Акционерное общество
«Проектно-изыскательский
и научно-исследовательский институт
«Гидропроект» имени С.Я. Жука»

Заказчик: АО «Загорская ГАЭС-2» Договор № 100/22-ОКС от 25.04.2022

Восстановление Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье

Восстановительные работы

Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Проведение изыскательских работ по исследованию прочностных характеристик инъекционных материалов в грунте основания станционного узла, по результатам завершения инъекционных работ в 8 и 7 ярусах нагнетания

Отчет о проведении работ

1938-40-640

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

2022

Институт Гидропроект

Акционерное общество
«Проектно-изыскательский
и научно-исследовательский институт
«Гидропроект» имени С.Я. Жука»

Заказчик: АО «Загорская ГАЭС-2» Договор №100/22-ОКС от 25.04.2022 г.

Восстановление Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье

Восстановительные работы

Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы Проведение изыскательских работ по исследованию прочностных характеристик инъекционных материалов в грунте основания станционного узла, по результатам завершения инъекционных работ в 8 и 7 ярусах нагнетания

Отчет о проведении работ

1938-40-640

Генеральный директор,
ГИП по восстановлению ЗаГАЭС-2 Е.Н. Беллендир

Руководитель работ А.В. Александров

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

2022

Список ответственных исполнителей

И.О. Фамилия	Должность	Подпись, дата
А.В. Александров	Начальник ГТО-3, Руководитель работ	05.12.2022
К.И. Лобанов	Начальник ООТС	05.12.2022
Н.В. Фролова	Заместитель начальника ООТС	05.12.2022
Е.И. Лукович	Главный специалист ООТС	05.12.2022
О.М. Камкин	Начальник ГРП и АН	05.12.2022
С.Д. Темирбулатов	Начальник ОКИАиМ	05.12.2022
Д.А. Сарвин	Главный специалист ОКИАиМ	05.12.2022
И.Б. Перетятько	Главный специалист ОКИАиМ	05.12.2022

Состав тома № 1938-40-640

Номер документа	Наименование документа	Примечание
1938-40-640	Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Проведение изыскательских работ по исследованию прочностных характеристик инъекционных материалов в грунте основания станционного узла, по результатам завершения инъекционных работ в 8 и 7 ярусах нагнетания. Отчет о проведении работ (43 стр.)	
1938-40-640.П1	Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Проведение изыскательских работ по исследованию прочностных характеристик инъекционных материалов в грунте основания станционного узла, по результатам завершения инъекционных работ в 8 и 7 ярусах нагнетания. Приложение 1 (11 стр. Отчет по буровым работам)	
1938-40-640.П2	Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Проведение изыскательских работ по исследованию прочностных характеристик инъекционных материалов в грунте основания станционного узла, по результатам завершения инъекционных работ в 8 и 7 ярусах нагнетания. Приложение 2 (104 стр. Отчет по лабораторным работам)	

Содержание

1 Введение....5
2 Общие положения....9
3 Подготовительные работы....12
4 Буровые работы....17
5. Выводы по результатам подготовительных и буровых работ....23
6 Лабораторные работы....25
6.1 Общие сведения....25
6.2 Устойчивость к размыву....28
6.3 Устойчивость образцов к размоканию в воде....29
6.4 Определение предела прочности....29
6.5 Исследования физико-механических и фильтрационных свойств проб песка с пропиткой....30
6.6 Выводы по результатам лабораторных работ....36
7 Общие выводы по результатам работ....39
7.1 Выводы по результатам буровых работ....39
7.2 Выводы по результатам лабораторных работ....39
7.3 Заключение....40
8 Нормативная база....41

1 Введение

1.1 Настоящий документ «Отчет о проведении работ» № 1938-40-640 (далее – Отчет) разработан в соответствии с Договором № 100/22-ОКС от 25.04.2022 и на основании:

- Утвержденного Заказчиком календарного графика на выполнение работ «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2»;
- Специальных технических условий (СТУ) на «Восстановление Загорской ГАЭС-2 на р. Кунья. Стабилизация здания ГАЭС и восстановление высотного положения здания ГАЭС по технологии компенсационного нагнетания по адресу: Московская обл., Сергиево-Посадский район, пос. Богородское, д. 101. № 1938-40-201. [Согласовано Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (письмо № 26823-ЕС/06 от 21.08.2015)];
- Проектной документации № 1938-40-094 «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Разработка проектной документации на восстановительные работы. Корректировка этапа 1. Этап 2. Научно-техническое сопровождение проектных работ», получившим положительное заключение экспертизы и утвержденной Заказчиком в соответствии с Приказом № ЗГАЭС2/83-0091 по АО «Загорская ГАЭС-2» от 20.06.2017;
- № 1938-40-073 «Программа восстановления и достройки. Основные положения»;
- Протокол № 7.РС совещания по теме: «Выравнивание здания станционного узла Загорской ГАЭС-2» от 06.11.19, п. 2;
- № 1938-40-583, изм.1, «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Технические требования к площадному инъекционному нагнетанию»;
- № 1938-40-586, изм.1, «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Программа работ по контролю качества при выполнении работ по выравниванию здания станционного узла Загорской ГАЭС-2»;
- № 1938-21-010, Этап подъема I. Манжетные колонны 8 яруса. Инъекция пропиточных составов. Изм.2;

• № 1938-21-009, Этап подъема I. Манжетные колонны 7 яруса. Инъекция пропиточных составов. Изм.2.

1.2 Заказчиком настоящей работы является АО «Загорская ГАЭС-2»; исполнитель – АО «Институт Гидропроект» и его субподрядные организации.

1.3 Рекомендации настоящего Отчета распространяются на производство комплекса инъекционных работ по выравниванию здания Загорской ГАЭС-2.

1.4 Целью выполнения опытных работ в соответствии с Договором № 100/22-ОКС от 25.04.2022 является:

- выполняется отбор образцов инъекционных материалов, закачанных в основание здания станции Загорской ГАЭС-2, с последующим исследованием механических свойств. Отбор образцов инъекционных материалов выполняется путем их выбуривания и извлечения из грунта основания здания ГАЭС в местах, определённых на основании результатов инженерно-геофизических работ по изучению основания;

- по результатам выбуривания определяется состояние полученных образцов и методика определения фактических механических свойств инъекционных материалов, закачанных в основание здания станционного узла Загорской ГАЭС-2;

- по результатам определения фактических механических свойств выполняется их оценка на соответствие требованиям проекта «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы» (№ 1938-40-094).

1.5 Работы выполняются в два этапа: «Этап 1» выполняется после завершения нагнетания инъекционных составов в 8 и 7 яруса; «Этап 2» выполняется после завершения всех инъекционных работ.

1.6 Сроки выполнения работ установлены в «Календарном плане» к Договору № 100/22-ОКС от 25.04.2022 г.

1.7 Состав выполняемых работ:

- разработка технического задания на бурение контрольных скважин на каждый этап работ;

- бурение скважин в общем количестве на два этапа до 15 шт. (Этап 1 – до 5 шт.) глубиной до 56 м в основании здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 с отбором образцов инъекционных материалов, закачанных в основание здания станционного узла

Загорской ГАЭС-2, в диапазоне абсолютных отметок, определённых инженерно-геофизическими исследованиями;

- разработка программы лабораторных работ по исследованию образцов инъекционных материалов на каждый этап работ;

- выполнение лабораторных работ по исследованию механических свойств образцов инъекционных материалов в количестве до 10 исследований на каждую скважину бурения;

- разработка отчёта о результатах исследований на каждый этап работ.

1.8 Инженерно-геологические условия основания здания ГАЭС изучены в рамках проведения изысканий на всех этапах разработки проекта и строительства Загорской ГАЭС-2, и изложены в материалах проекта № 1938-40-094. Следует также руководствоваться утвержденными Специальными техническими условиями (СТУ) на разработку проектной документации объекта «Корректировка ТЭО (Проект) строительства Загорской ГАЭС-2» в части инженерно-геологических изысканий. № 1963-СТУ-ИИ.

1.9 Исходные данные для выполнения работ

Исходными данными для выполнения работ являются:

- сведения о фактическом расположении инъекционных скважин, выполненных к моменту проведения работ Этапа 1 и Этапа 2 по Договору;

- сведения о фактически применённых при выполнении инъекционных работ составах (для Этапа 1: по 8 и 7 ярусам нагнетания; для Этапа 2: совокупно по всем ярусам нагнетания), включая сертификационные сведения по составам и их производителях, сведения о проведённых в рамках входного, производственного и операционного видов контроля (и иных, при наличии) лабораторных испытаниях составов;

- сведения о координатах манжет инъекционных скважин и объемах инъекций в каждую манжету;

- результаты по всем этапам инженерно-геофизических исследований, выполненных к моменту проведения Этапа 1 и Этапа 2 работ по Договору;

- сведения о выходах составов через исследовательские скважины;

- сведения о перемещениях здания станционного узла здания ГАЭС при выполнении работ по выравниванию.

1.10 Сокращения, принятые в настоящем документе:

ТЗ – техническое задание;

НДС – напряженно-деформируемое состояние;

МК – манжетная колонна;

СТУ - Специальные технические условия;

ГАЭС – гидроаккумулирующая станция;

УКН - управляемое компенсационное нагнетание.

2 Общие положения

2.1 Загорская ГАЭС-2 расположена в Сергиево-Посадском районе Московской области, рядом с Загорской ГАЭС-1. Источник водообеспечения – река Кунья с единым для обоих ГАЭС нижним бассейном.

2.2 ГАЭС-2 имеет четыре обратимых агрегата с суммарной установленной мощностью в генераторном режиме 840 МВт и насосном режиме 1000 МВт, расчетный напор 100,00 м, число часов использования 3,5-4,0 час, годовая выработка – потребление энергии 1000-1350 ГВт·ч.

2.3 В состав основных сооружений Загорской ГАЭС-2 входят (см. рисунок 2.4.1):

- станционный узел, включающий в себя здание станции с реверсивным каналом, монтажную площадку, временную монтажную площадку, помещения пусковых тиристорных устройств, сопрягающие подпорные стенки верхнего и нижнего бьефа, служебно-производственный корпус и другие сооружения;
- здание станции неразрезной конструкции длиной 105,50 м, максимальной высотой около 47,00 м, шириной (вдоль потока) 67,50 м, габарит агрегатного блока – 22,00 м;
- слева от здания станции расположено помещение монтажной площадки размером 35,00х23,50 м;
- четыре нитки сталежелезобетонных открытых напорных водоводов с внутренним диаметром 7,50 м, протяженность каждой нитки ~ 780,00 м;
- водоприемник, водоприемник соединяется со зданием ГАЭС-2 четырьмя нитками напорных водоводов;
- верхний аккумулирующий бассейн;
- нижний аккумулирующий бассейн;
- сооружения выдачи мощности.

2.4 Местоположение машин и механизмов выбирается подрядной организацией ООО «ТоннельГеоСтрой» (ООО «ТГС») в районе площадки строительства по согласованию с Заказчиком. (см. рисунок 2.4.1 и 2.4.2).



Рисунок 2.4.1 - Общий вид ЗаГАЭС-2



Рисунок 2.4.2 - Участок расположения буровых установок, рисберма НБ.

2.5 Этап выравнивания сооружений станционного узла предусматривается выполнять методом управляемого компенсационного нагнетания (УКН).

2.6 Для выполнения работ по УКН при выравнивании здания ГАЭС необходимо создать сетку манжет в теле основания здания ГАЭС, через которые требуется

выполнить инъекцию пропиточных и выравнивающих составов. В связи с этим, опытно-производственные работы выполняются в соответствии с требованиями выравнивания.

2.7 Сетка манжет при выравнивании здания ГАЭС выполняется путем установки 8 ярусов манжетных колонн, находящихся на расстоянии от 7,5 м ниже фундаментной плиты ГАЭС до 11,5 м. При выполнении опытно-производственных работ манжетные колонны устанавливаются в ярусе 1 (1 скважина) и ярусе 8 (1 скважина), как в крайних пограничных ярусах.

2.8 Установка манжетных колонн производится в пробуренные лидерные скважины. Лидерные скважины могут иметь прямолинейное очертание и криволинейное очертание. Как правило, прямолинейные скважины выполняются с помощью горизонтального бурения (ГБ); криволинейные выполняются с помощью горизонтально-направленного бурения (ГНБ).

2.9 Вид на здание ГАЭС при выполнении работ показан на рисунке 2.9.1.



Рисунок 2.9.1 - Вид на здание ГАЭС

3 Подготовительные работы

3.1 До начала производства работ по бурению выполнялась оценка возможности выполнения работ и проводились камеральные и рекогносцировочные работы.

3.2 В соответствии с требованиями Договора № 100/22-ОКС от 25.04.2022 разработано Техническое задание на бурение контрольных скважин в составе работ по теме: «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Проведение изыскательских работ по исследованию прочностных характеристик инъекционных материалов в грунте основания здания станционного узла».

3.3 В рамках работ по ТЗ выполняется бурение скважин и отбор образцов инъекционных материалов, закачанных в основание здания станции Загорской ГАЭС-2, для последующего исследования их механических свойств. Отбор образцов инъекционных материалов выполняется путем их выбуривания и извлечения из грунта основания здания ГАЭС в местах, определённых на основании результатов инженерно-геофизических работ по изучению основания.

3.4 Состав выполняемых работ:

- бурение скважин в общем количестве на два этапа до 15 шт. глубиной до 56 м в основании здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 с отбором образцов инъекционных материалов, закачанных в основание здания станционного узла Загорской ГАЭС-2, в диапазоне абсолютных отметок, определённых инженерно-геофизическими исследованиями (диапазон 100,000 – 102,000 м); передача образцов инъекционных материалов Заказчику для выполнения лабораторных исследований;

- выполнение полевых исследований плотности песчаного грунта методом динамического зондирования согласно ГОСТ 19912-2012 *(при возможности выполнения этих работ);

- составление технического заключения по результатам бурения.

3.5 Объем выполняемых работ на Этапе 1:

- бурение скважин в количестве ориентировочно 5 шт. глубиной до 56 м (точное количество и глубина скважин определяется в процессе производства работ, исходя из технических возможностей расположения мест бурения) в основании здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 с отбором образцов инъекционных материалов (в

диапазоне абсолютных отметок, определённых инженерно-геофизическими исследованиями, проведенных после завершения нагнетания инъекционных составов в 8 и 7 яруса);

- выполнение динамического зондирования в местах расположения контрольных скважин *(при возможности выполнения этих работ);

- составление технического заключения по результатам работ.

3.6 Разрез по инъекционным скважинам показан на рисунке 3.6.1.

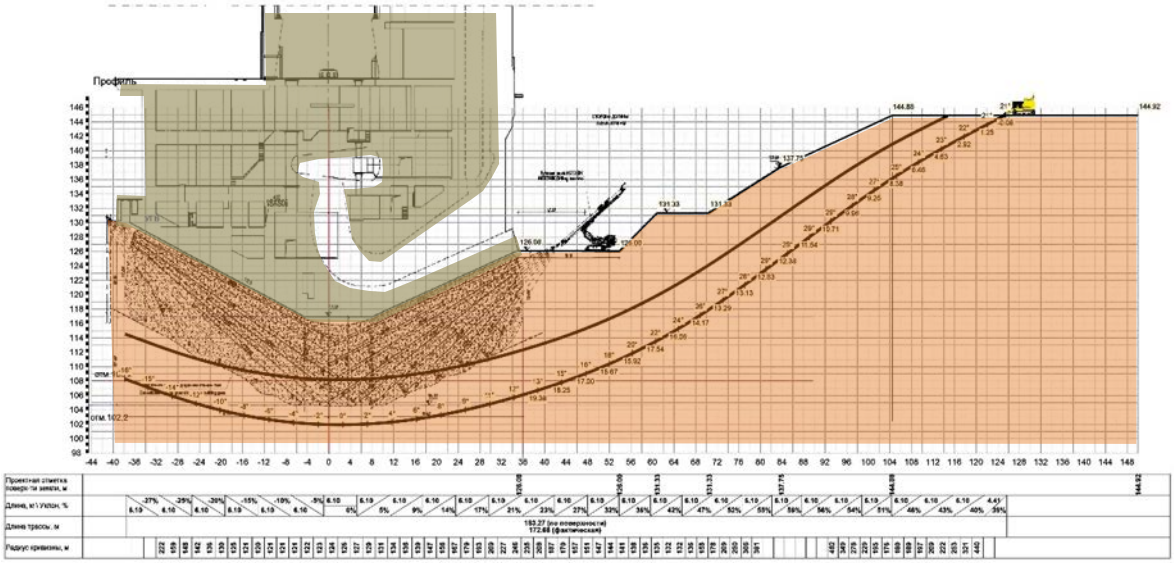


Рисунок 3.6.1 - Разрез по скважинам

3.7 Исходными данными для выполнения работ являются:

- сведения о фактическом расположении инъекционных скважин, выполненных к моменту проведения работ Этапа 1 и Этапа 2 по Договору;

- результаты геофизических исследований показали наличие тел повышенной плотности в интервале абсолютных отметок 98,000 - 100,000 м в районе скважины X-0 и 100,000 - 105,000 м в районе скважины Z-1;

- сведения о выходах составов через исследовательские скважины.

3.8 На рисунке 3.8.1 показаны три рекомендуемые точки выполнения буровых работ по результатам анализа возможных параметров бурения.

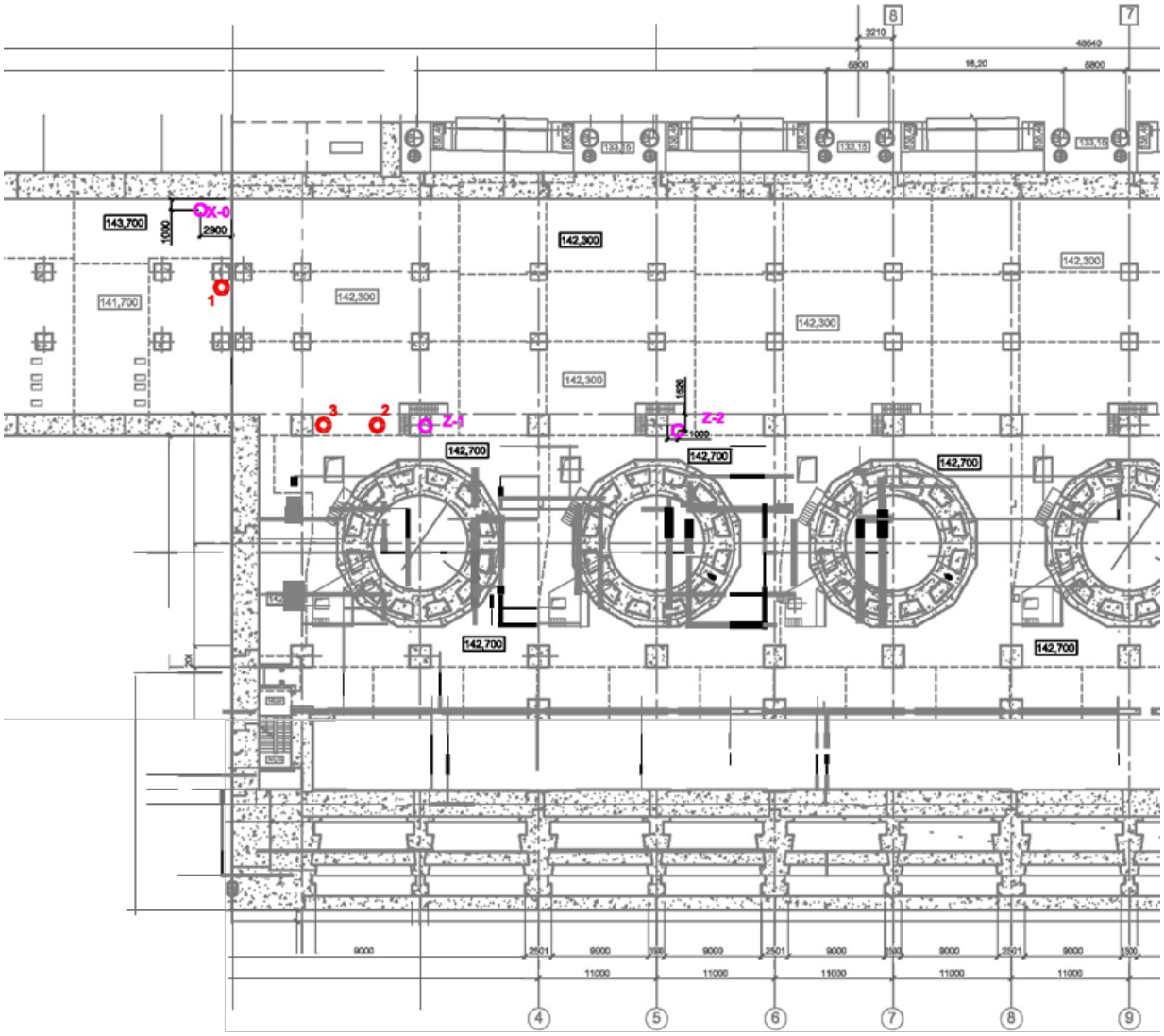


Рисунок 3.8.1 - Рекомендуемые точки выполнения буровых работ (выделено красным цветом)

На рисунке 3.8.2 показано фактическое распределение объемов выравнивающего состава по результатам инъекций 8 яруса.

На рисунке 3.8.3 показано фактическое распределение объемов выравнивающего состава по результатам инъекций 7 яруса.

На рисунке 3.8.4 показано фактическое суммарное распределение объемов выравнивающего состава по результатам инъекций 7 и 8 ярусов.

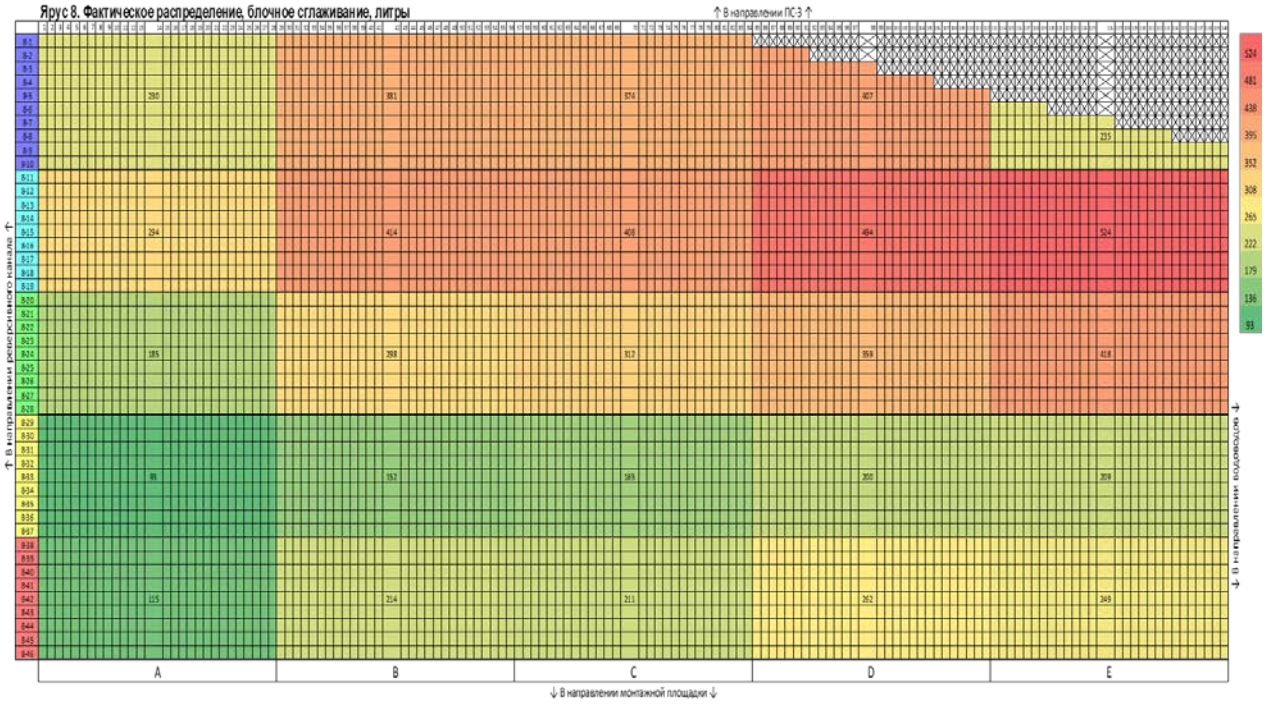


Рисунок 3.8.2 - Фактическое распределение объемов выравнивающего состава по результатам инъекций 8 яруса

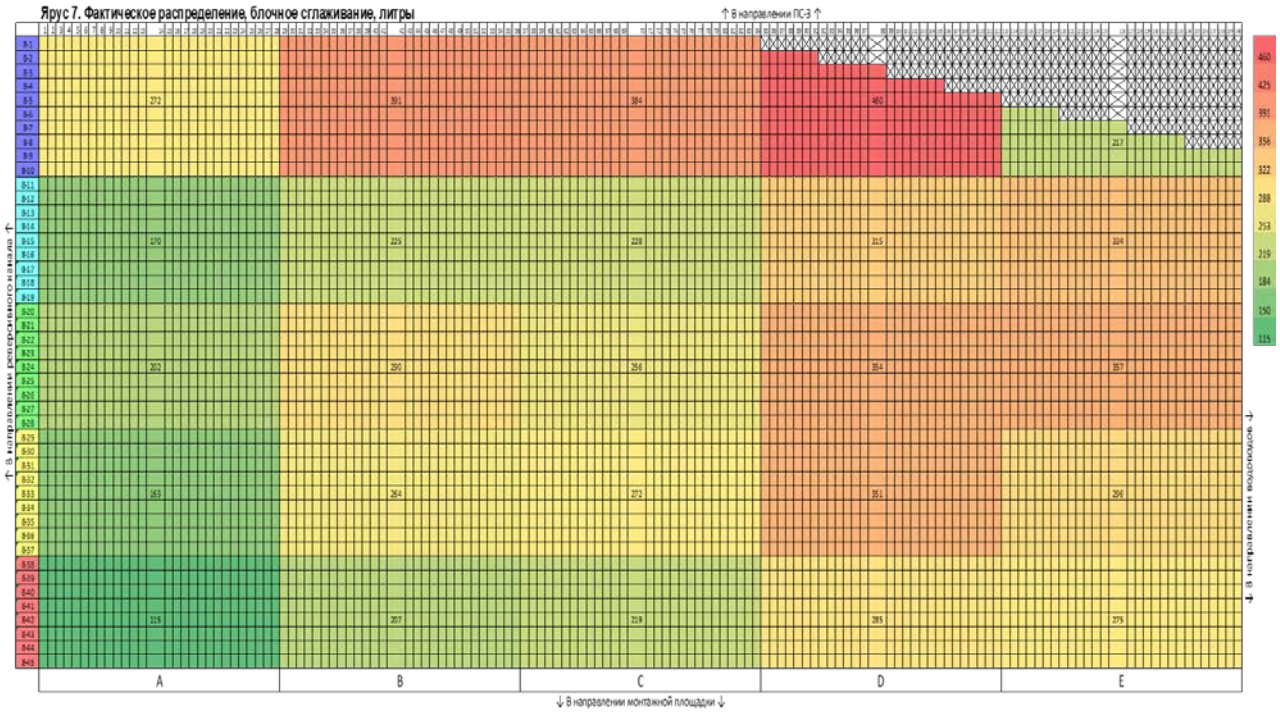


Рисунок 3.8.3 - Фактическое распределение объемов выравнивающего состава по результатам инъекций 7 яруса

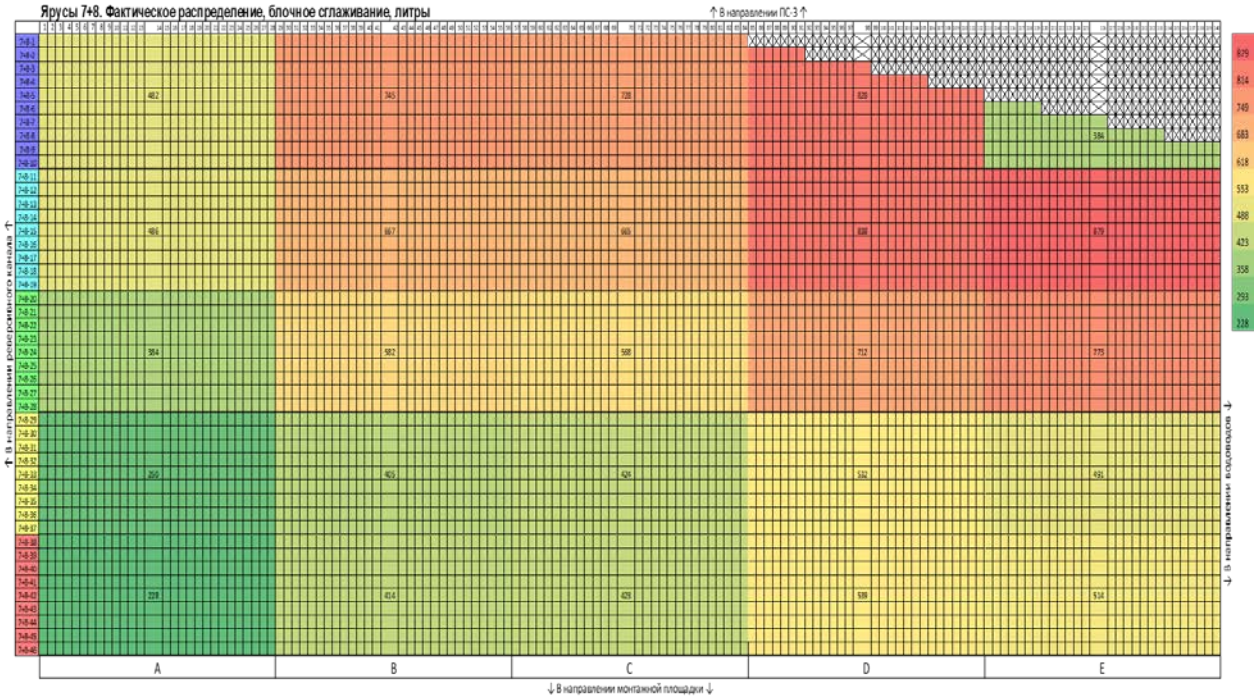


Рисунок 3.8.4 - Фактическое суммарное распределение объемов выравнивающего состава по результатам инъекций 7 и 8 ярусов

3.9 В результате анализа результатов инъекций 7 и 8 ярусов, а также анализа возможных параметров бурения, показанные на рисунке 3.8.1, три рекомендуемые точки выполнения буровых работ приняты в работу.

4 Буровые работы

4.1 До начала производства работ по бурению выполнялась подготовка строительной площадки.

4.2 Бурение выполнялось в районе ППТУ-4 в непосредственной близости от здания ГАЭС, а также непосредственно в здании ГАЭС в районе ГА № 10 между осями 2 и 3.

4.3 Программой предусматривалось бурение трех скважин под защитой обсадной трубы с последующим извлечением образцов.

4.4 Вынос устья скважин был выполнен при помощи геодезического тахеометра.

4.5 Порядок проведения бурения предусматривал бурение скважин в следующей последовательности:

- установка СКБ-4 ставилась в устье скважины;
- собирался низ буровой колонны;
- бурение выполнялось вертикально в последовательности, обусловленной фактически встречаемыми видами грунтов и строительных конструкций с периодической проверкой геометрии скважин;
- при достижении расчетных отметок (100,000 – 102,000 м) выполнялся отбор образцов, имеющих характерные особенности искусственных грунтов: изменение цвета породы, наличие уплотнений и твердых включений;
- отобранные образцы выкладывались в керновый ящик, описывались и подготавливались к отправке в лабораторию в таре, исключающей изменение механических свойств и влажности образцов;
- по достижении горизонтов ненарушенного грунта отбор образцов прекращался и станок перебазировался на следующее место бурения.

4.6 На рисунке 4.6.1 показан буровой станок при бурении скважины № 1.

На рисунке 4.6.2 показан буровой станок при бурении скважин № 2 и № 3.



Рисунок 4.6.1 - Буровой станок при бурении скважины № 1



Рисунок 4.6.1 - Буровой станок при бурении скважин № 2 и № 3

4.7 На рисунке 4.7.1 показан керн скважины № 1. На рисунке 4.7.2 показан фрагмент керна скважины № 1. На рисунке 4.7.3 показан керн скважины № 2.



Рисунок 4.7.1 - Керн скважины № 1



Рисунок 4.7.2 - Фрагмент керна скважины № 1



Рисунок 4.7.3 - Керн скважины № 2

4.8 На рисунке 4.8.1 показаны образцы скважины № 1. На рисунке 4.8.2 показаны образцы скважины № 2. На рисунке 4.8.3 показаны образцы скважины № 3.



Рисунок 4.8.1 - Образцы скважины № 1



Рисунок 4.8.2 - Образцы скважины № 2



Рисунок 4.8.3 - Образцы скважины № 3

4.9 Отчет по выполнению буровых работ приведен в документе № 1938-40-640.П1 «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Проведение изыскательских работ по исследованию прочностных характеристик инъекционных материалов в грунте основания станционного узла. Отчет о проведении работ. Приложение 1».

5. Выводы по результатам подготовительных и буровых работ

5.1 В соответствии с результатами работ по извлечению образцов пропитанного грунтового массива и инъекционных составов можно сделать следующие выводы:

1 При выполнении подготовительных работ и разработке ТЗ на бурение был выполнен анализ схемы расположения возможных мест бурения в связи с особенностями производства буровых и инъекционных работ.

2 В рамках подготовительных работ было намечено выполнение трех скважин глубиной около 50 м, схема расположения которых приведена на рисунке 3.8.1.

3 Фактическое бурение скважин показало правильность назначения мест их расположения как по производственным возможностям бурения, так и по отбору проб из горизонтов в диапазоне 100,500 – 102,000 м.

4 Бурение скважин было выполнено в период июнь – сентябрь 2022.

5 Бурение скважин было выполнено методом колонкового и шарошечного вращательного бурения с площадки ППТУ-4 и здания ГАЭС на отм. 142,700 м.

6 Выполнение полевых исследований плотности песчаного грунта методом динамического зондирования оказалось выполнить невозможно в связи с провалом инструмента, при бурении скважины № 1; нагрузкой от веса бурового инструмента, превышающей нормативную, при бурении скважин № 2 и № 3.

7 При выполнении работ была выполнена корректировка параметров бурения, включая увеличение номенклатуры рабочего органа бурения, уточнение диаметра обсадных труб и манжетных колонн, порядка и сроков выполнения работ.

8 По завершению работ были извлечены образцы пропитанного грунта, а также образцы инъекционных растворов «САТгрунд» и «АПгрунд», соответствующие условиям проведения дальнейших лабораторных работ по изучению свойств выбуренных образцов.

9 На основании проведенных работ можно сделать вывод, что принятая методика позволяет выполнить буровые работы и извлечение образцов инъекционных составов с заданной проектом точностью.

10 Важным обстоятельством, влияющим на сроки проведения работ следует считать независимость субподрядной организации, проводящей буровые работы, от внешних иностранных поставщиков бурового оборудования и оборудования для отбора образцов, которые могли бы влиять на качество и сроки выполнения работ. При этом отмечается существенная изношенность бурового оборудования, которое может исчерпать свой ресурс при дальнейшем проведении буровых работ.

6 Лабораторные работы

6.1 Общие сведения

6.1.1 Целью проведения инъекционных работ являлось определение состояния полученных образцов, и связанная с этим методика определения фактических механических свойств инъекционных материалов, закачанных в основание здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. По результатам определения фактических механических свойств в настоящей работе выполнена их оценка на соответствие требованиям проекта «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы» (1938-40-094).

6.1.2 В рамках выполнения лабораторных работ по определению механических свойств выбуренных образцов, на основании изучения образцов, полученных специализированной лабораторией, была составлена «Программа проведения лабораторных работ по определению фактических характеристик инъекционных материалов и грунтов основания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2», приведенная в документе № 1938-40-640.П2 «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Проведение изыскательских работ по исследованию прочностных характеристик инъекционных материалов в грунте основания станционного узла. Отчет о проведении работ. Приложение 2».

6.1.3 Лабораторные работы по определению фактических характеристик инъекционных материалов и грунтов основания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 включали определение физико-механических и фильтрационных характеристик образцов составов АПгрунт, САТгрунт и проб вмещающих грунтов, отобранных в районе сопряжения ППТУ-4 и здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. Всего из 3 скважин было получено 24 образца.

6.1.4 Для проб песка с пропиткой выполнялось определение следующих лабораторных исследований:

- влажность и плотность;
- плотность частиц грунта;
- угол внутреннего трения φ, удельное сцепление c, угол дилатансии ψ методом одноплоскостного среза;

- модуль деформации Ек методом компрессионного сжатия;
- гранулометрический состав;
- коэффициент фильтрации Кф, при плотности укладки, соответствующей натурным условиям.

6.1.5 Для монолитных твердых образцов составов АПгрунт и САТгрунт выполнялось определение следующих лабораторных исследований:

- влажность и плотность;
- предел прочности на сжатие Rc методом одноосного сжатия;
- определение размокаемости в воде;
- испытание на устойчивость к размыву в фильтрационном суффозионно-щелевом лотке (с раскрытием щели 2 мм);
- модуль сдвига и коэффициент демпфирования методом трехосного сжатия при динамических нагрузках. Опыт проводится в три стадии, по 40 циклов на каждой стадии с частотой 2 Гц. Испытания выполнялись с контролем деформаций (амплитудой 0,04-0,06%), при изотропном обжатии образца 50, 100 и 300 кПа.

6.1.6 Определение суффозионной устойчивости к размыву образцов составов АПгрунт и САТгрунт, переданных для испытаний в Лабораторию фильтрационных исследований, выполнялось в фильтрационном суффозионно-щелевом лотке.

6.1.7 Устойчивость к размоканию материала составов АПгрунт, САТгрунт в воде определяется по методике В.Д. Ломтадзе для связных пород грунта.

6.1.8 Определения предела прочности на одноосное сжатие выполнялись методом одноосного сжатия по ГОСТ 21153.2-84. Предел прочности (временное сопротивление) при одноосном сжатии определялось как отношение максимальной величины нагрузки, при которой происходит разрушение образца грунта, к площади его первоначального поперечного сечения.

6.1.9 Лабораторные исследования физико-механических и фильтрационных свойств проб песка с пропиткой выполнялись по стандартным методикам для грунтов и включали определение:

- гранулометрического состава грунта в соответствии с ГОСТ 12536-2014 «Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава», определение наименования грунта назначали в соответствии с ГОСТ 25100-2020;

– физических свойств грунта, включая определение плотности и влажности, плотность частиц грунта в соответствии с ГОСТ 5180-2015 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик»;

– коэффициента фильтрации грунта в соответствии с ГОСТ 25584-2016 «Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации»;

– угла внутреннего трения φ, удельного сцепления с, угла дилатансии ψ методом одноплоскостного среза в соответствии с ГОСТ 12248.4-2020 «Грунты. Определение характеристик деформируемости методом компрессионного сжатия»;

– модуля деформации $E_к$ методом компрессионного сжатия в соответствии с ГОСТ 12248.1-2020 «Грунты. Определение характеристик прочности методом одноплоскостного среза».

6.1.10 Испытания методом одноплоскостного среза были выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ 12248.1-2020 выполнялось на песчаных грунтах с пропиткой для определения следующих характеристик прочности: сопротивления грунта срезу τ, угла внутреннего трения φ, удельного сцепления с.

6.1.11 Определение одометрических модулей деформации первичного E_{oed} и вторичного $E_{oed''}$ выполнялось на песчаных грунтах с пропиткой ненарушенного сложения в компрессионных приборах WF фирмы Wykeham Farrancec на образцах диаметром 71,4 мм и высотой 20 мм.

6.1.12 Некоторые образцы, рассмотренные в предварительной ведомости проб как монолиты с соответствующим перечнем назначенных лабораторных испытаний, при распаковке образцов и работе с ними являлись смесью грунта с инъекционными составами нарушенного сложения. Соответственно выполнить лабораторные испытания, запланированные для твердых образцов составов АПгрунт и САТгрунт не представлялось возможным. Некоторые образцы при распаковке представляли собой только материал АПгрунт и САТгрунт нарушенного сложения – мелкую крошку, в этом случае подход к испытанию с использованием грунтовых методик был бы неверен.

6.1.13 В лабораторию поступили образцы в соответствии с отбором проб из трёх скважин.

6.1.14 Фактическая ведомость проб составов АПгрунт, САТгрунт и проб вмещающих грунтов, извлеченных на объекте Загорская ГАЭС-2 в районе сопряжения ППТУ-4 и здания станционного узла с описанием вида образцов, их фото и перечнем

проведенных лабораторных исследований представлена в Таблице 1 документа № 1938-40-640.П2.

6.2 Устойчивость к размыву

6.2.1 В фильтрационном суффозионно-щелевом лотке с подвижной кассетой были выполнены исследования суффозионной устойчивости 4-х образцов составов АПгрунт, САТгрунт, соответствующих по физической характеристикам требованиям к проведению данных испытаний.

6.2.2 Все исследования проведены в щелевом лотке при раскрытии щели δ = 2 мм. Дополнительно, до и после выполнения опыта, проводили замеры положения поверхности образца относительно базовой поверхности рабочей камеры прибора. Замеры выполняли индикатором часового типа с ценой деления 0,01 мм. Опыт проведен в течение 1 рабочего дня при скоростях потока воды V = 4,8 - 48,4 см/с.

6.2.3 Визуально внешний вид образцов после выполнения опыта не изменился. При исследовании образцов на устойчивость к эрозионному воздействию потоком воды при заданных скоростях потока: не зафиксировано нарушение целостности поверхности двух образцов материала составов АПгрунт/САТгрунт – 2-3Г, 10-3Г; зафиксирован минимальный размыв в 0,05 мм образца 6-3Г; установлен размыв вмещающего грунта на 0,7-1,0 мм образца 9-3Г.

6.2.4 Результаты испытаний приведены в таблице 6.2.4.1.

Таблица 6.2.4.1 - Результаты испытаний

№ образца	№ скв.	Глубина, м	Описание образца	Результат
2-3Г	1	41,00 – 41,15	АПгрунт/ САТгрунт	Размыв не установлен
6-3Г	1	45,90 – 46,10	АПгрунт/ САТгрунт	Размыв образца на 0,05 мм
10-3Г	2	41,30 – 41,40	АПгрунт/ САТгрунт	Размыв не установлен
9-3Г	2	41,20 – 41,30	АПгрунт/ САТгрунт с вмещающим грунтом	Размыв вмещающего грунта составляет 0,7-1,0 мм

6.3 Устойчивость образцов к размоканию в воде

6.3.1 Исследование устойчивости образцов состава АПгрунт, САТгрунт к размоканию проводилось в дистиллированной воде.

6.3.2 При погружении образцов состава АПгрунт, САТгрунт незначительное количество материала просыпалось сквозь сетку (до 1% первоначальной массы). За 14 дней проведения испытания форма, линейные размеры и вес образцов состава АПгрунт, САТгрунт не изменились.

6.3.3 Определение устойчивости образцов состава АПгрунт и САТгрунт к размоканию в воде показало, что все четыре испытанных образца устойчивы к размоканию: образец 2-3Г (скважина 1, глубина отбора 41,00 – 41,15 м); образец 6-3Г (скважина 1, глубина отбора 45,90 – 46,10 м); образец 10-3Г (скважина 2, глубина отбора 41,30 – 41,40 м); образец 9-3Г (скважина 2, глубина отбора 41,20 – 41,15 м).

6.4 Определение предела прочности

6.4.1 Определение предела прочности на одноосное сжатие выполнялось методом одноосного сжатия по ГОСТ 21153.2-84.

6.4.2 При вскрытии упаковки и визуальном осмотре, с последующим фотографированием большинства образцов, были отобраны семь монолитов (АПрунт/ САТгрунт и АПрунт/САТгрунт + песок с пропиткой), пригодных для испытаний на одноосное сжатие.

6.4.3 Из семи монолитов было испытано два образца АПрунт/САТгрунт и пять образцов Апрунт/ Сатгрунт + песок с пропиткой. Испытывали образцы цилиндрической формы, с предварительным торцеванием поверхности образцов.

6.4.4 Результаты испытаний сведены в таблицу 6.4.4.1.

Таблица 6.4.4.1 - Результаты испытаний

№ опыта	№ скв.	Глубина отбора, м	W, %	ρ, г/см^3	ρ_d, г/см^3	Параметры разрушения	Наименование грунта
						R_c, МПа	
8	1	39,20-39,40	13,3	1,84	1,62	0,25	техногенный грунт (АПрунт/САТгрунт + песок с пропиткой)

№ опыта	№ скв.	Глубина отбора, м	W, %	ρ, г/см^3	ρ_d, г/см^3	Параметры разрушения	Наименование грунта
						R_c, МПа	
1	1	41,00-41,15	18,2	2,00	1,69	15,2	техногенный грунт (АПрунт/САТгрунт)
5	1	45,90-46,10	10,7	2,14	1,93	0,04	техногенный грунт (АПрунт/САТгрунт +песок с пропиткой)
6	2	46,50-46,70	17,8	2,32	1,97	0,23	техногенный грунт (АПрунт/САТгрунт + песок с пропиткой)
2	2	47,50-47,70	17,0	2,10	1,79	0,44	техногенный грунт (АПрунт/САТгрунт + песок с пропиткой)
3	3	43,30-43,40	17,3	2,04	1,74	0,26	техногенный грунт (АПрунт/САТгрунт + песок с пропиткой)
4	3	45,70-45,90	15,7	2,06	1,78	0,31	техногенный грунт (АПрунт/САТгрунт + песок с пропиткой)
7	3	46,40-46,60	12,5	2,13	1,89	2,00	техногенный грунт (АПрунт/САТгрунт)

6.5 Исследования физико-механических и фильтрационных свойств проб песка с пропиткой

6.5.1 Результаты лабораторных исследований гранулометрического состава доставленных проб песка вмещающих грунтов, отобранных в районе сопряжения ППТУ-4 и здания станционного узла Загорской ГАЭС-2, с пропиткой проводились для 13 образцов грунта.

6.5.2 Согласно ГОСТ 25100-2020 грунты, отобранные в районе сопряжения ППТУ-4 и здания станционного узла Загорской ГАЭС-2, представляют собой мелкие, крупные пески и пески средней крупности однородные и неоднородные.

6.5.3 Подробный гранулометрический состав и кривые гранулометрического состава приведены в таблице 4 и рисунках 1-3, в протоколах испытаний в Приложении 6 документа № 1938-40-640.П2.

6.5.4 Результаты лабораторных определений физических характеристик проб грунта с пропиткой, включая определение плотности и влажности, плотность частиц грунта в соответствии с ГОСТ 5180-2015 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик», а также определение фильтрационных свойств вмещающих грунтов в соответствии с ГОСТ 25584-2016 «Грунты. Результаты лабораторного определения коэффициента фильтрации» песков с пропиткой приведены в таблице 6.5.4.1.

Таблица 6.5.4.1.

№ скв	№ образца	Глубина отбора	Влажность в опыте по фильтрации, %	Плотность в опыте по фильтрации, г/см^3			Коэф-т пористость, д. ед.	Средний коэффициент фильтрации, м/сут	Определение грунта
			$W_{оп}$	ρ	ρ_d	ρ_s	e	К ср	
1	3-ЗГ	41,15 - 41,25	14,9	2,02	1,76	2,50	0,42	0,00045	Песок мелкий однородный с пропиткой
	4-ЗГ	42,80 – 43,00	14,5	2,13	1,86	2,64	0,42	0,0024	Песок крупный неоднород-ный с пропиткой
	5-ЗГ	44,00 – 44,20	25,6	1,86	1,48	2,50	0,69	0,0004	Песок крупный неоднород-ный с пропиткой
2	7-ЗГ	32,50 – 32,80	18,2	1,97	1,67	2,56	0,53	0,015	Песок средней крупности однородный с пропиткой
	8-ЗГ	39,50 – 39,80	16,7	2,10	1,80	2,64	0,47	0,0017	Песок мелкий неоднород-ный с пропиткой
	11-ЗГ	44,50 – 44,70	11,8	2,18	1,95	2,61	0,34	0,0011	Песок средней крупности неоднород-

№ скв	№ образца	Глубина отбора	Влажность в опыте по фильтрации, %	Плотность в опыте по фильтрации, г/см^3			Коэф-т пористость, д. ед.	Средний коэффициент фильтрации, м/сут	Определение грунта
			$W_{оп}$	ρ	ρ_d	ρ_s	e	К ср	
									ный с пропиткой
	12-ЗГ	46,50 – 46,70	9,3	2,17	1,99	2,72	0,37	0,0010	Песок крупный неоднород-ный с пропиткой
	14-ЗГ	48,80 – 49,00	12,0	2,12	1,89	2,62	0,39	0,0022	Песок средней крупности неоднород-ный с пропиткой
3	15-ЗГ	38,00 – 38,20	17,0	2,01	1,72	2,61	0,52	0,0012	Песок мелкий однородный с пропиткой
	19-ЗГ	44,40 – 44,60	14,6	2,12	1,85	2,63	0,42	0,001	Песок средней крупности неоднород-ный с пропиткой
	21-ЗГ	46,00 – 46,20	17,3	1,89	1,61	2,59	0,61	0,010	Песок мелкий однородный с пропиткой
	23-ЗГ	48,00 – 48,20	13,7	1,84	1,62	2,57	0,59	0,191	Песок средней крупности однородный с пропиткой
	24-ЗГ	49,40 – 49,60	14,4	1,87	1,63	2,53	0,55	0,185	Песок средней крупности однородный с пропиткой

6.5.5 Определение одометрических модулей деформации вмещающих грунтов методом компрессионного сжатия произведено для 11 песчаных грунтов с пропиткой. Испытанные образцы песчаного грунта были отобраны из трех скважин в интервале глубин от 38,00 м до 49,60 м:

- скважина 1 – 2 образца;
- скважина 2 – 4 образца;
- скважина 3 – 5 образцов.

6.5.6 Образцы грунта для испытаний ненарушенного сложения вырезались из монолита кольцом компрессионного прибора в соответствии с требованиями п. 5 ГОСТ 30416-2012. Грунты испытывались в водном окружении.

6.5.7 Испытания проводились путем ступенчатого нагружения образцов, каждая ступень нагружения выдерживалась до времени окончания уплотнения образца грунта согласно п. 8.5 ГОСТ 12248.4-2020. Приложение нагрузок осуществлялось в соответствии с Примечанием п. 8.2 ГОСТ 12248.4-2020 возрастающими ступенями. Первая ступень нагружения составила 0,05 МПа, вторая – 0,1 МПа, третья – 0,2 МПа, последующие ступени нагружения увеличивались на 0,1 МПа до 0,5 МПа, далее производилось разгрузка до 0,3 МПа, и последующее нагружение до 0,5 МПа. Последняя ступень нагружения составляла 0,8 МПа. Такая схема проведения испытаний соответствовала схеме испытаний, проводившихся в течение ряда лет с модельным грунтом.

6.5.8 Результаты проведенных испытаний песчаных грунтов по объекту «Загорская ГАЭС-2» сведены в таблицу 6.5.8.1.

Таблица 6.5.8.1.

№ опыта	№ скважины	Глубина отбора, м	W, %	Плотность грунта ρ, г/см^3	Плотность сухого грунта ρ_d, г/см^3	Плотность частиц грунта ρ_s, г/см^3	E_{oed}, МПа	E_{oed}'', МПа	Наименование грунта
							в диапазоне напряжений σ 0,3-0,5 МПа		
11	1	41,15-41,25	13,8	2,05	1,90	2,50	35,1	235,3	песок мелкий однородный
9		42,80-43,0	13,8	2,35	2,07	2,64	33,2	220,8	песок крупный неоднородный

№ опыта	№ скважины	Глубина отбора, м	W, %	Плотность грунта ρ, г/см^3	Плотность сухого грунта ρ_d, г/см^3	Плотность частиц грунта ρ_s, г/см^3	E_{oed}, МПа	E_{oed}'', МПа	Наименование грунта
							в диапазоне напряжений σ 0,3-0,5 МПа		
10	2	32,50-32,80	15,9	2,20	1,90	2,56	32,0	229,9	песок средней крупности однородный
3		39,50-39,80	26,9	1,99	1,57	2,64	34,8	218,6	песок мелкий неоднородный
1		44,50-44,70	12,9	2,03	1,80	2,61	35,7	222,2	песок средней крупности неоднородный
6		48,80-49,00	11,3	2,36	2,12	2,62	33,1	235,3	песок средней крупности неоднородный
7	3	38,00-38,20	16,2	2,16	1,86	2,61	33,3	222,2	песок мелкий однородный
5		44,40-44,60	16,2	2,30	1,98	2,63	35,7	210,5	песок средней крупности неоднородный
4		46,00-46,20	20,8	2,16	1,79	2,59	35,1	222,2	песок мелкий однородный
8		48,00-48,20	14,0	1,89	1,66	2,57	33,9	235,3	песок средней крупности однородный
2		49,40-49,60	14,6	2,03	1,77	2,53	33,6	233,9	песок средней крупности однородный

6.5.9 Испытания методом одноплоскостного среза были выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ 12248.1-2020 и выполнялись на песчаных грунтах с пропиткой для определения следующих характеристик прочности: сопротивления грунта срезу τ, угла внутреннего трения φ, удельного сцепления с.

6.5.10 На образцах ненарушенного сложения было проведено 8 серий испытаний по консолидированно-дренированной схеме (КД-испытания). Каждая серия испытаний включала три испытания по измерению сопротивления грунта срезу τ при различных значениях нормального напряжения σ, количество испытаний, не менее трех в серии, что необходимо для определения характеристик прочности: угла внутреннего трения φ и удельного сцепления с.

6.5.11 Для испытаний использовали образцы грунта ненарушенного сложения с естественной влажностью. Образцы имели форму цилиндра с площадью основания 3165 мм^2 и высотой 20,0 мм.

Изготовленные образцы предварительно уплотняли непосредственно в рабочем кольце срезного прибора. Предварительное уплотнение образцов производили нормальным давлением p, при котором определяли сопротивление срезу τ. Нормальные давления передавали на образец грунта ступенями Δp в соответствии с ГОСТ 12248.1-2020.

6.5.12 В процессе предварительного уплотнения образцов грунта вертикальная деформация образца регистрировалась автоматически.

6.5.13 Испытания проводили при непрерывно возрастающей горизонтальной нагрузке с постоянной скоростью деформации образца (кинематический режим).

6.5.14 Результаты определения прочностных характеристик, полученных методом одноплоскостного среза приведены в обобщающей таблице 6.5.14.1.

Таблица 6.5.14.1.

№ скв.	Глубина, м	Тип опыта	W, %	ρ, г/см^3	ρ_d, г/см^3	σ′, МПа	τ′, МПа	tg φ′	φ′, град	c′, МПа	Наименование грунта
1	41,15 - 41,25	КД	13,8	2,05	1,90	0,100	0,091	0,645	33	0,031	песок мелкий однородный
						0,300	0,234				
						0,500	0,349				
2	32,50 - 32,80	КД	15,9	2,20	1,90	0,100	0,092	0,763	37	0,016	песок средней крупности однородный
						0,300	0,245				
						0,500	0,398				
2	39,50 - 39,80	КД	26,9	1,99	1,57	0,100	0,099	0,709	35	0,038	песок мелкий неоднородный
						0,300	0,271				
						0,500	0,382				
2	44,50 - 44,70	КД	12,9	2,03	1,80	0,100	0,084	0,850	40	0,000	песок средней крупности неоднородный
						0,300	0,255				
						0,500	0,425				
2	48,80 - 49,00	КД	11,3	2,36	2,12	0,100	0,101	0,721	36	0,028	песок средней крупности неоднородный
						0,300	0,243				
						0,500	0,389				
3	38,00 - 38,20	КД	16,2	2,16	1,86	0,100	0,113	0,826	40	0,024	песок мелкий
						0,300	0,259				

№ скв.	Глубина, м	Тип опыта	W, %	ρ, г/см^3	ρ_d, г/см^3	σ′, МПа	τ′, МПа	tg φ′	φ′, град	c′, МПа	Наименование грунта
						0,500	0,444				однородный
3	44,40 - 44,60	КД	16,2	2,30	1,98	0,100	0,105	0,773	38	0,034	песок средней крупности неоднород-ный
						0,300	0,279				
						0,500	0,414				
3	46,00 - 46,20	КД	20,8	2,16	1,79	0,100	0,101	0,706	35	0,034	песок мелкий однород-ный
						0,300	0,252				
						0,500	0,383				

6.6 Выводы по результатам лабораторных работ

6.6.1 В рамках выполнения лабораторных работ по определению механических свойств выбуренных образцов, на основании изучения образцов, полученных специализированной лабораторией, была составлена «Программа проведения лабораторных работ по определению фактических характеристик инъекционных материалов и грунтов основания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2».

6.6.2 Для проб песка с пропиткой выполнялось определение следующих лабораторных исследований:

- влажность и плотность;
- плотность частиц грунта;
- угол внутреннего трения φ, удельное сцепление c, угол дилатансии ψ методом одноплоскостного среза;
- модуль деформации Ек методом компрессионного сжатия;
- гранулометрический состав;
- коэффициент фильтрации Кф, при плотности укладки, соответствующей натурным условиям.

6.6.3 Для монолитных твердых образцов составов АПгрунт и САТгрунт выполнялось определение следующих лабораторных исследований:

- влажность и плотность;
- предел прочности на сжатие Rc методом одноосного сжатия;

– определение размокаемости в воде;

– испытание на устойчивость к размыву в фильтрационном суффозионно-щелевом лотке (с раскрытием щели 2 мм);

– модуль сдвига и коэффициент демпфирования методом трехосного сжатия при динамических нагрузках.

6.6.4 Определение суффозионной устойчивости к размыву образцов составов АПгрунт и САТгрунт, переданных для испытаний в Лабораторию фильтрационных исследований, выполнялось в фильтрационном суффозионно-щелевом лотке.

6.6.5 Устойчивость к размоканию материала составов АПгрунт, САТгрунт в воде определяется по методике В.Д. Ломтадзе для связных пород грунта.

6.6.6 Испытания методом одноплоскостного среза были выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ 12248.1-2020 и выполнялись на песчаных грунтах с пропиткой для определения следующих характеристик прочности: сопротивления грунта срезу τ, угла внутреннего трения φ, удельного сцепления с. Во всех результатах испытаний песков отмечено наличие сцепления в диапазоне 0,016 – 0,034 МПа, что соответствует ранее полученным результатам на модельных грунтах, а также условиям расчетного обоснования.

6.6.7 Результаты лабораторных определений физических характеристик проб грунта с пропиткой, включая определение плотности и влажности, плотность частиц грунта показали общее соответствие физических характеристик проб грунта с пропиткой ранее проведенным испытаниям за исключением весьма малых коэффициентов фильтрации грунта, находящихся в диапазоне 0,00045 – 0,191 м/сут при среднем значении 0,032 м/сут. Пропитанные грунты основания в соответствии с результатами инженерных изысканий на ОУ № 3 путем опытно-фильтрационного опробования характеризуются коэффициентами фильтрации 1,44-4,10 м/сут (№ 1938-03-27), что существенно выше результатов, полученных в рамках настоящей работы.

6.6.8 Результаты испытаний пропитанных песчаных грунтов подтверждают обоснование применения состава САТгрунд, во-первых, как пропитывающего материала, во-вторых, как материала, придающего сцепление песчаным грунтам, в-третьих, как материала, резко уменьшающего водопроницаемость инъекционного слоя.

6.6.9 Определение предела прочности на одноосное сжатие выполнялось методом одноосного сжатия по ГОСТ 21153.2-84. Были отобраны 7 монолитов (АПрунт/

САТгрунт и АПрунт/САТгрунт + песок с пропиткой), пригодных для испытаний на одноосное сжатие.

6.6.10 Из семи монолитов было испытано два образца АПрунт/САТгрунт и пять образцов АПрунт/ САТгрунт + песок с пропиткой. Испытывались образцы цилиндрической формы, с предварительным торцеванием поверхности образцов.

6.6.11 В связи с невозможностью получения информации о соотношении в образцах материалов САТгрунд, АПгрунд и песок, необходимо выделить образцы без наличия песка в отдельную разность. Среднее значение прочности по этим образцам составляет 8,6 МПа, что существенно превышает прочность образцов на 180 сутки, хранящихся в лабораторных условиях (около 2 МПа).

6.6.12 Средняя прочность образцов типа АПрунт/ САТгрунт + песок с пропиткой составляет 0,255 МПа.

6.6.13 Результаты испытаний на размокаемость положительные: все образцы не являются размокаемыми.

6.6.14 При исследовании образцов на устойчивость к эрозионному воздействию потоком воды при заданных скоростях потока: не зафиксировано нарушение целостности поверхности двух образцов материала составов АПгрунт/САТгрунт – 2-3Г, 10-3Г; зафиксирован минимальный размыв в 0,05 мм образца 6-3Г; установлен размыв вмещающего грунта на 0,7-1,0 мм образца 9-3Г. Результаты испытаний положительные.

7 Общие выводы по результатам работ

7.1 Выводы по результатам буровых работ

7.1.1 При выполнении подготовительных работ и разработке ТЗ на бурение был выполнен анализ схемы расположения возможных мест бурения в связи с особенностями производства буровых и инъекционных работ.

7.1.2 В рамках подготовительных работ было намечено выполнение трех скважин глубиной около 50 м, схема расположения которых приведена на рисунке 3.8.1.

7.1.3 Фактическое бурение скважин показало правильность назначения мест их расположения, как по производственным возможностям бурения, так и по отбору проб из соответствующих горизонтов 101,000 – 101,500 м.

7.1.4 По завершению работ были извлечены образцы пропитанного грунта, а также образцы инъекционных растворов «САТгрунд» и «АПгрунд», соответствующие условиям проведения дальнейших лабораторных работ по изучению свойств выбуренных образцов.

7.1.5 Важным обстоятельством, влияющим на сроки проведения работ следует считать независимость субподрядной организации, проводящей буровые работы, от внешних иностранных поставщиков бурового оборудования и оборудования для отбора образцов, которые могли бы влиять на качество и сроки выполнения работ. При этом отмечается существенная изношенность бурового оборудования, которое может исчерпать свой ресурс при дальнейшем проведении буровых работ.

7.2 Выводы по результатам лабораторных работ

7.2.1 В рамках выполнения лабораторных работ по определению механических свойств выбуренных образцов, на основании изучения образцов, полученных специализированной лабораторией, была составлена «Программа проведения лабораторных работ по определению фактических характеристик инъекционных материалов и грунтов основания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2».

7.2.2 Лабораторные работы по определению фактических характеристик инъекционных материалов и грунтов основания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 включали определение физико-механических и фильтрационных характеристик образцов составов АПгрунт, САТгрунт и проб вмещающих грунтов, отобранных в

районе сопряжения ППТУ-4 и здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. Всего из трёх скважин было получено 24 образца, в составе которых были выделены образцы песчаного грунта с пропиткой, образцы типа АПрунт/ САТгрунт + песок с пропиткой и образцы типа АПрунт/ САТгрунт.

7.2.2 Результаты испытаний пропитанных песчаных грунтов подтверждают обоснование применения состава САТгрунд, во-первых, как пропитывающего материала, во-вторых, как материала, придающего сцепление песчаным грунтам, в-третьих, как материала, резко уменьшающего водопроницаемость инъекционного слоя.

7.2.3 Среднее значение прочности по образцам АПрунт/ САТгрунт составляет 8,6 МПа, что существенно превышает прочность образцов на 180 сутки, хранящихся в лабораторных условиях (около 2 МПа).

7.2.4 Средняя прочность образцов типа АПрунт/ САТгрунт + песок с пропиткой составляет 0,255 МПа.

7.2.5 Результаты испытаний на размокаемость положительные: все образцы не являются размокаемыми.

7.2.6 При исследовании образцов на устойчивость к эрозионному воздействию потоком воды при заданных скоростях потока, результаты испытаний положительные.

7.2.7 По результатам испытаний получены фактические значения механических характеристик (измененных в зоне инъекций в результате работ по выравниванию) грунтов основания, что позволит выполнить уточнение расчетных параметров грунтов.

7.3 Заключение

7.3.1 Буровые работы выполнены в соответствии с проектом с необходимой точностью. Образцы пропитанного материала и составов САТгрунд и АПгрунд извлечены на поверхность с планируемых горизонтов и в необходимом количестве.

7.3.2 В рамках лабораторных работ при изучении фактических механических свойств выбуренных образцов выполнялась их оценка на соответствие требованиям проекта «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы» (№ 1938-40-094).

7.3.3 Результаты лабораторных исследований показали соответствие образцов требованиям проекта по всем видам испытаний.

8 Нормативная база

Обозначение, шифр документов	Полное наименование документов
СП 58.13330.2019	Гидротехнические сооружения. Основные положения СНиП 33-01-2003 (с Изменением N 1)
СП 80.13330.2016	Гидротехнические сооружения речные. Актуализированная редакция СНиП 3.07.01-85 (с Изменением N 1)
СП 41.13330.2012	Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.06.08-87 (с Изменением N 1)
СП 63.13330.2018	Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями N 1, 2)
П 49-90/ВНИИГ	Рекомендации по методике лабораторных испытаний грунтов на водопроницаемость и суффозионную устойчивость. – Л.: 1991
СП 39.13330.2012	Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84* (с Изменениями N 1, 2, 3)
СП 23.13330.2018	Основания гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.02-85 (с Изменением N 1)
СП 45.13330.2017	Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 (с Изменениями N 1, 2, 3)
РД 34 15.073-91	Руководство по геотехническому контролю за подготовкой оснований и возведением грунтовых сооружений в энергетическом строительстве
1938-40-201	Специальные технические условия (СТУ) на «Восстановление Загорской ГАЭС-2 на р. Кунья. Стабилизация здания ГАЭС и восстановление высотного положения здания ГАЭС по технологии компенсационного нагнетания по адресу: Московская обл., Сергиево-Посадский район, пос. Богородское, д. 101
1963-СТУ-ИИ	Специальные технические условия (СТУ) на разработку проектной документации объекта «Корректировка ТЭО (Проект) строительства Загорской ГАЭС-2» в части инженерно-геологических изысканий
ГОСТ 21153.2-84	Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии (с Изменениями N 1, 2,)
ГОСТ 12536-2014	Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава
ГОСТ 25100-2020	Грунты. Классификация

Обозначение, шифр документов	Полное наименование документов
ГОСТ 5180-2015	Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик
ГОСТ 25584-2016	Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации (с Поправками)
ГОСТ 12248.4-2020	Грунты. Определение характеристик деформируемости методом компрессионного сжатия
ГОСТ 12248.1-2020	Грунты. Определение характеристик прочности методом одноплоскостного среза (с Поправкой)
ГОСТ 30416-2020	Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения
Ломтадзе В. Д.	Инженерная геология. Инженерная петрология. Издание 2. «Недра». – Л.: 1984

Таблица регистрации изменений								
Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в док.	Номер док.	Подпись	Дата
	Изменён-ных	Заменён-ных	Новых	Аннулиро-ванных				