование	Примечание
ООО "Институт Геостройпроект"	Русловая плотина. Анализ состояния выполненных	
051-&.ИШ.1.19.&.ПЗ	ремонтных работ и проект завершения реконструкции	
	плотины. Пояснительная записка	
ООО "Институт Геостройпроект"	Русловая плотина. Реконструкция на участке	
051-&.ИШ.1.20.&.ПФ	от ПК 10+04 до ПК 15+50. Чертежи	
ООО "Институт Геостройпроект"	Русловая плотина. Реконструкция на участке	
051-&.ИШ.1.21.&.ПФ	от ПК 7+60 до ПК 7+93. Чертежи	
ООО "Институт Геостройпроект"	Русловая плотина. Реконструкция на участке	
051-&.ИШ.1.22.&.ПФ	от ПК 0+07 до ПК 4+63. Чертежи	



Общие указания

1. Настоящий комплект чертежей в составе проектной документации по реконструкции противофильтрационных устройств земляной русловой плотины Курейской ГЭС разработан по заданию АО "Ленгидропроект" (приложение 1 к договору № 045-ГСП-21).
2. С 1998 г. на ряде участков русловой плотины, основанием которых служили аллювиальные грунты, выполнена глиноцементобетонная стена в грунте, обеспечившая надежное сопряжение плотины с нижележащей толщей слабопроницаемых супесчано-суглинистых отложений. С 2000 г. этим же способом выполнялись работы по реконструкции гребня на русловой плотине. В 2013 г. работы по реконструкции земляных плотин Курейской ГЭС были остановлены.
3. В настоящем комплекте проектной документации представлено предложение Института Геостройпроект о завершении реконструкции противофильтрационных устройств русловой плотины. На участках, на которых основанием плотины являются аллювиальные отложения, предлагается выполнить стену в грунте до заглубления в коренные долериты или в слабопроницаемые супесчано-суглинистые отложения. На остальных участках можно ограничиться реконструкцией оголовка плотины.
4. Глиноцементобетонная стена в грунте выполняется с гребня плотины из пересекающихся свай диаметром 1200 мм, на участке от ПК 7+60 до ПК 7+93 шаг свай 850 мм. После заполнения свай глиноцементобетоном до отм. 98,5 м, верхняя часть свай (с гребня до отм. 98,5 м) заполняется ранее выбуренным грунтом.
5. Размещение оборудования на гребне плотины представлено на чертеже 051-&.ИШ.1.20.&.ПФ, л. 7.

Ведомость чертежей комплекта 051-&.ИШ.1.21.&.ПФ

Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	
2	Инженерно-геологический разрез по оси стены в грунте	
3	План участка плотины	
4	Объемы работ и ведомость материалов	

Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

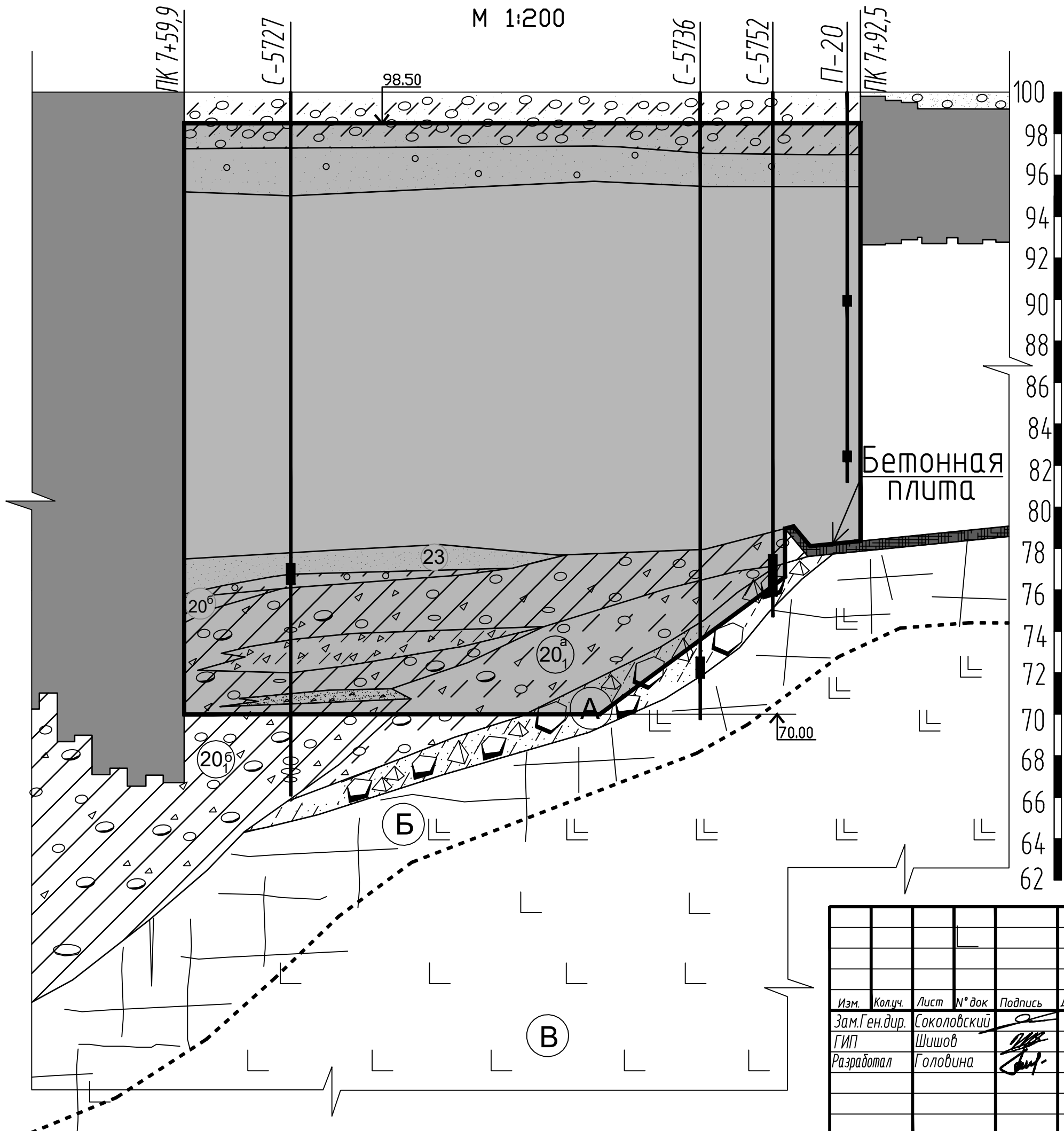
Обозначение	Наименование	Примечание
Ссылочные документы		
АО "Ленгидропроект"	ЗАДАНИЕ " разработка проектной документации	
Приложение N 1 к договору	по реконструкции противофильтрационных	
N 045-ГСП-21	устройств земляных плотин Курейской ГЭС"	

051-&.ИШ.1.21.&.ПФ					
Курейская ГЭС на р. Курейке					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Зам.Ген.дир.		Соколовский		<i>[Signature]</i>	
ГИП		Шишов		<i>[Signature]</i>	
Разработал		Головина		<i>[Signature]</i>	
Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 7+60 до ПК 7+93				Стадия	Лист
Общие данные				п	1
Институт "Геостройпроект" Москва				Листов	4
Москва				2022 г.	

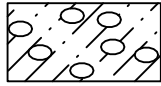
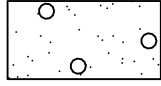
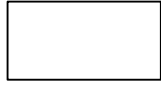
Инд. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. №

Инженерно-геологический разрез по оси плотины

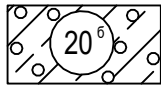
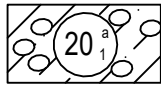
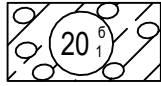
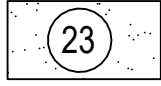
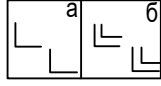





М 1:200



А. ГРУНТЫ ТЕЛА ПЛОТИНЫ

-  Галечниковый грунт с супесчаным заполнителем
-  Песок гравелистый
-  Суглинок, реже супесь гравелисто-галечниковые, гравийно-галечниковый грунт с суглинистым, реже супесчаным заполнителем с валунами

Б. ГРУНТЫ ОСНОВАНИЯ

-  Гравийный грунт с суглинистым заполнителем
-  Галечниковый грунт с супесчаным заполнителем
-  Галечниковый грунт с крупными валунами и глинистым заполнителем
-  Песок буровато-коричневый, тонкозернистый
-  Долериты: а-катангского типа; б-норильского типа
-  Обломочно-глыбовые развалы (курумник) и разборная скала без смещения пород в массиве. Трещины и межглыбовые щели выполнены мелкозернистым супесчано-древяным материалом.
-  Площадная эрозированная поверхность массива долеритов с трещинами избирательного выветривания (30-40%). Обводненная (Кф=0,5-1,0 м/сут). Трещины выполнены мелкозернистым супесью, песком, дрсвой.
-  Сохранный водоупорный массив долеритов
-  Выполненная из глиноцементобетона стена в грунте
-  Проектируемая из глиноцементобетона стена в грунте

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

Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
	Зам. Ген. дир.	Соколовский			
	ГИП	Шишов			
	Разработал	Головина			

051-&.ИШ.1.21.&.ПФ

Курейская ГЭС на р. Курейке

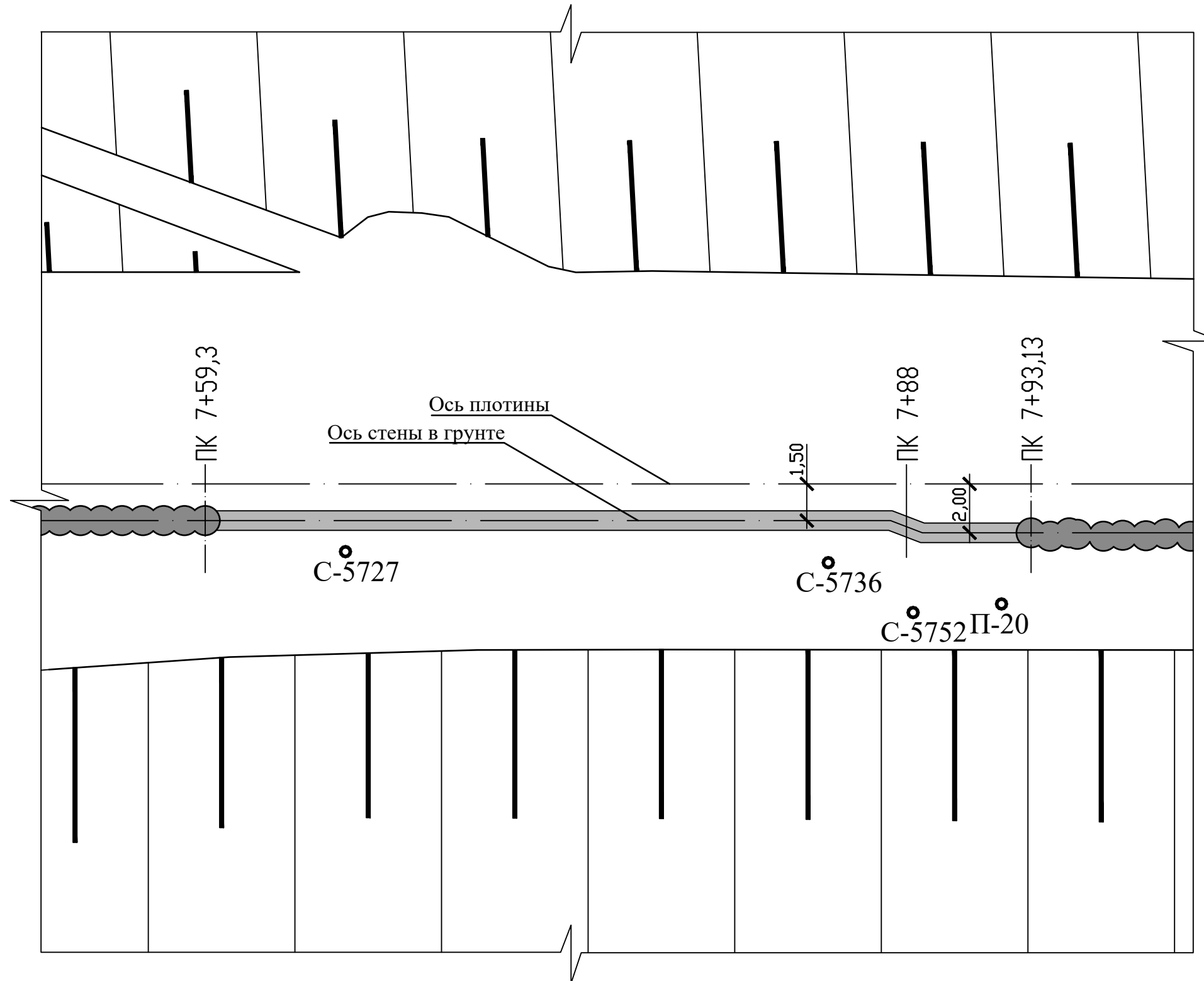
Русловая плотина.
Реконструкция на участке
от ПК 7+60 до ПК 7+93

Стадия	Лист	Листов
п	2	


Инженерно-геологический
разрез по оси стены в грунте

Институт
"Геостройпроект"
Москва 2022 г.

План участка плотины
М 1:2000



Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

						051-&.ИШ.1.21.&.ПФ			
						Курейская ГЭС на р. Курейке			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 7+60 до ПК 7+93	Стадия	Лист	Листов
Зам.Ген.дир.		Соколовский		<i>[Signature]</i>			п	3	
ГИП		Шишов		<i>[Signature]</i>					
Разработал		Головина		<i>[Signature]</i>		План участка плотины	 Институт "Геостройпроект" Москва 2022 г.		

Объемы работ

Ведомость материалов

№№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во единиц
1	2	3	4
1	Подготовительные работы		
1.1	Планировка поверхности плотины бульдозером	м ²	310
1.2	Устройство подготовки с уплотнением из среднезернистого песка	м ² /м ³	310/31
1.3	Монтаж плит дорожных	м ² /м ³ /т	120/20,4/50
1.4	Демонтаж плит дорожных	м ² /м ³ /т	120/20,4/50
2	Устройство свай стены в грунте		
2.1	Устройство буронабивных свай диаметром 1200 мм под защитой обсадной трубы буронабивными станками скрутящим моментом 250-350 кНм в грунтах 4 группы	м ³	1411
2.2	Материал для глиноцементобетона (на объем 1335 м ³):		
2.2.1	Портландцемент ПЦ400-До ГОСТ 10178-85 или ЦЕМ1-42,5Н ГОСТ 31108-2016 или ЦЕМО 42,5Н ГОСТ 31108-2020	т	227
2.2.2	Глинопорошок бентонитовый марки ПБН, ТУ 2164-005-01424676-2014. Выход не более 5 м ³ /т	т	261
2.2.3	Песок, ГОСТ 8736-2014, модуль крупности в пределах 2,0-2,8	т	1002/557
2.2.4	Щебень, ГОСТ 8267, фракция 5-10 мм	т	668/491
2.2.5	Вода, ГОСТ 23732-2011	м ³	548
2.2.6	Полипропиленовая фибра длиной волокна 18 мм с прочностью на растяжение 300МПа	кг	1203
2.2.7	Суперпластификатор С-3	т	2,7
2.3	Погрузка и транспорт грунта в отвал на расстояние 2 км	м ³ /т	1335/2884

№№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во единиц	Примечания
1	2	3	4	
1	Портландцемент ПЦ400-До ГОСТ 10178-85 или ЦЕМ1-42,5Н ГОСТ 31108-2016 или ЦЕМО 42,5Н ГОСТ 31108-2020	т	227	
2	Глинопорошок бентонитовый марки ПБН, ТУ 2164-005-01424676-2014. Выход не более 5 м ³ /т	т	261	
3	Песок, ГОСТ 8736-2014, модуль крупности в пределах 2,0-2,8	т	1002	
4	Щебень, ГОСТ 8267, фракция 5-10 мм	т	668	
5	Полипропиленовая фибра длиной волокна 18 мм с прочностью на растяжение 300МПа	кг	1203	
6	Суперпластификатор С-3	т	2,7	
7	Плиты дорожные 3000x1750x17	шт./т	23/50	

1. Объемы работ по устройству буронабивных свай диаметром 1200 мм подсчитаны со следующими коэффициентами: K1 = 1,1 – к геометрическому объему выбуренного грунта; K2 = 1,05 – на дополнительные скважины.

2. Состав глиноцементобетона на 1 м³ смеси должен подбираться в специализированной лаборатории при разработке рабочей документации с учетом используемых на Курейской ГЭС материалов. Для предварительной оценки стоимости работ представлен следующий состав глиноцементобетона на 1 м³ смеси:

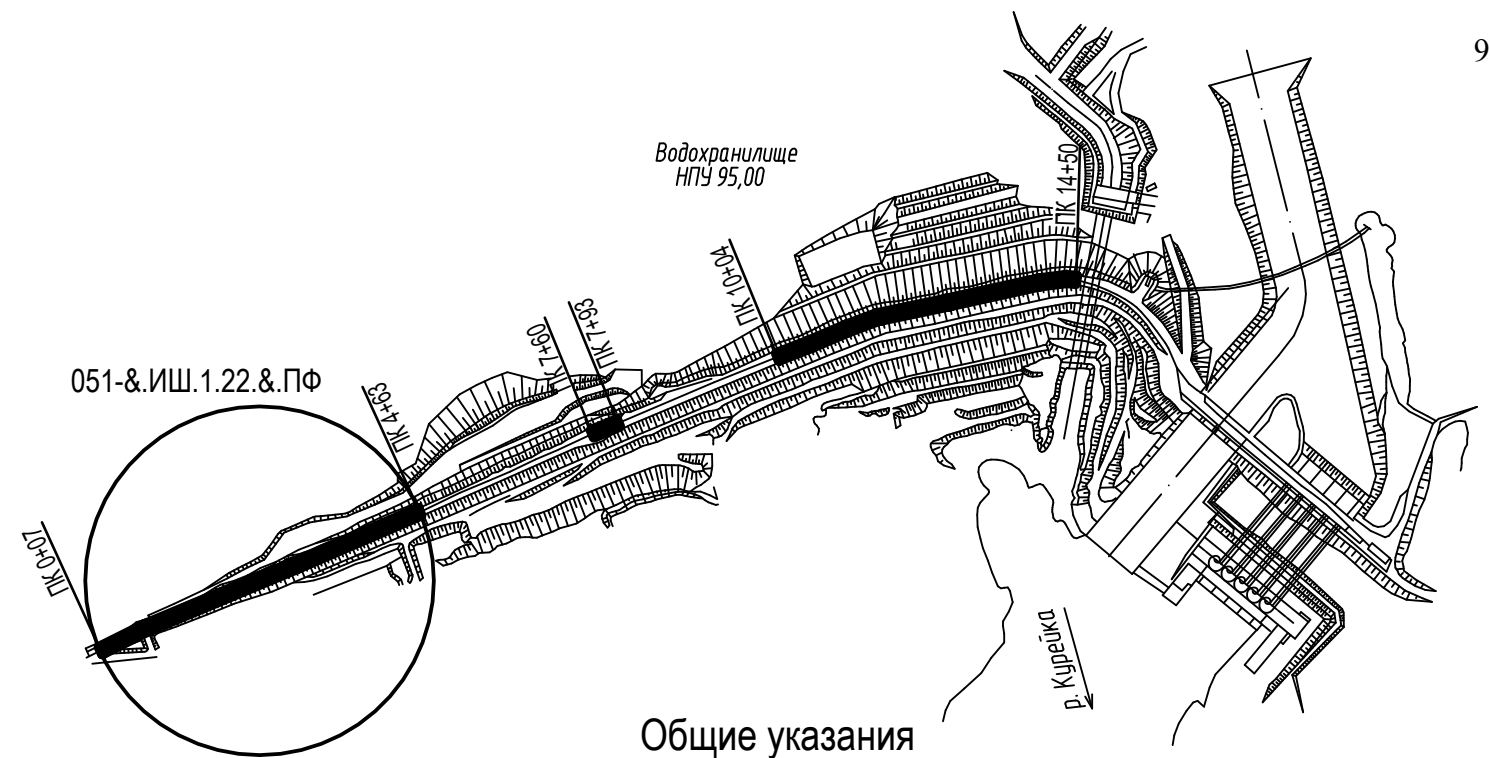
- портландцемент ПЦ400-До ГОСТ 10178-85 или ЦЕМ1-42,5Н ГОСТ 31108-2016 или ЦЕМО 42,5Н ГОСТ 31108-2020..... 170 кг;
- глинопорошок бентонитовый марки ПБН, ТУ 2164-005-01424676-2014. Выход не более 5 м³/т..... 195 кг;
- песок, ГОСТ 8736-2014, модуль крупности в пределах 2,0-2,8..... 750 кг;
- щебень, ГОСТ 8267, 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.

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

						051-&.ИШ.1.21.&.ПФ			
						Курейская ГЭС на р. Курейке			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 7+60 до ПК 7+93	Стадия	Лист	Листов
Зам.Ген.дир.		Соколовский					п	4	
ГИП		Шишов							
Разработал		Головина				Объемы работ и ведомость материалов	 Институт "Геостройпроект" Москва 2022 г.		

Ведомость комплектов проектной документации

Обозначение	Наименование	Примечание
ООО "Институт Геостройпроект"	Русловая плотина. Анализ состояния выполненных	
051-&.ИШ.1.19.&.ПЗ	ремонтных работ и проект завершения реконструкции	
	плотины. Пояснительная записка	
ООО "Институт Геостройпроект"	Русловая плотина. Реконструкция на участке	
051-&.ИШ.1.20.&.ПФ	от ПК 10+04 до ПК 15+50. Чертежи	
ООО "Институт Геостройпроект"	Русловая плотина. Реконструкция на участке	
051-&.ИШ.1.21.&.ПФ	от ПК 7+60 до ПК 7+93. Чертежи	
ООО "Институт Геостройпроект"	Русловая плотина. Реконструкция на участке	
051-&.ИШ.1.22.&.ПФ	от ПК 0+07 до ПК 4+63. Чертежи	



Общие указания

1. Настоящий комплект чертежей в составе проектной документации по реконструкции противофильтрационных устройств земляной русловой плотины Курейской ГЭС разработан по заданию АО "Ленгидропроект" (приложение 1 к договору № 045-ГСП-21).

2. С 1998 г. на ряде участков русловой плотины, основанием которых служили аллювиальные грунты, выполнена глиноцементобетонная стена в грунте, обеспечившая надежное сопряжение плотины с нижележащей толщей слабопроницаемых супесчано-суглинистых отложений. С 2000 г. этим же способом выполнялись работы по реконструкции гребня на русловой плотине. В 2013 г. работы по реконструкции земляных плотин Курейской ГЭС были остановлены.

3. В настоящем комплекте проектной документации представлено предложение Института Геостройпроект о завершении реконструкции противофильтрационных устройств русловой плотины. На участках, на которых основанием плотины являются аллювиальные отложения, предлагается выполнить стену в грунте до заглубления в коренные долериты или в слабопроницаемые супесчано-суглинистые отложения. На остальных участках можно ограничиться реконструкцией оголовка плотины.

4. Глиноцементобетонная стена в грунте выполняется с гребня плотины из пересекающихся свай диаметром 1200 мм, шаг свай указан на л. 3. Скважины для свай стены в грунте бурятся до заглубления в слой долеритов, а на участке от ПК 2+90 до ПК 4+05 - до заглубления в графит.

После заполнения свай глиноцементобетоном до отм. 98,5 м, верхняя часть свай (с гребня до отм. 98,5 м) заполняется ранее выбуренным грунтом.

5. По решению Заказчика на стадии рабочей документации на участке от ПК 0+07 ПК 2+00 стена в грунте может быть заменена инъекцией, а на участках: от ПК 2+00 до ПК 2+90 и от ПК 4+05 до ПК 4+63 стена в грунте может выполняться до заглубления в слой дресвяно-щебенистого грунта с супесчано-песчаным заполнителем и обломками долеритов, в котором выполняется инъекция стабильным композитным раствором. Инъекция выполняется с гребня плотины, через трубы 114х4, установленные в сваях стены в грунте.

6. Размещение оборудования на гребне плотины представлено на чертеже 051-&.ИШ.1.20.&.ПФ, л. 7.

Ведомость чертежей комплекта 051-&.ИШ.1.22.&.ПФ

Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	
2	Инженерно-геологический разрез по оси стены в грунте	
3	План участка плотины	
4	Узлы 1 и 2	
5	Объемы работ и ведомость материалов	

Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

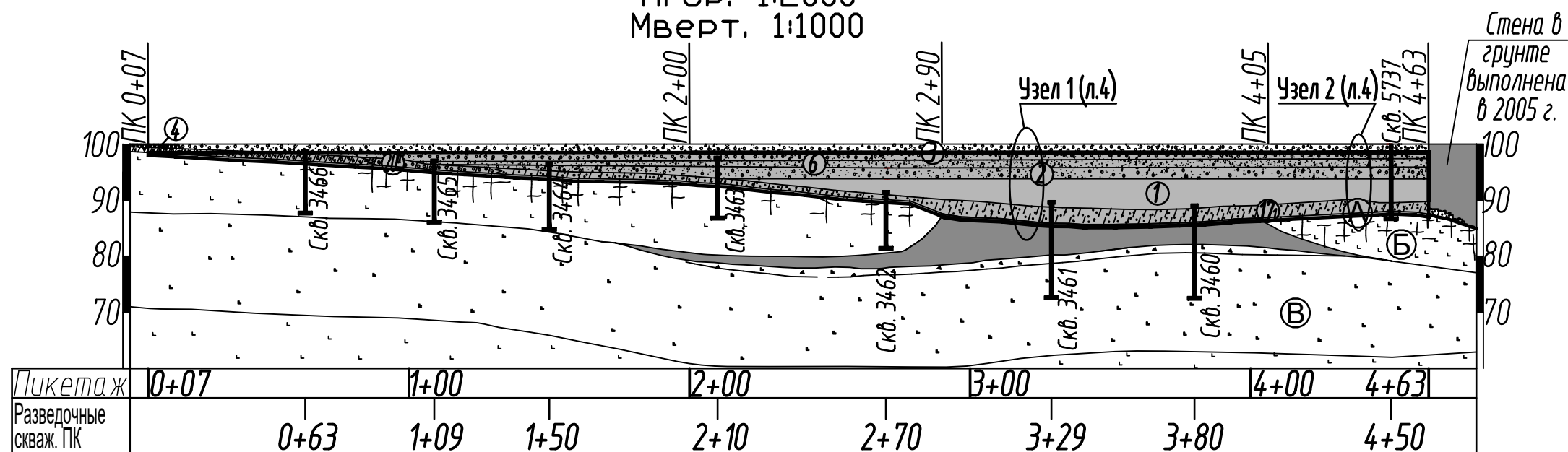
Обозначение	Наименование	Примечание
Ссылочные документы		
АО "Ленгидропроект"	ЗАДАНИЕ " разработка проектной документации	
Приложение N 1 к договору	по реконструкции противофильтрационных	
N 045-ГСП-21	устройств земляных плотин Курейской ГЭС"	

051-&.ИШ.1.22.&.ПФ											
Курейская ГЭС на р. Курейке											
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата						
Зам.Ген.дир.		Соколовский									
ГИП		Шишов									
Разработал		Головина									
Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 0+07 до ПК 4+63					<table border="1"> <tr> <th>Стадия</th> <th>Лист</th> <th>Листов</th> </tr> <tr> <td>п</td> <td>1</td> <td>5</td> </tr> </table>	Стадия	Лист	Листов	п	1	5
Стадия	Лист	Листов									
п	1	5									
Общие данные					<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>Институт "Геостройпроект" Москва</td> <td>2022 г.</td> </tr> </table>		Институт "Геостройпроект" Москва	2022 г.			
	Институт "Геостройпроект" Москва	2022 г.									

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

Инженерно-геологический разрез по оси стены в грунте

Мгор. 1:2000
Мверт. 1:1000



- Грунты тела плотины**
- ① Суглинок с прослоями галечникового грунта с супесчаным заполнителем, гравийного грунта песчаным заполнителем, песка гравелистого
 - ② Гравийно-галечниковый грунт с песчаным заполнителем карьера N 13
 - ③ Гравийно-галечниковый грунт с песчаным заполнителем карьера N 10
 - ④ Горная масса карьера N 1, $d \geq 0,5 \text{ м}$ 50%
 - ⑥ Грунт карьера N 10 (фракция 0-10 мм)

- Противофильтрационные устройства**
- Стена в грунте из пересекающихся свай диаметром 1200 мм

Краткое описание по керну разведочных скажин слоя грунта, покрывающего коренные долериты

№ скважины	Отметка, м	Описание
5737	89.6-88.0	Дресвяно-щебенистый грунт с супесчано-песчаным заполнителем, обломков до 60%, обломки неокатанные, представлены долеритами, некоторые с сульфидным оруденением и ожелезнением по трещинам.
3462	91.3-89.8	Супесь галечниковая буровато и темно-серая. Гальки 35-40%, гравия 5-10%)
3463	93.9-92.9	Супесь галечниковая, гальки ~30%, гравия 10%. Обломочный материал долеритового состава.
3464	95.2-94.0	Супесь галечниковая, гальки 30-40%, гравия 5-10%. Обломочный материал долеритового состава.
3465	96.5-95.3	Гравийный грунт с супесчаным заполнителем. Гальки до 50%, гравия 5%.
3466	97.7- 96.3	Суглинок галечниковый, гальки 35-40%, гравия 5-10%. Обломочный материал долеритового состава.

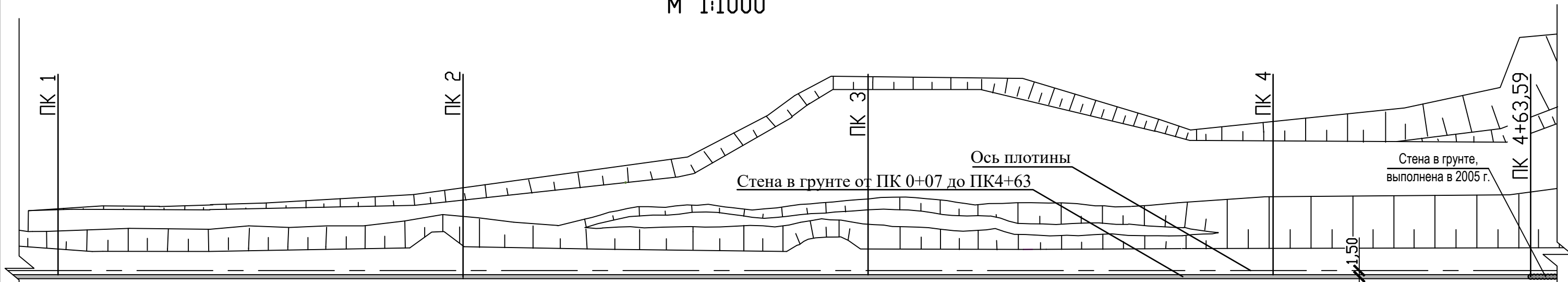
Краткое описание геолога Красноярскгидропроекта, присутствующего при проходки скважин стены в грунте на ПКПК 5+00...4+63, слоя грунта, покрывающего коренные долериты

Дресвяно-щебенистый грунт с супесчано-песчаным заполнителем. В верхней части слоя отмечаются включения гравия и гальки. Количество обломочного материала увеличивается к подошве слоя до 70%.

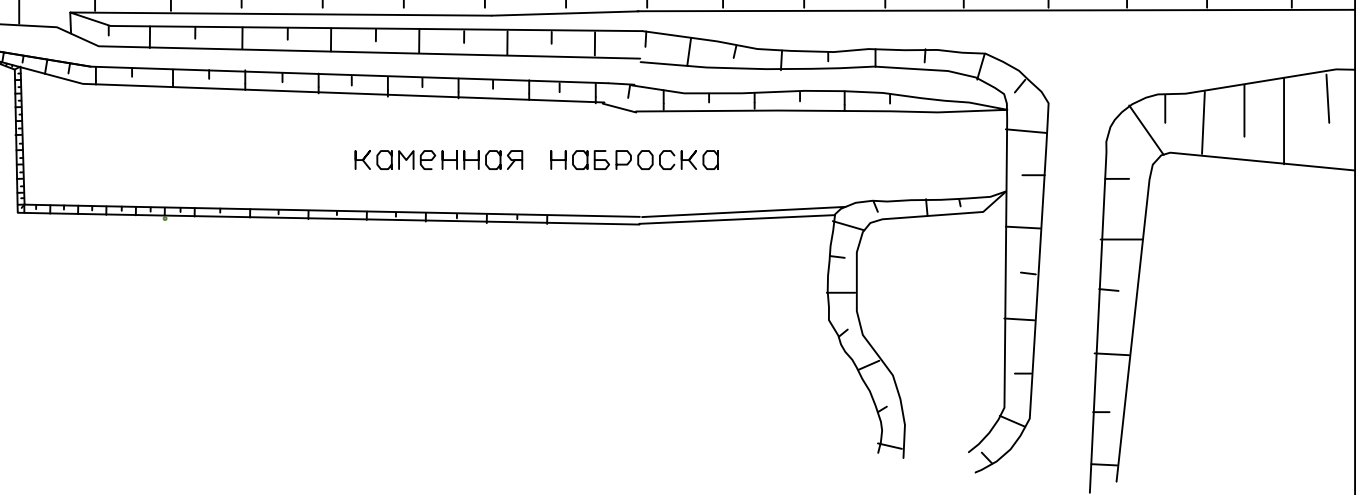
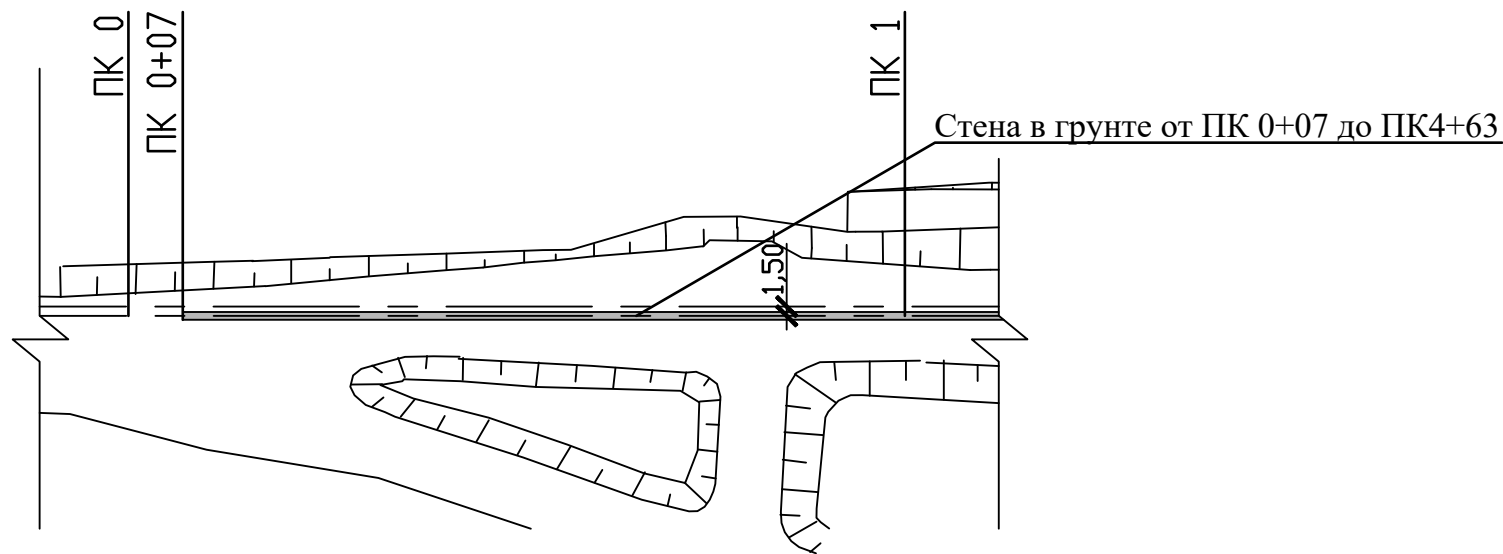
Изм. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. №

						051-&.ИШ.1.22.&.ПФ			
						Курейская ГЭС на р. Курейке			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 0+07 до ПК 4+63	Стадия	Лист	Листов
Зам.Ген.дир.		Соколовский					п	2	
ГИП		Шишов							
Разработал		Головина				Инженерно-геологический разрез по оси стены в грунте	Институт "Геостройпроект" Москва 2022 г.		

План участка плотины от ПК1+00 до ПК 4+70
М 1:1000




План участка плотины от ПК 0 до ПК 1+00
М 1:1000



Стена в грунте выполняется из пересекающихся свай Ø 1200 мм

- на участке от ПК 4+63 до ПК 2+50 с шагом 0,9 м;
- на участке от ПК 2+50 до ПК 1+50 с шагом 1,0 м;
- на участке от ПК 1+50 до ПК 0+07 с шагом 1,05 м

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
---------------	----------------	--------------

						051-&.ИШ.1.22.&.ПФ			
						Курейская ГЭС на р. Курейке			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 0+07 до ПК 4+63	Стадия	Лист	Листов
Зам.Ген.дир.		Соколовский		<i>[Signature]</i>			п	3	
ГИП		Шишов		<i>[Signature]</i>					
Разработал		Головина		<i>[Signature]</i>		План участков плотины	 Институт "Геостройпроект" Москва 2022 г.		

Узел 1 (л. 2) М 1:100

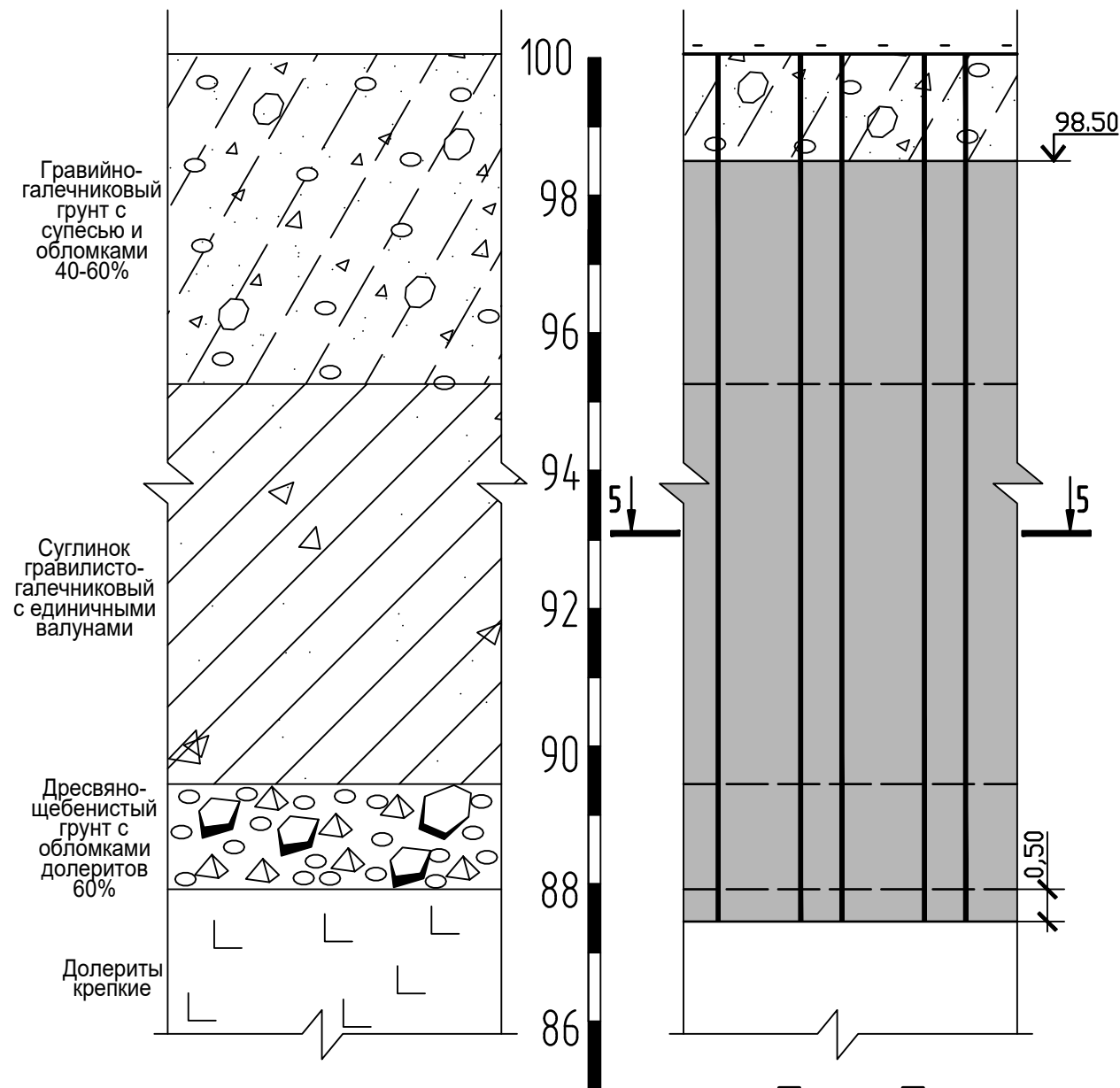
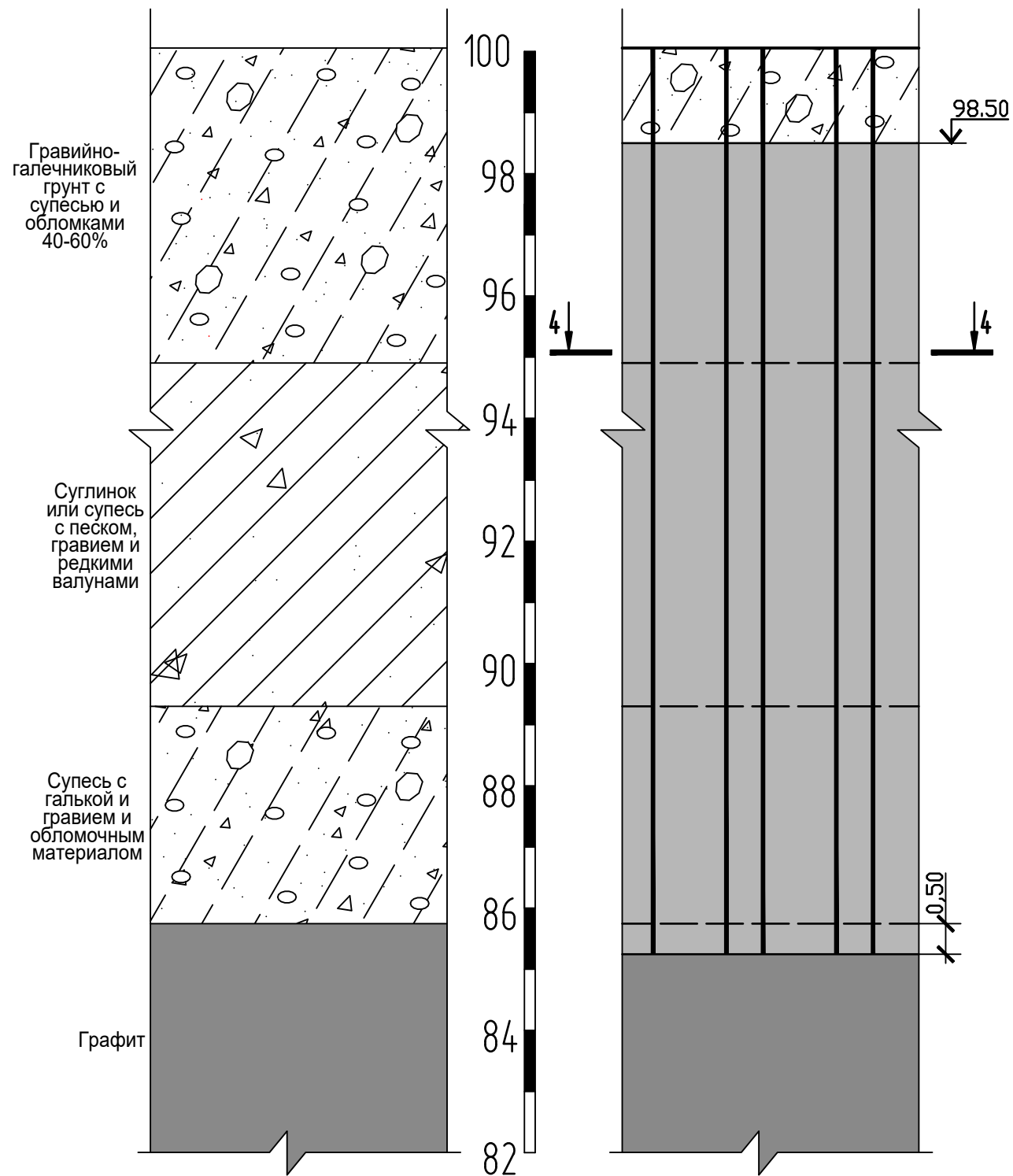
Узел 2 (л. 2) М 1:100

ДО РЕКОНСТРУКЦИИ

ПОСЛЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

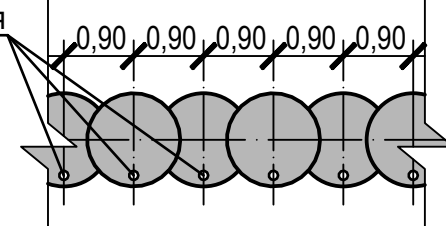
ДО РЕКОНСТРУКЦИИ

ПОСЛЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

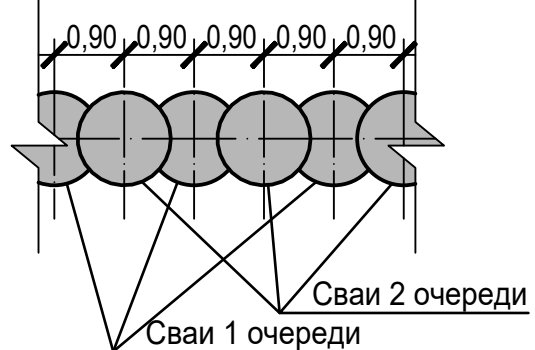


5 - 5
М 1:100

Закладные трубы для бурения скважин цементации

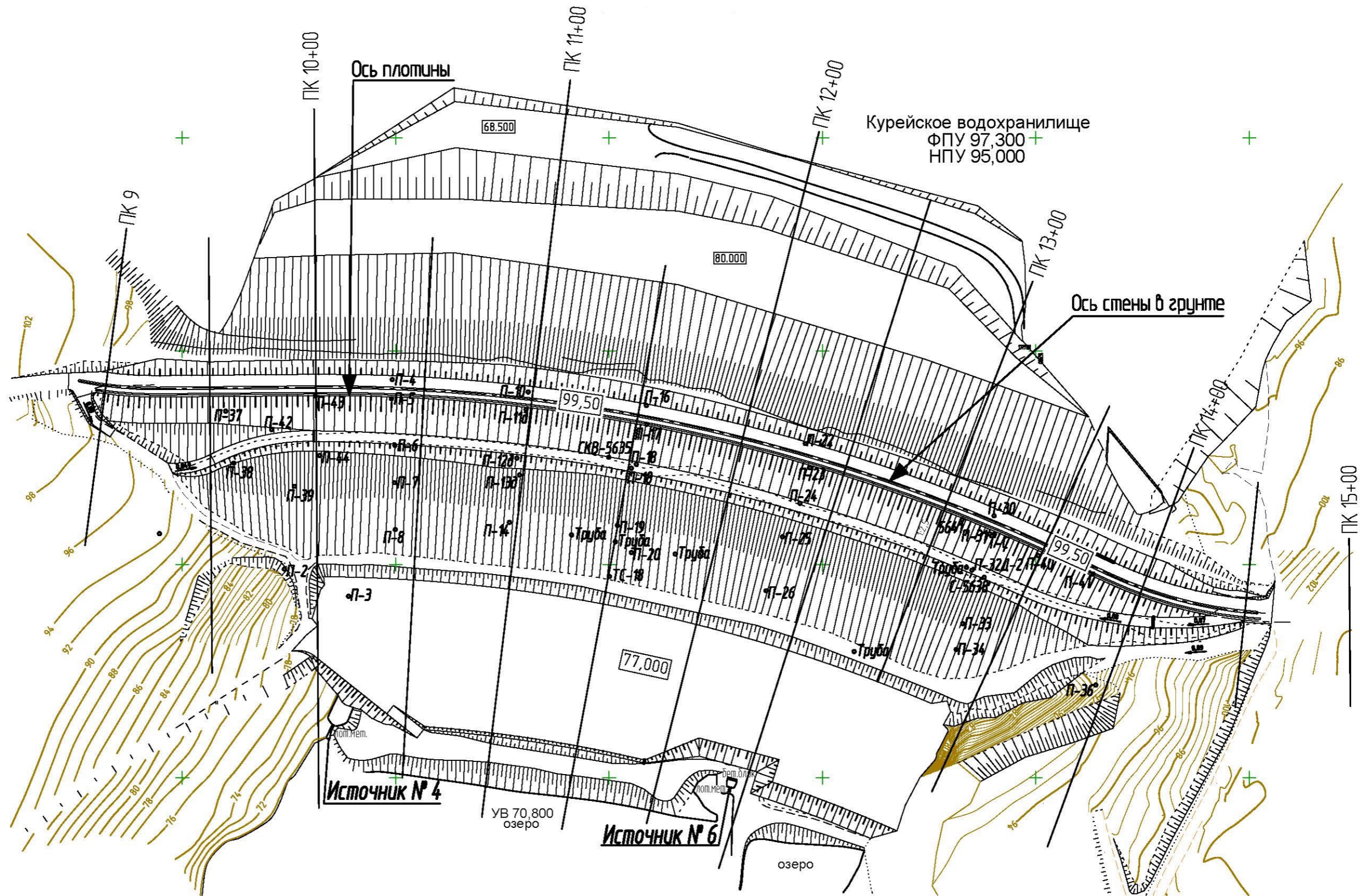


4 - 4
М 1:100



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

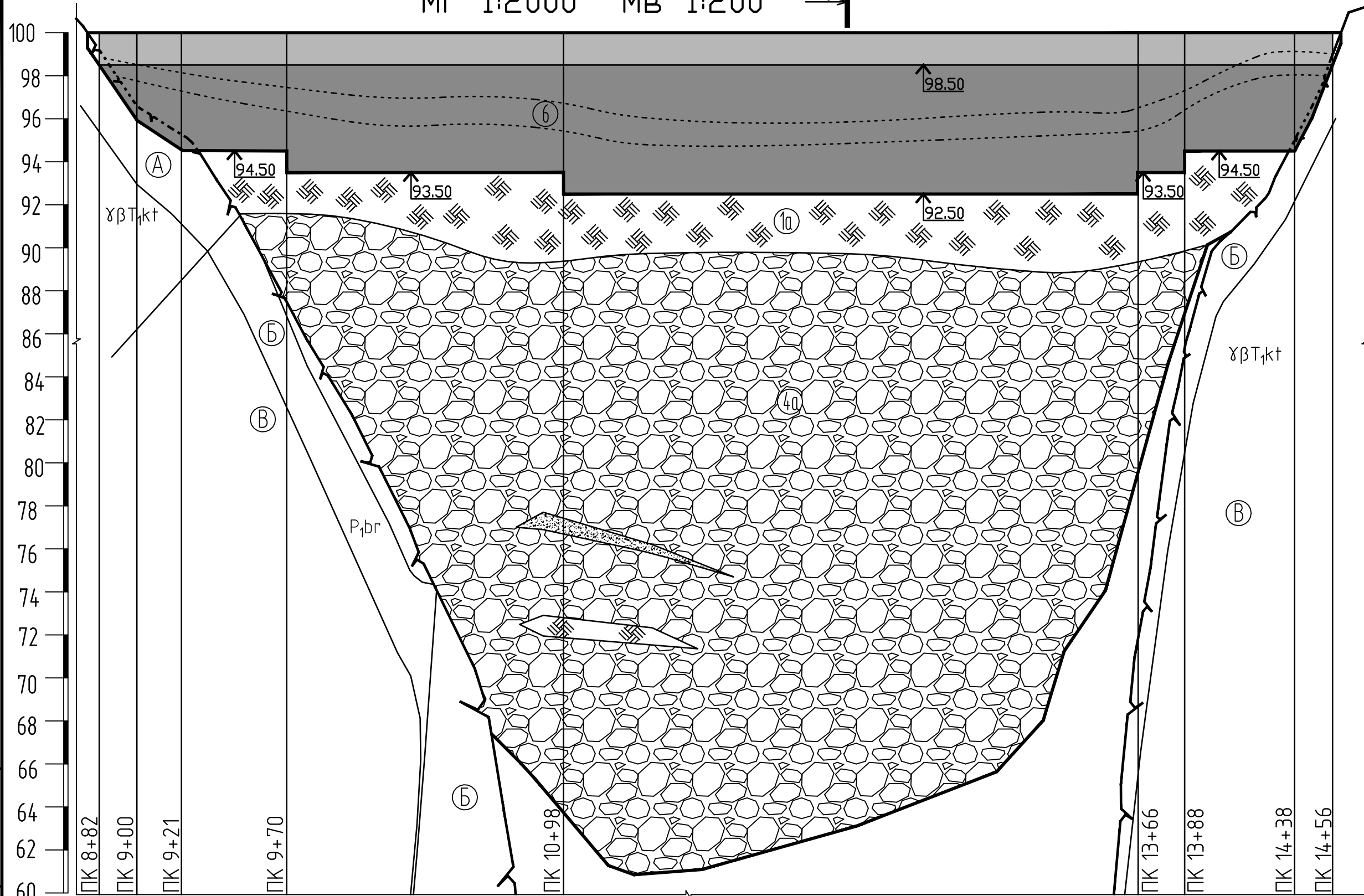
						051-&.ИШ.1.22.&.ПФ				
						Курейская ГЭС на р. Курейке				
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Русловая плотина. Реконструкция на участке от ПК 0+07 до ПК 4+63		Стадия	Лист	Листов
								п	4	
						Узлы 1 и 2		Институт "Геостройпроект" Москва 2022 г.		



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

051-&.ИШ.1.24.&.ПФ					
Курейская ГЭС на р. Курейке					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Зам. Ген. дир.		Соколовский		<i>[Signature]</i>	
ГИП		Шишов		<i>[Signature]</i>	
Разработал		Головина		<i>[Signature]</i>	
Правобережная плотина. II понижение. Реконструкция ПФУ плотины				Стадия	Лист
План II понижения правобережной плотины				п	2
Институт "Геостройпроект" Москва				Листов	
2022 г.					

Продольный разрез по оси стены в грунте
 Мг 1:2000 Мв 1:200



Длина свай
 стены в грунте

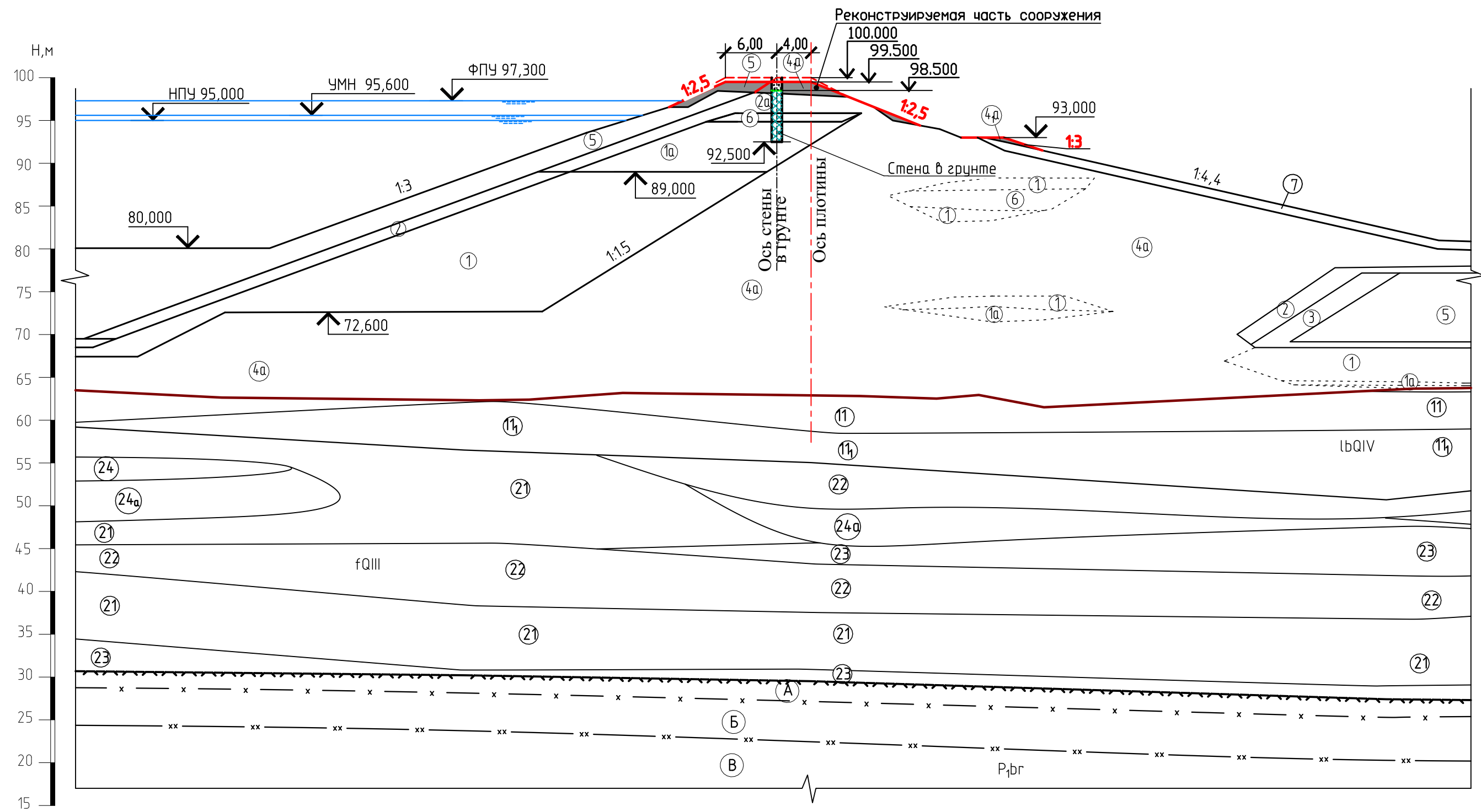
ПК участка	Длина свай, м	Кол-во свай, шт.
1	2	3
8+82...9+00	2,0-4,0	19
9+00...9+21	4,0-5,5	21
9+21...9+70	5,5	49
9+70...10+98	6,5	128
10+98...13+66	7,5	268
13+66...13+88	6,5	22
13+88...14+38	5,5	50
14+38...14+56	2,0-5,5	18
ВСЕГО:	3754	575

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

Условные обозначения грунтов - на листе 4.

1 (л.4)

051-&.ИШ.1.24.&.ПФ					
Курейская ГЭС на р. Курейке					
Правобережная плотина. II понижение. Реконструкция ПФУ плотины				Стадия	Лист
				п	3
Продольный разрез по оси стены в грунте				Институт "Геостройпроект" Москва 2022 г.	
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Зам.Ген.дир.		Соколовский			
ГИП		Шишов			
Разработал		Головина			




Условные обозначения грунтов тела плотины

- | | |
|--|--|
| ① - Обогащенный суглинком гравийно-галечниковый грунт карьера N 41 | ④a - Гравийно-галечниковый грунт карьера N 41 |
| ①a - Суглинок карьера N 36 | ⑤ - Крепление откосов горной массой карьера N1, $d_{50} \geq 0.5m$ |
| ② - Гравийно-галечниковый грунт карьера N 13 | ⑥ - Песок-отсев грунта карьера N 10, фр. 0-10мм |
| ②a - Гравийно-галечниковый грунт карьера N 10 | ⑦ - Гравийно-галечниковый грунт карьера N 11 |
| ③ - Гравийно-галечниковый грунт карьера N 10 (фракция 10-200мм) | |

Условные обозначения грунтов основания приведены в чертежах Ленгидропроекта по реконструкции плотины

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

						051-&.ИШ.1.24.&.ПФ			
						Курейская ГЭС на р. Курейке			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Правобережная плотина. II понижение. Реконструкция ПФУ плотины	Стадия	Лист	Листов
Зам.Ген.дир.		Соколовский					п	4	
ГИП		Шишов							
Разработал		Головина							
						Разрез 1-1	 Институт "Геостройпроект" Москва 2022 г.		

Объемы работ

Ведомость материалов

№№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во единиц
1	2	3	4
1	Подготовительные работы		
1.1	Планировка поверхности плотины бульдозером	м ²	5750
1.2	Устройство подготовки с уплотнением из среднезернистого песка	м ² /м ³	5750/575
1.3	Монтаж плит дорожных	м ² /м ³ /т	2013/342/842
1.4	Демонтаж плит дорожных	м ² /м ³ /т	2013/342/842
2	Устройство свай стены в грунте		
2.1	Устройство буронабивных свай диаметром 1200 мм под защитой обсадной трубы буронабивными станками скрутящим моментом 250-350 кНм в грунтах 4 группы	м ³	4902
2.2	Материал для глиноцементобетона (на объем 3719 м ³):		
2.2.1	Портландцемент ПЦ400-До ГОСТ 10178-85 или ЦЕМ1-42,5Н ГОСТ 31108-2016 или ЦЕМО 42,5Н ГОСТ 31108-2020	т	632
2.2.2	Глинопорошок бентонитовый марки ПБН, ТУ 2164-005-01424676-2014. Выход не более 5 м ³ /т	т	725
2.2.3	Песок, ГОСТ 8736-2014, модуль крупности в пределах 2,0-2,8	т/м ³	2789/1549
2.2.4	Щебень, ГОСТ 8267, фракция 5-10 мм	т/м ³	1860/1367
2.2.5	Вода, ГОСТ 23732-2011	м ³	1525
2.2.6	Полипропиленовая фибра длиной волокна 18 мм с прочностью на растяжение 300МПа	кг	3347
2.2.7	Суперпластификатор С-3	т	7,58
2.3	Погрузка и транспорт грунта в отвал на расстояние 2 км	м ³ /т	3719/7884

№№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во единиц	Примечания
1	2	3	4	
1	Портландцемент ПЦ400-До ГОСТ 10178-85 или ЦЕМ1-42,5Н ГОСТ 31108-2016 или ЦЕМО 42,5Н ГОСТ 31108-2020	т	632	
2	Глинопорошок бентонитовый марки ПБН, ТУ 2164-005-01424676-2014. Выход не более 5 м ³ /т	т	725	
3	Песок, ГОСТ 8736-2014, модуль крупности в пределах 2,0-2,8	т	2789	
4	Щебень, ГОСТ 8267, фракция 5-10 мм	т	1860	
5	Полипропиленовая фибра длиной волокна 18 мм с прочностью на растяжение 300МПа	кг	3347	
6	Суперпластификатор С-3	т	7,58	
7	Плиты дорожные 3000x1750x17	шт./т	95/210	

- Объемы работ по устройству буронабивных свай диаметром 1200 мм подсчитаны со следующими коэффициентами: K1 = 1,1 – к геометрическому объему выдуренного грунта; K2 = 1,05 – на дополнительные скважины.
- Состав глиноцементобетона на 1 м³ смеси должен подбираться в специализированной лаборатории при разработке рабочей документации с учетом используемых на Курейской ГЭС материалов. Для предварительной оценки стоимости работ представлен следующий состав глиноцементобетона на 1 м³ смеси:
 - 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 м³/т.....195 кг;
 - песок, ГОСТ 8736-2014, модуль крупности в пределах 2,0-2,8.....750 кг;
 - щебень, ГОСТ 8267, 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.
- В расчете требуемого количества дорожных плит учтена их 4-х кратная оборачиваемость.

Изм. инв. №

Подпись и дата

Изм. инв. № подл.

						051-&.ИШ.1.24.&.ПФ			
						Курейская ГЭС на р. Курейке			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Правобережная плотина. II понижение. Реконструкция ПФУ плотины	Стадия	Лист	Листов
Зам.Ген.дир.		Соколовский					п	5	
ГИП		Шишов							
Разработал		Головина				Объемы работ и ведомость материалов	 Институт "Геостройпроект" Москва 2022 г.		

Список литературы

1. СП 39.13330.2012 Свод правил. Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84*
2. СП 23.13330.2018 Свод правил. Основания гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.02-85
3. Федосеев В.И., Шишов И.Н., Пехтин, В.А., Кривоногова Н.Ф., Каган А.А. Противофильтрационные завесы гидротехнических сооружений на многолетней мерзлоте // Санкт-Петербург, «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», 2009.
4. Малышев Л.И., Шишов И.Н., Кудрин К.П., Бардюков В.Г. Технические решения и результаты первоочередных работ по сооружению противофильтрационной стены в грунте в ядре и основании плотины Курейской ГЭС// Гидротехническое строительство. 2001. № 3.
5. ООО «Гидроспецпроект» Курейская ГЭС. Отчет о результатах исследовательских работ по изучению свойств глинобетона в условиях знакопеременных температур, 1999 г.
6. АО «Красноярский проектно-изыскательский институт Гидропроект». Сводный отчет по геотехническому контролю за возведением каменно-земляных плотин Курейской ГЭС. Сводный отчет по геотехническому контролю за возведением русловой плотины, №144-10-262т.1, 1998 г.
7. АО «Красноярский проектно-изыскательский институт Гидропроект». Сводный отчет по геотехническому контролю за возведением каменно-земляных плотин Курейской ГЭС. Сводный отчет по геотехническому контролю за возведением правобережной плотины во II понижении, №144-10-262т.3, 1998 г.



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	2220-КР2.4	Лист
							103
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					