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

Волоколамское шоссе, 2, Москва, 125993, Российская Федерация
тел. (495) 7273605, 7414971, факс (499) 1580489, 1580191

Заказчик: АО «Загорская ГАЭС-2» Договор №66/20-ОКС от 20.08.2020 г.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАГОРСКОЙ ГАЭС-2 НА Р. КУНЬЕ

ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы

Техническое сопровождение процесса восстановления высотного положения здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. 7 и 8 ярусы нагнетания

Отчет по завершению 1 этапа нагнетания

1938-40-621

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

2022

Институт Гидропроект

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

тел. (495) 7273605, 7414971, факс (499) 1580489, 1580191

Заказчик: АО «Загорская ГАЭС-2» Договор №66/20-ОКС от 20.08.2020 г.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАГОРСКОЙ ГАЭС-2 НА Р. КУНЬЕ

ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы

Техническое сопровождение процесса восстановления высотного положения здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. 7 и 8 ярусы нагнетания

Отчет по завершению 1 этапа нагнетания

1938-40-621

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

Руководитель работ по
выравниванию А.В. Александров

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

2022

Список исполнителей

Фамилия И.О.	Должность
Лобанов К.И.	Начальник ООТС
Лукович Е.И.	Главный специалист ООТС
Кузнецова А.В.	Ведущий инженер ООТС
Фартушина Е.А.	Инженер 1 категории ООТС
Камкин О.М	Начальник ГРП и АН ГТО-3
Поздняков А.М.	Руководитель подразделения оперативного управления
Власов И.Г.	Главный специалист подразделения оперативного управления
Перов А.А.	Главный специалист ГТО-3
Николаева Л.Ю.	Главный специалист ГТО-3
Темирбулатов С.Д.	Начальник ОКИАиМ
Вербицкий Ю.В.	Инженер 1 кат. ОКИАиМ
Устинов А.В.	Начальник ОГиГС
Долгих А.П.	Начальник ОРО
Камзолкин А.А.	Главный специалист ОРО
Дейнеко А. В.	Начальник отдела ООО «Сигма Тау»
Донов А.В.	Старший научный сотрудник АО «ВНИИГ им. Веденеева»

СОСТАВ ТОМА 1938-40-621

№ п/п	Номер документа	Наименование документа	Примечание
1	1938-40-621	Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы Техническое сопровождение процесса восстановления высотного положения здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. 7 и 8 ярусы нагнетания. Отчет по завершению 1 этапа нагнетания.	135 стр.
2	1938-40-621.П1.Ч1	Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы Техническое сопровождение процесса восстановления высотного положения здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. 7 и 8 ярусы нагнетания. Отчет по завершению 1 этапа нагнетания. Приложение 1. Часть 1	48 стр. Объемы инъекций составом САТгрунд. 7 ярус
3	1938-40-621.П1.Ч2	Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы Техническое сопровождение процесса восстановления высотного положения здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. 7 и 8 ярусы нагнетания. Отчет по завершению 1 этапа нагнетания. Приложение 1. Часть 2	48 стр. Объемы инъекций составом САТгрунд. 8 ярус
4	1938-40-621.П1.Ч3	Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы Техническое сопровождение процесса восстановления высотного положения здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. 7 и 8 ярусы нагнетания. Отчет по завершению 1 этапа нагнетания. Приложение 1. Часть 3	48 стр. Средние давления нагнетания состава САТгрунд. 7 ярус
5	1938-40-621.П1.Ч4	Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы Техническое сопровождение процесса восстановления высотного положения здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. 7 и 8 ярусы нагнетания. Отчет по завершению 1 этапа нагнетания. Приложение 1. Часть 4	48 стр. Средние давления нагнетания состава САТгрунд. 8 ярус
6	1938-40-621.П1.Ч5	Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы Техническое сопровождение процесса восстановления высотного положения здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. 7 и 8 ярусы нагнетания. Отчет по завершению 1 этапа нагнетания. Приложение 1. Часть 5	51 стр. Объемы инъекций состава АПгрунд. 7 ярус

№ п/п	Номер документа	Наименование документа	Примечание
7	1938-40-621.П1.Ч6	Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы Техническое сопровождение процесса восстановления высотного положения здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. 7 и 8 ярусы нагнетания. Отчет по завершению 1 этапа нагнетания. Приложение 1. Часть 6	52 стр. Объемы инъекций состава АПгрунд. 8 ярус
8	1938-40-621.П1.Ч7	Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы Техническое сопровождение процесса восстановления высотного положения здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. 7 и 8 ярусы нагнетания. Отчет по завершению 1 этапа нагнетания. Приложение 1. Часть 7	51 стр. Средние давления нагнетания состава АПгрунд. 7 ярус
9	1938-40-621.П1.Ч8	Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы Техническое сопровождение процесса восстановления высотного положения здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. 7 и 8 ярусы нагнетания. Отчет по завершению 1 этапа нагнетания. Приложение 1. Часть 8	52 стр. Средние давления нагнетания состава АПгрунд. 8 ярус
10	1938-40-621.П2	Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы Техническое сопровождение процесса восстановления высотного положения здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. 7 и 8 ярусы нагнетания. Отчет по завершению 1 этапа нагнетания. Приложение 2	134 стр. Результат мониторинга

Содержание

1 Введение 7
2 Общие положения 12
2.1 Сведения об объекте строительства 12
2.2 Сведения о порядке управления работами 13
3 Выполняемые работы 17
3.1 Организация ГТС 17
3.1.1 Общие сведения 17
3.1.2 Совещания ГТС 20
3.1.2.2 Ежесуточные отчеты. Регламент взаимодействия 22
3.2 Состояние строительной площадки 22
3.3 Буровые работы 24
3.4 Инъекционные работы 34
3.4.1 Общие сведения 34
3.4.2 Выдача сменных заданий на инъектирование 34
3.4.3 Инъектирование составов 36
3.4.4 Контроль качества составов 47
3.4.5 Параметры инъекционных работ 55
3.4.6 Контроль объемов инъекционных работ 60
3.4.7 Опытно-производственные работы по оптимизации инъекций 62
4 Результаты мониторинга 95
4.1 Анализ и оценка деформаций и перемещений ГТС 95
4.1.1 Вертикальные перемещения здания ГАЭС-2 95
4.1.2 Горизонтальные перемещения здания ГАЭС-2 107
4.1.3 Анализ и оценка КИА напряженно-деформированного состояния здания ГАЭС 109

4.1.4 Результаты и анализ геофизического контроля 116
4.2 Выводы и рекомендации по мониторингу 125
5 Общие выводы 126
6 Нормативная база 132

1 Введение

Настоящий документ «Техническое сопровождение процесса восстановления высотного положения здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. 7 и 8 ярусы нагнетания. Отчет по завершению 1 этапа нагнетания» №1938-40-621 включает в себя отчет за период выполнения инъекционных работ по Этапу I с 01.09.2021 г. по 30.11.2021 г., разработан на основании Договора №66/20-ОКС от 20.08.2020, ДС №1, а также:

- Утвержденного Заказчиком календарного графика на выполнение работ «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2»;
- Согласованной Заказчиком «Программы восстановления и ввода в эксплуатацию Загорской ГАЭС-2» №1938-40-001;
- №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.
- 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)]
- №1938-40-217 «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. Разработка рабочей документации на подготовительные работы к выравниванию здания ГАЭС. Технические условия на производство работ по стабилизации. Компенсационное нагнетание. Опытный участок №3. Организация работ»
- №1938-40-255.01 «Специальные термины и определения. Пояснительная записка»
- №1938-40-283 «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. Проектирование систем: нагнетания, технологии,

смесей, ограничения зоны, деформаций грунта и перемещений структуры (вертикальных и горизонтальных), системы предварительного мониторинга для опытного участка №3», М. 2015

- №1938-40-445 «Выполнение работ по научно-техническому сопровождению опытного участка №3 при выполнении опытных работ. Компенсационное нагнетание. Опытный участок №3. Отчёт по результатам работ Этапа III», выполненный на основании результатов натурных исследований.
- №1938-40-560 «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Программа проведения опытных работ по отработке методов и технологий бурения»
- №1938-40-561 «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Разработка рабочей документации на восстановительные работы. Контроль качества опытных работ по отработке методов и технологий бурения»
- №1938-40-572 «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Заключение по результатам проведения опытных работ по отработке методов и технологий бурения»
- №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»
- Ежемесячных отчетов по Договору № 1938-40-589, № №1938-40-597, № 1938-40-598, №1938-40-589, № 1938-40-595, № 1938-40-602, № 1938-40-604, № 1938-40-613, № 1938-40-614, 1938-40-615, № 1938-40-616, № 1938-40-617.

Сроки выполнения работ установлены в «Директивном календарном графике подготовительных работ для восстановления высотного положения сооружений Загорской ГАЭС-2», приведенном в №1938-40-094.8, и могут быть уточнены по совместному решению Заказчика и Генподрядчика в соответствии с плановой готовностью к их выполнению.

Сроки инъекционных работ Этапа 1 следующие: начало работ – 21.09.2020; окончание работ – 22.11.2021 с доработкой компенсирующего нагнетания до 05.12.2021.

В рамках работ по Этапу 1 выполнены буровые и инъекционные работы по ярусам инъектирования 7 и 8 с инъекцией пропиточных и выравнивающих составов в соответствии с разработанной РД №1938-21-009,010,004.

Выполнение работ по инъекции начиналось после завершения буровых работ в соответствии с условиями и требованиями проекта.

Буровые работы выполнялись методом ГНБ с точкой входа на левобережной части расбермы реверсивного канала. Длины скважин находились в диапазоне от 145 м до 185 м. В пробуренные скважины под защитой обойменного состава устанавливались манжетные колонны с числом манжет от 70 до 140.

В связи с отсутствием требований сопровождения буровых работ силами АО «Институт Гидропроект» в рамках Технического задания к Договору №66/20-ОКС от 20.08.2020, ДС №1, в настоящем документе приводятся только основные сведения об их производстве и параметрах бурения.

Инъекционные работы Этапа 1 выполнялись в две стадии. На первой стадии выполнялась пропитка массива пропиточным составом САТгрунд. На второй стадии выполнялось выравнивающее нагнетание составом АПгрунд.

Составы САТгрунд и АПгрунд производства ООО «Синерго» прошли испытания в лабораторных условиях и в условиях опытно-производственных работ, показали соответствие проектным требованиям и были рекомендованы для применения в рамках проекта выравнивания здания станции ЗаГАЭС-2.

При проведении инъекционных работ изменения в материалах составов САТгрунд и АПгрунд не производились; в рамках улучшения производственных характеристик незначительно изменялись водотвёрдые отношения составов в рамках диапазона, установленного производителем. Состав САТгрунд изменился от В/Т=2,0 до В/Т=2,3; состав АПгрунд изменился от В/Т=0.8 до В/Т=0,77.

Проектные требования к составам и контролю их качества приведены в документах:

1 №1938-40-583, изм.1, «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Технические требования к площадному инъекционному нагнетанию».

2 №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».

В рамках выполнения производственной программы выявилась необходимость выполнения исследовательских и опытных работ по конструктивным и технологическим особенностям оборудования и его оснастки при выполнении инъекций. Состав этих работ и основные результаты приведены в разделе 3.4.7. настоящего документа.

Начало работ по техническому сопровождению процесса восстановления высотного положения здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 соответствует началу работ по выполнению инъекций Генеральным подрядчиком ООО «ТоннельГеоСтрой» (ООО «ТГС»).

Основные сокращения, принятые в настоящем документе (см. также 1938-40-255.01):

Сокращение	Расшифровка
ЗаГАЭС-2	Загорская ГАЭС-2
Заказчик	АО «Загорская ГАЭС-2»
Подрядчик, ТГС	ООО «ТоннельГеоСтрой»
Генпроектировщик, Гидропроект	АО «Институт Гидропроект»
ВНИИГ, АО «ВНИИГ»	АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»
ГАЭС	Гидроаккумулирующая электростанция
УКН	Управляемое компенсационное нагнетание
ГТС	Группа технического сопровождения (порядок работы группы и ее подразделений приведен в №1938-40-559 «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Разработка рабочей документации на восстановительные работы. Технические условия на производство работ по выравниванию здания ГАЭС. Организация работ по управлению выравниванием»)
ПОУ	Подразделение оперативного управления в составе ГТС
ПАН	Подразделение авторского надзора в составе ГТС
ПОР	Подразделение оперативных расчетов в составе ГТС
ЦУП	Центр управления подъёмом
ГИП	Главный инженер проекта
ГТО-1	Гидротехнический отдел №1 АО «Институт Гидропроект»
ГТО-2	Гидротехнический отдел №2 АО «Институт Гидропроект»
ГТО-3	Гидротехнический отдел №3 АО «Институт Гидропроект»
ООТС	Отдел организации и технологии строительства АО «Институт Гидропроект»
ОММП	Отдел многомерного моделирования и проектирования АО «Институт Гидропроект»

ОИГИ	Отдел инженерно-геологических изысканий ЦСГНЭО АО «Институт Гидропроект»
ОРО	Отдел расчетных обоснований АО «Институт Гидропроект»
ОГиГИС	Отдел геодезии и геоинформационных систем ЦСГНЭО АО «Институт Гидропроект»
САТгрунд, П-1	Пропиточные инъекционные составы
АПгрунд, ОС-7	Выравнивающие инъекционные составы
В/Т	Водотвёрдое отношение, отношение количества воды к количеству вяжущего в инъекционных составах
СЗ	Сменное задание
МК	Манжетная колонна
КИА	Контрольно-измерительная аппаратура

2 Общие положения

2.1 Сведения об объекте строительства

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.

ГАЭС-2 имеет 4 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.

В состав основных сооружений Загорской ГАЭС-2 входят:

- 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.
- водоприёмник; водоприёмник соединяется со зданием ГАЭС-2 4-мя нитками напорных водоводов;
- верхний аккумулирующий бассейн;
- нижний аккумулирующий бассейн;
- сооружения выдачи мощности.

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

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.

Сетка манжет при выравнивании здания ГАЭС выполнялось путем установки 8 ярусов манжетных колонн, находящихся на расстоянии от 7,5 м ниже фундаментной плиты ГАЭС до 11,5 м.

Результатом буровых работ является установка манжетных колонн методом ГНБ, обеспечивающая возможность выполнения инъекционных работ по выравниванию здания ГАЭС.

В рамках выполнения работ по выравниванию здания ГАЭС проводится комплекс инъекционных работ в установленных манжетных колоннах скважин 1 – 8 ярусов. Нумерация ярусов манжетных колонн назначается сверху вниз. Инъекционные работы разбиты на 4 этапа: Этапы I – IV. Этап I включает в себя инъекционные работы по ярусам 7 и 8; Этап II - инъекционные работы по ярусам 5 и 6; Этап III - инъекционные работы по ярусам 3 и 4; Этап VI - инъекционные работы по ярусам 1 и 2.

Работы, отражённые в настоящем отчёте, соответствуют Этапу I.

Переход от этапа к этапу назначается по результатам работ предыдущего этапа.

Обозначение манжет, манжетных колонн и ярусов принимается следующим: номер яруса, тире, номер манжетной колонны, тире, номер манжеты. Например, 7-42-86, где 7 – номер яруса; 42 – номер манжетной колонны; 86 – номер манжеты.

В рамках проведения инъекционных работ использовались составы, приведенные в проектной документации.

Вид инъекционного состава, закачиваемого в конкретную манжету, уточнялись сменным заданием при производстве работ.

Изменение порядка и состава инъекционных работ, вызванное фактическими результатами работ, принималось в рамках проведения производственных совещаний по требованию и согласованию ГТС.

2.2 Сведения о порядке управления работами

Для проведения работ по выравниванию здания ГАЭС организован Центр управления подъёмом (ЦУП), в составе которого создана группа технического сопровождения (ГТС), включающая опытных специалистов подразделений проектировщика, подрядчика, заказчика и исследовательской организации для решения задач выравнивания.

Целью работы группы технического сопровождения является оперативное руководство выполнения работ при выравнивании здания ГАЭС.

Инъекционные работы выполняются в соответствии с указаниями Группы технического сопровождения (ГТС), организуемой для управления работами по выравниванию. Сведения о порядке управления работами по выравниванию приведены в документе №1938-40-559 «Программа работ по сопровождению выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2».

Организационная схема группы технического сопровождения представлена на рисунке 2.2.1.

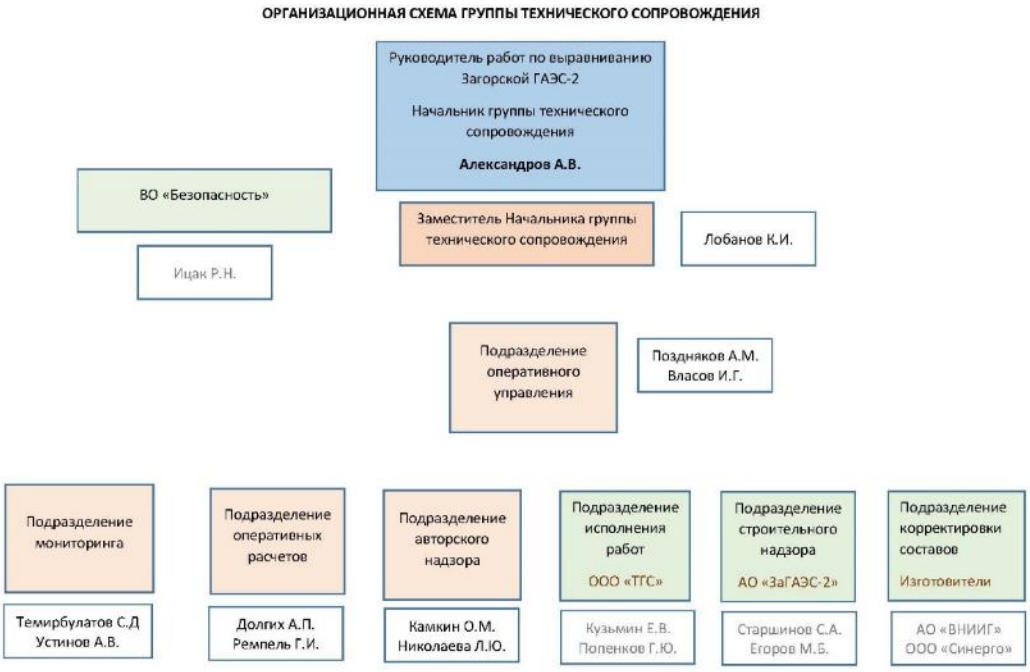


Рисунок 2.2.1 – Организационная схема группы технического сопровождения

Общее руководство группой технического сопровождения осуществляется представителями АО «Институт Гидропроект».

В состав группы технического сопровождения входят следующие подразделения:

1 Руководство ГТС

2 Подразделение оперативного управления

3 Подразделение мониторинга

4 Подразделение оперативных расчетов

5 Подразделение авторского надзора

6 Подразделение исполнения работ

7 Подразделение корректировки составов

8 Подразделение технического надзора

9 Подразделение экспертов

В соответствии с Договором №66/20-ОКС от 20.08.2020 в состав работ АО «Институт Гидропроект» входят работы, выполняемые подразделениями:

1 Руководство ГТС

2 Подразделение оперативного управления

3 Подразделение оперативных расчетов

Подразделения:

1 Подразделение исполнения работ (ООО «ТГС»)

2 Подразделение корректировки составов (АО «ВНИИГ»)

3 Подразделение технического надзора (АО «ЗаГАЭС-2»)

4 Подразделение экспертов (АО «ВО Безопасность»)

5 Подразделение авторского надзора (АО «Институт Гидропроект»)

6 Подразделение мониторинга (АО «Институт Гидропроект»)

Выполняют работы в общем составе ГТС по отдельным договорным отношениям с Заказчиком. В связи с этим, в настоящем и последующих отчетах приводятся общие сведения о выполнении работ этими группами. Общие сведения приводятся на основании данных, предоставленных Заказчиком в рамках работы ГТС.

Исключение составляют работы, выполняемые АО «Институт Гидропроект» по иным Договорам (авторский надзор, мониторинг), по которым сведения анализируются соответствующими подразделениями ГТС и предоставляются полностью.

Подробные сведения о функциональных обязанностях всех подразделений и результатах их деятельности приведены в документе 1938-40-559 Программа работ по сопровождению выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2».

Общая схема выполнения работ по управлению выравниванием ЗаГАЭС-2 приведены на рисунках 2.2.2 и 2.2.3.



Рисунок 2.2.2 – Блок-схема работы ГТС



Рисунок 2.2.3 – Блок-схема работы ГТС. Утверждения сменных заданий

3 Выполняемые работы

3.1 Организация ГТС

3.1.1 Общие сведения

Группа технического сопровождения выполняла свою работу с момента начала инъекционных работ ООО «ТГС».

В рамках выполнения работ в соответствии с ТЗ к Договору №66/20-ОКС от 20.08.20, за период выполнения инъекционных работы по Этапу I с 01.09.2021 г. по 30.11.2021 г., численность ГТС составляла 27 специалистов. Специалисты ГТС выполняли работу на площадке строительства, включая круглосуточную работу, и в офисе в пос. Богородское и г. Москва, в соответствии с таблицей 3.1.1.1.

Таблица 3.1.1.1.

№ п/п	Должность отдел	Выполняемая работа
1	Начальник отдела, ГИП	Общее руководство. Анализ, контроль и оценка результатов работ в процессе выравнивания. Участие в разработке календарных ежемесячных отчетов по результатам выравнивания. Планирование работ в процессе выравнивания. Разработка и согласование заданий подразделению оперативных расчетов. Разработка и согласование заданий подразделению корректировки составов. Разработка и согласование Протоколов совещаний рабочей группы. Контроль за исполнением заданий, выполненных подразделением исполнения работ. Сбор необходимых данных для разработки оперативных расчетов в процессе выравнивания. Выполнение прогнозных расчетов при производстве работ по выравниванию здания ГАЭС. Выдача исходных данных подразделению оперативного управления в процессе выравнивания.
2	Главный специалист, ГТО-2	Сбор необходимых данных для анализа, контроля и оценки результатов работ в процессе выравнивания. Сбор необходимых данных для разработки сменных заданий подразделению исполнения работ в процессе выравнивания. Выполнение прогнозных расчетов при производстве работ по выравниванию здания ГАЭС. Выдача исходных данных подразделению оперативного управления в процессе выравнивания
3	Ведущий инженер, ГТО-2	Сбор необходимых данных для анализа, контроля и оценки результатов работ в процессе выравнивания. Сбор необходимых данных для разработки сменных заданий подразделению исполнения работ в процессе выравнивания. Разработка и согласование заданий подразделению исполнения работ. Выдача исходных данных подразделению оперативного управления в процессе выравнивания

№ п/п	Должность отдел	Выполняемая работа
4	Ведущий инженер, ООТС	Сбор необходимых данных для анализа, контроля и оценки результатов работ в процессе выравнивания. Сбор необходимых данных для разработки сменных заданий подразделению исполнения работ в процессе выравнивания. Выполнение прогнозных расчетов при производстве работ по выравниванию здания ГАЭС
5	Ведущий инженер, ГТО-2	Сбор необходимых данных для анализа, контроля и оценки результатов работ в процессе выравнивания. Сбор необходимых данных для разработки сменных заданий подразделению исполнения работ в процессе выравнивания. Разработка и согласование заданий подразделению исполнения работ
6	Инженер 1 кат.,ГТО-2	Сбор необходимых данных для анализа, контроля и оценки результатов работ в процессе выравнивания. Разработка календарных ежемесячных отчетов по результатам выравнивания. Сбор необходимых данных для разработки сменных заданий подразделению исполнения работ в процессе выравнивания. Разработка и согласование заданий подразделению исполнения работ. Контроль за исполнением заданий, выполненных подразделением исполнения работ. Сбор необходимых данных для разработки оперативных расчетов в процессе выравнивания
7	Инженер 1 кат.,ГТО-2	Сбор необходимых данных для анализа, контроля и оценки результатов работ в процессе выравнивания. Разработка календарных ежемесячных отчетов по результатам выравнивания. Сбор необходимых данных для разработки сменных заданий подразделению исполнения рабо
8	Инженер 1 кат.,ООТС	Сбор необходимых данных для анализа, контроля и оценки результатов работ в процессе выравнивания. Сбор необходимых данных для разработки сменных заданий подразделению исполнения работ в процессе выравнивания. Разработка и согласование заданий подразделению оперативных расчетов. Сбор необходимых данных для разработки оперативных расчетов в процессе выравнивания. Выполнение прогнозных расчетов при производстве работ по выравниванию здания ГАЭС
9	Начальник отдела, зам.ГИПа	Анализ, контроль и оценка результатов работ в процессе выравнивания. Разработка календарных ежемесячных отчетов по результатам выравнивания. Разработка и согласование заданий подразделению оперативных расчетов. Контроль за исполнением заданий, выполненных подразделением исполнения работ.
10	Начальник отдела, зам.ГИПа	Анализ, контроль и оценка результатов работ в процессе выравнивания. Разработка календарных ежемесячных отчетов по результатам выравнивания. Планирование работ в процессе выравнивания. Разработка и согласование заданий подразделению оперативных расчетов. Разработка и согласование заданий подразделению корректировки составов. Разработка и согласование Протоколов совещаний рабочей

№ п/п	Должность отдел	Выполняемая работа
		группы. Контроль за исполнением заданий, выполненных подразделением исполнения работ. Сбор необходимых данных для разработки оперативных расчетов в процессе выравнивания. Выдача исходных данных подразделению оперативного управления в процессе выравнивания
11	Главный специалист, ОММП	Анализ, контроль и оценка результатов работ в процессе выравнивания. Разработка календарных ежемесячных отчетов по результатам выравнивания. Разработка и согласование заданий подразделению оперативных расчетов. Выполнение прогнозных расчетов при производстве работ по выравниванию здания ГАЭС. Осуществление програмного сопровождения при прогнозных расчетах
12	Зав. Группой, ОИГИ	Анализ, контроль и оценка результатов работ в процессе выравнивания. Разработка календарных ежемесячных отчетов по результатам выравнивания. Контроль за исполнением заданий, выполненных подразделением исполнения работ
13	Главный специалист, ОРО	Анализ, контроль и оценка результатов работ в процессе выравнивания. Разработка календарных ежемесячных отчетов по результатам выравнивания. Разработка и согласование заданий подразделению оперативных расчетов. Выполнение прогнозных расчетов при производстве работ по выравниванию здания ГАЭС
14	Главный специалист, ОГиГИС	Разработка календарных ежемесячных отчетов по результатам выравнивания. Контроль за исполнением заданий, выполненных подразделением исполнения работ. Выполнение прогнозных расчетов при производстве работ по выравниванию здания ГАЭС
15	Инженер 2 кат.,ГТО-2	Разработка календарных ежемесячных отчетов по результатам выравнивания . Выполнение прогнозных расчетов при производстве работ по выравниванию здания ГАЭС
16	Главный специалист, ГТО-2	Планирование работ в процессе выравнивания. Разработка и согласование заданий подразделению корректировки составов. Сбор необходимых данных для разработки оперативных расчетов в процессе выравнивания. Выполнение прогнозных расчетов при производстве работ по выравниванию здания ГАЭС. Выдача исходных данных подразделению оперативного управления в процессе выравнивания
17	Главный специалист, ООТС	Разработка и согласование заданий подразделению исполнения работ. Разработка и согласование заданий подразделению исполнения работ. Разработка и согласование заданий подразделению оперативных расчетов
18	Зам.начальника отд., ООТС	Разработка календарных ежемесячных отчетов по результатам выравнивания. Разработка и согласование заданий подразделению корректировки составов. Сбор необходимых данных для разработки оперативных расчетов в процессе

№ п/п	Должность отдел	Выполняемая работа
		выравнивания. Выдача исходных данных подразделению оперативного управления в процессе выравнивания.
19	Главный специалист, ГТО-3	Планирование работ в процессе выравнивания. Разработка и согласование Протоколов совещаний рабочей группы. Выдача заданий подразделению исполнения работ
20	Главный специалист, ООТС	Разработка и согласование заданий подразделению исполнения работ. Разработка и согласование заданий подразделению исполнения работ. Выполнение прогнозных расчетов при производстве работ по выравниванию здания ГАЭС
21	Главный специалист, ООТС	Выполнение прогнозных расчетов при производстве работ по выравниванию здания ГАЭС. Выдача исходных данных подразделению оперативного управления в процессе выравнивания
22	Зав. группой, ОГИиИ	Разработка календарных ежемесячных отчетов по результатам выравнивания . Контроль за исполнением заданий, выполненных подразделением исполнения работ.
23	Главный специалист, ГТО-3	Анализ, контроль и оценка результатов работ в процессе выравнивания. Сбор необходимых данных для разработки оперативных расчетов в процессе выравнивания.
24	Инженер 2 кат.,ГТО-1	Анализ, контроль и оценка результатов работ в процессе выравнивания. Разработка календарных ежемесячных отчетов по результатам выравнивания.
25	Ведущий инженер, ООТС	Сбор необходимых данных для разработки оперативных расчетов в процессе выравнивания. Выдача исходных данных подразделению оперативного управления в процессе выравнивания. Разработка календарных ежемесячных отчетов по результатам выравнивания .
26	Инженер 2 кат.,ГТО-1	Разработка календарных ежемесячных отчетов по результатам выравнивания . Выполнение прогнозных расчетов при производстве работ по выравниванию здания ГАЭС.
27	Инженер 2 кат.,ГТО-3	Анализ результатов инъекционных работ в процессе выравнивания. Сбор необходимых данных для разработки сменных заданий в процессе выравнивания.

3.1.2 Совещания ГТС

3.1.2.1 Общие сведения

В рамках работы ГТС по управлению инъекционными работами проводились еженедельные очные совещания с участием представителей АО «Загорская ГАЭС-2», АО «Институт Гидропроект», ООО «ТоннельГеоСтрой» (ООО «ТГС»), АО «ВНИИГ», АО «УК ГидроОГК», АО «ВО «Безопасность», ООО «Синерго», ООО «Стройтест».

В рамках проведения работ группой технического сопровождения при выравнивании здания Загорской ГАЭС-2 за период 01.09.2020 - 30.11.2021 организовано и проведено 82 технических совещания на которых контролировался ход выполнения буровых и инъекционных работ, принимались необходимые технические решения по проекту.

Основные решения, принятые на совещаниях, отражены в разделах 3.1.2.2. - 3.1.2.10 в документах под общим названием «Техническое сопровождение процесса восстановления высотного положения здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. 7 и 8 ярусы нагнетания» за период работ ГТС в соответствии со следующим перечнем:

1	Ежемесячный отчет за 1 месяц	1938-40-589
2	Ежемесячный отчет за 2 месяц	1938-40-591
3	Отчёт за период с 01.12.2020 г. по 31.12.2020 г.	1938-40-595
4	Отчёт за период с 01.01.2021 г. по 31.01.2021 г.	1938-40-597
5	Отчёт за период с 01.02.2021 г. по 28.02.2021 г.	1938-40-598
6	Отчёт за период с 01.03.2021 г. по 31.03.2021 г.	1938-40-602
7	Отчёт за период с 01.04.2021 г. по 30.04.2021 г.	1938-40-604
8	Отчёт за период с 01.05.2021 г. по 31.05.2021 г.	1938-40-613
9	Отчёт за период с 01.06.2021 г. по 30.06.2021 г.	1938-40-614
10	Отчёт за период с 01.07.2021 г. по 31.07.2021 г.	1938-40-615
11	Отчёт за период с 01.08.2021 г. по 31.08.2021 г.	1938-40-616
12	Отчёт за период с 01.09.2021 г. по 30.09.2021 г.	1938-40-617

Копии протоколов приведены в указанных документах в качестве приложений.

На совещания обсуждались и решались вопросы технического сопровождения инъекционных и, частично, буровых работ по Этапу 1 выравнивания здания ГАЭС, а также обсуждались вопросы контроля качества работ и порядка их проведения.

В частности, обсуждались вопросы:

- бурения скважин 7-8 ярусов инъектирования, а также вопросы обеспечения и подтверждения качества буровых работ и работ по обустройству скважин;
- вопросы контроля качества буровых работ;
- вопросы производства инъекционных работ;
- вопросы контроля качества инъекционных работ;
- вопросы применения специализированного оборудования:

- вопросы сопутствующих работ (промывки скважин, работа с отходами, выходы состава в результате повреждения манжет, вымывание состава при промывке манжетных колон и проч.);
- вопросы экологического контроля;
- вопросы проведения опытно-исследовательских работ (параметры инъекций, конструктивные решения по манжетам и проч.);
- вопросы разработки документации, включая проектную, рабочую и исполнительную документацию;
- вопросы проведения расчетного обоснования;
- вопросы организации работ, включая совмещенный график буровых и инъекционных работ, работы ГТС по круглосуточному сопровождению работ подрядчика, вопросы эпидемиологической обстановки и проч.

3.1.2.2 Ежесуточные отчеты. Регламент взаимодействия

В рамках работы ГТС разрабатывались ежесуточные отчеты по проведению инъекционных работ, включая фотофиксацию строительной площадки, анализ выполненных объемов инъекций, объёмов и качества закаченных составов. Ежесуточные отчеты приведены в приложениях к документам, перечень которых приведен в разделе 3.1.2.1.

В рамках работы ГТС осуществлялась выдача сменных заданий и журналов инъекций по манжетным скважинам. Фиксировались на складе подрядчика остатки инъекционного материала.

В рамках работы ГТС выполнялся анализ выполненных инъекционных работ и их соответствие требованиям проекта.

Указанные документы также приведены в приложениях к документам, перечень которых приведен в разделе 3.1.2.1.

3.2 Состояние строительной площадки

Местоположение машин и механизмов для выполнения инъекционных работ находится на горизонтальном участке рисбермы реверсивного канала ближе к левобережному откосу (рисунок 3.2.1.).



Рисунок 3.2.1 – Площадка выполнения работ.

На площадке для производства буровых работ находятся в работе:

- 4 буровых установки ГНБ укрытые сборно – разборными тепляками:

1) American Augers DD6 – 1 шт. (США);

2) Barbco – 2 шт. (США);

3) Goodeng – 1 шт. (Китай).

- установка для приготовления и регенерации бурового раствора American Augers RMR-6000;

- установка БПР-1 (КубаньБурМаш), ёмкостью V=10 м³ бурового раствора, используемого при спуске и подъеме обсадной трубы;

- установка БПР-1 (КубаньБурМаш), ёмкостью V=20 м³ бурового раствора, используемого при бурении пилотной скважины;

- для бурения скважин применяется локация GYROPATH (Канада) (2 шт.) – гироскопическая система навигации для направленного бурения и проверки геометрии стволов наклонно направленных скважин

- для контрольного измерения положения манжетной колонны применялся инклинометр АВМ-40 (Бельгия) (1шт.);

Для производства инъекционных работ на площадке установлено:

- 6 насосов Оберман DP 36, Германия;

- 10 героторных насосов DRAGO, Italswiss, Италия, 7,5 кВт;

- сдвоенный насос Minigrout I Double, Italswiss, Италия, #M1D1012020, 11 кВт (резервный);
- 12 дополнительных плунжерных насосов «Minigrout»
- смеситель марки Tecniwell, Италия;
- смеситель марки – Вихрь 30, Россия (резервный)
- активатор марки Tecniwell, Италия;

На рисунке 3.2.2. показан инъекционный насос типа Оберман DP 36.



Рисунок 3.2.2 – Инъекционный насос типа Оберман DP 36

3.3 Буровые работы

Буровые работы производились в соответствии с документом «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Технические требования к горизонтально-направленному бурению скважин нагнетания».

На площадке пробурены и обустроены с установкой манжетных колонн 90 скважин, из них инклинометрия выполнена на 65 скважинах. Приняты комиссией 65

обустроенных скважин с манжетными колоннами и выполненной инклинометрией (или без ее проведения в соответствии с письмом АО «Институт Гидропроект № ЕБ-01.1-05.2309 от 04.12.2020).

Специалисты подразделения авторского надзора участвовали в комиссионных приёмках работ по бурению скважин и их обустройству манжетными колоннами с рассмотрением исполнительной документации и подписанием актов скрытых работ.

В связи с существенным отставанием сроков выполнения буровых работ от графика (около 40 дней), ООО «ТГС» вышел с предложением сократить объем контрольных работ по инклинометрии выполненных и обустроенных скважин.

На основании анализа результатов бурения скважин объем работ по инклинометрии был уменьшен вдвое, что позволило выполнить буровые работы в соответствии с графиком.

Основные данные по бурению и обустройству скважин по Этапу 1 представлены в таблице 3.3.1.

Таблица 3.3.1

№	Номер скважины	Пилотное бурение, м.п. Проект/Факт		Обустройство скважины V=обойменного раствора, м3, Проект/Факт		Примечание
		Начало работ	Окончание работ	Начало работ	Окончание работ	
1	1яр.-14ск. пилотная	170,8/170,8		2,2/2,2		инклинометрия произведена, трассировка скважины не соответствует проекту.(опытная)
		09.12.2019	21.12.2019	22.12.2019	26.12.2019	
2	8яр.-17ск. пилотная	178,2/178,2		2,14/3,05		инклинометрия произведена, трассировка скважины не соответствует проекту.(опытная)
		25.02.2020	07.03.2020	08.03.2020	12.03.2020	
3	7яр.-45ск.	156,25/156,25		2,06/3,5		инклинометрия произведена, 28/09/20г. Приостановка нагнетания запись ВНИИГ в ЖОР. работы возобновлены 03.10.2020г.
		09.07.2020	28.07.2020	28.07.2020	30.07.2020	
4	7яр.-29ск.	167,08/167,08		2,02/2,5		

№	Номер скважины	Пилотное бурение, м.п. Проект/Факт		Обустройство скважины V=обойменного раствора, м3, Проект/Факт		Примечание
		Начало работ	Окончание работ	Начало работ	Окончание работ	
		29.07.2020	02.08.2020	02.08.2020	05.08.2020	инклинометрия произведена
5	7яр.-28ск.	167,79/167,79		2,02/3,059		инклинометрия произведена. 28/09/20г. Приостановка нагнетания запись ВНИИГ в ЖОР. Работы возобновлены 03.10.20г.
		08.08.2020	13.08.2020	13.08.2020	14.08.2020	
6	7яр.-27ск.	167,8/167,8		2,06/2,5		инклинометрия произведена
		16.08.2020	20.08.2020	20.08.2020	27.08.2020	
7	7ск.-44*ск.	156,89/156,89		1,89/3		инклинометрия произведена
		13.08.2020	15.08.2020	15.08.2020	17.08.2020	
8	8яр.-46ск.	157,2/157,2		1,89/2,7		инклинометрия произведена
		20.08.2020	23.08.2020	23.08.2020	30.08.2020	
9	8яр.-29ск.	167,84/167,84		2,06/3,0		инклинометрия произведена
		23.08.2020	25.08.2020	25.08.2020	27.08.2020	
10	7яр.-5ск.	167,79/167,79		2,06/3,0		инклинометрия произведена
		24.08.2020	30.08.2020	30.08.2020	01.09.2020	
11	7яр.-43ск.	157,2/157,2		1,93/2,0		
		25.08.2020	28.08.2020	28.08.2020	30.08.2020	
12	8яр.-28ск.	169,55/169,55		2,06/3,0		инклинометрия произведена
		29.08.2020	02.09.2020	02.09.2020	03.09.2020	
13	8яр.-45ск.	157,28/157,28		1,89/3,0		инклинометрия произведена
		31.08.2020	05.09.2020	05.09.2020	08.09.2020	
14	7яр.-4ск.	164,37/164,37				проектный институт решение.
		02.09.2020	07.09.2020	07.09.2020	по Н.В.	
15	7яр.-26ск.	169,28/169,28		2,06/3,1		инклинометрия произведена
		04.09.2020	07.09.2020	07.09.2020	09.09.2020	
16	7яр.-42ск.	157,24/157,24		1,89/3,0		удлинение манжетной колонны на 1500мм.перед первой трубой.
		07.09.2020	09.09.2020	09.09.2020	11.09.2020	
17	7яр.-3ск.	162,23/162,23		1,98/3,8		

№	Номер скважины	Пилотное бурение, м.п. Проект/Факт		Обустройство скважины V=обойменного раствора, м3, Проект/Факт		Примечание
		Начало работ	Окончание работ	Начало работ	Окончание работ	
		09.09.2020	14.10.2020	14.10.2020	16.10.2020	
18	7яр.-25св.	169,95/169,95		2,06/3.0		инклинометрия произведена
		09.09.2020	11.09.2020.	11.09.2020	13.09.2020	
19	7яр.-41скв.	158,86/158,86		2,02/3,0		
		10.09.2020	13.09.2020	13.09.2020	15.09.2020	
20	7яр.-6скв.	171,32/161		2,06/6,0		17.09.20 на 18.09.20г. были сильные дождевые осадки с 17:00 до 02:00ч. буровая машина не работала
		11.09.2020	19.09.2020	19.09.2020	20.09.2020	
21	8яр.-27скв.	170,27/170,27		2,06/3,0		инклинометрия произведена
		14.09.2020	16.09.2020	16.09.2020	17.09.2020	
22	8яр.-44скв.	158,62/158,62		2,02/2,5		инклинометрия произведена
		15.09.2020	19.09.2020	19.09.2020	21.09.2020	
23	8яр-26ск.	170,99/170,99		2,06/3,5		инклинометрия произведена
		18.09.2020	21.09.2020	21.09.2020	22.09.2020	
24	8яр-6ск	171,20/171,20		2,1/3,2		инклинометрия произведена
		21.09.2020	24.09.2020	24.09.2020	26.09.2020	
25	8яр-43ск	159,27/159,27		1,93/2,5		
		22.09.2020	24.09.2020	24.09.2020	25.09.2020	
26	7яр-24ск	170,67/170,67		2,06/2,26		
		23.09.2020	26.09.2020	26.09.2020	27.09.2020	
27	8яр.-17*ск.	178,20/178,20		2,14/4,0		01.10.20 г.в ночную смену при спуске манжетной колонны произошёл обрыв трубы на сгоне (23м. от устья).Аварийные работы: - манжетная колона поднята на поверхность полностью, идёт
		24.09.2020	30.09.2020	30.09.2020	05.10.2020	

№	Номер скважины	Пилотное бурение, м.п. Проект/Факт		Обустройство скважины V=обойменного раствора, м3, Проект/Факт		Примечание
		Начало работ	Окончание работ	Начало работ	Окончание работ	
						подъём обсадной колоны.Аварийные работы 05.10.20г. завершины, работы по обустройству скважины завершены.
28	8яр-42ск	159,93/159,93		1,93/2,4		
		26.09.2020	29.09.2020	29.09.2020	30.09.2020	
29	7яр-23ск	171,39/171,39		2,06/3,0 +0,35		произошло поглощение бурового раствора на скважине. При закачке обойменного раствора, буровой раствор на устье скважины не выходит. Обойменный раствор закачан в рабочую зону манжетной колонны. Грифон (выход бур.раствора на отм.130,0) ликвидирован.04.10.20г. закачен обойменный раствор до устья скважины 0,35м3.
		28.09.2020	30.09.2020	30.09.2020	01.10.2020	
30	8яр-5ск	167,79/167,79		2,06/3,5		
		29.09.2020	02.10.2020	02.10.2020	03.10.2020	
31	7яр-40ск.	159,36/159,36		1,93/3,3		
		01.10.2020	02.10.2020	02.10.2020	04.10.2020	
32	8яр-25ск.	171,30/171,30		2,06/3,5		
		02.10.2020	04.10.2020	04.10.2020	06.10.2020	
33	8яр-4ск	165,21/165,21		2,02/2,78		инклинометрия произведена
		04.10.2020	07.10.2020	07.10.2020	08.10.2020	
34	7яр-39ск	160,18/160,18		1,93/2,4		
		05.10.2020	07.10.2020	07.10.2020	08.10.2020	
35	7яр-16ск	176,56/176,56		2,14/2,4		

№	Номер скважины	Пилотное бурение, м.п. Проект/Факт		Обустройство скважины V=обойменного раствора, м3, Проект/Факт		Примечание
		Начало работ	Окончание работ	Начало работ	Окончание работ	
		06.10.2020	11.10.2020	11.10.2020	12.10.2020	в 09:30ч. Произошла поломка бентонитового вертлюга, установка остановленна на ремонт.В 20:30ч. Установку запустили в работу.После ночной смены установка не приступила к бурению,выполняются работы по раскреплению буровой.Спуск пакера.
36	8яр-24ск	171,30/171,30		2,06/2,4		выход бентонитового раствора через геофизическую скважину на отм.130м. Нет циркуляции раствора на устье скважины,время 04:20ч. Аварийные работы были выполнены в11:00ч. На геофизическую скважину установленна заглушка. Циркуляция бурового раствора на устье востановленна.Подъём обсадной колонны 80м.Закончена.
		06.10.2020	08.10.2020	08.10.2020	09.10.2020	
37	8яр-41ск	160,59/160,59		1,93/2,0		Бурение скважины.При спуске манжетная колонна остановилась на 84м. принято решение поднять колонну.колонна поднята есть повреждения манжет.Начат подъём обсадной
		09.10.2020	11.10.2020	11.10.2020	14.10.2020	

№	Номер скважины	Пилотное бурение, м.п. Проект/Факт		Обустройство скважины V=обойменного раствора, м3, Проект/Факт		Примечание
		Начало работ	Окончание работ	Начало работ	Окончание работ	
						колонны.Аварийные работы закончены.
38	7яр-22ск	171,33/171,33		2,10/2,0		инклинометрия произведена
		11.10.2020	13.10.2020	13.10.2020	14.10.2020	
39	7яр-15ск	177,31/177,31		2,14/2,6		
		13.10.2020	16.10.2020	16.10.2020	18.10.2020	
40	8яр- 40ск	160,75/160,75		1,98/2,3		.
		14.10.2020	21.10.2020.	21.10.2020.	23.10.2020,	
41	7яр-21ск	172,86/172,86		2,1/3,0		
		15.10.2020	18.10.2020	18.10.2020	19.10.2020.	
42	7яр -2ск	159,14/148,64		1,93/2,7		
		19.10.2020	22.10.2020	22.10.2020	31.10.2020.	
43	8яр.-23ск	173,16/173.16		2,05/2,5		
		21.1 0.2020	27.10.2020	28.10.2020.	**28.10.2020.**	
44	7яр-38ск	160,18/160,18		1,93/2,4		
		24.10.2020(	26.10.2020.	26.10.2020.	28,10202	
45	8яр-39ск.	168,10/168,10		1,93/3,0		
		28.10.2020.	31.10.2020.	31.10.2020.	01.11.2020.	
46	8яр-22ск.	174,70/174,70		2,05/3,0		
		29.10.2020.	31.10.2020.	31.10.2020	02.11.2020.	
47	**7яр-1ск.**	151,57/151,57		1,93/3,0		Длина бурения уменьшена по решению проектного института.
		31.10.2020.	03.11.2020.	03.11.2020.	05.11.2020	
48	7яр-37ск.	161,6/161,6		1,98/2,7		
		02.11.2020.	26.11.2020.	26.11.2020.	28.11.2020.	
49	7яр-20ск.	173,6/173,6		2,10/2,5		Манжетная колонна не дошла 5м до проектной отметки. При подъеме обсадной колонны увеличили промывку и манжетная колонна
		05.11.2020.	08.11.2020	08.11.2020.	10.11.2020	

№	Номер скважины	Пилотное бурение, м.п. Проект/Факт		Обустройство скважины V=обойменного раствора, м3, Проект/Факт		Примечание
		Начало работ	Окончание работ	Начало работ	Окончание работ	
						встала на проектную отметку.
50	8яр-2ск.	152,06/152,06		1,93/3,0		
		08.11.2020	10.11.2020	10.11.2020.	11.11.2020.	
51	7яр-19ск.	174,3/174,3		2,1/2,5		Манжетная колонна не дошла до проектной отметки 14м.(28манжет). При подъёме обсадной колонны выяснилось, что произошёл слом обсадной колонны на 14м от конца скважины. 14 м обсадной колонны остались в конце скважины .
		11.11.2020.	13.11.2020.	13.11.2020	15.11.2020.	
52	8яр-1ск.	149,052/149,05		1,89/2,5		
		12.11.2020.	15.11.2020.	15.11.2020.	17.11.2020	
53	8яр-38ск.	162,5/162,5		1,98/3,0		Слом обсадной колонны. В скважине оставили обсадную колонну 102-132м от устья. Спуск пакера.
		15.11.2020.	20.11.2020.	20.11.2020.	23.11.2020.	
54	8яр-21ск.	174,3/174,3		2,1/2,3		
		16.11.2020.	18.11.2020.	18.11.2020.	20.11.2020.	
55	8яр-3ск.	155,1/155,1		1,93/2,7		
		20.11.2020.	22.11.2020.	22.11.2020.	24.11.2020.	
56	8яр-20ск.	174,8/174,8		2,1/2,7		
		22.11.2020.	24.11.2020.	24.11.2020.	29.11.2020.	
57	7яр-10скв.	177,6/177,6		2,1/2,7		
		26.11.2020.	1.12.2020.	1.12	3.12.2020	
58	7яр-18скв.	178,5/178,9		2,14/3,3		Подьем обсадной колонны. При подъёме обсадной колонны, манжетная колонна продвинулась дальше проектной отметки на 3м.
		30.11.2020.	3.12.2020.	3.12.2020.	4.12.2020.	
59	7яр-36скв.	164,5/164,5		1,98/2,97		

№	Номер скважины	Пилотное бурение, м.п. Проект/Факт		Обустройство скважины V=обойменного раствора, м3, Проект/Факт		Примечание
		Начало работ	Окончание работ	Начало работ	Окончание работ	
		2.12.2020.	5.12.2020.	5.12.2020.	по НВ	При подъёме обсадной трубы 8,5м обсадной колонны осталось на конце скважины.
60	7яр-9скв.	174,9/174,9		2,1/2,53		
		5.12.2020.	7.12.2020.	7.12.2020.	9.12.2020.	
61	7яр-17скв.	175,828/175,8		2,1/2,97		
		6.12.2020.	16.12.2020	16.12.2020.	17.12.2020.	
62	7яр-35скв.	162,89/162,89		1,98/2,6		
		8.12.2020.	11.12.2020.	11.12.2020.	12.12.2020.	
63	8яр-10скв.	178,9/178,9		2,18/2,97		
		10.12.2020	14.12.2020.	14.12.2020	15.12.2020.	
64	8яр-37скв.	163,1/163,1		1,98/2,7		
		15.12.2020.	21.12.2020	21.12.2020	23.12.2020.	
65	8яр-19скв	175,7/175,7		2,1/3,24		
		20.12.2020.	22.12.2020.	22.12.2020.	24.12.2020.	
66	7яр-8скв	171,6/171,6		2,1/2,97		
		22.12.2020.	26.12.2020.	26.12.2020.	29.12.2020.	
67	8яр-36скв.	163,8/163,8		1,98/2,16		
		24.12.2020.	27.12.2020.	27.12.2020.	29.12.2020.	
68	8яр-18скв.	176,5/176,5		2,14/2,4		
		27.12.2020.	31.12.2020.	31.12.2020.	01.01.2021.	
69	8яр-9скв.	181,867/181,9		2,.1/2,43		
		30.12.2020.	04.01.2001.	04.01.2021.	06.01.2021.	
70	7яр-34скв.	163,6/163,6		1,98/2,4		
		03.01.2021.	06.01.2021.	06.01.2021.	08.01.2021.	
71	8яр-16скв	177,9/177,9		2,14/2,97		
		05.01.2021.	10.01.2021.	10.01.2021.	12.01.2021.	
72	8яр.-35скв	164,5/164,5		1,98/3,0		
		03.02.2021.	07.02.2021.	07.02.2021.	09.02.2021.	
73	7яр-14скв	178,1/178,1		2,18/3,0		Ремонт установки приготовления обойменного раствора . Повторный спуск пакера
		03.02.2021	06.02.2021.	06.02.2021.	08.02.2021	
74	7яр-7скв.	168,2/168,2		2,06/3,2		

№	Номер скважины	Пилотное бурение, м.п. Проект/Факт		Обустройство скважины V=обойменного раствора, м3, Проект/Факт		Примечание
		Начало работ	Окончание работ	Начало работ	Окончание работ	
		06.02.2021.	09.02.2021	09.02.2021.	11.02.2021.	
75	7яр-13скв	178,8/178,8		2,18/3,0		
		09.02.2021.	12.02.2021.	12.02.2021.	13.02.2021.	
76	7яр-33скв	164,3/164,3		1,98/3,0		
		09.02.2021.	13.02.2021.	13.02.2021.	14.02.2021.	
77	8яр-8скв	171,4/171,4		2,06/3,6		
		11.02.2021.	15.02.2021.	15.02.2021.	17.02.2021	
78	8яр-15скв	178,7/178,7		2.18/3,3		
		15.02.2021.	18.02.2021.	18.02.2021.	20.02.2021.	
79	8яр-34скв	165,2/165.2		2,02/3,3		
		17.02.2021.	20.02.2021.	20.02.2021.	21.02.2021.	
80	8яр-7скв	168,0/168,0		2,02/4,0		
		19.02.2021.	22.02.2021.	22.02.2021.	24.02.2021.	
81	8яр-14скв	178,4/178,4		2,18/3,0		
		22.02.2021.	24.02.2021.	24.02.2021.	26.02.2021.	
82	7яр-32скв	165,0/165,0		2,02/3,0		
		23.02.2021.	26.02.2021.	26.02.2021.	27.02.2021.	
83	7яр-12скв	179,58/179,58		2,2/3,3		
		27.02.2021.	03.03.2021	03.03.2021.	05.03.2021.	
84	8яр-33скв	165,8/165,8		2,02/3,3		
		02.03.2021.	08.03.2021.	08.03.2021.	09.03.2021.	
85	7яр-11скв.	180,3/180,3		2,18/3,9		
		07.03.2021.	11.03.2021.	11.03.2021.	12.03.2021	
86	7яр-31скв	165,7/165,7		2,02/3,3		
		10.03.2021.	13.03.2021.	13.03.2021.	14.03.2021.	
87	8яр-13скв	180,2/180,2		2.18/3,3		
		12.03.2021.	15.03.2021.	15.03.2021.	17.03.2021.	
88	7яр-30скв	166,39/166,39		2,02/3.3мз		
		15.03.2021.	18.03.2021.	18.03.2021.	19.03.2021.	
89	8яр-12скв	180,9/180,9		2.18/3.3		
		17.03.2021.	19.03.2021.	19.03.2021.	21.03.2021.	
90	8яр-30скв	167,9/167,9		2,02/3,3		
		19.03.2021.	22.03.2021.	22.03.2021.	23.03.2021.	
91	8яр-11скв	181,7/181,7		2,2/3,3		
		21.03.2021.	26.03.2021.	26.03.2021.	28.03.2021.	

№	Номер скважины	Пилотное бурение, м.п. Проект/Факт		Обустройство скважины V=обойменного раствора, м3, Проект/Факт		Примечание
		Начало работ	Окончание работ	Начало работ	Окончание работ	
92	8яр-31скв	167,2/167,2		2,02/4,0		
		23.03.2021.	30.03.2021.	30.03.2021.	02.04.2021.	

3.4 Инъекционные работы

3.4.1 Общие сведения

Инъекционные работы выполнялись в соответствии с документом №1938-40-583 «Технические требования к площадному инъекционному нагнетанию».

В рамках выполнения инъекционных работ производились:

1 Выдача сменных заданий (СЗ) на инъектирование

2 Инъектирование составов в соответствии с СЗ

3 Контроль выполнения инъекционных работ

4 Выдача повторных сменных заданий на инъектирование

5 Разработка мероприятий по корректировке инъекционных работ по мере необходимости

3.4.2 Выдача сменных заданий на инъектирование

Выдача сменных заданий на инъектирование пропиточным составом выполнялось своевременно по мере готовности скважин к инъектированию (после приемки скважин по акту, получения от подрядчика данных о расстоянии от обреза трубы МК до манжеты №140, проведения проверки положения соседних скважин методом инклинометрии).

Выдача сменных заданий на инъектирование пропиточным составом (нагнетания 1 и 2) выполнялись своевременно по мере готовности скважин к иньектированию (после приемки скважин по акту, получения от подрядчика данных о расстоянии от обреза трубы МК до манжеты №140, проведения проверки положения соседних скважин методом инклинометрии).

Выдача сменных заданий на выравнивающее нагнетание (нагнетания 3-12) в скважины компенсационным составом выполнялась после окончания инъектирования указанных скважин пропиточным составом и готовности скважин для выполнения

дальнейшего нагнетания (после выполнения Генпроектировщиком анализа результатов выполненных инъекций и приемки скважин по акту после выполнения пропитки).

В сменных заданиях, так же, как и в рабочей документации, выдавались сведения о порядке проведения и объемах инъекционных работ во всех манжетах каждой скважины, готовой к инъекции.

Параметры готовности к инъекции были следующими: необходимо, чтобы инъектируемая скважина была обустроена с установкой МК и сдана для выполнения инъекционных работ; необходимо также, чтобы все соседние скважины (как 7, так и 8 яруса) были пробурены и обустроены.

Объемы инъекционных работ, указанные в сменном задании, соответствовали РД, то есть объемам инъекций, непосредственно попавшим в грунт через манжету. Технологические потери инъекционного состава, образующиеся при перемещении пакера или при промывке МК, в СЗ не могут быть учтены. Эти потери должны учитываться подрядчиком при назначении объемов инъекции.

Инъекционные работы выполнялись в соответствии с действующей проектной и рабочей документацией и своевременно выданными сменными заданиями на нагнетание в манжетные скважины.

Общий вид площадки инъекционных работ показан на рисунке 3.4.2.1.



Рисунок 3.4.2.1 – Общий вид площадки инъекционных работ

3.4.3 Инъектирование составов

3.4.3.1 Пропиточные инъекции по 7 и 8 ярусам составом «САТгрунд»

В рамках Этапа 1 были выполнены инъекции составом САТгрунд в 84 скважины в общем объеме 1338.87 м^3. Результаты инъекций составом САТгрунд приведены в приложениях к настоящему документу:

1 1938-40-621.П1.Ч1 Объемы инъекций составом САТгрунд. 7 ярус. Приложение 1. Часть 1

2 1938-40-621.П1.Ч2 Объемы инъекций составом САТгрунд. 8 ярус. Приложение 1. Часть 2

3 1938-40-621.П1.Ч3 Средние давления нагнетания состава САТгрунд. 7 ярус. Приложение 1. Часть 3

4 1938-40-621.П1.Ч4 Средние давления нагнетания состава САТгрунд. 8 ярус. Приложение 1. Часть 4.

На рисунках 3.4.3.1 – 3.4.3.3. показаны графики суточных объемов (в литрах) нагнетаний состава САТгрунд за периоды 22.09.20 – 31.12.20, 01.01.21 – 30.03.21 и 01.04.21 – 22.07.21 соответственно.

Нагнетания состава САТгрунд производились, как правило, в 2 этапа: нагнетание 1 (Н1) и нагнетание 2 (Н2).

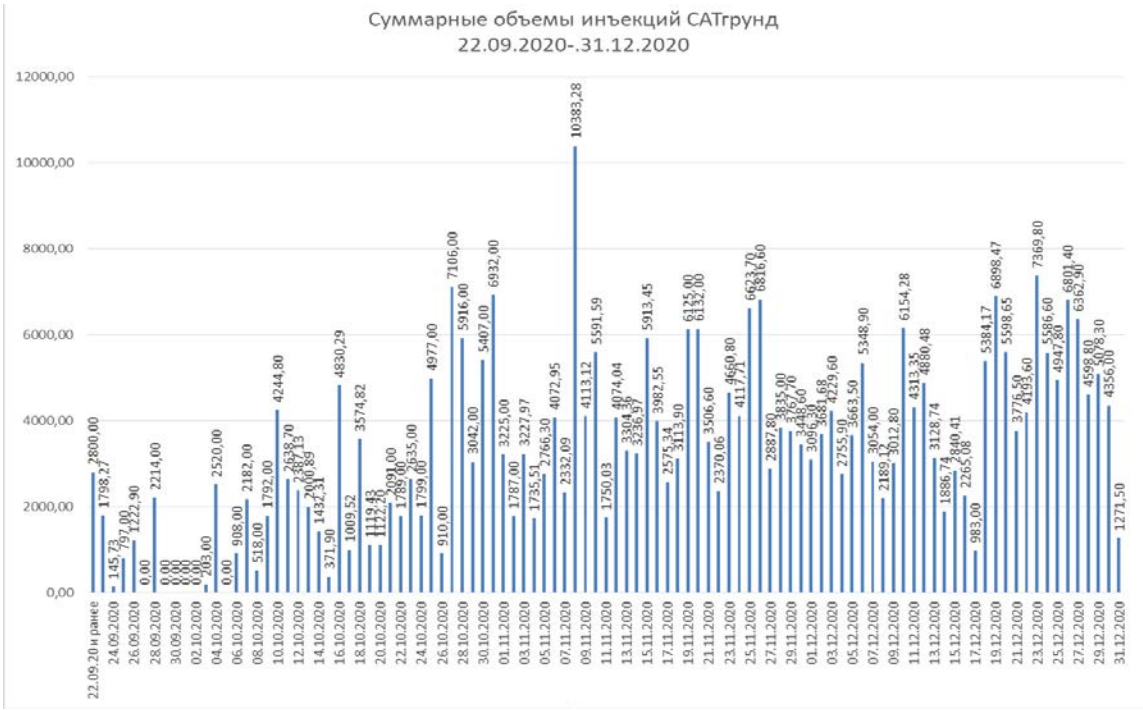


Рисунок 3.4.3.1 – График суточных объемов нагнетаний состава САТгрунд за период 22.09.20 – 31.12.20, л

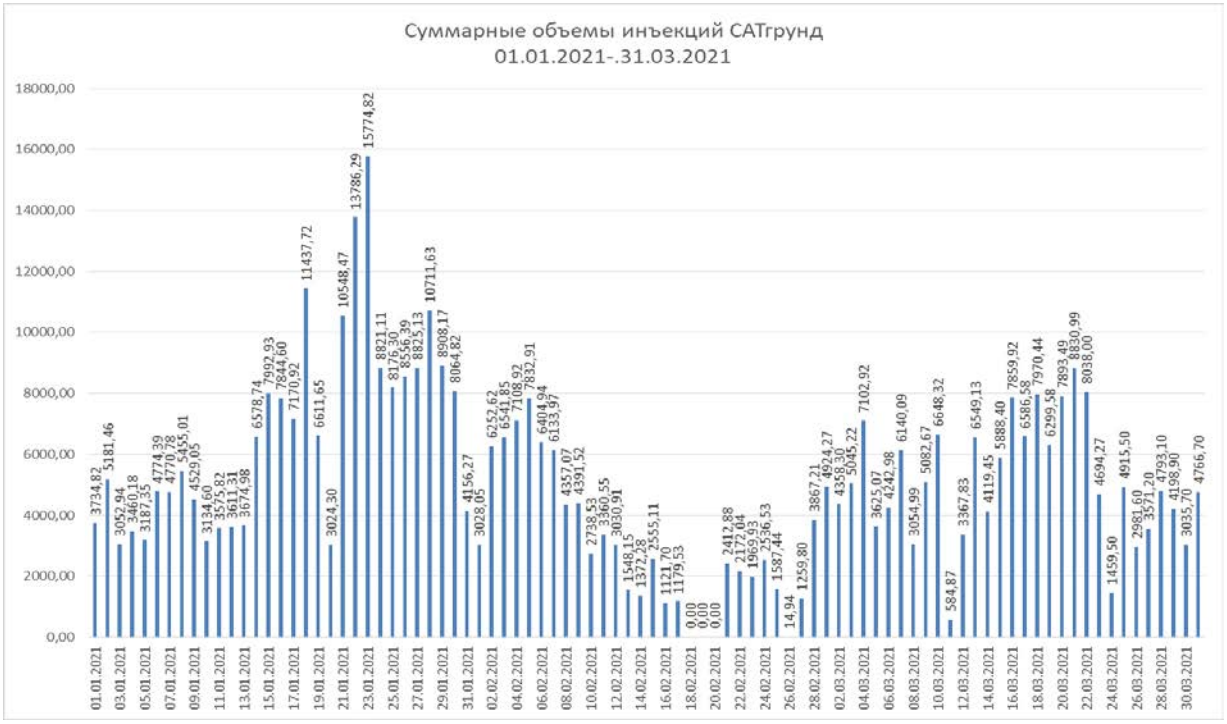


Рисунок 3.4.3.2 – График суточных объемов нагнетаний состава CATгрунд за период 01.01.21 – 30.03.21, л

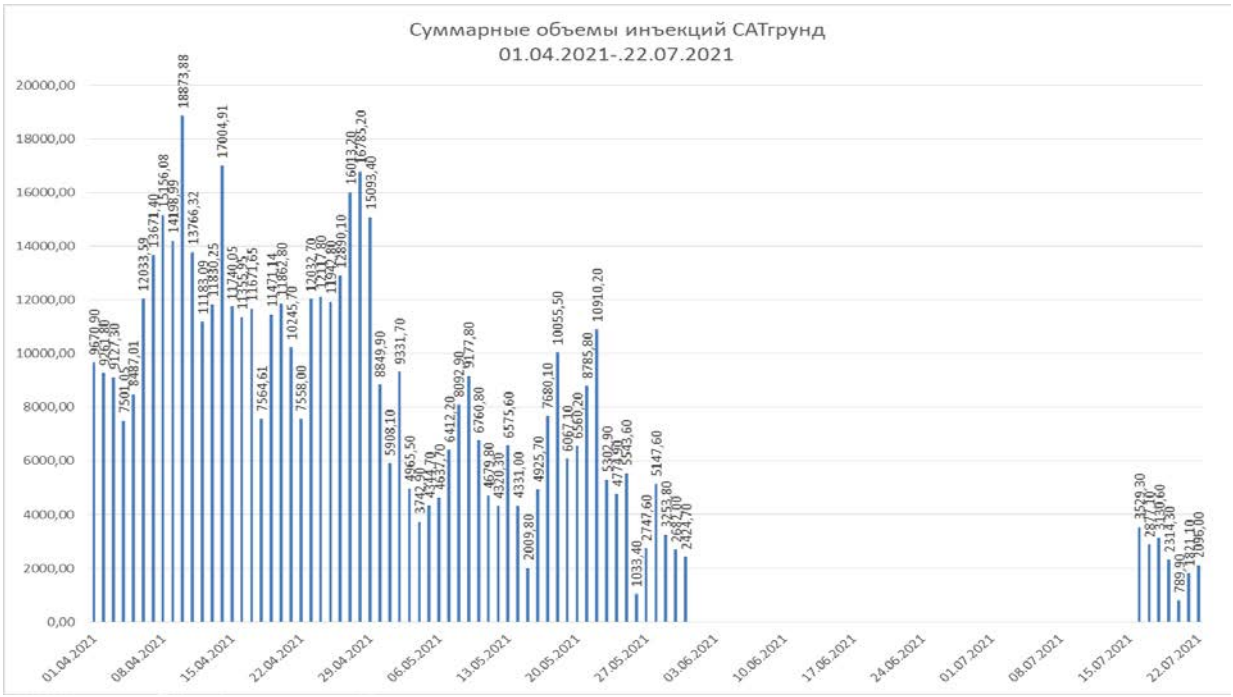


Рисунок 3.4.3.3 – График суточных объемов нагнетаний состава CATгрунд за период 01.04.21 – 22.07.21, л

Давления нагнетаний составом CATгрунд 7 яруса распределялись в диапазоне от 0,1 до 52,77 бар и имели средние значения для нагнетания 1 – 17,68 бар, для нагнетания 2 – 19,86 бар.

На рисунках 3.4.3.4 – 3.4.3.5 показаны графики средних значения давлений нагнетания по манжетным колоннам 7 яруса.



Рисунок 3.4.3.4 – График средних значения давлений нагнетания Н1 по манжетным колоннам 7 яруса состава САТгрунд, бар

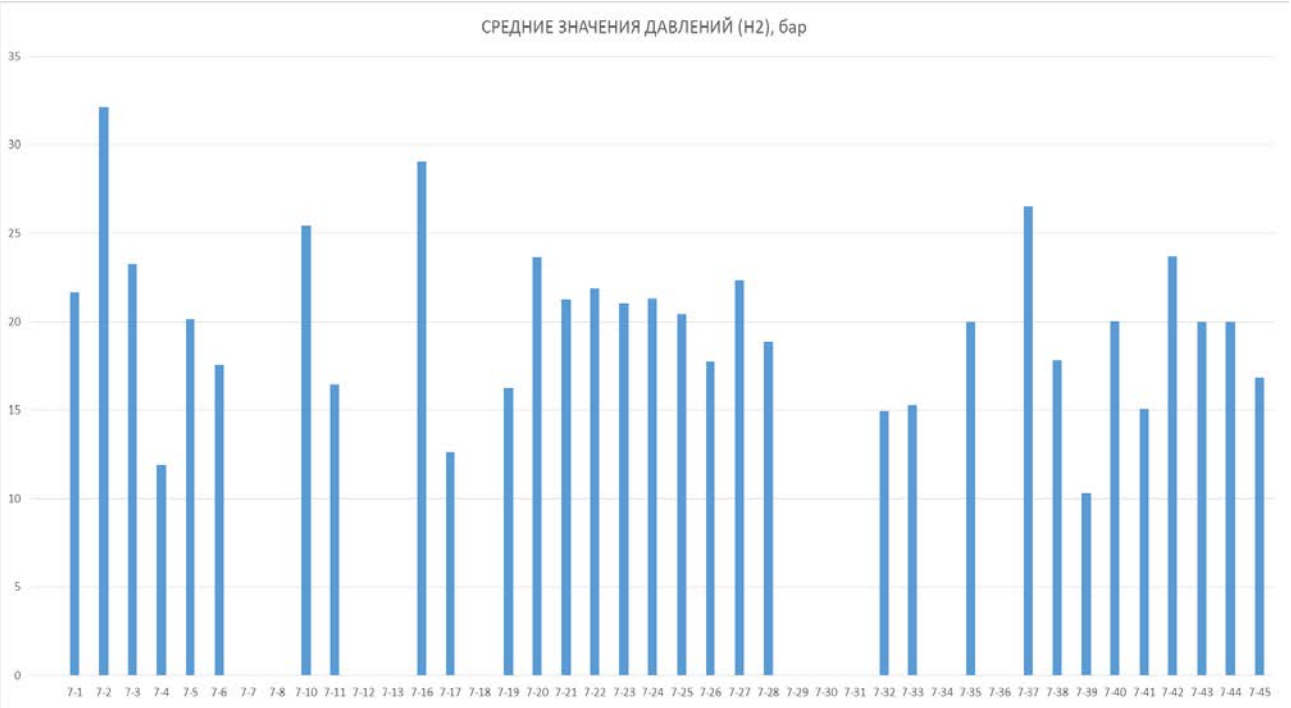


Рисунок 3.4.3.5 – График средних значения давлений нагнетания Н2 по манжетным колоннам 7 яруса состава САТгрунд, бар

Давления нагнетаний составом САТгрунд 8 яруса распределялись в диапазоне от 0,02 до 58,8 бар и имели средние значения для нагнетания 1 – 18,08 бар, для нагнетания 2 – 20,32 бар.

На рисунках 3.4.3.6 – 3.4.3.7 показаны графики средних значения давлений нагнетания по манжетным колоннам 8 яруса.

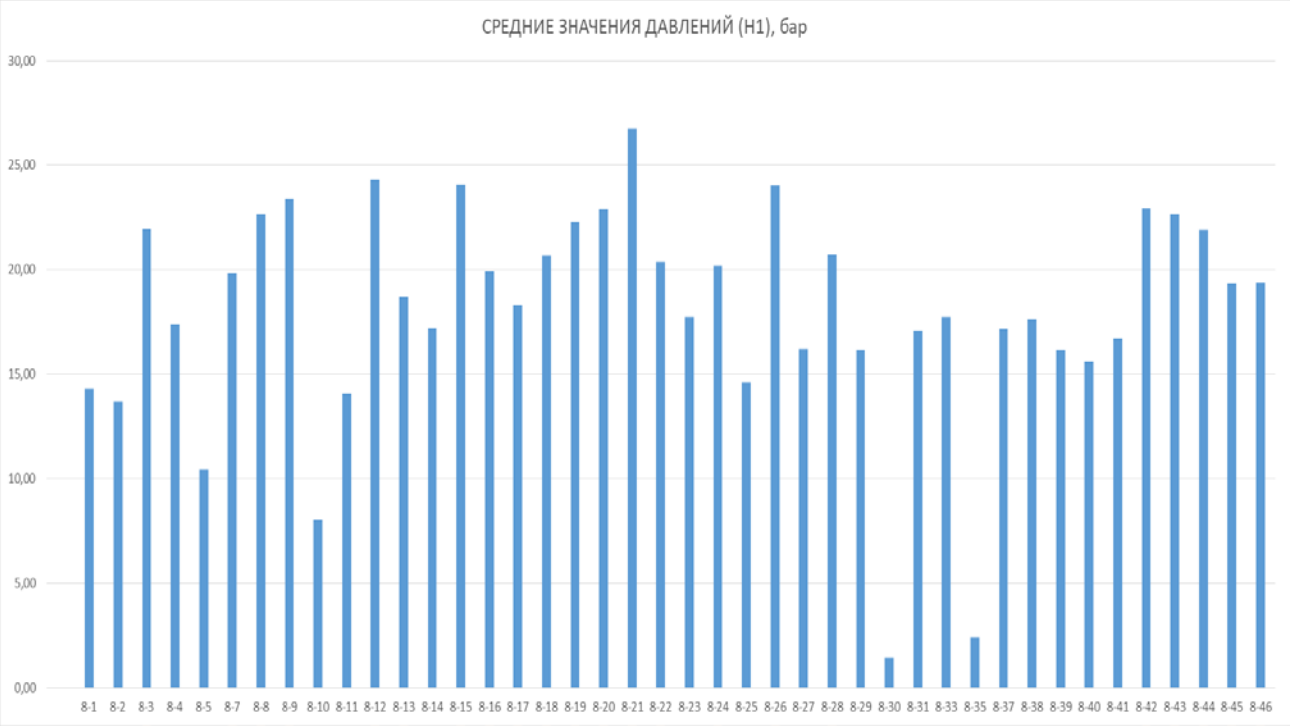


Рисунок 3.4.3.6 – График средних значения давлений нагнетания Н1 по манжетным колоннам 8 яруса состава САТгрунд, бар



Рисунок 3.4.3.7 – График средних значения давлений нагнетания H2 по манжетным колоннам 8 яруса состава САТгрунд, бар

3.4.3.2 Инъекции по 7 и 8 ярусам составом «АПгрунд»

Выравнивающее нагнетание в скважины компенсационным составом выполнялась после окончания инъектирования скважин пропиточным составом и готовности скважин для выполнения дальнейшего нагнетания (после выполнения Генпроектировщиком анализа результатов выполненных инъекций и приемки скважин по акту после выполнения пропитки).

По завершению работ Этапа 1 выполнялись инъекции выравнивающего состава АПгрунд в 83 скважины МК: №№ 7-1, 7-2, 7-3, 7-4, 7-5, 7-6, 7-7, 7-8, 7-10, 7-11. 7-12, 7-13, 7-16, 7-18, 7-19, 7-20, 7-21, 7-22, 7-23, 7-24, 7-25, 7-26, 7-27, 7-28, 7-29, 7-30, 7-31, 7-32, 7-33, 7-34, 7-35, 7-36, 7-37, 7-38, 7-39, 7-40, 7-41,7-42, 7-43, 7-44, 7-45, 8-1, 8-2, 8-3, 8-4, 8-5, 8-7, 8-8, 8-9, 8-10, 8-11, 8-12, 8-13, 8-14, 8-15, 8-16, 8-17, 8-18, 8-19, 8-20, 8-21, 8-22, 8-23, 8-24, 8-25, 8-26, 8-27, 8-28, 8-29, 8-30, 8-31, 8-33, 8-35, 8-37, 8-38, 8-39, 8-40, 8-41, 8-42,8-43, 8-44, 8-45 8-46. (нагнетания № № 3, 4, 5, 6 ,7, 8, 9, 10, 11, 12).

Общий объем нагнетания в скважины состава АПгрунд по завершению работ Этапа 1 составил **4113,260** м^3. Результаты инъекций 7 яруса Этапа 1 приведены в таблице 3.4.3.2.1, 8 яруса – в таблице 3.4.3.2.2.

Таблица 3.4.3.2.1 - Инъекции состава АПгрунд. 7 ярус.

№ п/п	№ скважины	Объем закачки всего по проекту (литров)	Объем закачки всего фактический по расходомерам (л)	Статус работ (дата окончания нагнетания или скважина в ремонте)
1	7-1	30417	31556	13.10.2021
2	7-2	30193	29712	10.10.2021
3	7-3	44709	44298	17.10.2021
4	7-4	45991	45471	18.10.2021
5	7-5	50386	77349	17.10.2021
6	7-6	53398	16499	10.09.2021
7	7-7	49673	86479	20.11.2021
8	7-8	55202	67584	28.10.2021
9	7-9	31982	0	МК потеряна
10	7-10	63428	81521	07.11.2021
11	7-11	60842	67647	03.11.2021
12	7-12	60262	60279	20.10.2021
13	7-13	58132	69478	26.10.2021
14	7-14	57268	0	МК потеряна
15	7-15	56418	0	МК потеряна
16	7-16	55607	23758	скважина в ремонте
17	7-17	58000	53810	22.11.2021
18	7-18	57017	82483	24.11.2021
19	7-19	38448	1208	скважина в ремонте
20	7-20	55762	70640	06.11.2021
21	7-21	54711	51899	31.10.2021
22	7-22	50447	50906	30.10.2021
23	7-23	49724	49660	23.10.2021
24	7-24	48987	62320	30.10.2021
25	7-25	48242	29859	23.09.2021
26	7-26	47246	56434	26.10.2021
27	7-27	46473	46463	29.10.2021
28	7-28	45741	15015	скважина в ремонте
29	7-29	45004	24585	скважина в ремонте

№ п/п	№ скважины	Объем закачки всего по проекту (литров)	Объем закачки всего фактический по расходомерам (л)	Статус работ (дата окончания нагнетания или скважина в ремонте)
30	7-30	44308	24023	скважина в ремонте
31	7-31	43320	12689	скважина в ремонте
32	7-32	42627	72625	03.12.2021
33	7-33	41938	50837	11.11.2021
34	7-34	41246	50236	13.11.2021
35	7-35	44089	61080	26.11.2021
36	7-36	32389	49825	20.11.2021
37	7-37	42861	50693	24.11.2021
38	7-38	38540	37891	15.11.2021
39	7-39	38022	52469	04.12.2021
40	7-40	37305	24233	скважина в ремонте
41	7-41	36663	40574	25.11.2021
42	7-42	36527	13024	скважина в ремонте
43	7-43	36078	43546	04.12.2021
44	7-44	35935	34248	04.12.2021
45	7-45	35660	40844	скважина в ремонте
	Итого	**2 077 218**	**1 955 751**	

Таблица 3.4.3.2.2 - Инъекции состава АПгрунд. 8 ярус

№ п/п	№ скважины	Объем закачки всего по проекту (литров)	Объем закачки всего фактический по расходомерам(л)	Статус работ (дата окончания нагнетания или скважина в ремонте)
1	8-1	28841	29762	13.08.2021
2	8-2	32386	30919	12.07.2021
3	8-3	34930	33198	28.07.2021
4	8-4	45697	46880	21.08.2021
5	8-5	48688	59692	24.08.2021
6	8-6	52111	0	МК потеряна
7	8-7	48441	53309	19.08.2021
8	8-8	51731	52351	27.08.2021
9	8-9	55509	83041	03.11.2021

№ п/п	№ скважины	Объем закачки всего по проекту (литров)	Объем закачки всего фактический по расходомерам(л)	Статус работ (дата окончания нагнетания или скважина в ремонте)
10	8-10	59440	59175	27.07.2021
11	8-11	60918	57310	скважина в ремонте
12	8-12	60003	59634	24.07.2021
13	8-13	58637	60438	18.07.2021
14	8-14	57784	79197	13.11.2021
15	8-15	56931	112825	12.11.2021
16	8-16	56103	96525	30.11.2021
17	8-17	55292	54395	21.08.2021
18	8-18	54157	53874	22.08.2021
19	8-19	53431	69093	30.10.2021
20	8-20	52705	51906	24.08.2021
21	8-21	51992	58773	17.07.2021
22	8-22	51254	51312	18.07.2021
23	8-23	50178	49667	12.07.2021
24	8-24	49455	48969	29.07.2021
25	8-25	48715	58326	03.11.2021
26	8-26	47982	46163	12.07.2021
27	8-27	47280	47409	04.07.2021
28	8-28	46226	90009	31.10.2021
29	8-29	45486	57518	23.08.2021
30	8-30	44773	7906	скважина в ремонте
31	8-31	44060	50043	18.08.2021
32	8-32	43362	0	МК потеряна
33	8-33	42671	51519	26.08.2021
34	8-34	41723	0	МК потеряна
35	8-35	41030	66159	07.09.2021
36	8-36		0	МК потеряна
37	8-37	39758	11629	скважина в ремонте
38	8-38	39184	51342	27.08.2021
39	8-39	38403	37819	07.07.2021

№ п/п	№ скважины	Объем закачки всего по проекту (литров)	Объем закачки всего фактический по расходомерам(л)	Статус работ (дата окончания нагнетания или скважина в ремонте)
40	8-40	37498	45184	03.12.2021
41	8-41	37461	10229	скважина в ремонте
42	8-42	37077	59879	29.08.2021
43	8-43	36736	8442	скважина в ремонте
44	8-44	36446	54494	22.08.2021
45	8-45	35950	7398	скважина в ремонте
46	8-46	35714	43797	24.08.2021
	Итого	**2 134 778**	**2 157 509**	
	Всего	**4 211 996**	**4 113 260**	

Примечание: окончательные уточненные объемы выполненных инъекций в таблицах 3.4.3.2.1 и 3.4.3.2.2. даны на основании представленных подрядчиком согласованных с представителем АН и Заказчиком сводных таблиц, составленных по компьютерным распечаткам показаний объемов закачки насосов при выполнении этапа нагнетаний в манжеты для каждой манжетной колонны.

Результаты инъекций составом АПгрунд приведены в приложениях к настоящему документу:

1 1938-40-621.П1.Ч5 Объемы инъекций состава АПгрунд. 7 ярус. Приложение 1. Часть 5

2 1938-40-621.П1.Ч6 Объемы инъекций состава АПгрунд. 8 ярус. Приложение 1. Часть 6

3 1938-40-621.П1.Ч7 Средние давления нагнетания состава АПгрунд. 7 ярус. Приложение 1. Часть 7

4 1938-40-621.П1.Ч8 Средние давления нагнетания состава АПгрунд. 8 ярус. Приложение 1. Часть 8.

На рисунках 3.4.3.8 – 3.4.3.10. показаны графики суточных объемов (в литрах) нагнетаний состава АПгрунд за периоды 01.06.21 – 30.07.21, 01.08.21 – 30.09.21 и 01.10.21 – 15.11.21 соответственно.

Нагнетания состава АПгрунд производились в несколько этапов; количество этапов находилось в пределах от 4 до 8: от нагнетания Н3 до нагнетания Н10.



Рисунок 3.4.3.8 – График суточных объемов нагнетаний состава АПгрунд за период 01.06.21 – 30.07.21, л



Рисунок 3.4.3.9 – График суточных объемов нагнетаний состава АПгрунд за период 01.08.21 – 30.09.21, л



Рисунок 3.4.3.10 – График суточных объемов нагнетаний состава АПгрунд за период 01.10.21 – 15.11.21, л

На рисунке 3.4.3.11 показан график распределения суммарных объемов состава АПгрунд поманжетно для 7 яруса, на рисунке 3.4.3.12 – для 8 яруса.

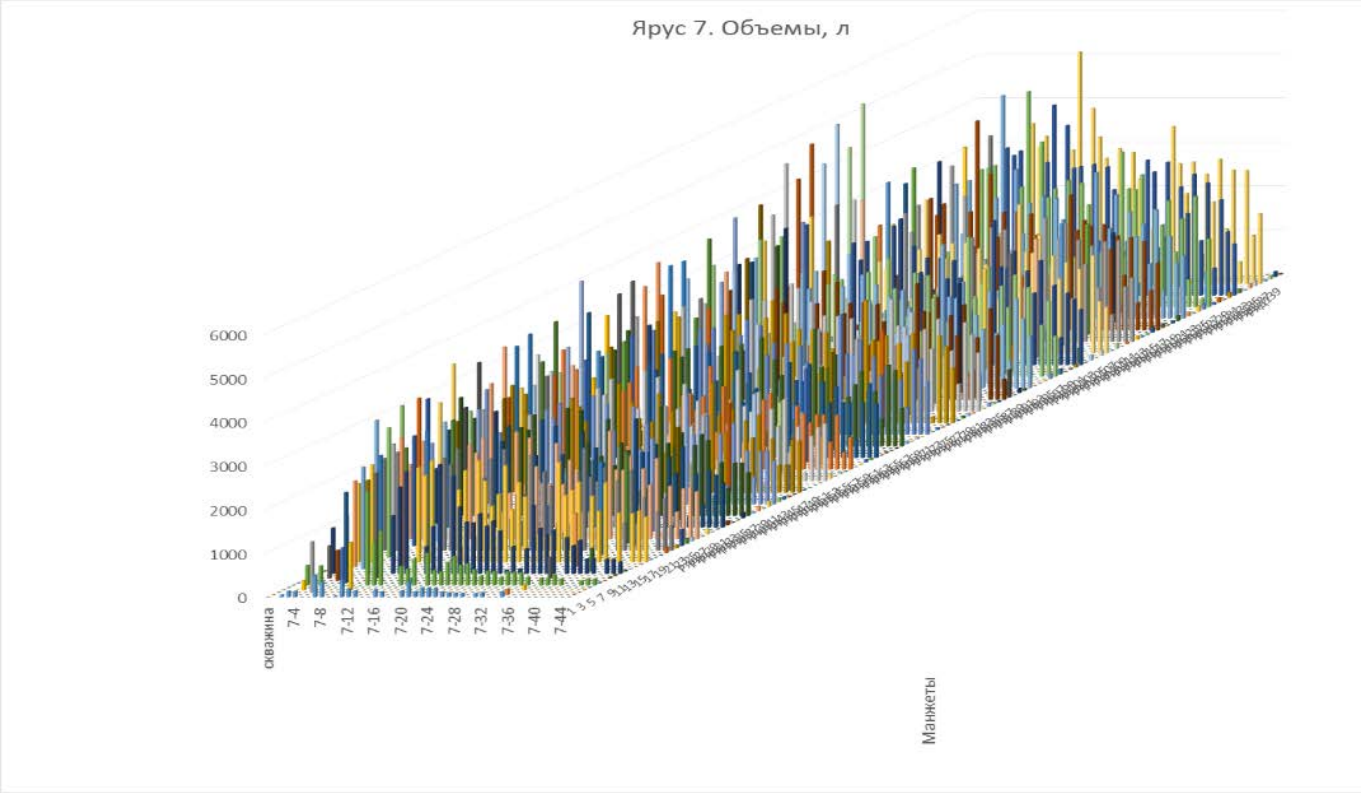


Рисунок 3.4.3.8 – График распределения объемов по манжетным колоннам 7 яруса состава АПгрунд, л

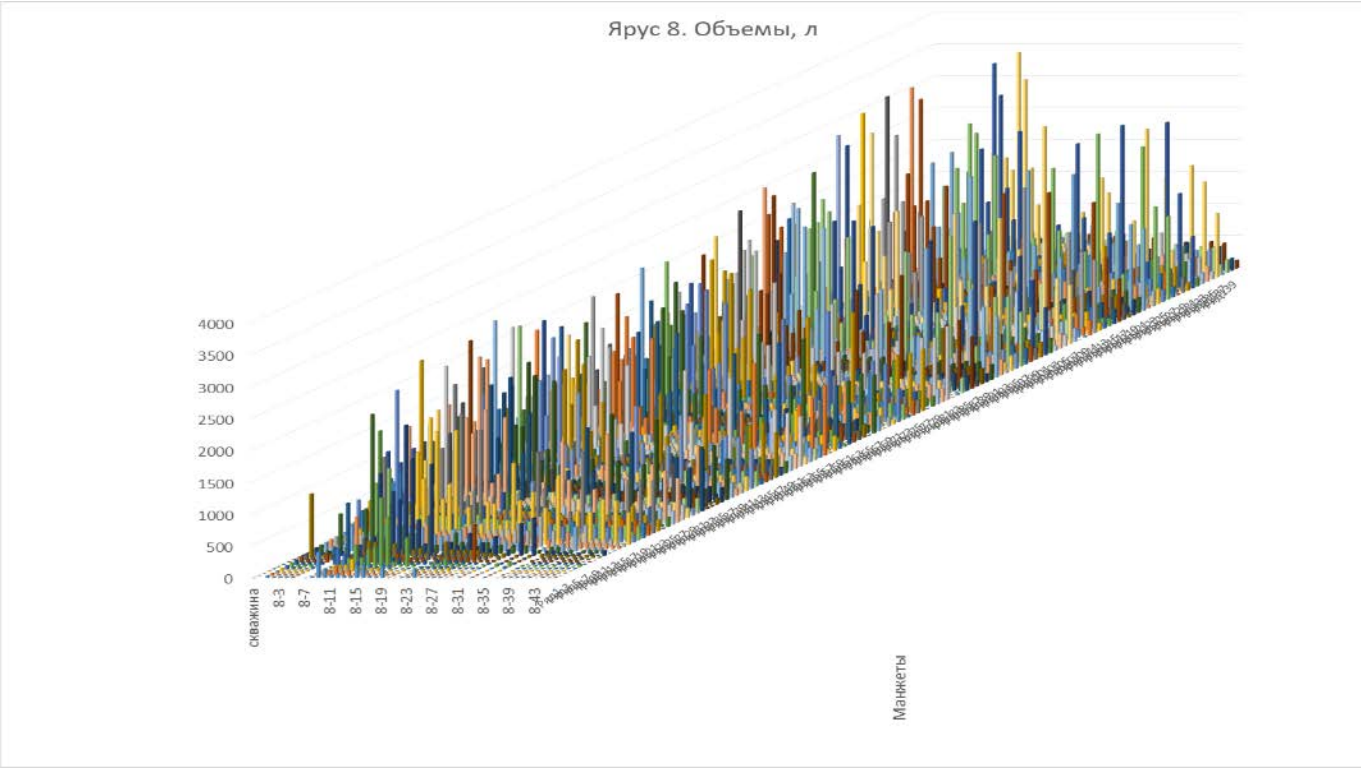


Рисунок 3.4.3.9 – График распределения объемов по манжетным колоннам 8 яруса состава АПгрунд, л

3.4.4 Контроль качества составов

Контроль качества технологических характеристик инъекционных составов выполнялся специалистами лаборатории ООО «Граха» (субподрядная организация ООО «ТГС») и сотрудниками АО «ВНИИГ».

Специалистами ООО «ТГС», совместно со специалистами АО «ВНИИГ», проведен весь комплекс испытаний состава САТгрунд и состава АПгрунд. Определялось следующие показатели:

- температура смеси, ^{0}С;
- плотность, г/см^3;
- вязкость, сек.;
- водоотделение, %

В соответствии с представляемыми ежедневно специалистами АО «ВНИИГ» результатами входного контроля качества технологических характеристик материалов САТгрунд составы в абсолютном большинстве соответствуют проектным требованиям. Имелись отдельные отклонения значений вязкости смеси и водоотделения составов

САТгрунд. В случае отклонений составы браковались или принимались дополнительные меры по доводке их до проектных параметров.

По данным АО «ВНИИГ» все приготавливаемые составы САТгрунт при водотвердом соотношении В/Т = 2,3 были стабильны и соответствовали проектным требованиям.

Приготавливаемые составы АПгрунд при водотвердом соотношении В/Т=0,8 и В/Т=0,77 показали стабильные результаты, основные показатели соответствовали проектным (арх.№ 1938-40-583). Имелись отдельные единичные отклонения значений вязкости смеси и водоотделения составов АПгрунд. В случае отклонений составы браковались или принимались дополнительные меры по доводке их до проектных параметров.

Результаты производственного контроля качества технологических характеристик инъекционных составов из материалов САТгрунд и АПгрунд, выполненного с участием специалистов ВНИИГ, приведены в Ежемесячных отчетах по Договору № 1938-40-589, № №1938-40-597, № 1938-40-598, №1938-40-589, № 1938-40-595, № 1938-40-602, № 1938-40-604, № 1938-40-613, № 1938-40-614, 1938-40-615, № 1938-40-616, № 1938-40-617, раздел 3.4.4 «Контроль качества составов».

При входном контроле состава АПгрунд выполнялось забивка кубиков раствором по 3 образца из партии для проведения испытаний на прочность в возрасте 28 суток. Условия хранения образцов и условия их приготовления соответствовали нормам и правилам. Результаты входного контроля материалов для приготовления составов САТгрунд и АПгрунд были положительными.

Результаты операционного контроля состава САТгрунд были положительными.

Результаты операционного контроля состава АПгрунд при проведении инъекционных работ имели разнонаправленную динамику. Проектное требование к прочности образцов: в возрасте 28 суток – 1-2 МПа; в возрасте 180 суток – от 2 до 10 МПа.

На первом этапе работ, в теплое время года, результаты испытаний на прочность образцов состава АПгрунд оказались завышенными, затем, при хранении образцов в проточной воде системы водопонижения котлована реверсивного канала, результаты оказались заниженными.

Специалисты АО «Институт Гидропроект» письмом №ЕБ-01.1-05-2471 от 04.10.2021 на запрос Заказчика №1396-АГ от 23.09.21 выполнили предварительный

анализ результатов операционного контроля образцов состава АПгрунд в рамках операционного контроля.

В результате анализа сделаны следующие выводы:

1 На 22.09.2021 всего выполнено 32 испытаний групп образцов. Из них 8 групп образцов испытаны в возрасте 3 суток, 32 группы образцов испытаны в возрасте 7 суток, 29 групп образцов испытаны в возрасте 28 суток, 5 групп образцов испытаны в возрасте 180 суток.

2 Из образцов в возрасте 28 суток проектным требованиям удовлетворяют 15 групп образцов; 14 группы образцов не удовлетворяют проектным требованиям (минимальные значения прочности составляют от 0,43 МПа (01.04.21) для группы АП 379 и максимальные 0,96 МПа (25.02.21) для группы АП 244). При этом, среднее отклонение от проектных значений не превышает 24%.

3 Из образцов в возрасте 180 суток проектным требованиям не удовлетворяют 5 групп образцов (минимальные значения прочности составляют от 1,36 МПа для группы АП 295 (04.03.21) и максимальные 1,97 МПа (18.02.21) для группы АП 191). При этом, среденее отклонение от проектных значений не превышает 27%.

4 Образцы, имеющие пониженную прочность были отобраны в период с 18.02.21 до 29.04.21, при пониженных плотностях состава. АО «Институт Гидропроект» ужесточил требования к диапазону допустимых плотностей раствора АПгрунд, что привело к приведению прочности образцов к проектным требованиям.

5 Кроме этого, генподрядчику и поставщику строительных смесей было дано указание выполнить доскональную проверку условий испытаний составов на прочность с целью исключения возможных ошибок как приготовления составов, так и технологии подготовки образцов, что также повысило качество приготовления смеси.

6 Для повышения достоверности результатов испытаний письмом № ЕБ-01.1-05-1473 от 25.06.2021 было рекомендовано вдвое увеличить объем образцов, отбираемых для испытаний в возрасте 28 суток.

7 В настоящее время в лаборатории на прочность в возрасте 180 суток испытываются образцы, отобранные до проведения корректирующих действий подрядной организации по усилению контроля качества в соответствии с рекомендациями АО «Институт Гидропроект». В связи с тем, что в дальнейшем показатели прочности образцов повысились, следует ожидать проектных результатов в

возрасте 180 суток. В настоящее время полученные результаты лабораторных исследований соответствуют ожидаемым значениям.

В дальнейшем ситуация с операционным контролем Генподрядчиком налажена не была; в ответ на запросы Заказчика АО «Институт Гидропроект» направил в адрес АО «Загорская ГАЭС-2» ряд писем, касающихся результатов испытаний составов АПгрунд при различных сроках набора его прочности (№ЕБ-01.1-05/2471 от 04.10.2021, №ЕБ-01.1-05/2722 от 12.11.2021), в которых выражал обеспокоенность несоответствием результатов испытаний образцов состава АПгрунд проектным требованиям.

По мнению АО «Институт Гидропроект», выявленные отклонения были вызваны отсутствием должного контроля подрядной организации за условиями приготовления и хранения образцов.

ООО «ТГС» выполнил анализ выявленных отклонений и направил результаты в форме «Справки по результатам анализа обобщенной информации по входящему и производственному контролю инъекционных материалов при проведении работ по выравниванию высотной отметки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 с использованием выравнивающего инъекционного состава АПгрунд» в наш адрес письмом №311/Б от 25.11.2021 совместно с письмом Заказчика №1746-АГ от 09.12.2021.

В результате анализа «Справки» специалисты АО «Институт Гидропроект» сообщили:

Выводы, приведенные в указанной Справке, подтверждают наше мнение о недостаточности контроля подрядной организации за условиями приготовления и хранения образцов. В частности, в Справке (выводы, п. 4 и 5) указано, что:

«4 Ввиду малых величин прочности ЦК (цементного камня), формирующейся при применении материала АПгрунд, обусловленной требованиями проекта, влияние различных факторов велико. В частности:

- изменение температуры и времени предварительной выдержки образцов при низкоположительных температурах до погружения в водную среду даже на 1 ºС оказывает существенное влияние на характер изменения прочности при нормальных условиях в раннем возрасте;

- неточность при приготовлении инъекционного состава, выраженная в разности плотностей 50 кг/м³ соответствует изменению В/Т=0,1 усл. ед. и существенно влияет на скорость схватывания и конечную прочность при нормальных

условиях и, тем более, при твердении в водной среде при низкоположительных температурах.

5 Возможное влияние фактора выщелачивания водорастворимых компонентов ЦК может оказывать негативное влияние на показатель прочности при испытании образцов, отформованных при нормальных условиях. При нагнетании в толщу грунтового массива данный фактор отсутствует за счет существенного уплотнения материала и фактической его стойкости к суффозионному размыву.»

Таким образом, фактическое хранение образцов в проточной воде без высокопериодического контроля ее температуры и скоростей ее течения, привело к отклонениям от проектных значений прочности лабораторных образцов относительно требований проекта.

Тем не менее, при создавшихся условиях необходима оценка фактических параметров применяемых материалов.

ООО «ТГС» (письмом №311/Б) предлагает «выполнить комплекс сопоставительных испытаний материала», на основании которых считает возможным «выполнить пересчет результатов испытаний в нормативные». АО «Институт Гидропроект» не возражает против предложенного подрядчиком комплекса испытаний. Считаем, что при должном подходе результаты этих испытаний будут носить репрезентативный характер и могут быть использованы как для определения условнофактических величин прочности, так и для получения подрядной организацией опыта контроля за условиями приготовления и хранения образцов в рамках производственного и операционного контроля.

Кроме того, считаем необходимым выполнить контрольное выбуривание кернов из материала, который был инъектирован в рамках работ Этапа I (7 и 8 ярусы нагнетания) как с целью косвенной оценки формы инъекционного материала, находящегося в грунте, так и с целью определения фактических механических параметров выравнивающего состава.

В результате выполнения работ по сопоставительному контролю был определен порядок проведения работ по операционному контролю, включая условия отбора и хранения образцов, а также условия применения проектных требований к составам.

Результаты операционного контроля по Этапу 1 приведены в таблице 3.4.3.2.3. Часть результатов определения прочности образцов на 180 сутки после их отбора еще не была получена.

Таблица 3.4.3.2.3

№ № п/п	Шифр пробы	Материал	Партия №	В/Т	Дата формовки	Дата испытания. Номер образца. Прочность на сжатие в возрасте, МПа					
						28 суток			180 суток		
1	АП 191	АПгрунд	191	0,8	18.02.2021	18.03.2021	№1	1,83	17.08.2021	№1	2,93
2	АП 191	АПгрунд	191	0,8	18.02.2021	18.03.2021	№2	1,81	17.08.2021	№2	2,77
3	АП 191	АПгрунд	191	0,8	18.02.2021	18.03.2021	№3	1,87	17.08.2021	№3	2,87
4	АП 244	АПгрунд	244	0,8	25.02.2021	25.03.2021	№1	1,39	24.08.2021	№1	2,11
5	АП 244	АПгрунд	244	0,8	25.02.2021	25.03.2021	№2	1,45	24.08.2021	№2	2,29
6	АП 244	АПгрунд	244	0,8	25.02.2021	25.03.2021	№3	1,35	24.08.2021	№3	2,18
7	АП 295	АПгрунд	295	0,8	04.03.2021	01.04.2021	№1	1,23	31.08.2021	№1	1,89
8	АП 295	АПгрунд	295	0,8	04.03.2021	01.04.2021	№2	1,25	31.08.2021	№2	2,02
9	АП 295	АПгрунд	295	0,8	04.03.2021	01.04.2021	№3	1,15	31.08.2021	№3	1,97
10	АП 341	АПгрунд	341	0,8	11.03.2021	08.04.2021	№1	1,10	07.09.2021	№1	1,45
11	АП 341	АПгрунд	341	0,8	11.03.2021	08.04.2021	№2	1,13	07.09.2021	№2	1,48
12	АП 341	АПгрунд	341	0,8	11.03.2021	08.04.2021	№3	1,06	07.09.2021	№3	1,41
13	АП 353	АПгрунд	353	0,8	25.03.2021	22.04.2021	№1	2,39	21.09.2021	№1	1,83
14	АП 353	АПгрунд	353	0,8	25.03.2021	22.04.2021	№2	1,82	21.09.2021	№2	2,24
15	АП 353	АПгрунд	353	0,8	25.03.2021	22.04.2021	№3	2,14	21.09.2021	№3	2,07
16	АП 407	АПгрунд	407	0,77	08.04.2021	06.05.2021	№1	1,62	05.10.2021	№1	2,33
17	АП 407	АПгрунд	407	0,77	08.04.2021	06.05.2021	№2	1,78	05.10.2021	№2	2,62
18	АП 407	АПгрунд	407	0,77	08.04.2021	06.05.2021	№3	2,14	05.10.2021	№3	2,20
19	АП 436	АПгрунд	436	0,77	15.04.2021	13.05.2021	№1	1,28	12.10.2021	№1	2,42
20	АП 436	АПгрунд	436	0,77	15.04.2021	13.05.2021	№2	1,27	12.10.2021	№2	2,35
21	АП 436	АПгрунд	436	0,77	15.04.2021	13.05.2021	№3	1,22	12.10.2021	№3	2,38
22	АП 464	АПгрунд	464	0,77	22.04.2021	20.05.2021	№1	1,54	19.10.2021	№1	2,54
23	АП 464	АПгрунд	464	0,77	22.04.2021	20.05.2021	№2	1,63	19.10.2021	№2	2,78
24	АП 464	АПгрунд	464	0,77	22.04.2021	20.05.2021	№3	1,79	19.10.2021	№3	2,61
25	АП 492	АПгрунд	492	0,77	29.04.2021	27.05.2021	№1	0,61	26.10.2021	№1	2,05
26	АП 492	АПгрунд	492	0,77	29.04.2021	27.05.2021	№2	0,63	26.10.2021	№2	1,95
27	АП 492	АПгрунд	492	0,77	29.04.2021	27.05.2021	№3	0,79	26.10.2021	№3	2,20
28	АП 515	АПгрунд	515	0,77	05.05.2021	02.06.2021	№1	0,90	01.11.2021	№1	1,94
29	АП 515	АПгрунд	515	0,77	05.05.2021	02.06.2021	№2	1,12	01.11.2021	№2	2,03
30	АП 515	АПгрунд	515	0,77	05.05.2021	02.06.2021	№3	1,35	01.11.2021	№3	2,14
31	АП 542	АПгрунд	542	0,77	12.05.2021	09.06.2021	№1	1,25	08.11.2021	№1	1,49
32	АП 542	АПгрунд	542	0,77	12.05.2021	09.06.2021	№2	1,28	08.11.2021	№2	1,79
33	АП 542	АПгрунд	542	0,77	12.05.2021	09.06.2021	№3	1,24	08.11.2021	№3	1,73
34	АП 570	АПгрунд	570	0,77	19.05.2021	16.06.2021	№1	1,19	15.11.2021	№1	1,88
35	АП 570	АПгрунд	570	0,77	19.05.2021	16.06.2021	№2	1,34	15.11.2021	№2	2,04
36	АП 570	АПгрунд	570	0,77	19.05.2021	16.06.2021	№3	1,30	15.11.2021	№3	1,97
37	АП 611	АПгрунд	611	0,77	25.05.2021	22.06.2021	№1	2,47	21.11.2021	№1	3,29
38	АП 611	АПгрунд	611	0,77	25.05.2021	22.06.2021	№2	2,72	21.11.2021	№2	2,84

№ № п/п	Шифр пробы	Материал	Партия №	В/Т	Дата формовки	Дата испытания. Номер образца. Прочность на сжатие в возрасте, МПа					
						28 суток			180 суток		
39	АП 611	АПгрунд	611	0,77	25.05.2021	22.06.2021	№3	2,83	21.11.2021	№3	3,17
40	АП 669	АПгрунд	669	0,77	02.06.2021	30.06.2021	№1	1,48	29.11.2021	№1	3,29
41	АП 669	АПгрунд	669	0,77	02.06.2021	30.06.2021	№2	1,50	29.11.2021	№2	3,21
42	АП 669	АПгрунд	669	0,77	02.06.2021	30.06.2021	№3	1,48	29.11.2021	№3	3,22
43	АП 701	АПгрунд	701	0,77	09.06.2021	07.07.2021	№1	1,53	06.12.2021	№1	3,27
44	АП 701	АПгрунд	701	0,77	09.06.2021	07.07.2021	№2	1,63	06.12.2021	№2	3,48
45	АП 701	АПгрунд	701	0,77	09.06.2021	07.07.2021	№3	1,88	06.12.2021	№3	3,21
46	АП 729	АПгрунд	729	0,77	16.06.2021	14.07.2021	№1	1,04	13.12.2021	№1	1,74
47	АП 729	АПгрунд	729	0,77	16.06.2021	14.07.2021	№2	1,30	13.12.2021	№2	1,78
48	АП 729	АПгрунд	729	0,77	16.06.2021	14.07.2021	№3	1,11	13.12.2021	№3	1,81
49	АП 757	АПгрунд	757	0,77	23.06.2021	21.07.2021	№1	1,65	20.12.2021	№1	1,84
50	АП 757	АПгрунд	757	0,77	23.06.2021	21.07.2021	№2	1,47	20.12.2021	№2	1,96
51	АП 757	АПгрунд	757	0,77	23.06.2021	21.07.2021	№3	1,25	20.12.2021	№3	1,98
52	АП 784	АПгрунд	784	0,77	30.06.2021	28.07.2021	№1	1,31	27.12.2021	№1	1,93
53	АП 784	АПгрунд	784	0,77	30.06.2021	28.07.2021	№2	1,12	27.12.2021	№2	1,95
54	АП 784	АПгрунд	784	0,77	30.06.2021	28.07.2021	№3	1,39	27.12.2021	№3	1,94
55	АП 811	АПгрунд	811	0,77	07.07.2021	04.08.2021	№1	1,07	03.01.2022	№1	1,68
56	АП 811	АПгрунд	811	0,77	07.07.2021	04.08.2021	№2	1,07	03.01.2022	№2	1,67
57	АП 811	АПгрунд	811	0,77	07.07.2021	04.08.2021	№3	1,09	03.01.2022	№3	1,64
58	АП 822	АПгрунд	822	0,77	14.07.2021	11.08.2021	№1	1,31	10.01.2022	№1	1,87
59	АП 822	АПгрунд	822	0,77	14.07.2021	11.08.2021	№2	1,23	10.01.2022	№2	1,78
60	АП 822	АПгрунд	822	0,77	14.07.2021	11.08.2021	№3		10.01.2022	№3	1,94
61	АП 868	АПгрунд	868	0,77	21.07.2021	18.08.2021	№1	2,85	17.01.2022	№1	3,01
62	АП 868	АПгрунд	868	0,77	21.07.2021	18.08.2021	№2	2,56	17.01.2022	№2	3,20
63	АП 868	АПгрунд	868	0,77	21.07.2021	18.08.2021	№3	2,87	17.01.2022	№3	2,95
64	АП 897	АПгрунд	897	0,77	28.07.2021	25.08.2021	№1	2,00	24.01.2022	№1	2,70
65	АП 897	АПгрунд	897	0,77	28.07.2021	25.08.2021	№2	1,80	24.01.2022	№2	2,78
66	АП 897	АПгрунд	897	0,77	28.07.2021	25.08.2021	№3	1,59	24.01.2022	№3	2,74
67	АП 924	АПгрунд	924	0,77	04.08.2021	01.09.2021	№1	1,77	31.01.2022	№1	2,62
68	АП 924	АПгрунд	924	0,77	04.08.2021	01.09.2021	№2	1,69	31.01.2022	№2	2,96
69	АП 924	АПгрунд	924	0,77	04.08.2021	01.09.2021	№3	2,27	31.01.2022	№3	2,94
70	АП 949	АПгрунд	949	0,77	11.08.2021	08.09.2021	№1	1,59	07.02.2022	№1	2,31
71	АП 949	АПгрунд	949	0,77	11.08.2021	08.09.2021	№2	1,46	07.02.2022	№2	2,29
72	АП 949	АПгрунд	949	0,77	11.08.2021	08.09.2021	№3		07.02.2022	№3	
73	АП 960	АПгрунд	960	0,77	18.08.2021	15.09.2021	№1	1,73	14.02.2022	№1	2,83
74	АП 960	АПгрунд	960	0,77	18.08.2021	15.09.2021	№2	1,78	14.02.2022	№2	2,93
75	АП 960	АПгрунд	960	0,77	18.08.2021	15.09.2021	№3	1,70	14.02.2022	№3	2,95
76	АП 990	АПгрунд	990	0,77	25.08.2021	22.09.2021	№1	1,73	21.02.2022	№1	2,77
77	АП 990	АПгрунд	990	0,77	25.08.2021	22.09.2021	№2	1,68	21.02.2022	№2	2,80

№ № п/п	Шифр пробы	Материал	Партия №	В/Т	Дата формовки	Дата испытания. Номер образца. Прочность на сжатие в возрасте, МПа					
						28 суток			180 суток		
78	АП 990	АПгрунд	990	0,77	25.08.2021	22.09.2021	№3	1,71	21.02.2022	№3	2,84
79	АП 1018	АПгрунд	1018	0,77	01.09.2021	29.09.2021	№1	1,60	28.02.2022	№1	2,02
80	АП 1018	АПгрунд	1018	0,77	01.09.2021	29.09.2021	№2	1,50	28.02.2022	№2	2,02
81	АП 1018	АПгрунд	1018	0,77	01.09.2021	29.09.2021	№3	1,68	28.02.2022	№3	1,93
82	АП 1046	АПгрунд	1046	0,77	08.09.2021	06.10.2021	№1	1,72	07.03.2022	№1	2,32
83	АП 1046	АПгрунд	1046	0,77	08.09.2021	06.10.2021	№2	1,34	07.03.2022	№2	2,42
84	АП 1046	АПгрунд	1046	0,77	08.09.2021	06.10.2021	№3	1,56	07.03.2022	№3	2,36
85	АП 1075	АПгрунд	1075	0,77	15.09.2021	13.10.2021	№1	1,73	14.03.2022	№1	2,00
86	АП 1075	АПгрунд	1075	0,77	15.09.2021	13.10.2021	№2	1,29	14.03.2022	№2	2,14
87	АП 1075	АПгрунд	1075	0,77	15.09.2021	13.10.2021	№3	1,28	14.03.2022	№3	2,09
88	АП 1102	АПгрунд	1102	0,77	22.09.2021	20.10.2021	№1	1,61	21.03.2022	№1	
89	АП 1102	АПгрунд	1102	0,77	22.09.2021	20.10.2021	№2	1,68	21.03.2022	№2	
90	АП 1102	АПгрунд	1102	0,77	22.09.2021	20.10.2021	№3	1,67	21.03.2022	№3	
91	АП 1129	АПгрунд	1129	0,77	29.09.2021	27.10.2021	№1	1,66	28.03.2022	№1	
92	АП 1129	АПгрунд	1129	0,77	29.09.2021	27.10.2021	№2	1,55	28.03.2022	№2	
93	АП 1129	АПгрунд	1129	0,77	29.09.2021	27.10.2021	№3	1,43	28.03.2022	№3	
94	АП 1155	АПгрунд	1155	0,77	06.10.2021	03.11.2021	№1	0,95	04.04.2022	№1	
95	АП 1155	АПгрунд	1155	0,77	06.10.2021	03.11.2021	№2	0,87	04.04.2022	№2	
96	АП 1155	АПгрунд	1155	0,77	06.10.2021	03.11.2021	№3	0,96	04.04.2022	№3	
97	АП 1178	АПгрунд	1178	0,77	13.10.2021	10.11.2021	№1	1,64	11.04.2022	№1	
98	АП 1178	АПгрунд	1178	0,77	13.10.2021	10.11.2021	№2	1,99	11.04.2022	№2	
99	АП 1178	АПгрунд	1178	0,77	13.10.2021	10.11.2021	№3	2,01	11.04.2022	№3	
100	АП 1206	АПгрунд	1206	0,77	20.10.2021	17.11.2021	№1	1,35	18.04.2022	№1	
101	АП 1206	АПгрунд	1206	0,77	20.10.2021	17.11.2021	№2	1,39	18.04.2022	№2	
102	АП 1206	АПгрунд	1206	0,77	20.10.2021	17.11.2021	№3	1,39	18.04.2022	№3	
103	АП 1234	АПгрунд	1234	0,77	27.10.2021	24.11.2021	№1	1,07	25.04.2022	№1	
104	АП 1234	АПгрунд	1234	0,77	27.10.2021	24.11.2021	№2	1,15	25.04.2022	№2	
105	АП 1234	АПгрунд	1234	0,77	27.10.2021	24.11.2021	№3	1,04	25.04.2022	№3	
106	АП 1262	АПгрунд	1262	0,77	03.11.2021	01.12.2021	№1	0,97	02.05.2022	№1	
107	АП 1262	АПгрунд	1262	0,77	03.11.2021	01.12.2021	№2	1,04	02.05.2022	№2	
108	АП 1262	АПгрунд	1262	0,77	03.11.2021	01.12.2021	№3	0,87	02.05.2022	№3	
109	АП 1289	АПгрунд	1289	0,77	10.11.2021	08.12.2021	№1	2,05	09.05.2022	№1	
110	АП 1289	АПгрунд	1289	0,77	10.11.2021	08.12.2021	№2	2,21	09.05.2022	№2	
111	АП 1289	АПгрунд	1289	0,77	10.11.2021	08.12.2021	№3	2,06	09.05.2022	№3	
112	АП 1289	АПгрунд	1289	0,77	17.11.2021	15.12.2021	№1	1,31	16.05.2022	№1	
113	АП 1289	АПгрунд	1289	0,77	17.11.2021	15.12.2021	№2	1,24	16.05.2022	№2	
114	АП 1289	АПгрунд	1289	0,77	17.11.2021	15.12.2021	№3	1,24	16.05.2022	№3	
115	АП 1340	АПгрунд	1340	0,77	24.11.2021	22.12.2021	№1	1,45	23.05.2022	№1	
116	АП 1340	АПгрунд	1340	0,77	24.11.2021	22.12.2021	№2	1,50	23.05.2022	№2	

№ № п/п	Шифр пробы	Материал	Партия №	В/Т	Дата формовки	Дата испытания. Номер образца. Прочность на сжатие в возрасте, МПа					
						28 суток			180 суток		
117	АП 1340	АПгрунд	1340	0,77	24.11.2021	22.12.2021	№3	1,48	23.05.2022	№3	
118	АП 1367	АПгрунд	1367	0,77	01.12.2021	29.12.2021	№1	1,42	30.05.2022	№1	
119	АП 1367	АПгрунд	1367	0,77	01.12.2021	29.12.2021	№2	1,37	30.05.2022	№2	
120	АП 1367	АПгрунд	1367	0,77	01.12.2021	29.12.2021	№3	1,49	30.05.2022	№3	

Результаты испытаний, приведенные в таблице 3.4.3.2.3, свидетельствуют о соответствии результатов операционного контроля проектным требованиям.

3.4.5 Параметры инъекционных работ

В рамках контроля технологических параметров выполнен анализ производственных работ по инъекциям составами САТгрунд и АПгрунд в манжетных колоннах.

Сменными заданиями на инъекционные работы предусматривалось выполнение работ по инъекции состава САТгрунд при следующих технологических параметрах:

- расход материала – от 2 л/мин до 4 л/мин
- среднее давление нагнетания –15 бар
- отсечное давление нагнетания – 30 бар
- давление раскрытия манжеты – до 50 бар.

Сменными заданиями на инъекционные работы предусматривалось выполнение работ по инъекции состава АПгрунд при следующих технологических параметрах:

- расход материала – от 2 л/мин до 4 л/мин;
- среднее давление нагнетания –40 бар;
- отсечное давление нагнетания – 55 бар;
- давление раскрытия манжеты – до 65 бар.

При достижении предельных отсечных давлений в конкретной манжете инъекции прекращались с последующим возвратом к манжете при повторном нагнетании.

В рамках выполнения инъекционных работ специалисты подразделения авторского надзора осуществляли оперативный контроль инъекционных работ, с фиксацией всех инъекций в журналах показаний инъекций по каждой манжете (манжеты располагаются через 0,5м), а также по графикам насосов, отображая следующие параметры нагнетания состава АПгрунд:

- время начала инъекций;
- время окончания инъекций;
- время работы насоса;
- среднее давление при нагнетании;
- среднюю подачу (расход) при нагнетании;
- фактический объём нагнетания;
- фиксировали выходы воды (состава АПгрунд) при нагнетании;
- фиксировали отказы (прекращение подачи состава АПгрунд – из-за высокого давления);
- фиксировали гидроразрывы – резкое падение давления;
- периодически контролировали, в соответствии со сменными заданиями, опускания и поднимания ставов с пакерами на заданную глубину (горизонт).

Специалисты авторского надзора выполняли все необходимые действия и взаимодействия в соответствии с комплектом 1938-40-559 «Программа работ по сопровождению выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2».

На основании анализа результатов опытно-производственных инъекций, рекомендовано выполнять работы по продолжению инъекций составом АПгрунд при следующих условиях: давление открытия манжеты до 65 бар; среднее давление инъекции 40-45 бар с возможным кратковременным повышением до максимального значения 65 бар; при резком падении давления на величину 8-15 бар фиксировать образование гидроразрыва и прекращать инъекцию в манжету; расход состава должен находиться в пределах 2-4 л/мин (расход при инъекциях подрядчику по согласованию с генпроектировщиком удалось повысить до 4-6 л/мин без потери качества инъекций).

В результате анализа объемов нагнетаний инъекционных работ можно сделать следующие выводы.

Объемы инъекционных работ состава САТгрунд.

В рамках Этапа 1 были выполнены инъекции составом САТгрунд в 84 скважины в общем объеме **1338.87** м^3.

Проектом объем инъектирования состава САТгрунд по Этапу 1 был определен в размере (7 ярус + 8 ярус) **972,212** м^3 + **987,781** м^3=**1959,993** м^3.

В процессе инъекционных работ состава САТгрунд выполнена инъекция 68,3% от проектного объема.

Проектный объем состава САТгрунд на Этапе 1 не был выполнен в связи со следующими ограничениями:

1 высокая неоднородность грунта основания здания станции ЗаГАЭС-2 привела к перераспределению состава САТгруд в области разуплотнений с дальнейшей невозможностью инъекции в области плотных грунтов по давлению с образованием гидроразрывов;

2 при возникновении гидроразрывов инъекции прекращались в связи с невозможностью обеспечить правильное пространственное расположение зон инъекции;

3 отмечались частые превышения давлений инъекции с выходом на максимальные значения, что приводило к прекращению инъекций;

4 отмечались выходы состава через верхние (относительно инъецируемой) манжеты на поверхность, что являлось индикатором прекращения инъекций;

5 отмечалось заполнение составом САТгрунд манжетных колонн с дальнейшим их выходом с промывочной водой.

АО «Институт Гидропроект» по результатам инъектирования каждой манжетной колонны составом САТгрунд выпускал рекомендации по продолжению или завершению инъекций.

Давления при инъекционных работах состава САТгрунд.

В рамках инъекционных работ по инъектированию состава САТгрунд контролировались давления нагнетания на насосах. Минимальные, максимальные и средние значения давлений состава САТгрунд по манжетным колоннам 7 яруса приведены в таблице 3.4.3.5, 8 яруса – в таблице 3.4.3.6.

Таблица 3.4.3.5 - 7 ярус

Показатель	Нагнетание 1			Нагнетание 2		
	Минимальные значения давлений (н1), бар	Максимальные значения давлений (н1), бар	Средние значения давлений (н1), бар	Минимальные значения давлений (н2), бар	Максимальные значения давлений (н2), бар	Средние значения давлений (н2), бар
Средние	**1,29**	**38,98**	**17,68**	**3,08**	**38,78**	**19,86**
Минимальные	**0,10**	**25,97**	**6,55**	**0,03**	**27,40**	**10,34**
Максимальные	**9,80**	**51,72**	**28,15**	**27,40**	**52,77**	**32,15**

8 ярус. Таблица 3.4.3.6

Показатель	Нагнетание 1			Нагнетание 2		
	Минимальные значения давлений (н1), бар	Максимальные значения давлений (н1), бар	Средние значения давлений (н1), бар	Минимальные значения давлений (н2), бар	Максимальные значения давлений (н2), бар	Средние значения давлений (н2), бар
Средние	**1,58**	**39,12**	**18,08**	**3,49**	**37,94**	**20,32**
Минимальные	**0,02**	**7,20**	**1,43**	**0,04**	**13,10**	**1,66**
Максимальные	**9,43**	**58,80**	**26,77**	**19,50**	**54,50**	**31,68**

В качестве минимальных значений давления (Н1) в таблицах 3.4.3.5 и 3.4.3.6 принимались наименьшие значения давления по всем манжетным колоннам соответствующего яруса; аналогичным образом определялись средние и максимальные значения.

Таким образом, средние значения давлений нагнетаний по всем манжетам Этапа 1 увеличивались от нагнетания 1 к нагнетанию 2: 7 ярус – от 17,68 до 19,26 бар; 8 ярус – от 18,08 до 20,32 бар. При этом, средние давления были несколько выше рекомендуемых проектом давлений (15 бар), но значительно ниже отсечных давлений (30 бар).

Эти результаты свидетельствуют о соответствии фактических грунтовых условий проектным значениям.

Сведения об объемах и давлениях состава САТгрунд приведены также в разделе 3.4.3.1.

Объемы инъекционных работ состава АПгрунд.

В рамках Этапа 1 были выполнены инъекции составом АПгрунд в 83 скважины в общем объеме **4097.079** м^3. Проектом объем инъектирования состава АПгрунд по Этапу 1 был определен в размере **4 211,996** м^3. В процессе инъекционных работ состава АПгрунд удалось выполнить инъекцию 97,3% от проектного объема.

Давления при инъекционных работах состава АПгрунд.

В рамках инъекционных работ по инъектированию состава АПгрунд контролировались давления нагнетания на насосах. Результаты фиксации средних значений давления для всех нагнетаний состава АПгрунд яруса 7 показаны на рис. 3.4.3.10 и для всех нагнетаний состава АПгрунд яруса 8 - на рисунке 3.4.3.11.



Рисунок 3.4.3.10 – График распределения давлений по манжетным колоннам 7 яруса состава АПгрунд, л



Рисунок 3.4.3.11 – График распределения давлений по манжетным колоннам 8 яруса состава АПгрунд, л

Минимальные, максимальные и средние значения давлений состава АПгрунд по манжетным колоннам 7 яруса приведены в таблице 3.4.3.7, 8 яруса – в таблице 3.4.3.8.

Таблица 3.4.3.7 - АПгрунд 7 ярус.

Показатель	Все нагнетания		
	Минимальные значения давлений (н1), бар	Максимальные значения давлений (н1), бар	Средние значения давлений (н1), бар
Средние	**5,78**	**98,56**	**36,50**
Минимальные	**0,10**	**46,95**	**18,63**
Максимальные	**58,90**	**729,00**	**71,18**

Таблица 3.4.3.8 - АПгрунд 8 ярус

Показатель	Все нагнетания		
	Минимальные значения давлений (н1), бар	Максимальные значения давлений (н1), бар	Средние значения давлений (н1), бар
Средние	**4,32**	**70,08**	**28,28**
Минимальные	**0,01**	**26,50**	**9,81**
Максимальные	**47,80**	**407,00**	**57,48**

В качестве минимальных значений давления в таблицах 3.4.3.7 и 3.4.3.8 принимались наименьшие значения давления по всем манжетным колоннам соответствующего яруса; аналогичным образом определялись средние и максимальные значения.

Таким образом, средние значения давлений нагнетаний по всем манжетам Этапа 1 следующие по ярусам: 7 ярус – от 36,50 бар; 8 ярус – от 28,28 бар. При этом, средние давления были несколько ниже рекомендуемых проектом давлений (40 бар), и значительно ниже отсечных давлений (55 бар).

Эти результаты свидетельствуют о соответствии фактических грунтовых условий проектным значениям.

Сведения об объемах и давлениях состава АПгрунд приведены также в разделе 3.4.3.2.

3.4.6 Контроль объемов инъекционных работ

В результате анализа выполненных инъекционных работ составом «АПгрунд» выявилось несоответствие объема инъекций, полученного по данным расходомеров, установленных на насосном оборудовании, объему инъекций, полученному по количеству приготовленного материала в смесителях.

В рамках работ подразделения авторского надзора отмечалось, что объем инъецированного в грунт состава АПгрунд, определённый по показаниям расходомеров насосов, не соответствует объему раствора АПгрунд, который может быть получен из поступившего на строительную площадку материала. В результате анализа причин этого несоответствия выяснилось, что расходомеры, установленные на инъекционных насосах со временем накапливают ошибку измерения, связанную с износом манжет насосов и перетока через них инъекционного состава.

В соответствии со Справкой специалистов подразделения оперативного управления (рисунок 3.4.6.1), общий объем нагнетаний по данным расходомеров составлял 4 113,26 м^3, а приготовлено было из полученного от поставщика 3 043,3 т состава АПгрунд (с учетом остатков на складе) 3 435,78м^3 материала.

СПРАВКА

1. С начала работ в 2020 году по 18.08.2021 поступило **1383,8**тн. АПгрунд.
2. С 18.08.2021 по 06.12.2021 поступило **1659.5**тн. АПгрунд.
3. Всего на 06.12.2021 поступило **3043,3**тн. АПгрунд.
4. На 06.12.2021 остаток АПгрунд на складе **54,17**тн. АПгрунд.
5. 3043,3тн. –54,17тн. = **2989,13**тн. АПгрунд израсходовано на приготовление смеси АПгрунд.
6. 2989,13тн. : 0,87 = **3435,78**м3 приготовлено смеси АПгрунд на 06.12.2021.
7. Общий объем нагнетаний по данным расходомеров на 06.12.2021 **4113,26** м3. смеси АПгрунд.

/ Власов И.Г./

Рисунок 3.4.6.1. Справка о объеме состава АПгрунд

Таким образом, накопленная ошибка составила 16,5%.

В связи с изменением точности работы расходомеров по мере износа манжет насосов, достоверно определить объем фактически инъецированного материала в каждую манжету не представлялось возможным.

Для устранения несоответствия объемов и повышения точности, на последующих этапах инъекционных работ рекомендуется установка дополнительных расходомеров непосредственно на инъекционные линии с возможностью их регулировки в процессе работ.

3.4.7 Опытно-производственные работы по оптимизации инъекций

3.4.7.1 Общие сведения

За отчетный период в рамках оптимизации инъекционных работ был выполнен ряд исследовательских и опытно-производственных работ по уточнению параметров инъекционных работ, определению оптимальных характеристик оборудования и иные работы, позволяющие улучшить инъекции пропиточных и выравнивающих составов.

В рамках разработки проектной и рабочей документации в условиях отсутствия нормативных документов по уникальным видам работ отсутствует возможность получения полной информации по значительному количеству вопросов, появляющихся по мере реализации проекта. Отсутствие полной информации может иметь существенное влияние на порядок реализации проекта, его параметры и стоимость.

Часть необходимой информации была получена в рамках выполнения опытных работ при разработке проекта восстановления Загорской ГАЭС-2 №1938-40-094, выполненном АО «Институт Гидропроект». В состав опытных работ входили работы по разработке достоверных расчетных моделей, подбору инъекционных смесей, определению работоспособности метода управляемого компенсационного нагнетания и основным его параметрам, оценке безопасности эксплуатации здания ГАЭС после завершения работ по его выравниванию и вводу в работу основного и вспомогательного оборудования станции. Положительные результаты этих работ, включая опытные работы на крупномасштабной модели на опытном участке №3, легли в основу современной реализации проекта выравнивания здания ГАЭС.

Однако, значительная часть вопросов не была исследована на предварительном этапе, поскольку наличие и степень влияния указанных вопросов не были выявлены в рамках разработки проекта.

К этим вопросам относятся вопросы, связанные с: конструктивными решениями манжетных колонн, позволяющими выполнять многократное нагнетание инъекционных составов через одну манжету; достоверным определением расходов инъекционных составов; объему неизбежных потерь составов при выполнении инъекций; возможности повторного использования твердой части составов после промывки манжетных колонн; видов пакеров и устройств по их закреплению в манжетных колоннах; изменения номенклатуры инъекционных составов и прочие вопросы, выявляющиеся только в рамках выполнения строительно-монтажных работ.

Опытно-производственные работы показывают свою эффективность в рамках реализации проекта выравнивания здания станции Загорской ГАЭС-2, не имеющего аналогов в мировой практике.

3.4.7.2 Оптимизация конструкции манжетных колонн

В рамках выполнения опытных работ в АО «ВНИИГ» выяснилось, что значительное количество манжет практически во всех манжетных колоннах не являются герметичными. Инъекционные составы через неплотности в манжетах попадают вновь в манжетные колонны, засоряя их. Впоследствии, при промывках, эти составы безвозвратно удаляются, что приводит к их перерасходу и снижению эффективности инъекций.

В рамках работ по выравниванию здания станции ЗаГАЭС-2 подрядчик предложил использование силиконовых манжет длиной 150 мм, снабженных двумя уплотнительными резиновыми кольцами и двумя сплошными стопорными кольцами (см. рисунок 3.4.7.1 и 3.4.7.2).



Рисунок 3.4.7.1 – Манжетные колонны 7 и 8 ярусов

Такие манжетные колонны были установлены в 7 и 8 ярусы инъекционных работ при бурении и обустройству скважин.

Инъекционные работы Этапа I показали, что объем твердой составляющей, зафиксированной при промывке инъекционной манжетной колонны, превышает расчётные значения в несколько раз. Это свидетельствует о том, что инъекционный материал, нагнетаемый через манжету в грунт, возвращается обратно в манжетную колонну (МК) при разжиме пакера и перемещении его на следующую манжету.

Причиной этого возвращения в МК инъекционного материала является разрыв манжеты или её неплотное закрытие после завершения инъекции.

Для подтверждения этого вывода был выполнен ряд опытных работ.

Конструктивное решение манжеты, установленной на 7 и 8 ярусах инъектирования, показано на рисунке 3.4.7.2.

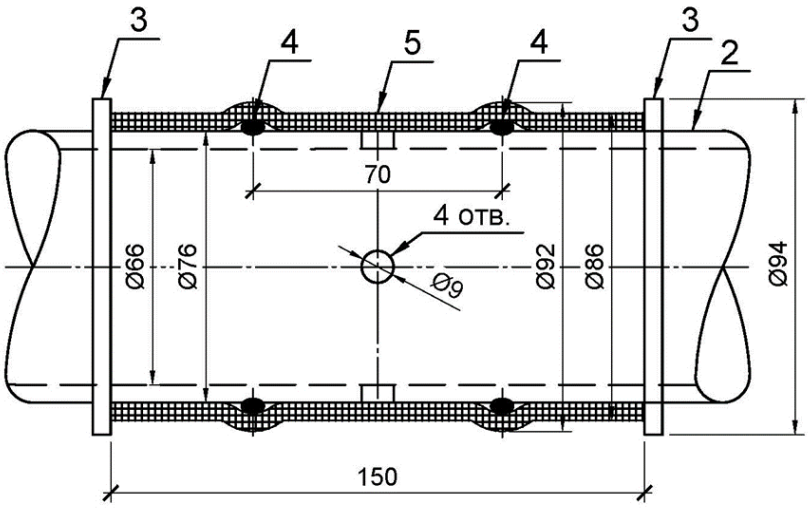


Рисунок 3.4.7.2 – Конструктивное решение манжеты, установленной на 7 и 8 ярусах инъектирования (1 – конструкция МК; 2 – стальная труба МК, 3 – стальные стопорные кольца, приваренные к 2; 4 – резиновые стопорные кольца; 5 – силиконовая манжета)

После повреждения манжеты инъекционный состав имеет возможность беспрепятственно проходить через отверстия в МК в полость трубы либо при перемещении пакера, либо через образовавшиеся неплотные ходы в грунте в соседние манжеты. Это обстоятельство уменьшает эффективность инъекционных работ и приводит к дополнительному объему холостых работ.

Для решения задачи подбора эффективных манжет АО «Институт Гидропроект» была разработана «Программа опытных работ по уточнению конструкции манжетных колонн» (документ №1938-40-608). Указанной программой рекомендуется выполнение опытных работ по проверке работоспособности и долговечности манжет в следующем порядке:

1) определяются технологические приёмы, обеспечивающие работоспособность манжет при различном количестве нагнетаний в манжету и при различной длине манжеты;

2) определяются конструктивные параметры манжеты;

3) определяется материал манжеты.

К технологическим приёмам выполнения работ относятся:

1) порядок выполнения инъекционных работ;

2) параметры выполнения инъекционных работ;

3) составы, используемые для выполнения инъекционных работ и их возможная корректировка.

К конструктивным параметрам манжеты относятся размеры, упругость, наличие колец, конструкция ограничительных элементов, количество, диаметр и форма отверстий и проч.

Материалы манжет отрабатываются по результатам предыдущих стадий работ и назначаются, исходя из сложившегося рынка материалов, пригодных для изготовления манжет.

В сентябре 2021 г. выполнены опытные работы, включая поставку оборудования для исследований, изготовление различных конструктивных решений манжет, изготовление манжет из различных материалов и проч.

Порядок выполнения опытных работ по отработке технологических приёмов, обеспечивающих работоспособность манжет при различном количестве нагнетаний в манжету и при различной длине манжеты приведен на рисунке 3.4.7.3.

График проведения испытаний для уточнения конструкции манжет в большой объемной модели

Раздел 2 **Технологические приёмы и конструкция манжет**

Опыт 5 Начало 23.09.2021 Вскрытие 27.09.2021

Этапы		Длина	Состав	Объем	Всего	Расход	Давление	Дата
1	Манжета 1	75	CATгрунд	60	60	2-4	15	23.09.2021
	Манжета 1	75	вода	20	20	10-12	15	23.09.2021
	Манжета 2	75	CATгрунд	60	60	2-4	15	23.09.2021
2	Манжета 1	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	24.09.2021
	Манжета 1	75	вода	20	20	10-12	60	24.09.2021
	Манжета 2	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	24.09.2021
3	Манжета 1	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	24.09.2021
	Манжета 1	75	вода	20	20	10-12	60	24.09.2021
	Манжета 2	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	24.09.2021
4	Манжета 1	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	25.09.2021
	Манжета 1	75	вода	20	20	10-12	60	25.09.2021
	Манжета 2	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	25.09.2021
5	Манжета 1	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	25.09.2021
	Манжета 1	75	вода	20	20	10-12	60	25.09.2021
	Манжета 2	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	25.09.2021

Между этапами 2 и 3 должно пройти не менее 6 часов.
Между этапами 4 и 5 должно пройти не менее 6 часов.

Опыт 6 Начало 27.09.2021 Вскрытие 01.10.2021

Этапы		Длина	Состав	Объем	Всего	Расход	Давление	Дата
1	Манжета 1	75	CATгрунд	60	60	2-4	15	27.09.2021
	Манжета 1	75	вода	20	20	10-12	15	27.09.2021
	Манжета 2	75	CATгрунд	60	60	2-4	15	27.09.2021
2	Манжета 1	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	28.09.2021
	Манжета 1	75	вода	20	20	10-12	60	28.09.2021
	Манжета 2	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	28.09.2021
3	Манжета 1	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	28.09.2021
	Манжета 1	75	вода	20	20	10-12	60	28.09.2021
4	Манжета 1	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	29.09.2021
	Манжета 1	75	вода	20	20	10-12	60	29.09.2021
5	Манжета 1	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	29.09.2021
	Манжета 1	75	вода	20	20	10-12	60	29.09.2021
6	Манжета 2	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	30.09.2021

Между этапами 2 и 3 должно пройти не менее 6 часов.
Между этапами 4 и 5 должно пройти не менее 6 часов.

1. По результатам опытов назначается дальнейшее проведение работ
2. Подготовка к инъекции выполняется послойной укладкой грунта в 7 слоёв
3. Материал манжет - резина, толщина 5 мм, жесткость 75

Руководитель работ
АО "Институт Гидропроект"
Александров А.В.
_____ / 23.09.2021 /
Подпись Дата

Руководитель проекта
ООО "ТоннельГеоСтрой"
Хренов А.С.
_____ / _____ /
Подпись Дата

Рисунок 3.4.7.3 – Порядок выполнения опытных работ по отработке технологических приёмов, обеспечивающих работоспособность манжет

Порядок выполнения опытных работ по уточнению конструктивных параметров манжеты приведен на рисунке 3.4.7.4.

График проведения испытаний для уточнения конструкции манжет в большой объемной модели

Раздел 1 **Технологические приёмы**

Опыт 1 Начало 29.08.2021 Вскрытие 02.09.2021

	Длина	Состав	Объем 1	Объем 2	Всего	Расход	Давление
Манжета 1	100	CATгрунд	40	40	80	2-4	15
Манжета 2	150	CATгрунд	100		100	2-4	15
Манжета 2	150	вода	20		20	2-4	15

Опыт 2 Начало 02.09.2021 Вскрытие 06.09.2021

	Длина	Состав	Объем 1	Объем 2	Всего	Расход	Давление
Манжета 1	100	CATгрунд	40	40	80	2-4	15
Манжета 1	100	вода	10	20	30	4-6	15
Манжета 2	80	CATгрунд	100		100	2-4	15
Манжета 2	80	вода	20		20	6-8	15

Опыт 3 Начало 06.09.2021 Вскрытие 10.09.2021

	Длина	Состав	Объем 1	Объем 2	Всего	Расход	Давление
Манжета 1	Лучшая по О2	CATгрунд	45	45	90	2-4	15
Манжета 1	Лучшая по О2	вода	20	10	30	лучший по О2	15
Манжета 2	Лучшая по О2-20	CATгрунд	45	45	90	2-4	15
Манжета 2	Лучшая по О2-20	вода	40	40	80	лучший по О2 + 2	15

Опыт 4 Начало 10.09.2021 Вскрытие 14.09.2021

	Длина	Состав	Объем 1	Объем 2	Всего	Расход	Давление
Манжета 1	Лучшая по О3	CATгрунд	45	45	90	2-4	15
Манжета 1	Лучшая по О3	вода	20	20	40	лучший по О3	15
Манжета 2	Лучшая по О3-10	CATгрунд	45	45	90	2-4	15
Манжета 2	Лучшая по О3-10	вода	20	20	40	лучший по О3 + 2	15

Опыт 5 Начало 14.09.2021 Вскрытие 18.09.2021

	Длина	Состав	Объем 1	Объем 2	Всего	Расход	Давление
Манжета 1	Лучшая по О4	вода	20	20	40	лучший по О4	15
Манжета 1	Лучшая по О4	CATгрунд	45	45	90	2-4	15
Манжета 1	Лучшая по О4	вода	20	20	40	лучший по О4	15
Манжета 2	Лучшая по О4	вода		20	20	лучший по О3 + 2	15
Манжета 2	Лучшая по О4	CATгрунд	45	45	90	2-4	15
Манжета 2	Лучшая по О4	вода		20	20	лучший по О3 + 2	15

1. По результатам опытов назначается дальнейшее проведение работ
2. Инъекция "Объем 2" назначается на следующий день после инъекции "Объем 1"
3. Подготовка к инъекции выполняется послойной укладкой грунта в 5 слоёв
4. Материал манжет не регламентируется
5. Конструкция манжет не регламентируется. Без уплотнительных колец

Руководитель работ
АО "Институт Гидропроект"
Александров А.В.
02.09.2021
Подпись Дата

Руководитель проекта
ООО "ТоннельГеоСтрой"
Хренов А.С.
Подпись Дата

Рисунок 3.4.7.4 –Порядок выполнения опытных работ по уточнению конструктивных параметров манжеты

Порядок выполнения опытных работ по уточнению материала манжеты приведен на рисунке 3.4.7.5.

График проведения испытаний для уточнения конструкции манжет в большой объемной модели

Раздел 3 **Материал манжет и конструкция манжет** Эластомер-NI2127

Опыт 7 Начало 01.10.2021 Вскрытие 05.10.2021

Этапы		Длина	Состав	Объем	Всего	Расход	Давление	Дата
1	Манжета 1	75	CATгрунд	60	60	2-4	15	01.10.2021
	Манжета 1	75	вода	20	20	10-12	15	01.10.2021
	Манжета 2	75	CATгрунд	60	60	2-4	15	01.10.2021
2	Манжета 1	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	02.10.2021
	Манжета 1	75	вода	20	20	10-12	60	02.10.2021
	Манжета 2	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	02.10.2021
3	Манжета 1	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	02.10.2021
	Манжета 1	75	вода	20	20	10-12	60	02.10.2021
4	Манжета 1	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	03.10.2021
	Манжета 1	75	вода	20	20	10-12	60	03.10.2021
5	Манжета 1	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	03.10.2021
	Манжета 1	75	вода	20	20	10-12	60	03.10.2021
6	Манжета 2	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	04.10.2021

Между этапами 2 и 3 должно пройти не менее 6 часов.
Между этапами 4 и 5 должно пройти не менее 6 часов.

Опыт 8 Начало 05.10.2021 Вскрытие 09.10.2021

Этапы		Длина	Состав	Объем	Всего	Расход	Давление	Дата
1	Манжета 1	75	CATгрунд	150	150	2-4	15	05.10.2021
	Манжета 1	75	вода	30	30	10-12	15	05.10.2021
2	Манжета 1	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	06.10.2021
	Манжета 1	75	вода	40	40	10-12	60	06.10.2021
3	Манжета 1	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	06.10.2021
	Манжета 1	75	вода	40	40	10-12	60	06.10.2021
4	Манжета 1	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	07.10.2021
	Манжета 1	75	вода	40	40	12-14	60	07.10.2021
5	Манжета 1	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	07.10.2021
	Манжета 1	75	вода	40	40	12-14	60	07.10.2021
6	Манжета 1	75	Апгрунд	10	10	2-4	60	08.10.2021
	Манжета 1	75	вода	40	40	12-14	60	08.10.2021
7	Манжета 1	75	Апгрунд	объем - максимальный по давлению и ходу поршня		2-4	60	08.10.2021
	Манжета 1	75	вода	20	20	12-14	60	08.10.2021

Между инъекциями этапов 2 ... 7 должно пройти не менее 6 часов.

1. В опыте 7 устанавливается 2 манжеты, в опыте 8 устанавливается 1 манжета
2. Подготовка к инъекции выполняется послойной укладкой грунта в 7 слоёв
3. В опыте 8 послойная укладка выполняется с контролем плотности по Проктору
4. В опыте 8 давление на поршень установить в диапазоне 8-10 бар.
5. Материал манжет - резина, Эластомер-NI2127, толщина 5 мм, твердость 74-76 (по Шору), производство ООО "Стройпластик"

Руководитель работ
АО "Институт Гидропроект"
Александров А.В.
Подпись / 30.09.2021 / Дата

Руководитель проекта
ООО "ТоннельГеоСтрой"
Хренов А.С.
Подпись / / Дата

Рисунок 3.4.7.5 – Порядок выполнения опытных работ по уточнению материала манжеты

Требования к технологическим характеристикам пропиточных и инъекционных составов соответствовали требованиям, определяемым документами №1938-40-583 и №1938-40-586.

Испытания выполнялись в условиях производства, с использованием большой объёмной модели («бочка») производства ООО «Синерго» (рисунок 3.4.7.6, 3.4.7.7).



Рисунок 3.4.7.6 – Большая объёмная модель («бочка») производства ООО «Синерго»

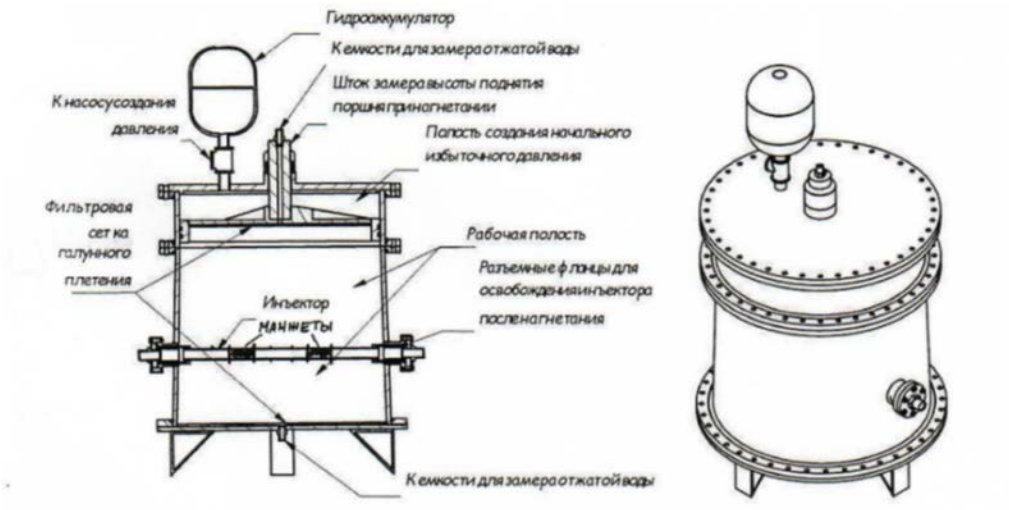


Рисунок 3.4.7.7 – Схема большой объемной модели

Подготовка большой объёмной модели к испытаниям выполнялось в следующей последовательности:

- В пустую «бочку» на дно укладывалась фильтровая сетка кагалунного плетения
- Зона рабочей полости до уровня установки инъектора заполнялась подготовленным к испытанию песком, слоями по 10-15 см с трамбовкой.
- Инъектор с манжетами устанавливался в разъёмы.
- Выше инъектора «бочка» также заполнялась слоями по 10-15 см трамбованным песком (рисунок 3.4.7.8.)
- На песок укладывалась фильтровая сетка кагалунного плетения.



Рисунок 3.4.7.8 – Заполнение большой объемной модели

- поршень вставлялся в «бочку», при этом фиксировалась его глубина;

- поверхность скольжения поршня до прилегания его к песку и нижняя плоскость поршня смазывалась смазкой. В поршне два отвода для воды и воздуха соединены с отводом в крышке шлангом.

- «Бочка» закрывалась верхней крышкой. При этом затяжка болтов производилась в несколько кругов (крест на крест) со смещением на один болт по кругу, с увеличением силы затяжки после каждого круга на 10 кгс по динамометрическому ключу до достижения силы в 40 кгс.

- Секция над поршнем заполнялась водой при стравливании воздуха через верхний кран до истечения воды из него. Заполнение производилось под давлением, при этом дополнительное давление на поршень должно было быть не более 4,5 кгс/ $см^2$.

- Песок через нижний кран на слив замачивался водой до выхода воды из отверстий в поршне. При этом нижний кран открыт, все остальные краны на слив и на подачу закрыты.

- Все краны на слив и на залив закрывались.

- В бункер инъекционного насоса заливалась вода (30-40 л.)

- Открывался кран на подачу воды в инъектор и кран на слив с инъектора.

- Запускался насос и при достижении истечения воды из двухходового крана нижней секции насос выключался; кран закрывался.

- Открывался кран подачи воды в верхнюю секцию и кран на слив через регулирующий клапан верхней секции

- Запускался насос. По достижении истечения воды из клапана, установленного в верхней секции, на нем выставлялось давление срабатывания в 4,5 кгс/$см^2$ или иное значение давления, но не более 8 кгс/$см^2$. Давление срабатывания клапана контролировалось по манометру.

- Краны на подачу воды в «бочку» закрывался, выключался насос.

- Закрывались краны на слив с инъектора и слив из верхней секции.

- Открывались краны подачи воды в инъектор и краны на слив

- Запускался насос и дождавшись истечения воды из клапана; производилась регулировка его срабатывания при давлении 2 кгс/$см^2$ или заданный уровень давления 2 кгс/$см^2$ поддерживался кранами. Давление срабатывания клапана контролируется по манометру. Насос выключался.

- После выполнения всех перечисленных манипуляций «бочка» готова к проведению исследований воздействия инъекционных растворов на грунт.

Проведение испытаний

Ход проведения нагнетаний пропиточных составов на большой объёмной модели:

- Вода из бункера насоса (21) сливается путем отсоединения шланга подачи воды от бочки.
- Бункер насоса заполнялся пропиточным составом объемом, рассчитанным ис-ходя из пористости уложенного песка плюс 20 литров на балластное заполнение. Объем раствора составляет ~35% от объема загруженного грунта.
- Шланг насоса (31) присоединялся к «бочке».
- Открывался кран на слив с инъектора .
- Запускался насос и при наступлении излива инъекционного состава из крана насос выключается и кран закрывается.
- Под слив со сбросного клапана подставлялась мерная емкость и запускался насос.
- Дожидаемся перелива в мерную емкость объема инъекционного состава, рассчитанного исходя из пористости песка; при этом контролируется давление в «бочке» по манометрам. Если давление в какой-нибудь зоне превысит значение 15 кгс/см^2, насос выключается до падения давления до 4,5 кгс/см^2 и продолжается процесс инъектирования. После закачки определенного объёма инъекционного состава насос выключается, и фиксируются объем жидкости, излившейся из сбросного клапана. Также фиксировались показания манометров.
- Закрывались все краны подачи и слива; заливной шланг и насос после их отсоединения промываются водой. Кран на инъекционной колонне пломбировался номерными пластиковыми пломбами. «Бочка» в течение 1-х суток поддерживает процесс пропитывания грунта инъецированным составом.

Ход проведения нагнетаний выравнивающих составов на большой объёмной модели:

- Бункер насоса заполняется инъекционным (основным) составом в объеме, рассчитанном, исходя из пористости песка, плюс 20 литров на балластное заполнение.
- Запускается насос до истечения состава из крана, после чего насос выключается и кран закрывается.

- Продолжается проведение инъектирования. При этом:
- Кран на слив из бочки открыт;
- кран на слив с донышка открыт;
- кран на слив с инъектора закрыт;
- верхний кран на слив открыт и подставлена мерная емкость;
- кран на подачу в верхнюю секцию закрыт.
- Под сбросной клапан подставлена мерная емкость.
- Дожидаемся излива конкретного объема воды из верхней секции) в мерную емкость в результате смещения поршня под воздействием закачанного инъекционного раствора (6 литров закачанного раствора смещает поршень на 8 мм) и выключаем насос. После падения показателей давления в верхней секции «бочки», контролируемого манометром производится до качка воды в верхнюю секцию до срабатывания клапана. Выполнялся расчет величины осадки поршня после окончания инъектирования. Данная операция производилась сразу после окончания инъектирования, и через заданные по условиям испытаний промежутки времени.
- Заливной кран закрывался, отсоединялся заливной шланг и промывался водой вместе с насосом, кран пломбировался номерными пластиковыми пломбами.
- На всех этапах контролировалось давление по манометрам) и фиксировался по времени.
- Выдерживался инъектированный грунт в «бочке» до успокоения процесса инъектирования (1 сутки);
- После выдерживания инъектированного основным составом грунта в течение суток, повторяются операции с использованием того же инъекционного состава, после чего инъектированный грунт выдерживается в «бочке» под давлением до достижения заданного возраста. Сбрасываем давление в системе насос- «бочка» открытием нижнего сливного крана и верхнего трехходового крана манометра.
- Снималась верхняя крышка «бочки», и соединительный шланг, расположенный между крышкой и поршнем, сливались остатки воды над поршнем. Производилось измерение и фиксация величины смещения поршня в ходе выполненного инъектирования.
- Вынимался поршень.
- Отбирались пробы инъектированного грунта для последующих исследований.

- Вынималось образовавшееся объемное тело для последующих исследований.

- Выгружался инъектированный грунт из «бочки» и «бочка» промывалась водой.

Для испытаний допускается использовать одну или две манжеты в манжетном инъекторе модели. Материал и конструкция манжеты уточняется сменным заданием при производстве работ. Вид инъекционного состава, закачиваемого в конкретную манжету, уточнялся сменным заданием при производстве работ.

Испытание №1. Объём инъекций определён графиком испытаний (рис. 3.4.7.3.), подбор конструктива манжет отрабатывается с применением пропиточного состава САТгрунд, с последующей промывкой водой.

Применены 2 (две) резиновые не армированные манжеты (см. Рисунок 7), со следующими параметрами:

Манжета №1 – ширина 100мм, толщина 4мм, Ø74мм.

Манжета №2 – ширина 150мм, толщина 4мм, Ø74мм.

Манжеты с двух сторон зафиксированы упорными кольцами высотой 6мм.

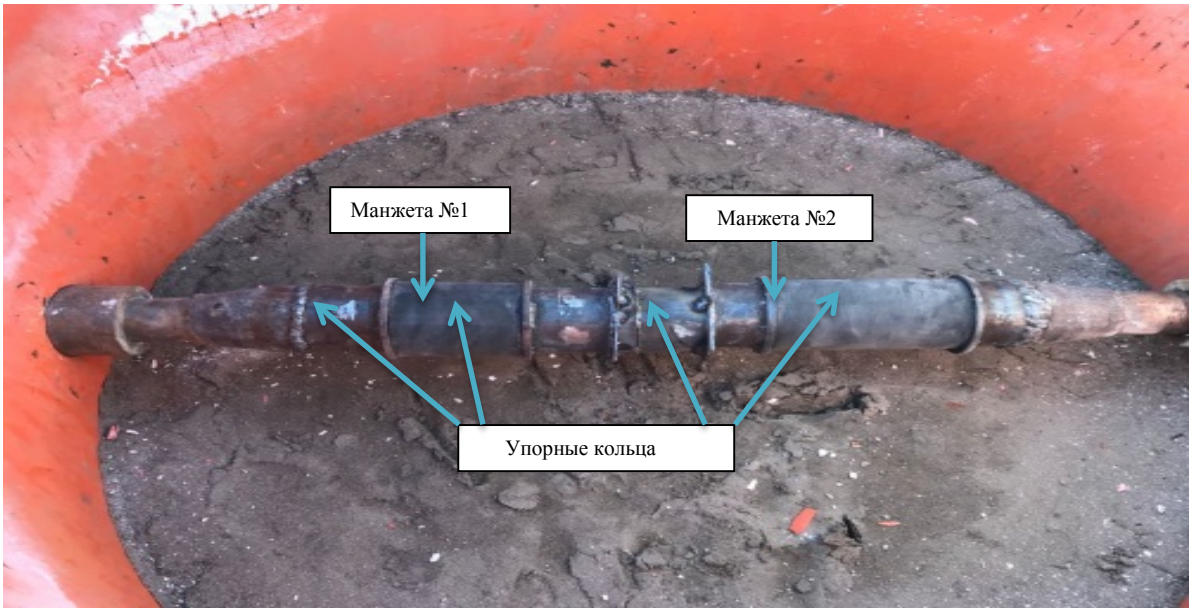


Рисунок 3.4.7.9 – Испытание 1

Результат испытания №1

а) Вид манжет после испытания



б)Манжета №1



в) Манжета №2



г) Полость манжеты №1



д) Полость манжеты №2



Испытание №2. Объём инъекций определён графиком испытаний, подбор конструктива манжет отрабатывается с применением пропиточного состава САТгрунд, с последующей промывкой водой.

Применены две манжеты: резиновая и силиконовая, со следующими параметрами:

Манжета №1 – силикон (армированная, нить), ширина 100мм, толщина 6мм, Ø74мм.

Манжета №2 – резина (без армирования) ширина 75мм, толщина 4,5мм, Ø74мм.

Фиксация манжет выполнена с одной стороны упорным кольцом высотой 6мм, а с другой упорными сегментами высотой 6мм и шириной ≈ 2,5см.

Результат испытания

а) Вид манжет после испытания



б)Манжета №1



в) Манжета №2



г) Полость манжеты №2



д) Полость манжеты №1



Испытание №3.

Объёмы инъекционных составов определены графиком испытаний), подбор конструктива манжет отрабатывается с применением пропиточного (САТгрунд) и выравнивающего (АПгрунд) составов, с последующей промывкой водой.

Применены 2 (две) резиновые не армированные манжеты, со следующими параметрами:

Манжета №1 – ширина 75мм, толщина 4мм, Ø74мм.

Манжета №2 – ширина 75мм, толщина 4мм, Ø74мм.

Фиксация манжет выполнена с одной стороны упорным кольцом высотой 6мм, а с другой упорными сегментами высотой 6мм и шириной ≈ 2,5см.

Результат испытания

а) Вид манжет после испытания



б)Манжета №1



в) Манжета №2



г) Полость манжеты №1



д) Полость манжеты №2



Испытание №4. Объёмы инъекционных составов определены графиком испытаний, подбор конструктива манжет отрабатывается с применением пропиточного (САТгрунд) и выравнивающего (АПгрунд) составов, с последующей промывкой водой.

Применены две силиконовые манжеты, со следующими параметрами:

Манжета №1 – силикон (армированная, нить), ширина 100мм, толщина 6мм, Ø74мм., зафиксирована упорными сегментами высотой 6мм и шириной ≈ 2,5см.

Манжета №2 – силикон (армированная, нить), ширина 75мм, толщина 4,5мм, Ø74мм., зафиксирована упорными кольцами

Результат испытания №4

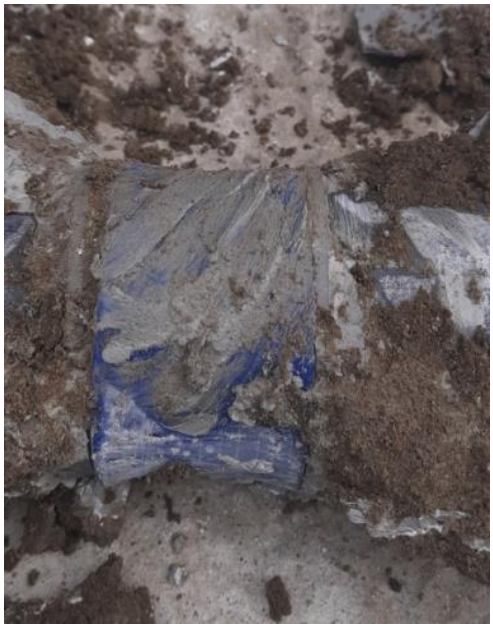
а) Вид манжет после испытания



б)Манжета №1



в) Манжета №2



г) Полость манжеты №1



д) Полость манжеты №2



Испытание №5. Объём инъекций определён СЗ (Приложение №3.3), подбор конструктива манжет отрабатывается с применением пропиточного состава САТгрунд, с последующей промывкой водой.

Применены две резиновые манжеты, со следующими параметрами:

Манжета №1 – резина (с армированной внешней частью), ширина 75мм, толщина 5,0мм, Ø74 мм зафиксирована упорными кольцами.

Манжета №2 – резина (не армированная), ширина 75мм, толщина 4,5мм, Ø74мм, зафиксирована упорными кольцами.

Результат испытания №5

а) Вид манжет после испытания



б)Манжета №1



в) Манжета №2



г) Полость манжеты №1



д) Полость манжеты №2



Испытание №6. Объём инъекций определён графиком испытаний (Приложение№2.1), подбор конструктива манжет отрабатывается с применением пропиточного (САТгрунд) и выравнивающего (АПгрунд) составов, с последующей промывкой водой.

Применены две резиновые манжеты, со следующими параметрами:

Манжета №1 – резина (не армированная), ширина 80мм, толщина 4,5мм, Ø74мм., зафик-сирована упорными кольцами.

Манжета №2 – резина (не армированная), ширина 80мм, толщина 4,0мм, Ø74мм., зафиксирована упорными сегментами.

Результат испытания №6

а) Вид манжет после испытания



б)Манжета №1



в) Манжета №2



г) Полость манжеты №1



д) Полость манжеты №2



Испытание №7. Объём инъекций определён графиком испытания (Приложение №2.2), подбор конструктива манжет отрабатывается с применением пропиточного (САТгрунд) и выравнивающего (АПгрунд) составов, с последующей промывкой водой.

Применены две резиновые манжеты, со следующими параметрами:

Манжета №1 – резина (не армированная), ширина 80мм, толщина 4,5мм, Ø74мм, зафиксирована упорными сегментами.

Манжета №2 – резина (не армированная), ширина 80мм, толщина 4,0мм, Ø74мм, зафиксирована с одной стороны упорными сегментами, с другой упорным кольцом.

Результат испытания №7

а) Вид манжет после испытания



б)Манжета №1



в) Манжета №2



г) Полость манжеты №1



д) Полость манжеты №2



Испытание №8. Объём инъекций определён графиком испытания (Приложение №2.2), подбор конструктива манжет отрабатывается с применением пропиточного (САТгрунд) и выравнивающего (АПгрунд) составов, с последующей промывкой водой.

Применены две резиновые манжеты, со следующими параметрами:

Манжета №1 – резина (не армированная), ширина 75мм, толщина 4,5 □5,5мм, Ø74мм, зафиксирована упорными сегментами. Инъекционные отверстия под манжетой размеще-ны по центру.

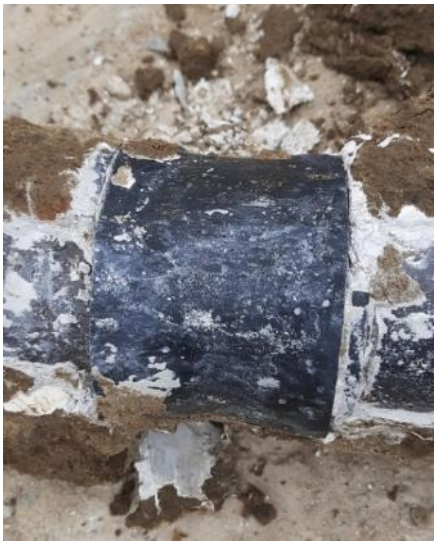
Манжета №2 – резина (не армированная), ширина 75мм, толщина 4,5 □5,5мм. Ø73 мм, зафиксирована упорными сегментами. Инъекционные отверстия под манжетой выполнены со смещением 20мм от внешнего края.

Результат испытания №8

а) Вид манжет после испытания



б)Манжета №1



в) Манжета №2



г) Полость манжеты №1



д) Полость манжеты №2



Испытание №9. Объём инъекций определён графиком испытания, подбор конструктива манжет отрабатывается с применением пропиточного (САТгрунд) и выравнивающего (АПгрунд) составов, с последующей промывкой водой.

Применены две резиновые манжеты, со следующими параметрами:

Манжета №1 – резина (не армированная), ширина 80мм, толщина 5,0мм, Ø74мм, зафиксирована упорными сегментами. Инъекционные отверстия под манжетой размещены по центру.

Манжета №2 – резина (не армированная), ширина 80мм, толщина 5,0мм. Ø74мм, зафиксирована упорными сегментами. Инъекционные отверстия под манжетой размещены по центру.

Результат испытания №9

а) Вид манжет после испытания



б)Манжета №1



в) Манжета №2



г) Полость манжеты №1



д) Полость манжеты №2



Выводы по результатам испытаний

По результатам испытаний настоящего этапа можно сделать следующие выводы:

1 Лучший результат показала манжета из неармированной резины шириной 80 мм, толщиной 5,0 мм (испытание №9). Материал манжеты – эластомер NI2127, твердость по Шору (А) 74-76.

2 Упорные сегменты предпочтительнее упорных колец.

3 Смещение инъекционных отверстий под манжетами на 20мм от внешнего края, принципиальных изменений не показал.

Рекомендуемые конструктивные решения манжетной колонны показаны на рис. 3.4.7.10.

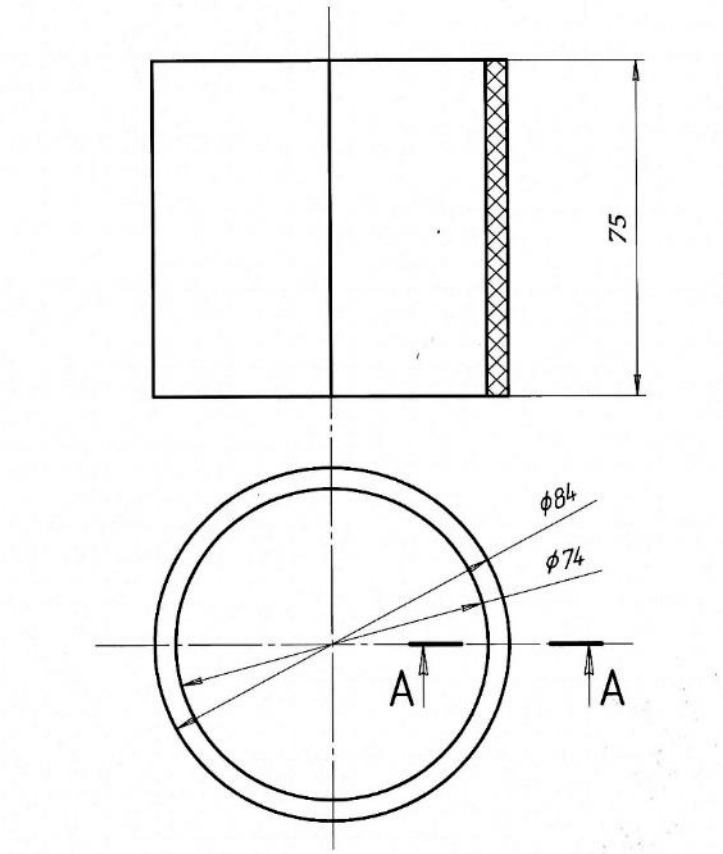


Рисунок 3.4.7.10 – Рекомендуемые конструктивные решения манжетной колонны

3.4.7.3 Опытные работы по лечению манжет

Для манжетных колонн, имеющих повреждённые манжеты, рекомендовалось проведение работ по лечению манжет за счёт инъекции выравнивающего состава с помощью одностороннего пакера по следующей технологии:

- выполнение работ следует начинать с манжет 135-140 с постепенным приближением, по 5 манжет, к началу МК половинным объёмом от суммарного проектного объёма в манжетах 135-140;
- после завершения инъекции следует промыть став и держать давление в МК до момента схватывания состава последней инъекции (3-4 суток);
- после схватывания следует разбурить в МК схватившийся состав, промыть МК и выполнить повторную инъекцию таким же образом оставшимся объёмом инъекционного раствора.

В результате реализации предложенных мер удалось резко сократить потери материала и бесперебойно выполнять инъекционные работы как в МК 7 яруса, так и 8 яруса.

3.4.7.4 Оптимизация инъекционных составов

В ответ на заявку Заказчика и в рамках выполнения работ по испытаниям составов ПР-30 и МТК-21, разработанных ООО «Евросинтез» и предназначенных для использования по выравниванию здания ГАЭС, АО «Институт Гидропроект» была разработана «Программа испытания в большой объемной модели пропиточных и инъекционных составов ПР-30 и МТК-21, предполагаемых для использования при выравнивании здания станционного узла Загорской ГАЭС-2». В настоящее время указанная Программа не согласована всеми участниками работ и сведения о ее реализации до АО «Институт Гидропроект» не доводятся.

Дополнительно АО «Институт Гидропроект» была разработана «Программа опытно-производственных работ по проведению испытаний инъекционных составов ООО «Евросинтез» №1938-40-607.

В соответствии с письмом ООО «ТГС» №260/Б от 15.09.2021, в рамках Программы о №1938-40-607, ООО «ТГС» дважды было проведено опробование приготовления и перекачиваемости составов серии МТК-21 производства ООО «Евросинтез» на промышленном оборудовании ООО «ТГС» при сопровождении специалистами ООО «Евросинтез».

В соответствии с Программой №1938-40-607, п. 5.5.6, 02.09.2021 г. была проведена проверка перекачиваемости состава МТК-21-1 на расстояние до 180 м при давлении 15 бар. В результате данного эксперимента выявлено, что состав МТК-21-1 после закачки 95 л. загустел, что привело к резкому увеличению давления, спрессовыванию состава и забиванию спрессованным составом МТК-21 инъекционного става. Результат испытания состава МТК-21- неудовлетворительный.

В соответствии с Программой №1938-40-607, п. 5.5.6, 09.09.2021 г. была проведена проверка перекачиваемости состава МТК-21-3 на расстояние до 180 м при давлении 15 бар и 60 бар. Перекачка выполнена в штатном режиме.

В соответствии с Программой №1938-40-607, п. 5.9, 09.09.2021 г. была проведена проверка возможности закачивания состава МТК-21-3 в манжетную колонну 8-16, манжета №36. Закачка производилась в следующем режиме:

- закачено 70 л. МТК-21, среднее давление 25 бар;

- закачено 140 л. МТК-21-3, давление с высокой частотой колебалось от 30 до 65 бар, далее произошло превышение давления в 75 бар. После завершения инъекции состава МТК-21-3 давление в ставе не сбросилось, что свидетельствовало о полном

забивании става. При разборке насоса и инъекционного става обнаружены пробки из спрессованного состава МТК-21-3 в местах соединений шлангов, расходомера и на выходе насоса.

- проведена промывка насоса и инъекционного става и продолжена закачка составом МТК-21. Состав МТК-21 закачен в объеме 186л, среднее давление 45 бар.

Результат опытно-производственных работ состава МТК-21-3 - неудовлетворительный.

В целом, работы по испытаниям составов ООО «Евросинтез» выполнялись в соответствии со следующими документами и имели следующие результаты.

1 АО «Институт Гидропроект» получено письмо от Заказчика (АО «Загорская ГАЭС-2») №732-РС от 04.06.2021 «О испытании составов» с просьбой рассмотрения возможности применения при проведении работ по выравниванию здания ГАЭС пропиточного состава ПР-30 и компенсационного состава МТК-21 производства ООО «Евросинтез», так как эти составы интересны для Заказчика в экономическом плане. В этом же письме Заказчик просит разработать Программу проведения испытаний данных составов на большой объемной модели АО «ВНИИГ».

2 АО «Институт Гидропроект» в ускоренном порядке разработал и отправил письмом №ЕБ-01.1-05/1256 от 07.06.2021 «Программу испытания в большой объемной модели пропиточных и инъекционных составов ПР-30 и МТК-21, предполагаемых для использования при выравнивании здания станционного узла Загорской ГАЭС-2», выпускаемых ООО «Евросинтез».

3 АО «Институт Гидропроект» рассмотрел замечания ООО «Евросинтез» (письмо №125/21-МСК от 17.06.2021) к документу «Программа испытания в большой объемной модели пропиточных и инъекционных составов ПР-30 и МТК-21, предполагаемых для использования при выравнивании здания станционного узла Загорской ГАЭС-2» и отправил откорректированную Программу Заказчику письмом №ЕБ-01.1-05-1466 от 25.06.2021.

4 28.06.2021 представитель АО «Институт Гидропроект» принял участие в опыте пропитки большой объемной модели АО «ВНИИГ» составом ПР-30 производства ООО «Евросинтез». Результаты работ оказались отрицательными, состав ПР-30 грунт не пропитывал. По результатам выполнения испытания был составлен Акт на проведение нагнетаний пропиточного состава ПР-30 и инъекционного состава МТК-21 на большой

объемной модели, подписанный представителями АО «ВНИИГ», АО «Институт Гидропроект» и ООО «Евросинтез» (см. приложение).

5 В дальнейшем ООО «Евросиентез продолжил опытные работы на площадке АО «ВНИИГ» по инъекции откорректированных составов ПР-30 и МТК-21. По результатам испытаний нами был получен отчет АО «ВНИИГ» от 30.07.2021, в котором констатируется отсутствие результатов пропитки грунта составом ПР-30, суффозионная неустойчивость материала объемных тел из материала МТК-21 и его полное размокание в течение 1 часа после начала испытаний. В дальнейшем пропитка грунта составом ПР-30, по нашим сведениям, не производилась. По результатам проведенных опытов и отчета АО «ВНИИГ» АО «Институт Гидропроект» направил в адрес Заказчика информационное письмо № ЕБ-01.1-05-1871 от 03.08.2021 о результатах проведенных испытаний с отрицательным заключением по возможности использования испытанных составов производства ООО «Евросинтез» в работах на ЗаГАЭС-2.

6 08.07.2021 было проведено совещание под председательством Заместителя Генерального директора по проектному инжинирингу и международному сотрудничеству Мачехина С.В. (Протокол №467), в котором было решено продолжить опытные работы в АО «ВНИИГ» по испытаниям состава МТК-21 производства ООО «Евросинтез» с предварительным нагнетанием пропиточного состава САТгрунд производства ООО «Синерго». Для этого Заказчику необходимо организовать доставку образца пропиточного состава в адрес АО «ВНИИГ», АО «Институт Гидропроект» разработать программу испытаний, АО «ВНИИГ» обеспечить их проведение.

7 12.07.2021 была выполнена инъекция состава САТгрунд в большую объемную модель АО «ВНИИГ». 13.07.2021 в присутствии АО «ВНИИГ», АО «Институт Гидропроект», ООО «ТГС» и ООО «Евросинтез», а также представителей Департамента проектного инжиниринга ПАО «РусГидро», была выполнена инъекция состава МТК-21 в большую объемную модель. Результаты инъекции также оказались отрицательными: объемное тело не сформировалось, а разошлось на ряд мелких прослоев в толще грунта. Отчётных документов по результатам этого и всех последующих опытов в адрес АО «Институт Гидропроект» на настоящий момент предоставлено не было.

8 ООО «Евросинтез» направило ряд писем в наш адрес с просьбой разъяснения требований к объемным телам (1_ Письмо ЕВРОСИНТЕЗ от 04.08.2021 № 169-21-МСК в ИГП и Русгидро_Вх-14455.СМ_09_08_2021, 3_ Письмо ЕВРОСИНТЕЗ

от 12.08.2021 № 17521-МСК (ответ на АД-0106 от 11.08.2021)), на которые АО «Институт Гидропроект» дал подробные и исчерпывающие ответы (№АД-01.7-05-0106 от 11.08.2021_АД-01.7-05_0106_11_08_2021(ver1), № ЕБ-01.1-05-1957 от 13.08.2021_Вх-14939.СМ_ (ответ на 175-21-МСК от 12.08.2021).

9 Заказчик письмом №1135-РС от 12.08.21 на основании запроса ООО «Евросинтез» №172/21-МСК от 10.08.21 запросил возможность проведения опытно-промышленных испытаний состава МТК-21 на площадке строительства ЗаГАЭС-2. АО «Институт Гидропроект», понимая общую заинтересованность в использовании недорогих составов производства ООО «Евросинтез», дал принципиальное согласие на такие работы письмом ЕБ-01.1-05-1953 от 12.08.2021 с инъекцией небольшого объема в первые манжеты манжетных колонн МК 8-46 или МК 7-45.

10 На совещании 24.08.2021 на площадке строительства при участии АО «Загорская ГАЭС-2», ООО «Евросинтез», ООО «ТГС» и АО «Институт Гидропроект» была разработана Дорожная карта проведения испытаний выравнивающего состава МТК-21 в опытно-промышленных условиях. В рамках этой карты было предусмотрено предоставление ООО «ЕвроСинтез» технической документации на составы: МТК-21-1, МТК-21-2, МТК-21-3 (паспорт качества и требования к входному контролю качества), а АО «Институт Гидропроект» - Программы опытно-производственных испытаний составов.

11 АО «Институт Гидропроект» письмом № ЕБ-01.1-05-2090 от 27.08.2021 направил в адрес Заказчика на согласование «Программу опытно-производственных работ по проведению испытаний инъекционных составов ООО «Евросинтез»» №1938-40-607. По получению замечаний программа была откорректирована и повторно направлена в адрес Заказчика письмом ЕБ-01.1-05-2152 от 01.09.2021.

12 ООО «ТГС» 02.09.2021, в соответствии с «Программой опытно-производственных работ по проведению испытаний инъекционных составов ООО «Евросинтез» №1938-40-607, провел опытно-производственные испытания состав МТК-21 в присутствии представителей Заказчика, АО «Институт Гидропроект» и ООО «Евросинтез». Была выполнена прокачка состава МТК-21 на поверхности реверсивного канала, через инъекционный став длиной 180 м с переменным давлением инъекции, моделируемым при обычной работе инъекционных насосов. Результат испытаний был отрицательным: состав внутри трубопроводов става из жидкого превратился в пластилинообразный, забив собой все подающие трубопроводы.

13 09.09.21 без участия представителей АО «Институт Гидропроект» было проведено дополнительное испытание состава МТК-21 на строительной площадке, также показавшее отрицательный результат (см. письмо ООО «ТГС» 260/Б от 15.09.2021).

14 В настоящее время продолжаются испытания разновидностей материала МТК 21 в лаборатории АО «ВНИИГ». Работы на строительной площадке по Дорожной карте от 24.08.2021 более не выполнялись.

Выводы:

В результате выполненных работ, на основании опытно-производственных испытаний и Технического отчета АО «ВНИИГ» можно сделать следующие выводы:

1 АО «Институт Гидропроект» был привлечен к выполнению работ по испытаниям составов производства ООО «Евросинтез»: пропиточный состав ПР-30 и выравнивающий состав МТК-21. В рамках своей ответственности АО «Институт Гидропроект» своевременно разработал две программы испытаний: «Программа испытания в большой объемной модели пропиточных и инъекционных составов ПР-30 и МТК-21, предполагаемых для использования при выравнивании здания станционного узла Загорской ГАЭС-2» и «Программа опытно-производственных работ по проведению испытаний инъекционных составов ООО «Евросинтез» №1938-40-607. Указанные программы по объему испытаний и требованиям к ним не отличались от программ испытаний иных составов в рамках проекта восстановления ЗаГАЭС-2.

2 Представители АО «Институт Гидропроект», в соответствии с письмами Заказчика и приглашениями ООО «Евросинтез», участвовали в ряде лабораторных и опытно-производственных испытаний составов производства ООО «Евросинтез» как на площадке АО «ВНИИГ», так и на строительной площадке ЗаГАЭС. Часть испытаний составов ООО «Евросинтез» не сопровождалась представителями АО «Институт Гидропроект» по причине отсутствия приглашений и сведений о проведении этих испытаний.

3 На текущий момент по результатам сопровождения испытаний составов ООО «Евросинтез» представителями АО «Институт Гидропроект» можно сделать следующие выводы:

3.1 Состав ПР-30 показал отрицательные результаты при пропитке в лабораторных условиях при двух опытах. Дальнейшие попытки откорректировать состав ПР-30, по нашим сведениям, не привели к положительному результату.

3.2 Объемное тело, образованное в первом опыте из состава МТК-21, было испытано в АО «ВНИИГ» на суффозионную устойчивость и размокание. Результаты испытаний, представленные в отчете АО «ВНИИГ» оказались отрицательными.

3.3 Инъекции составов МТК-21 в грунт, пропитанный составом САТгрунд в лаборатории АО «ВНИИГ» на настоящий момент имеют неоднозначные результаты.

3.4 Опытно-производственные испытания состава МТК-21 в трех модификациях (МТК-21-1, МТК-21-2 и МТК-21-3) на основании отчета ООО «ТГС», показали отрицательный результат.

3.5 Протоколы испытаний и приложения к ним, за исключением одного испытания состава ПР-30 от 28.06.2021, в адрес АО «Институт Гидропроект» до настоящего времени не поступали.

4 В настоящее время АО «Институт Гидропроект» не может рекомендовать использование составов ПР-30 и МТК-21 производства ООО «Евросинтез» для использования при выравнивании здания ГАЭС на площадке строительства Загорской ГАЭС-2.

5 Рекомендуется выполнить корректировку составов ПР-30 и МТК-21 и выполнить испытания составов в соответствии с «Программой» на большой объемной модели.

4 Результаты мониторинга

4.1 Анализ и оценка деформаций и перемещений ГТС

4.1.1 Вертикальные перемещения здания ГАЭС-2

Для определения вертикальных деформаций бетонных сооружений здания ГАЭС и их оснований прокладывались нивелирные ходы, опирающиеся на рабочие реперы сети.

Для оценки деформаций и перемещений здания ГАЭС представлены результаты измерений вертикальных перемещений марок на рисунках 4.1.1.1 – 4.1.1.5 и таблице 4.1.1.1.

За отчетный период наблюдений суммарные величины вертикальных перемещений марок поверхностных бетонных (3МБ.26-35), установленных на отм. 166,400 м (гребень здания, проезжая часть, консоль) составили значения от -20,26 мм до +25,81 мм. Следует отметить, что марки 3МБ.27, 29, 31, 33 и 35 установлены на консоли здания ГАЭС и как следствие, их перемещения наиболее подвержены влиянию изменения температурного режима.

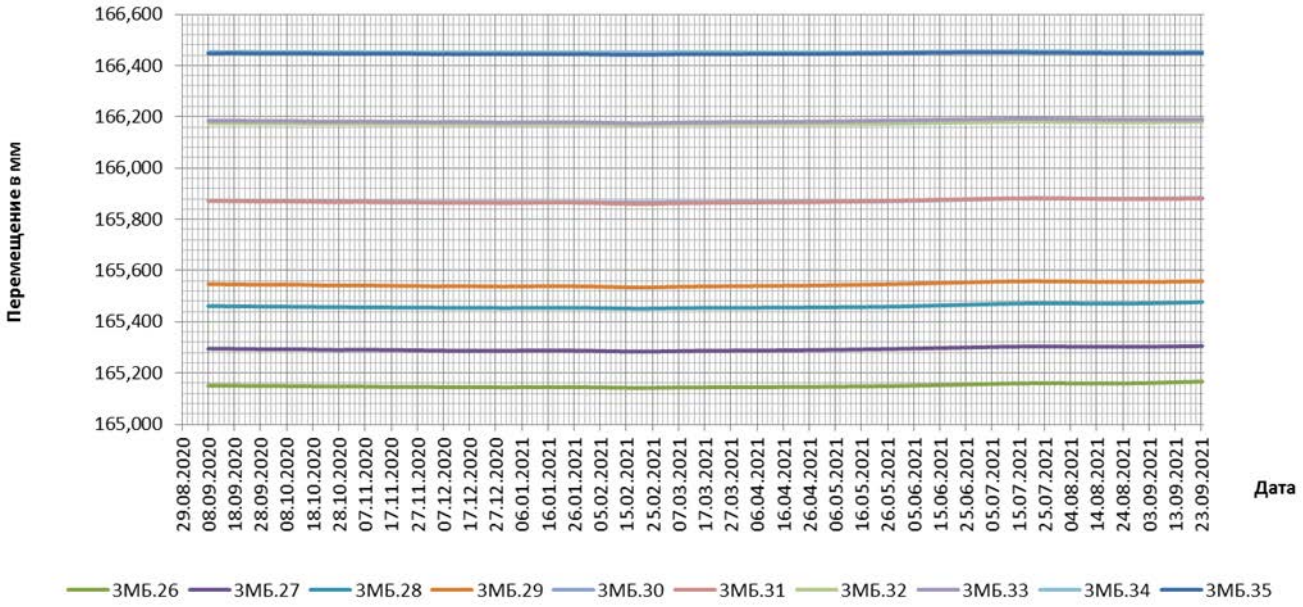


Рисунок 4.1.1.1 - Графики вертикальных перемещений поверхностных бетонных марок, расположенных в перекрытии здания ГАЭС-2 на отм.166,400 м (за период наблюдений 24.04.2021 по 23.11.2021)

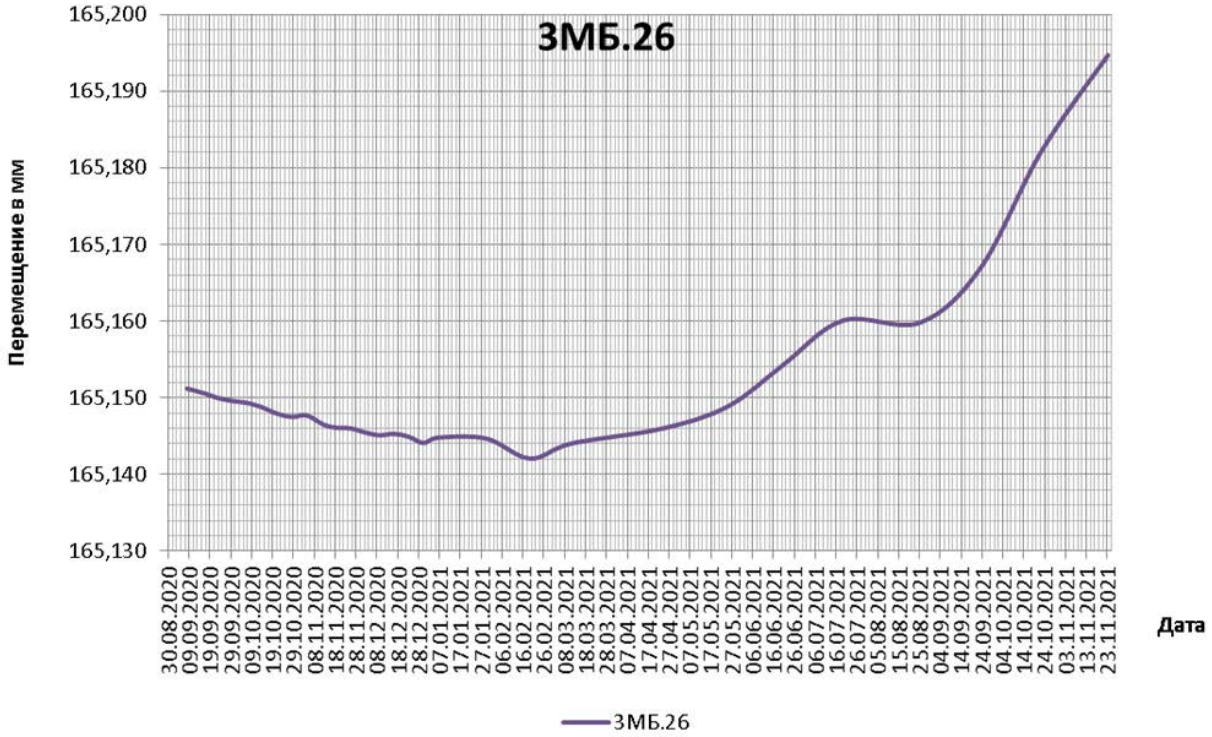


Рисунок 4.1.1.2 - График вертикальных перемещений поверхностно бетонной марки 3МБ.26, расположенной в перекрытии здания ГАЭС-2 на отм.166,400 м

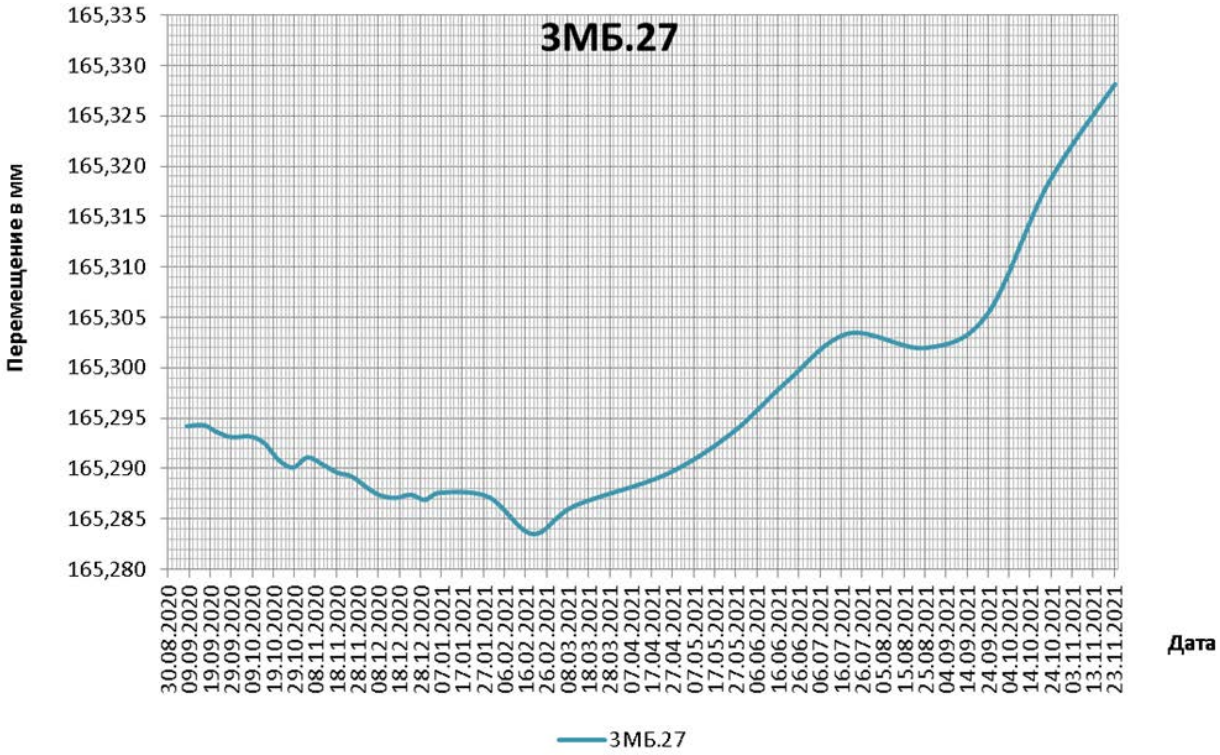


Рисунок 4.1.1.3 - График вертикальных перемещений поверхностно бетонной марки 3МБ.28, расположенной в перекрытии здания ГАЭС-2 на отм.166,400 м

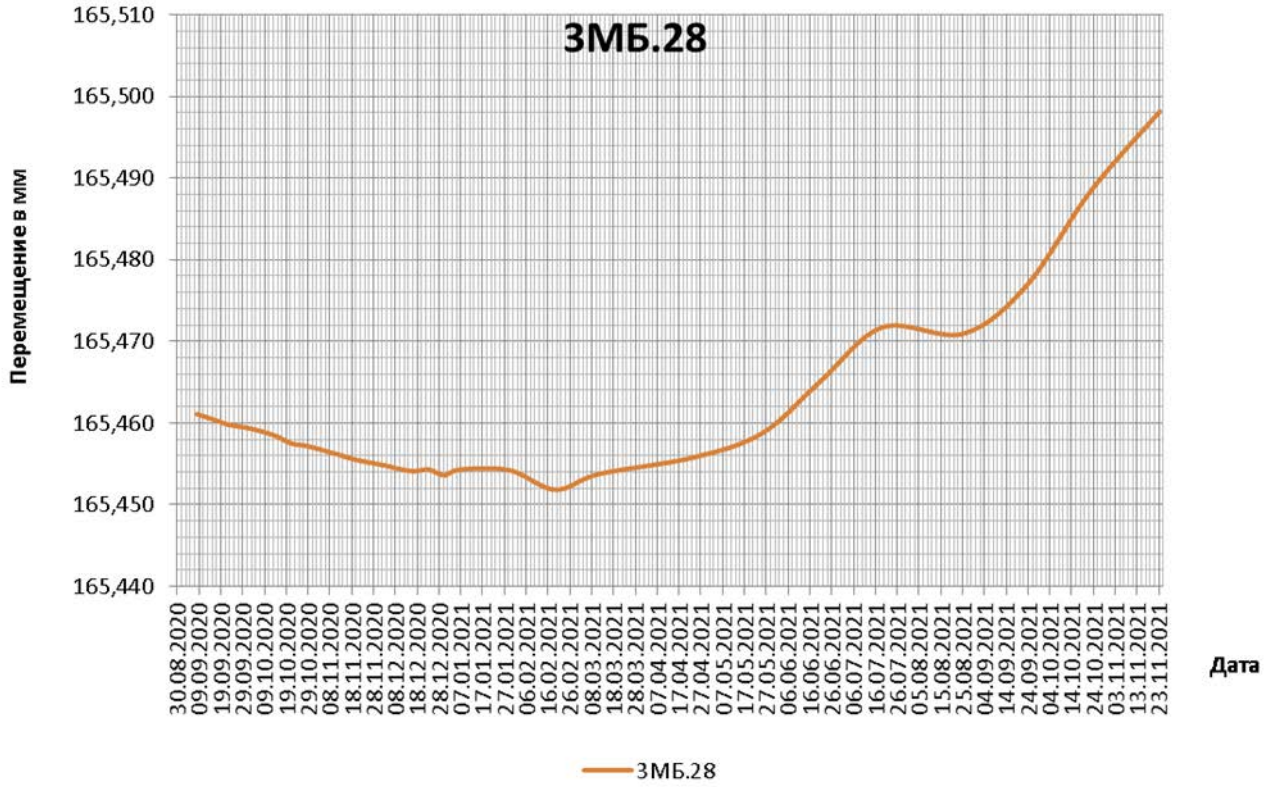


Рисунок 4.1.1.4 - График вертикальных перемещений поверхностно бетонной марки 3МБ.28, расположенной в перекрытии здания ГАЭС-2 на отм.166,400 м

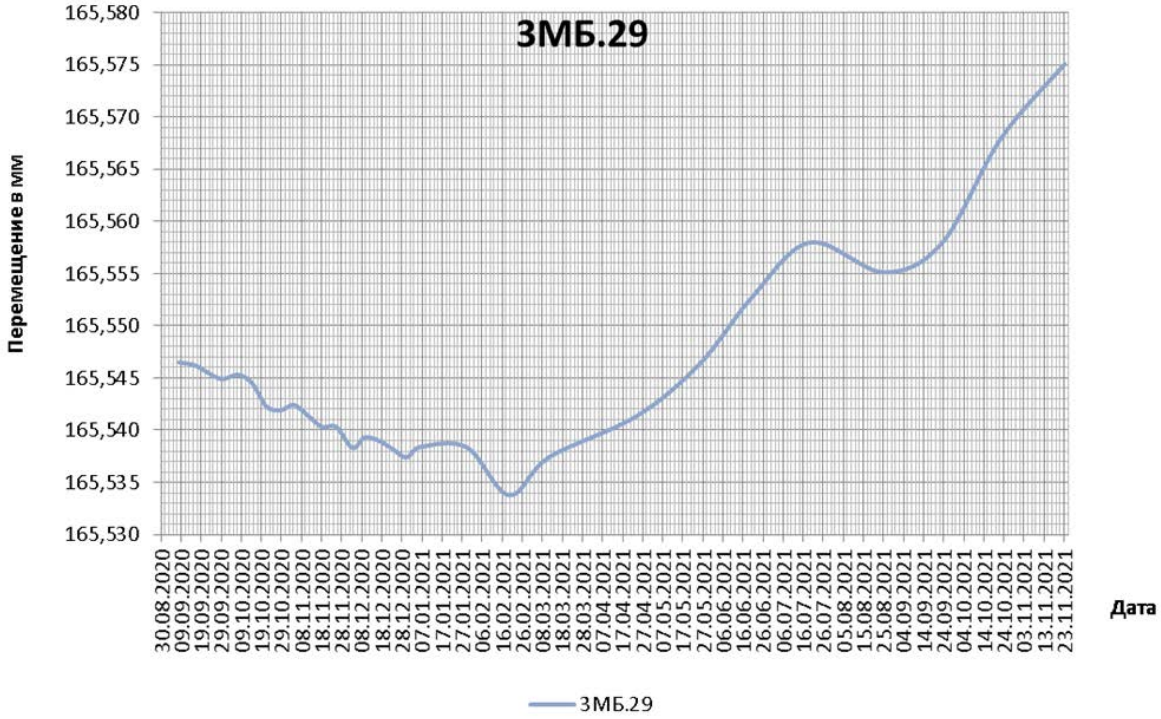


Рисунок 4.1.1.5 - График вертикальных перемещений поверхностно бетонной марки 3МБ.29, расположенной в перекрытии здания ГАЭС-2 на отм.166,400 м



Рисунок 4.1.1.6 - График вертикальных перемещений поверхностно бетонной марки 3МБ.30, расположенной в перекрытии здания ГАЭС-2 на отм.166,400 м

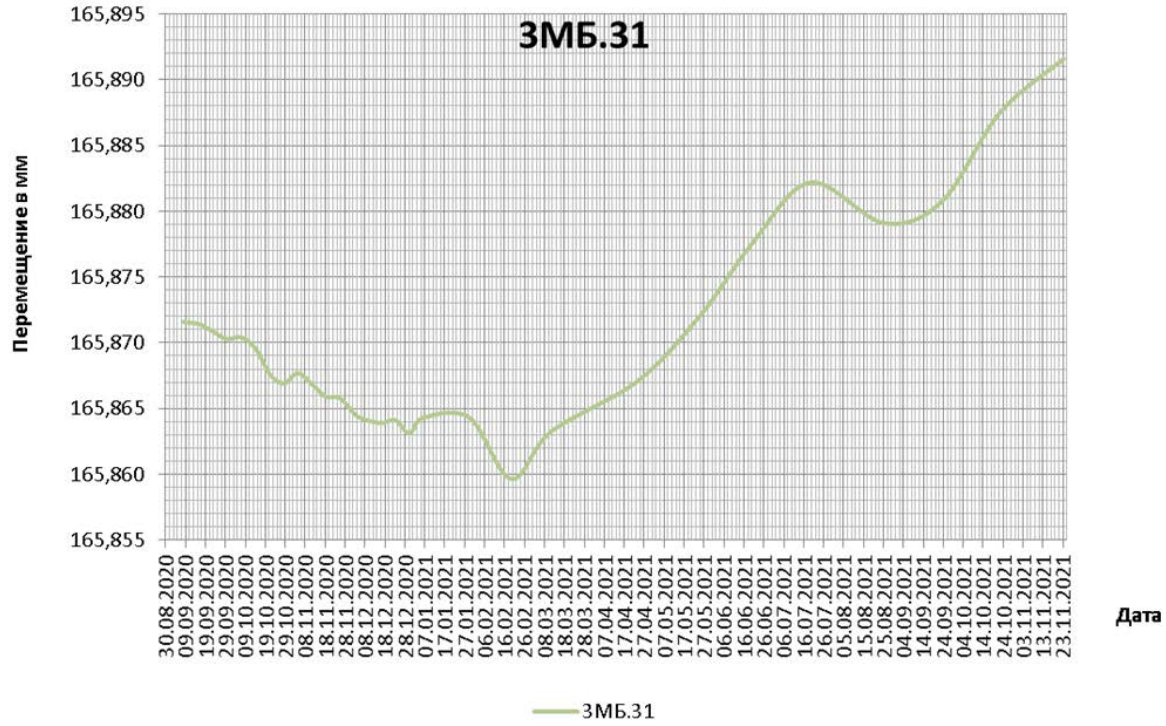


Рисунок 4.1.1.7 - График вертикальных перемещений поверхностно бетонной марки 3МБ.31, расположенной в перекрытии здания ГАЭС-2 на отм.166,400 м

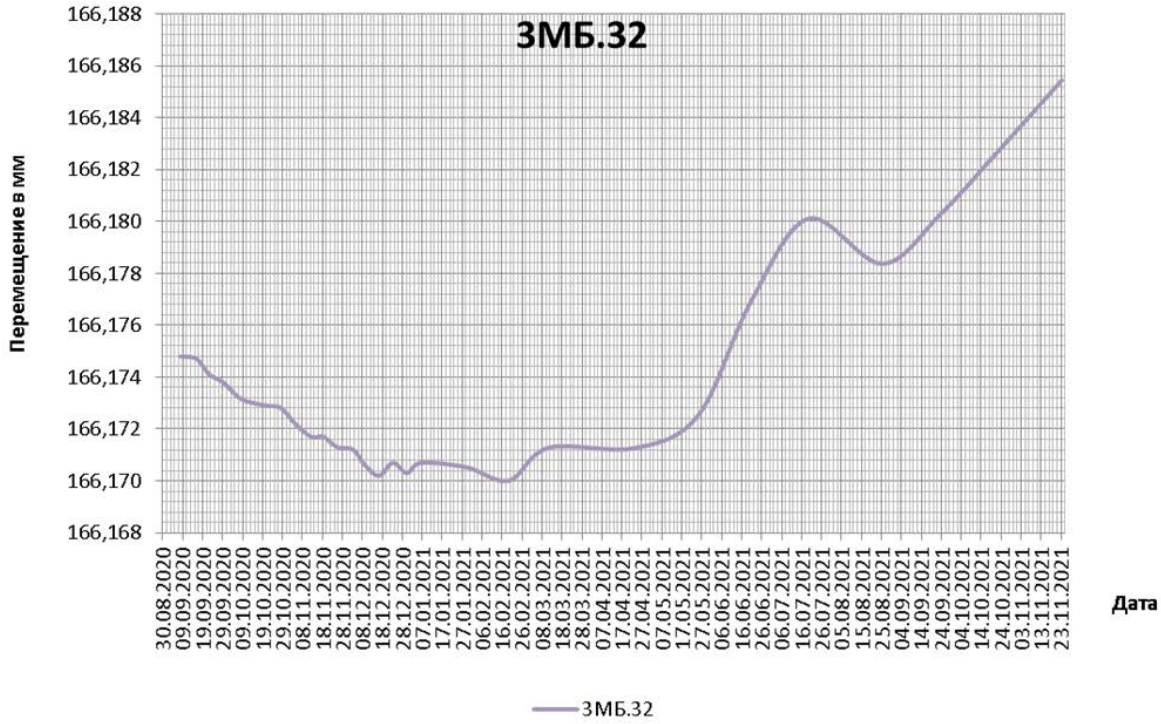


Рисунок 4.1.1.8 - График вертикальных перемещений поверхностно бетонной марки 3МБ.32, расположенной в перекрытии здания ГАЭС-2 на отм.166,400 м

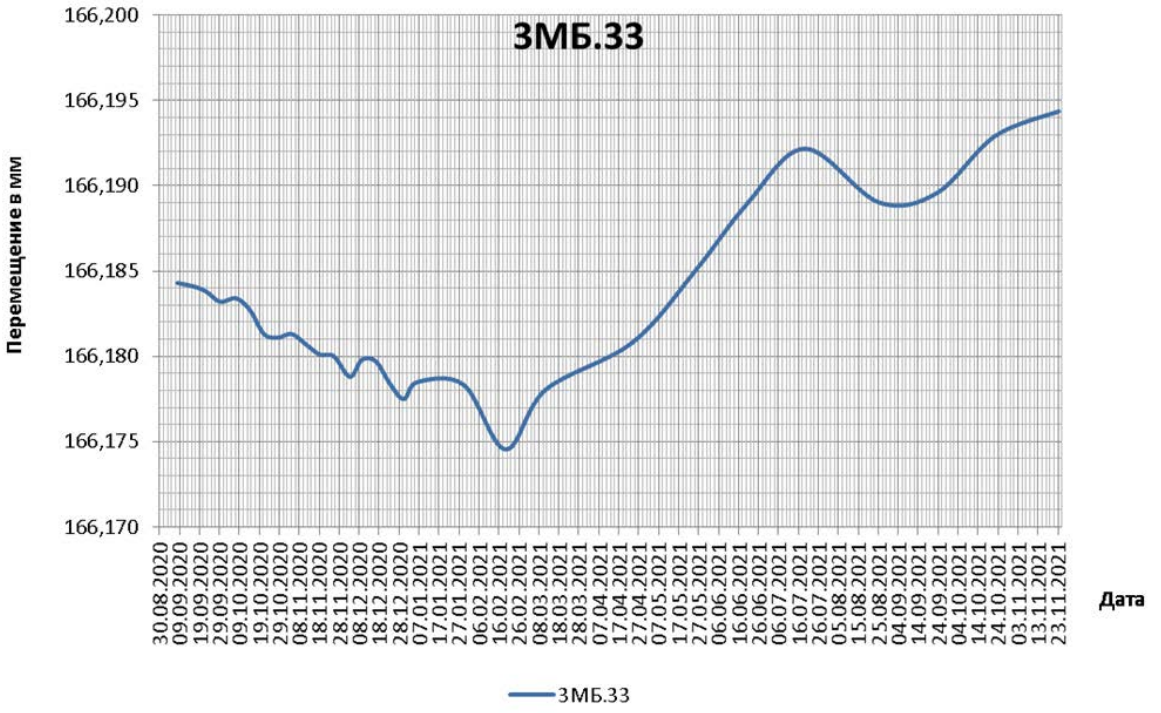


Рисунок 4.1.1.9 - График вертикальных перемещений поверхностно бетонной марки 3МБ.33, расположенной в перекрытии здания ГАЭС-2 на отм.166,400 м

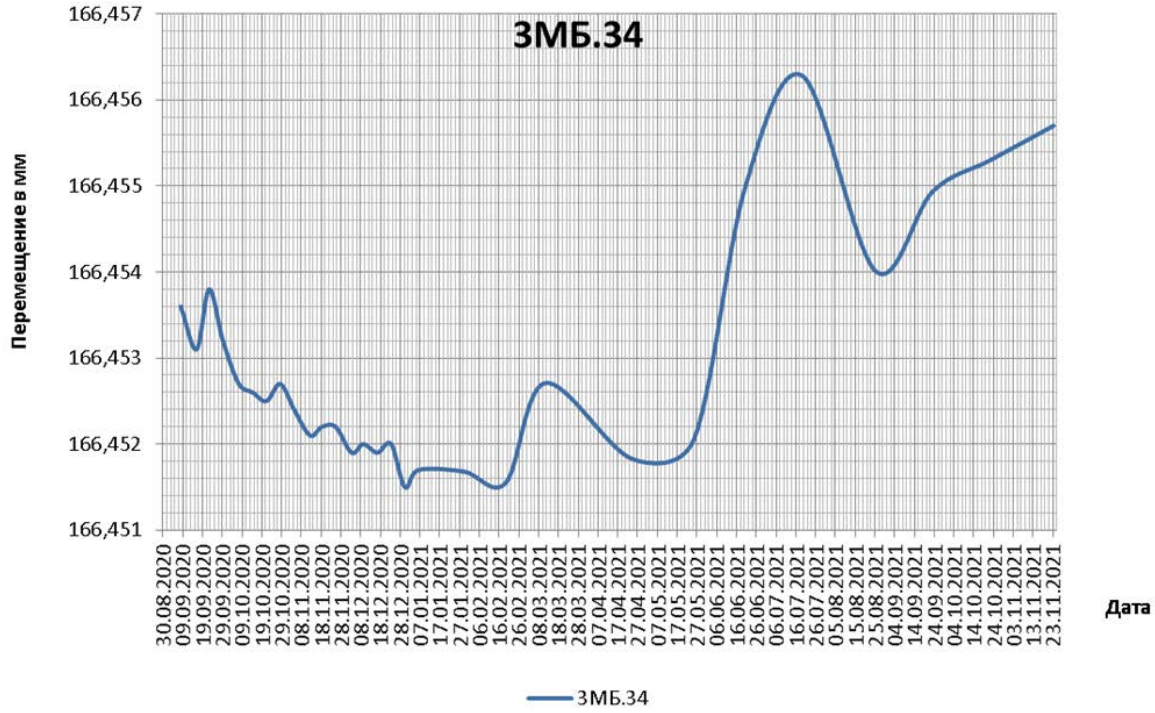


Рисунок 4.1.1.10 - График вертикальных перемещений поверхностно бетонной марки 3МБ.34, расположенной в перекрытии здания ГАЭС-2 на отм.166,400 м

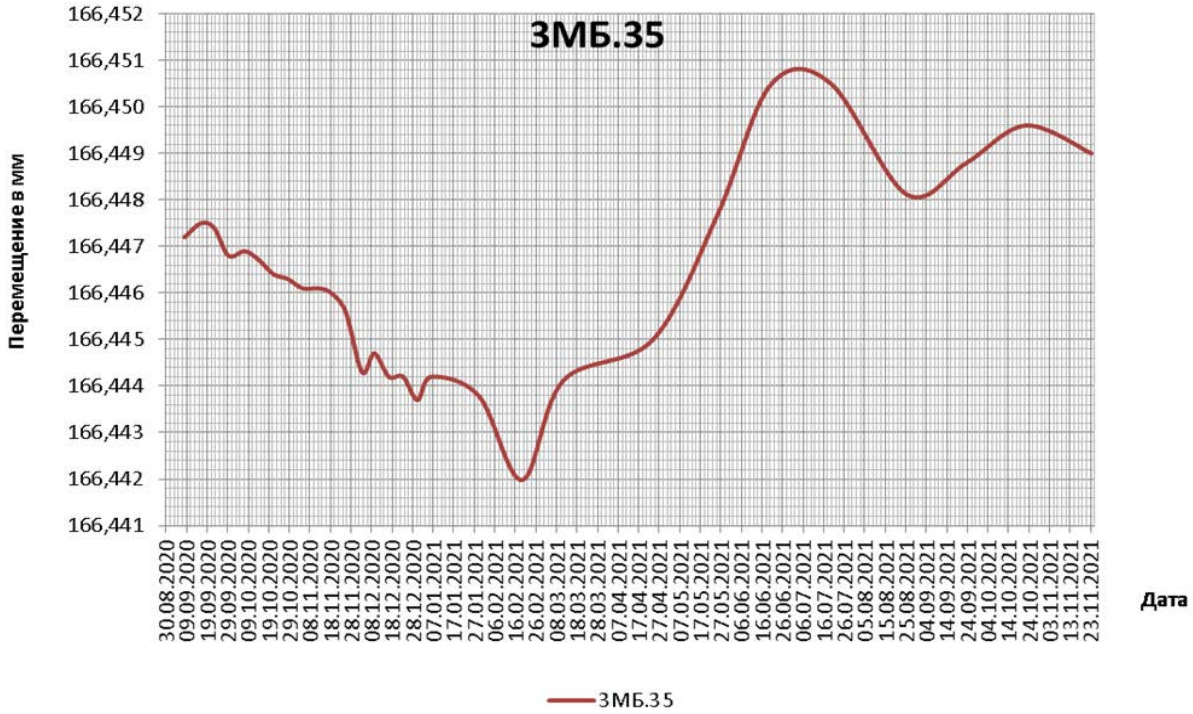


Рисунок 4.1.1.11 - График вертикальных перемещений поверхностно бетонной марки 3МБ.35, расположенной в перекрытии здания ГАЭС-2 на отм.166,400 м

Таблица 4.1.1.1 – Данные вертикальных деформаций бетонных марок, расположенных в перекрытии здания ГАЭС-2 на отм. 166,400 м

№ пп	Дата / Проектный номер	25.05.2021	20.06.2021	19.07.2021	25.08.2021	23.09.2021	22.10.2021	23.11.2021
1	3МБ.26	165,149	165,154	165,160	165,160	165,167	165,182	165,195
2	3МБ.27	165,294	165,299	165,303	165,302	165,305	165,318	165,328
3	3МБ.28	165,459	165,465	165,472	165,471	165,477	165,488	165,498
4	3МБ.29	165,546	165,553	165,558	165,555	165,558	165,568	165,575
5	3МБ.30	165,870	165,876	165,881	165,880	165,883	165,890	165,896
6	3МБ.31	165,872	165,878	165,882	165,879	165,881	165,888	165,892
7	3МБ.32	166,173	166,177	166,180	166,178	166,180	166,183	166,185
8	3МБ.33	166,185	166,189	166,192	166,189	166,190	166,193	166,194
9	3МБ.34	166,452	166,455	166,456	166,454	166,455	166,455	166,456
10	3МБ.35	166,448	166,450	166,451	166,448	166,449	166,450	166,449

Размещение марок поверхностных бетонных по которым ведутся наблюдения для анализа вертикальных перемещений здания ГАЭС на отметке 166,400 м представлено на рисунке 4.1.1.12.

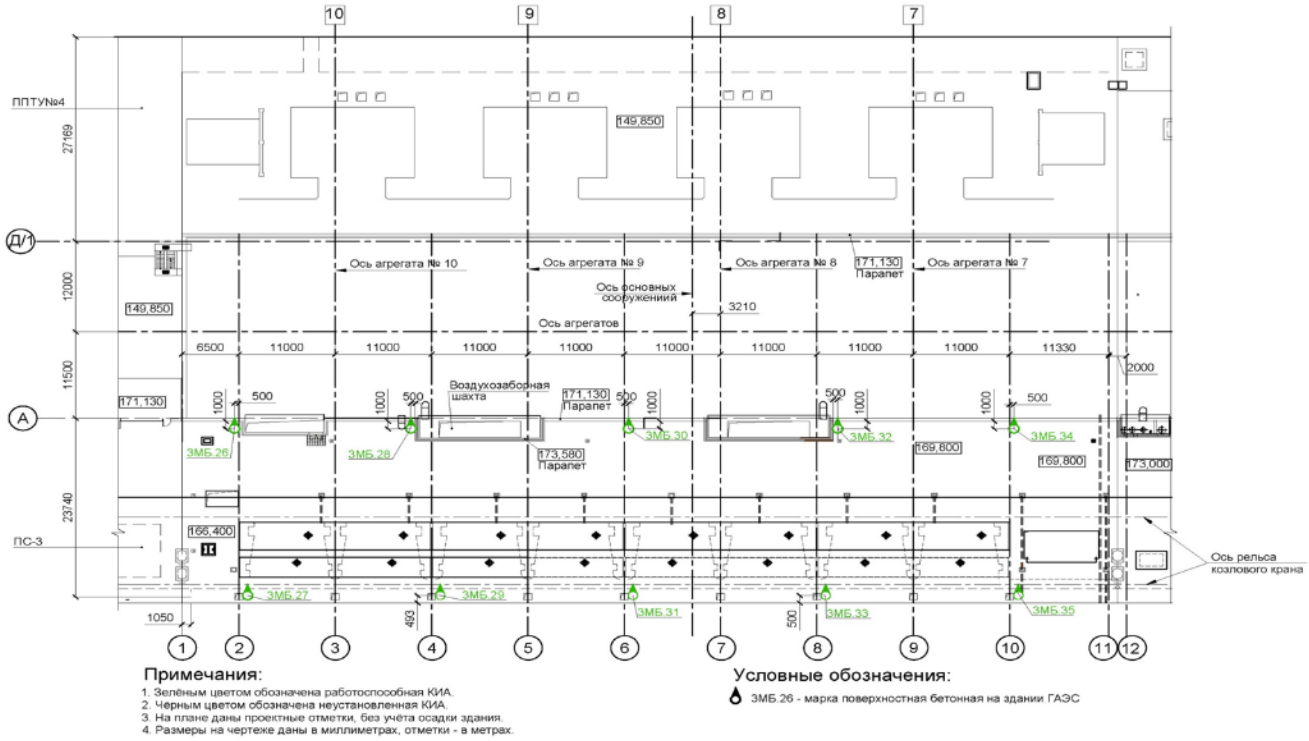


Рисунок 4.1.1.12 - Отметка 166,400 м. Гребень здания, проезжая часть

Для определения вертикальных деформаций бетонных сооружений здания ГАЭС и их оснований установлено 4 автоматизированных тахеометра, определяющих перемещения здания ГАЭС по 31 марке, установленным непосредственно на здании. Для проверки, дополнительно прокладывались нивелирные ходы, опирающиеся на рабочие реперы сети.

Размещение марок поверхностных бетонных по которым ведутся наблюдения

для анализа вертикальных перемещений Здания ГАЭС на отметке 166,400 м и отметке 149,500 м, представлены на рисунке 4.1.1.13.

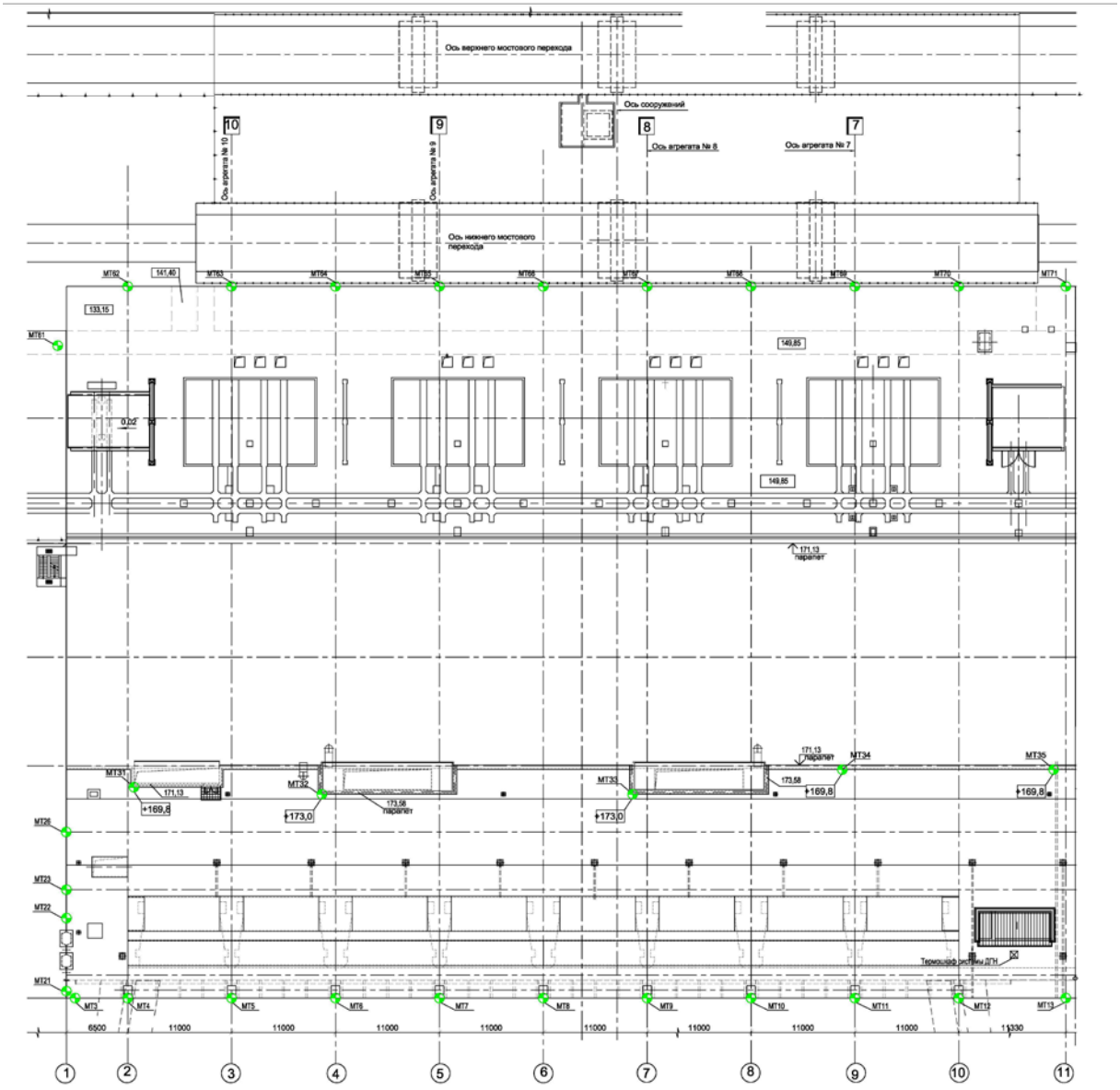


Рисунок 4.1.1.13 – Схема размещения марок нивелирования и перемещения

Для оценки перемещений здания ГАЭС представлены результаты измерений вертикальных перемещений марок за период 15.11.2021 по 10.12.2021 в таблице 4.1.1.2.и за период 04.07.2021-10.12.2021 на рисунок 4.1.1.14.

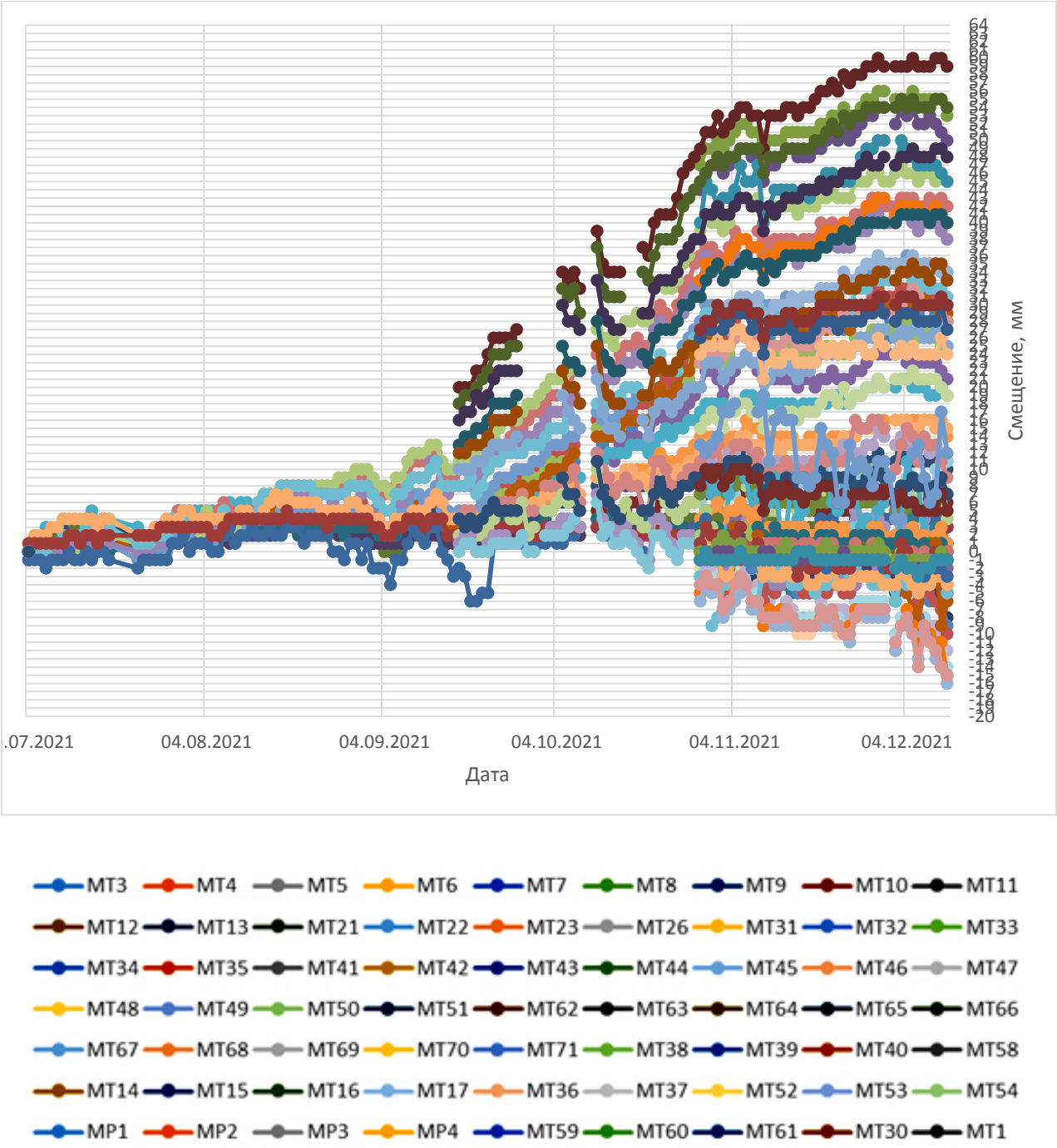


Рисунок 4.1.1.14.– График изменения марок здания ГАЭС по высоте за период 04.07.2021 – 12.12.2021

Общее перемещение по наибольшей марке МТ 62, расположенной на правобережной части здания ГАЭС в ВБ, составляет 60 мм.

Таблица 4.1.1.2.

Проектный номер	15.11.2021	16.11.2021	17.11.2021	18.11.2021	19.11.2021	20.11.2021	21.11.2021	22.11.2021	23.11.2021	24.11.2021	25.11.2021	26.11.2021	27.11.2021	28.11.2021	29.11.2021	30.11.2021	01.12.2021	02.12.2021	03.12.2021	04.12.2021	05.12.2021	06.12.2021	07.12.2021	08.12.2021	09.12.2021	10.12.2021
МТ3	26	27	26	26	27	27	28	27	27	27	29	29	29	30	30	30	26	28	31	31	30	29	30	30	29	29
МТ4	27	28	28	28	29	28	30	28	28	28	30	30	30	31	32	31	31	31	32	32	31	30	31	31	31	30
МТ5	24	25	24	24	25	25	25	24	24	24	26	26	26	27	27	27	27	27	28	28	27	26	27	26	26	25
МТ6	20	21	21	20	21	21	22	21	21	21	22	22	23	24	24	24	24	24	25	23	23	23	23	23	23	22
МТ7	17	18	18	18	18	18	19	19	18	18	19	19	20	20	21	20		20	21	21	20	20	20	19	19	20
МТ8	13	13	14	14	14	13	14	14	14	14	14	15	15	16	16	16		16	16	16	16	16	16	16	16	15
МТ9	9	9	9	9	10	9	10	9	9	9	10	11	11	11	12	11		11	12	12	11	11	11	11	11	11
МТ10	5	5	5	5	6	5	6	5	5	5	6	7	7	7	8	8		7	8	7	7	7	7	6	7	7
МТ11	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4	4	4	3
МТ12	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	2	1	2	1		2	2	2	1	1	1	1	1	1
МТ13	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0		1	1	1	0	0	1	0	1	1
МТ21	26	27	27	27	28	27	29	28	28	27	29	29	29	30	30	30	30	30	31	31	30	30	31	30	30	29
МТ22	30	31	31	31	32	31	32	32	32	32	33	34	34	34	35	35	35	35	35	36	35	34	35	35	35	34
МТ23	37	38	38	38	40	39	40	39	39	40	41	41	41	43	43	42	42	42	43	43	43	41	42	43	42	43
МТ26	41	42	42	42	43	43	44	43	43	43	45	45	45	46	46	45	45	46	47	46	46	45	46	46	45	46
МТ31	35	36	36	36	37	37	38	37	37	37	39	39	39	41	41	40	40	40	41	41	40	39	40	40	40	39
МТ32	28	29	29	29	31	30	31	30	30	29	32	32	32	33	33	33	33	33	34	34	33	32	33	32	32	32
МТ33	13	13	13	13	14	13	13	13	14	13	14	15	15	15	15	15		16	16	16	15	15	16	16	15	16
МТ34	2	3	2	2	4	3	4	2	3	2	4	4	4	3	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4
МТ35	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2		1	2	1	1	2	1	1	2	2
МТ41	51	51	51	51	52	52	53	53	54	53	53	54	55	55	56	56		55	55	55	56	55	55	55	55	55
МТ42	48	48	48	49	49	50	51	50	51	50	51	52	53	53	54	54		52	54	53	54	52	52	53	52	51
МТ43	43	44	43	44	45	46	46	45	45	45	46	48	49	49	50	50		47	50	49	48	47	47	47	47	46
МТ44	37	37	37	37	38	39	39	39	40	39	39	40	42	42	43	43		41	42	42	42	42	41	41	42	41
МТ45	30	31	31	31	32	32	32	32	34	33	33	34	35	35	36	35		35	35	35	36	35	35	35	35	34
МТ46	25	25	25	26	27	28	27	27	29	28	28	29	30	30	31	31		29	30	31	32	31	30	30	30	30
МТ47	16	17	17	17	18	19	19	18	20	18	19	19	20	20	21	20		21	21	21	22	21	21	21	21	20
МТ48	11	11	11	11	12	12	12	12	13	12	12	12	13	13	15	14		13	14	13	13	13	13	12	13	12
МТ49	7	8	7	7	9	7	10	8	8	8	8	9	9	9	9	9		5	8	7	4	4	4	5	10	9
МТ50	-1	-1	-1	0	0	1	0	0	-1	0	2	2	2	3	3	3		-2	1	2	1	-2	1	-1	-1	-3
МТ51	-4	-5	-4	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-1	-2	-2	-1	-2	-2		-5	-3	-2	-3	-6	-3	-4	-5	-6
МТ62	53	54	54	55	56	56	57	56	58	57	58	58	59	59	60	59		59	59	59	60	59	59	59	60	60
МТ63	49	49	49	50	50	51	52	51	53	52	53	53	54	54	54	54		54	55	54	55	54	54	54	55	55
МТ64	43	44	44	44	45	44	45	45	46	46	46	47	48	47	47	48		47	48	48	49	48	48	48	49	49
МТ65	36	36	36	36	37	37	38	38	39	38	39	40	40	40	40	40		40	41	41	41	41	41	40	41	41
МТ66	28	29	29	29	31	31	31	31	33	32	32	33	33	33	34	34		33	34	34	35	34	34	33	35	35
МТ67	21	22	22	23	24	24	24	24	25	24	25	26	26	26	27	27		26	27	26	27	27	26	26	27	27
МТ68	10	9	10	11	12	11	12	11	11	13	16	15	15	16	16	15		10	13	15	14	11	14	13	13	11
МТ69	5	5	5	6	7	7	7	6	6	7	10	10	10	10	10	9		6	8	9	9	5	9	7	7	6
МТ70	1	0	2	2	2	3	2	2	1	3	5	4	4	4	4	3		1	3	4	4	1	4	2	2	-1
МТ71	-1	-2	-1	0	0	0	0	0	-1	0	3	2	1	2	1	1		-2	0	1	0	-4	0	-1	-1	-3
МТ38	23	23	23	23	25	24	25	24	25	24	25	25	24	24	26	25		24	25	24	25	24	24	24	24	26
МТ39	26	26	26	27	28	28	28	27	28	28	28	28	29	29	30	29		28	29	29	29	28	28	28	28	30
МТ40	28	28	28	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	31	31		30	31	31	31	30	30	30	30	31
МТ58	6	6	5	6	6	6	7	6	7	6	6	6	6	6	6	6		5	6	5	6	5	5	5	6	7
МТ14	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	0	0	0	0	0	1
МТ15	-5	-4	-5	1		-5	-4	-4	-5	-3	-4	0	0	0	0	-1		2	2	1	4	2	0		3	3
МТ16	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-2		-2	-2	-2	-2	-3	-2	-2	-2	-2
МТ17	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
МТ36	-1	-1	-1	-1	-1	-2	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2		-3	-2	-2	-2	-3	-2	-2	-2	-3
МТ37	-1	-2	-1	-2	-1	-2	-1	-2	-2	-2	-1	-1	-2	-2	-2	-2		-2	-2	-2	-3	-3	-3	-2	-2	-2
МТ52	-8	-8	-8	-8	-6	-7	-7	-7	-7	-8	-6	-6	-7	-6	-7	-6		-10	-8	-7	-7	-10	-8	-9	-9	-10
МТ53	-8	-9	-8	-8	-7	-7	-7	-8	-9	-9	-6	-6	-6	-6	-6	-6		-10	-8	-7	-8	-11	-8	-10	-11	-12
МТ54	-10	-10	-10	-9	-8	-8	-8	-10	-10	-9	-7	-8	-8	-8	-8	-8		-11	-9	-8	-9	-12	-9	-11	-12	-13
МР1	-5	-5	-5	-4	-3	-4	-4	-4	-5	-5	-3	-3	-2	-2	-3	-3		-6	-4	-3	-3	-8	-4	-6	-6	-6
МР2	-4	-5	-5	-4	-3	-5	-4	-4	-5	-5	-2	-2	-2	-2	-2	-2		-6	-4	-2	-4	-6	-4	-5	-6	-7
МР3	-1	-1	-2	-1	0	0	0	-1	0	-2	-1	0	0	0	1	0		-1	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-2	-2
МР4	1	2	1	1	2	2	2	1	2	0	1	2	2	2	3	2		0	1	1	1	0	0	-1	0	0
МТ59	4	5	7	9	8	9	6	5	9	8	7	3	4	2	5	6		1	4	11	9	8	2	8	8	9
МТ60	3	3	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2	3	3	2		2	2	2	3	2	2	1	2	3
МТ61	9	9	8	8	9	9	9	9	9	9	8	8	9	9	10	9		7	8	8	9	8	8	7	8	9
МТ30	7	6	7	7	8	8	8	6	7	6	7	7	7	7	7	7		6	7	6	6	5	5	5	5	7
МТ1	1	1	1	1	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	-1	0	1	2			0	1	1	1
МТ2	-3	-2	-2	-3	-2	-2	-2	-2	-3	-4	-2	-2	-2	-1	-1	-2	-3	-3	-2	-2				-4	-4	-5
МТ25	1	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	0	1	0	0	1
МТ28	0	0	-1	0	-1	-2	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	-1	-1	-2	-5	-7	-9	-3	-1	1	-9
МТ29	9	9	8	9	15	13	12	6	6	13	10	11	10	8	11	11	9	4	4		12	13	9	6	7	17
МТ24	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	-1	-1	0	0	0	-1	0	-1	0	-1
МТ27	-2	0	-1	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-3	-1	-1	-1	0	-2	-1	-4	-4	-2	-1	-2
МТ72	-4	-3	-4	-5	-3	-4	-3	-4	-3	-3	-4	-3	-3	-3	-2	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
МТ73	-4	-3	-4	-5	-4	-4	-3	-4	-4	-3	-2	-3	-3	-4	-4	-3	-4	-6	-3	-4	-4	-5	-4	-4	-3	-3
МТ74	-3	-3	-4	-4	-3	-3	-2	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-2	-3	-4	-5	-4	-4	-3	-3
МТ75	-2	-1	-2	-2	-1	-2	-1	-2	-2	-2	-1	-1	-1	0	-1	-2	-2	-2	-1	-1	-2	-3	-3	-2	-2	-2
МТ76	-3	-1	-2	-2	-1	-1	0	-2	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	-1	-2	-1	1	0	-1	-2	-1	-1	0	0
МТ18	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0
МТ19	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-1
МТ20	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-2	-1	-2	-2	-3	-2	-2	-1	-1
МТ55	-9	-9	-9	-9	-8	-8	-8	-9	-10	-9	-7	-7	-7	-7	-7	-7		-12	-9	-7	-9	-11	-9	-10	-11	-11
МТ56	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-10	-11	-8	-7	-8	-8	-8	-8		-12	-9	-9	-10	-13	-10	-11	-13	-14
МТ57	-9	-9	-9	-9	-7	-8	-7	-9	-10	-10	-8	-7	-7	-7	-7	-7		-11	-9	-8	-10	-14	-9	-11	-12	-14

На рисунках 4.1.1.15 – 4.1.1.18 показаны характерные профили по граням здания ГАЭС: верховой, низовой, правобережной и на отметке 166,0 в средней части

соответственно.

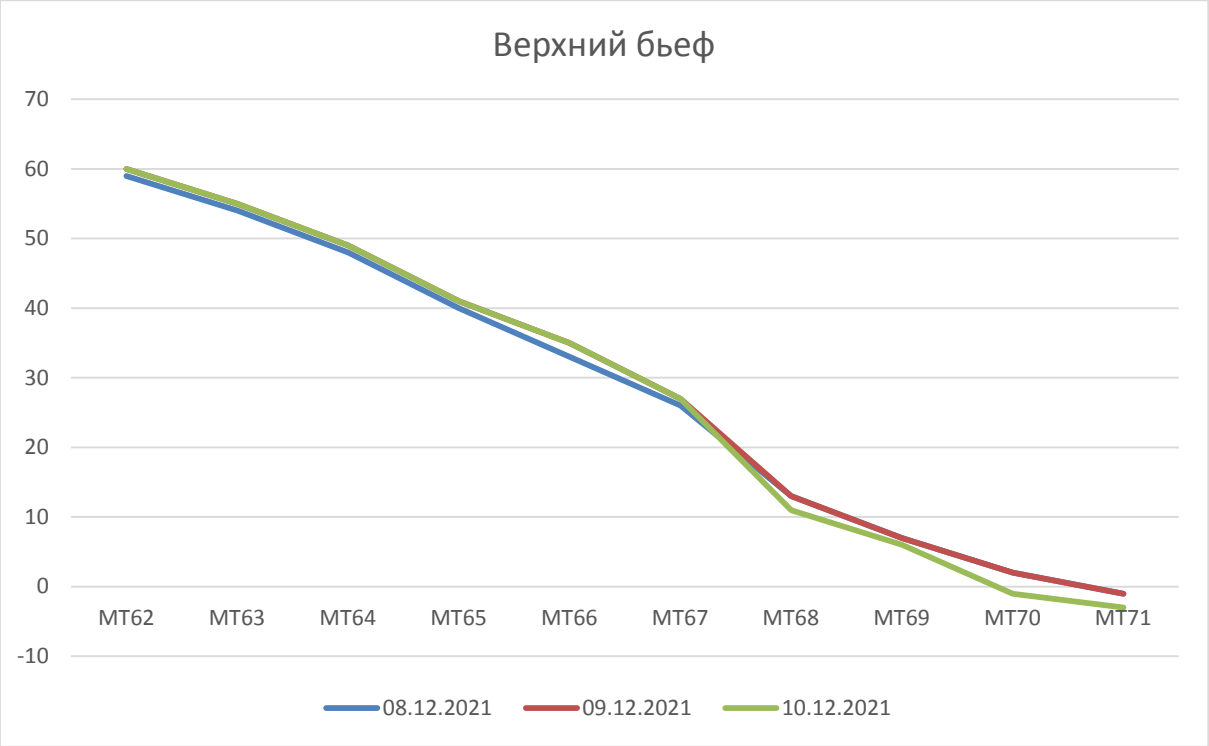


Рисунок 4.1.1.15.– Профиль по маркам здания ГАЭС, расположенным на верховой грани за период 08.12.2021 – 10.12.2021

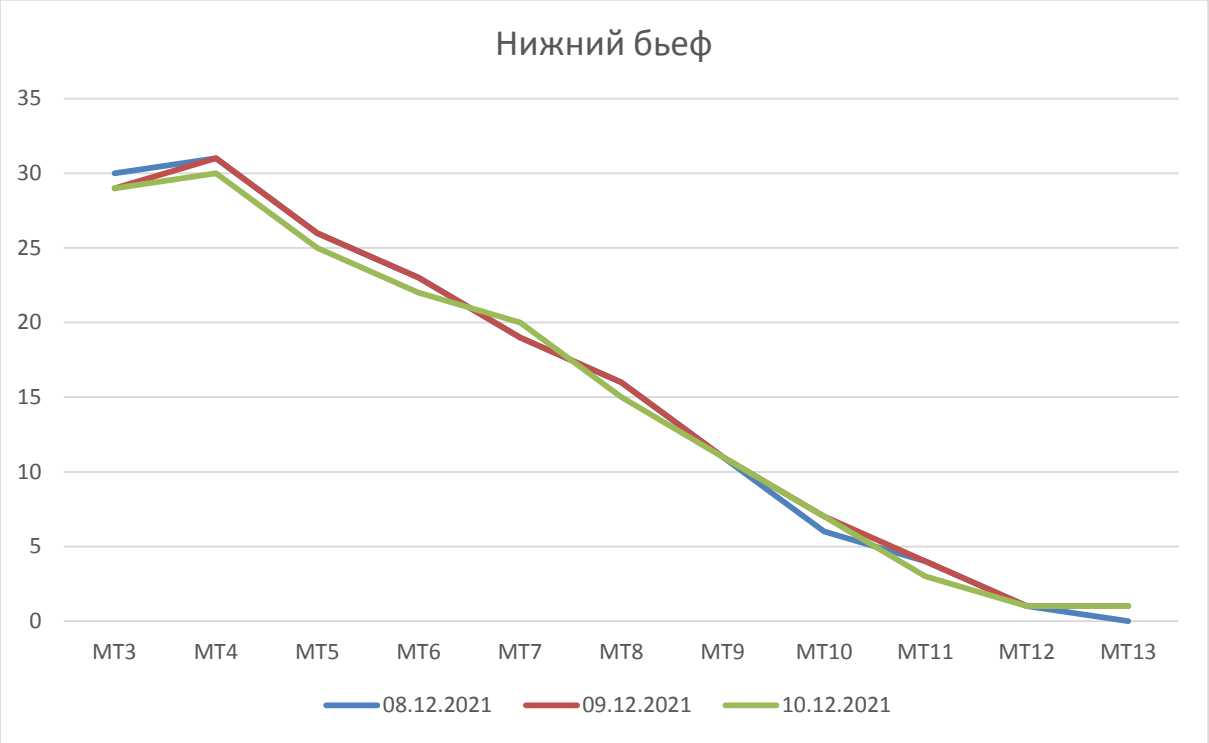


Рисунок 4.1.1.16.– Профиль по маркам здания ГАЭС, расположенным на низовой грани за период 08.12.2021 – 10.12.2021

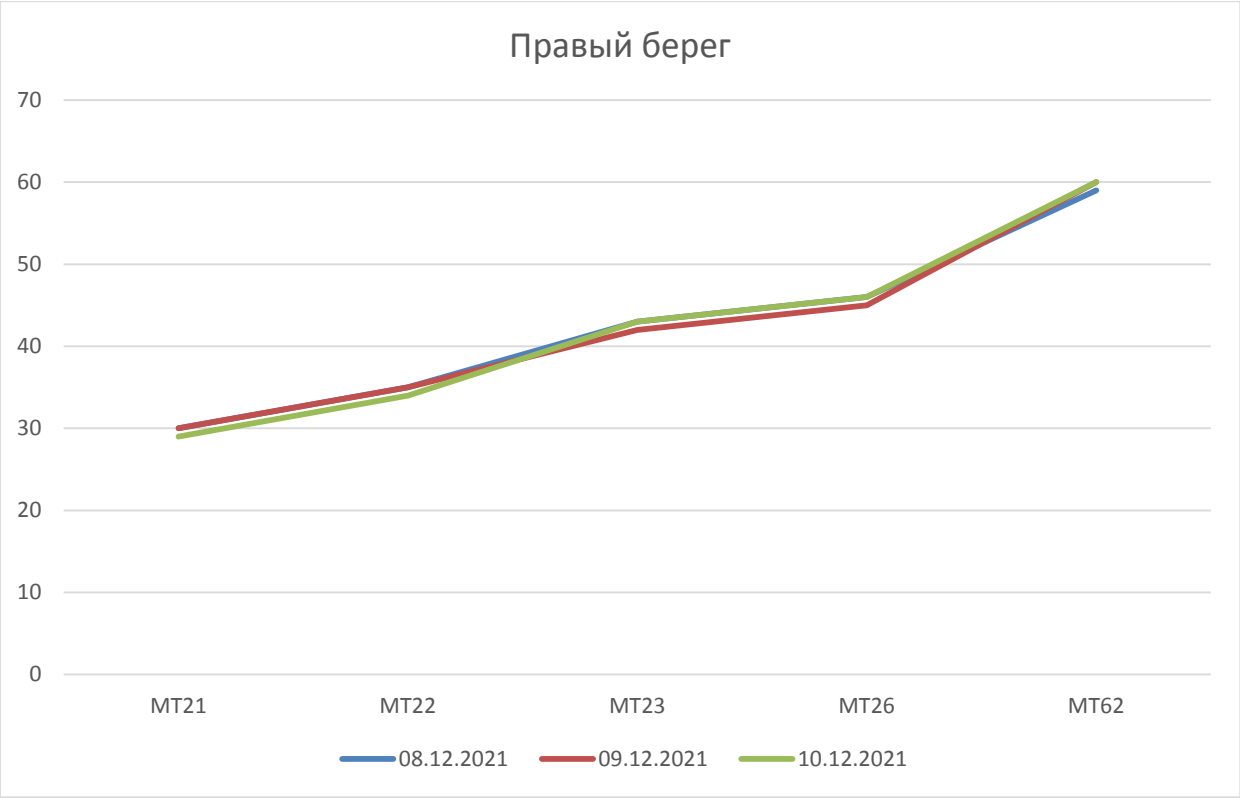


Рисунок 4.1.1.17.– Профиль по маркам здания ГАЭС, расположенным на правобережной грани за период 08.12.2021 – 10.12.2021

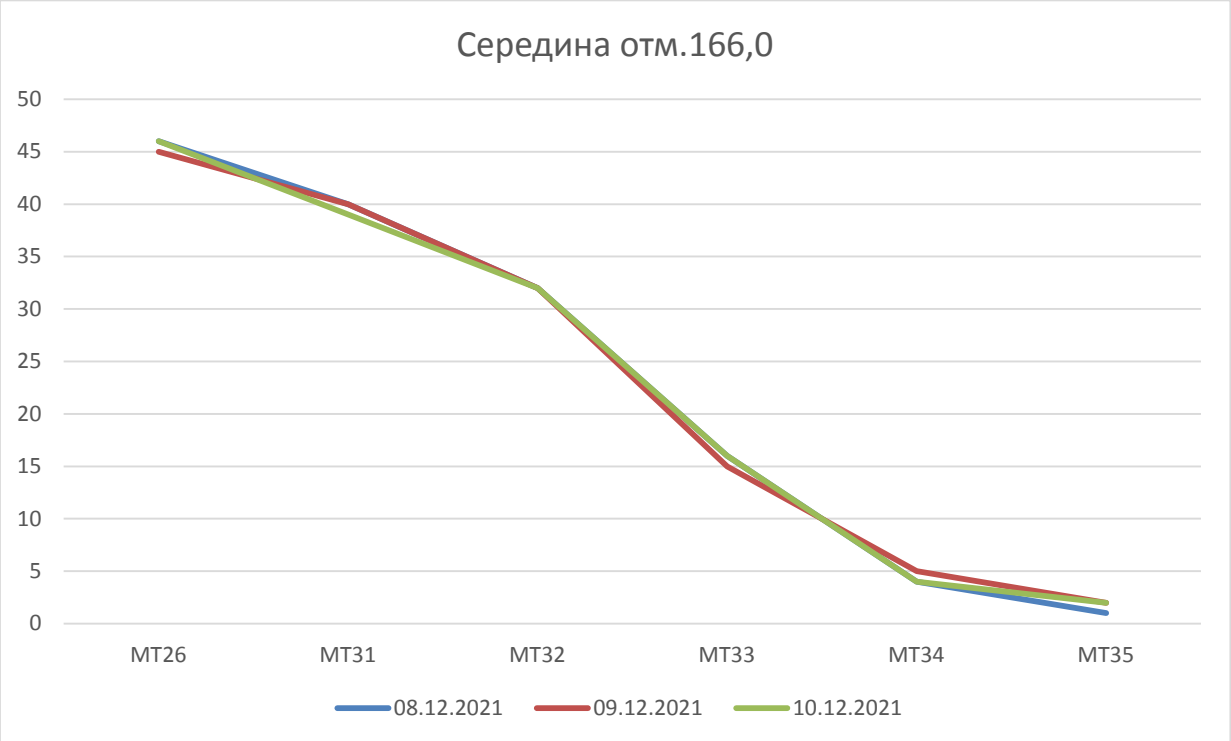


Рисунок 4.1.1.18.– Профиль по маркам здания ГАЭС, расположенным на отм. 166,0 в средней части за период 08.12.2021 – 10.12.2021

На левобережной грани здания ГАЭС перемещения практически отсутствуют.

Профили на рисунках 4.1.1.15 – 4.1.1.18 показывают, что перемещение здания станции на Этапе 1 соответствует расчетным положениям и происходит в управляемом режиме.

В соответствии с Программой в здании станции размещены датчики гидронивелирования (рисунок 4.1.1.19). В настоящее время производится отладка и начало работ по измерениям.

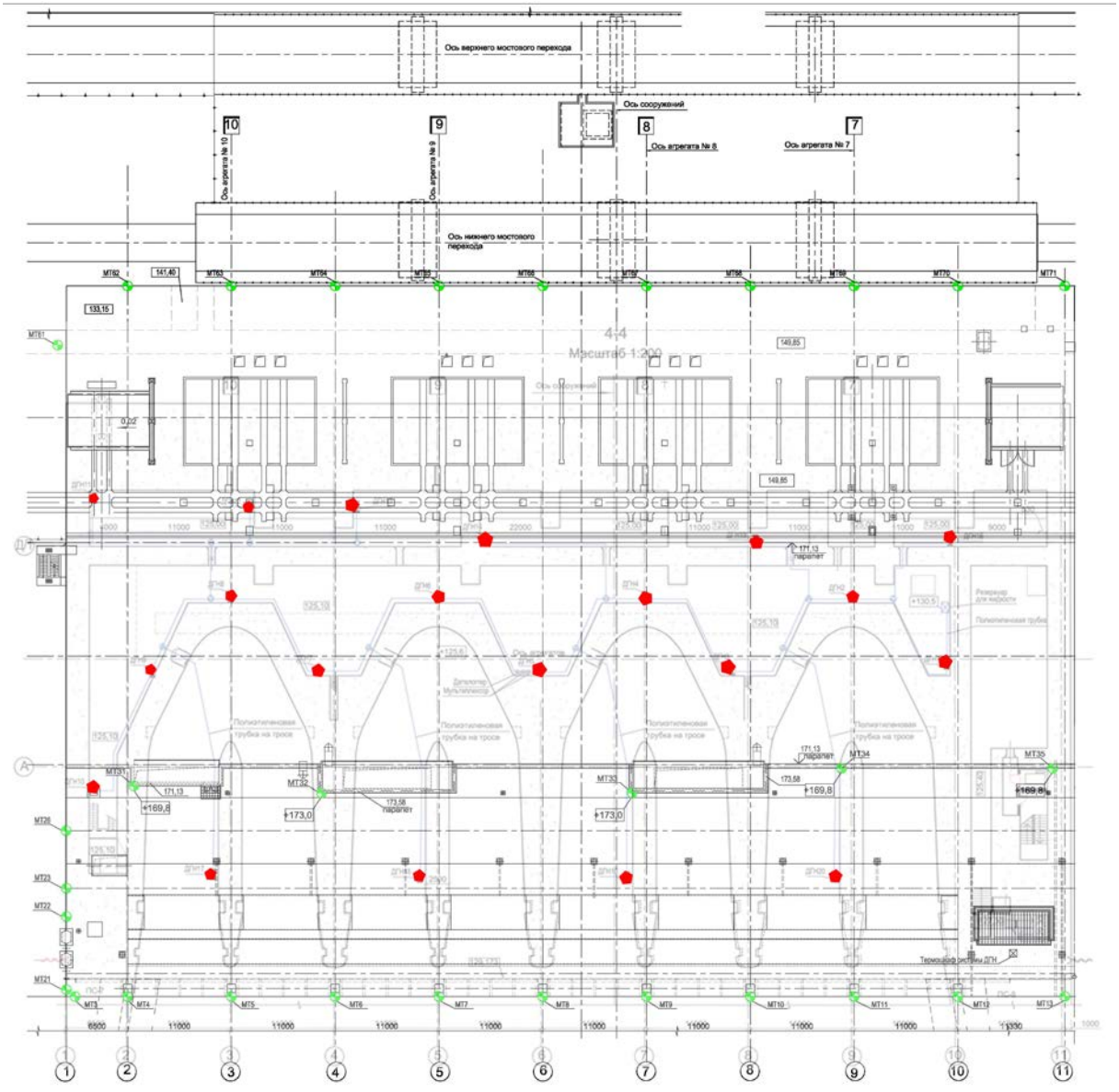


Рисунок 4.1.1.19 –Схема размещения датчиков гидронивелирования

4.1.2 Горизонтальные перемещения здания ГАЭС-2

Для определения горизонтальных перемещений бетонных сооружений здания ГАЭС прокладывались нивелирные ходы, опирающиеся на рабочие реперы сети.

Горизонтальные перемещения бетонных сооружений здания ГАЭС начались в начале сентября 2021 года и завершились к моменту прекращения инъекционных работ 10.12.2021.

Для оценки деформаций и перемещений здания ГАЭС представлены результаты измерений горизонтальных перемещений марок по оси X на рисунке 4.1.2.1 и по оси Y – на рисунке 4.1.2.2.

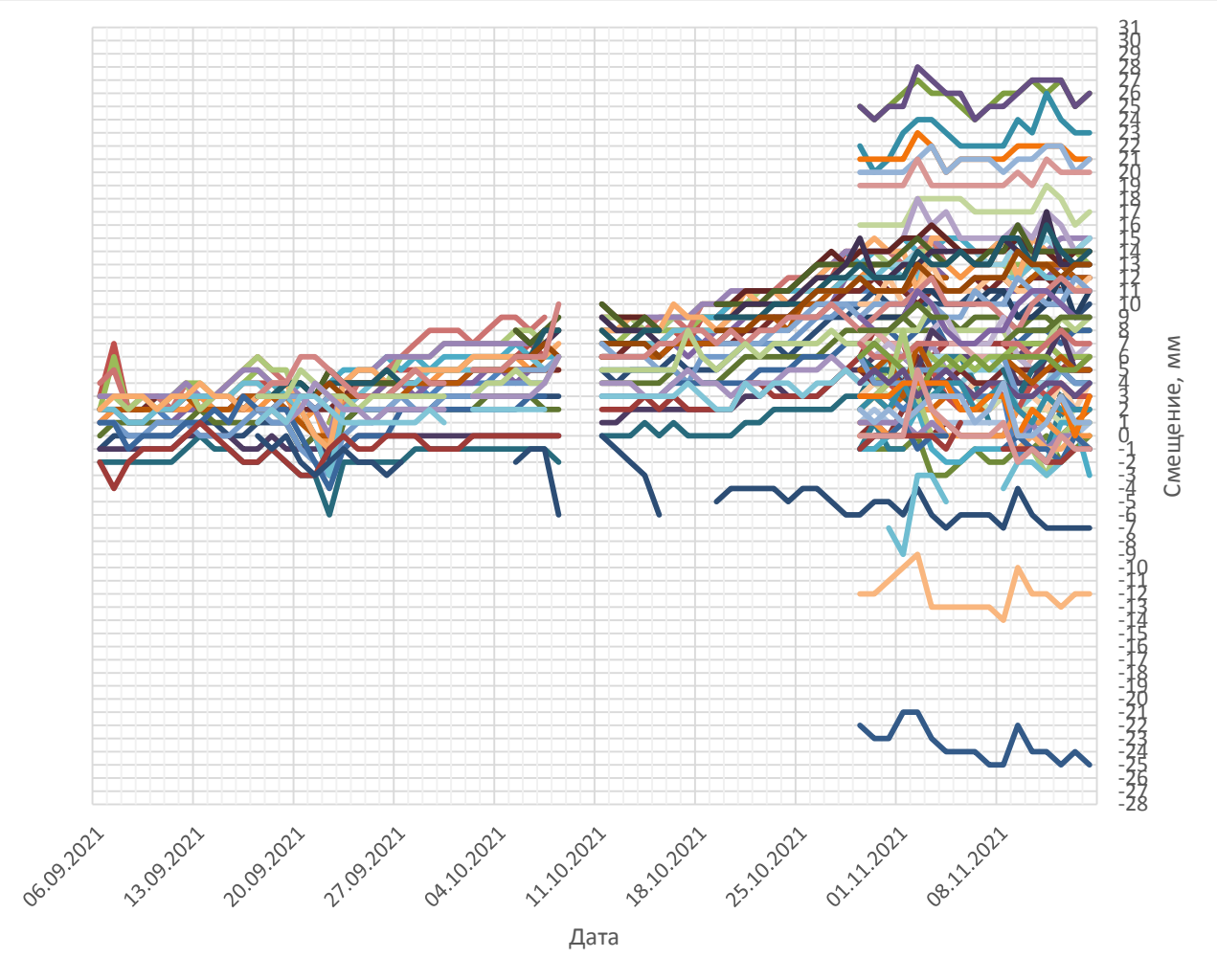


Рисунок 4.1.2.1 – График изменения марок здания ГАЭС по оси X за период 06.09.2021 – 12.12.2021

За отчетный период наблюдений суммарные величины горизонтальных перемещений по оси X марок поверхностных бетонных, установленных на отм. 166,400 м (гребень здания, проезжая часть, консоль) и на отм. 149,85 м составили значения от -28 мм (МТ39) до +28 мм (МТ42). Следует отметить, что марки 3МБ.27, 29, 31, 33 и 35 установлены на консоли здания ГАЭС и как следствие, их перемещения наиболее подвержены влиянию изменения температурного режима.

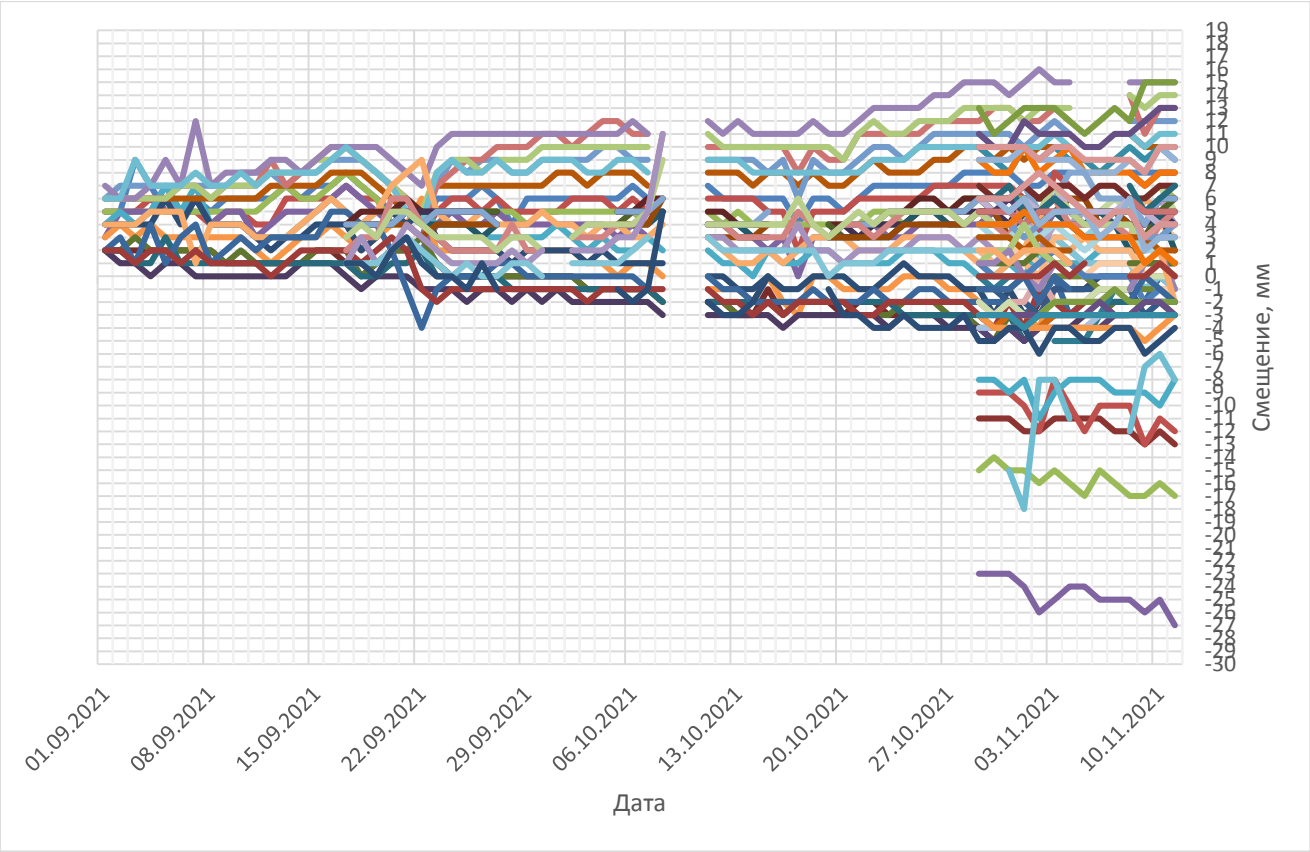


Рисунок 4.1.2.2 – График изменения марок здания ГАЭС по оси Y за период 06.09.2021 – 12.12.2021

За отчетный период наблюдений суммарные величины горизонтальных перемещений по оси Y марок поверхностных бетонных, установленных на отм. 166,400 м (гребень здания, проезжая часть, консоль) и на отм. 149,85 м составили значения от -4 мм (МТ61) до +15 мм (МТ31) (пренебрегая явно неверными значениями вновь введенных в работу марок).

Перемещения по оси Y стеснены сопрягающими сооружениями.

4.1.3 Анализ и оценка КИА напряженно-деформированного состояния здания ГАЭС

Напряженно-деформированное состояние фундаментной плиты здания ГАЭС в период проведения работ по выравниванию здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 при осушенном котловане реверсивного канала формируется в настоящее время в основном под воздействием сезонных температурных деформаций.

Напряженно-деформированное состояние здания ГАЭС оценивается следующими параметрами:

- температура бетона (ПТС);

- напряжения в арматуре (ПСАС).

- давление грунта (ГД).

Анализ НДС фундаментной плиты по оси сооружений выполнен по приборам:

ПСАС (преобразователь силы арматурный струнный), ПТС (преобразователь температуры струнный), ГД (грунтовый динамометр).

За отчётный период с 01.09.2021 по 30.09.2021 напряжения в фундаментной плите были относительно стабильными (рисунок 4.1.3.1).

Из графиков видно, что напряжения имеют слабое синусоидальное изменение от температурных воздействий. По состоянию с 01.09.2021 по 30.09.2021 резких изменений в напряжениях не зафиксировано.

Данные натурных наблюдений за температурой в бетоне фундаментной плиты здания ГАЭС по показаниям ПТС показана на рисунке 4.1.3.2.

Данные натурных наблюдений за давлением грунта в основании здания ГАЭС по показаниям грунтовых динамометров показаны на рисунке 4.1.3.3.

Расположение указанных приборов в фундаментной плите показано на рисунке 4.1.3.5.

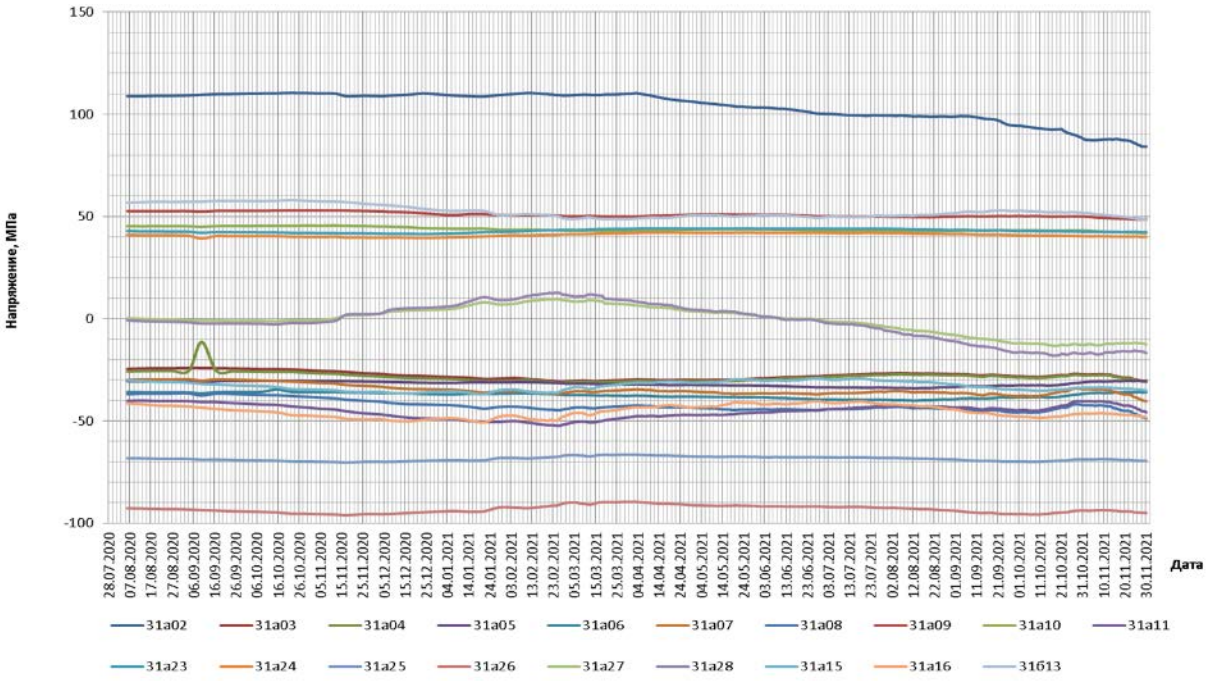


Рисунок 4.1.3.1 - Графики изменения напряжений в нижней арматуре вдоль потока (ПСАС) в фундаментной плите здания ГАЭС

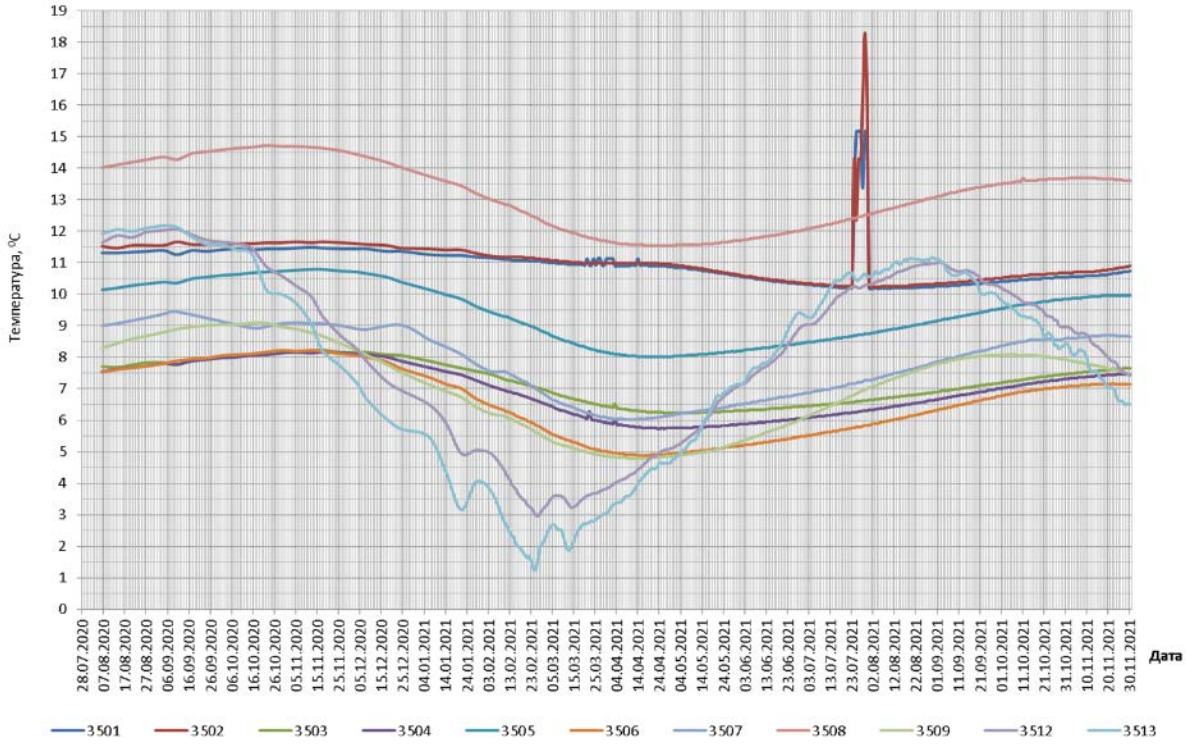


Рисунок 4.1.3.2 – Графики температуры бетона в блоке А-V-2 фундаментной плиты здания ГАЭС-2

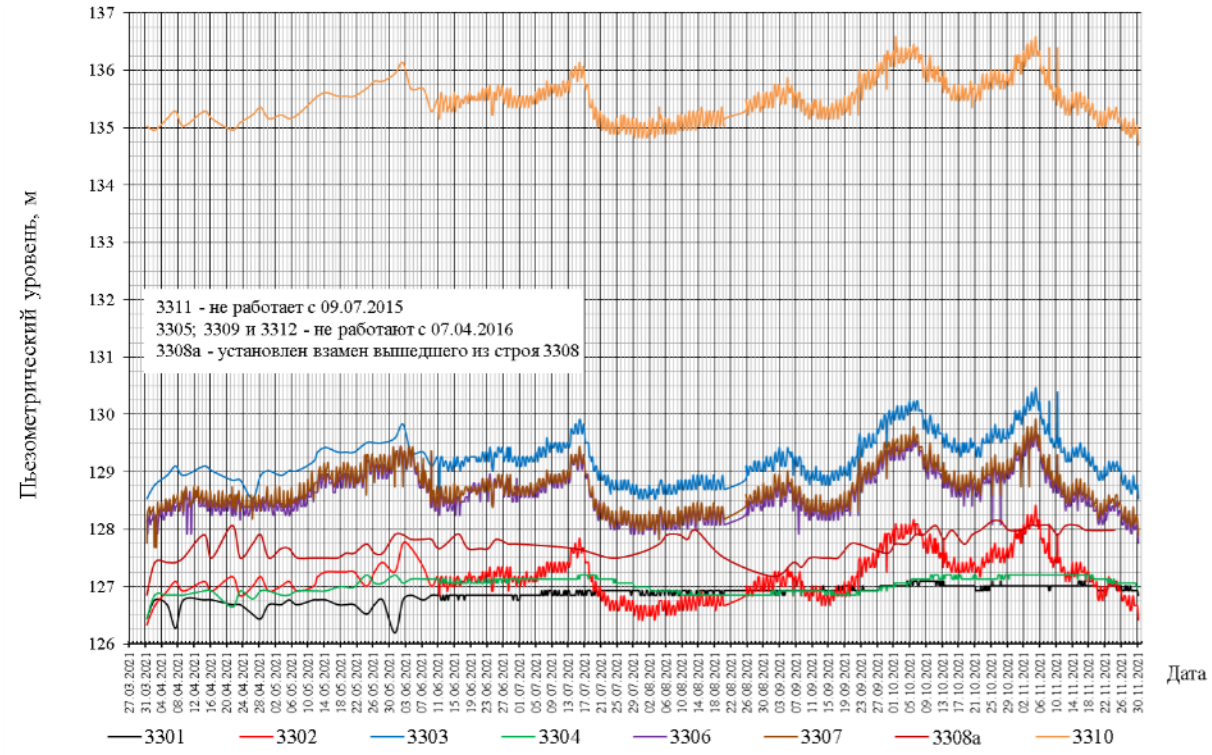


Рисунок 4.1.3.3 – Графики наблюдений за пьезометрическими уровнями грунтовых вод в основании фундаментной плиты здания ГАЭС -2

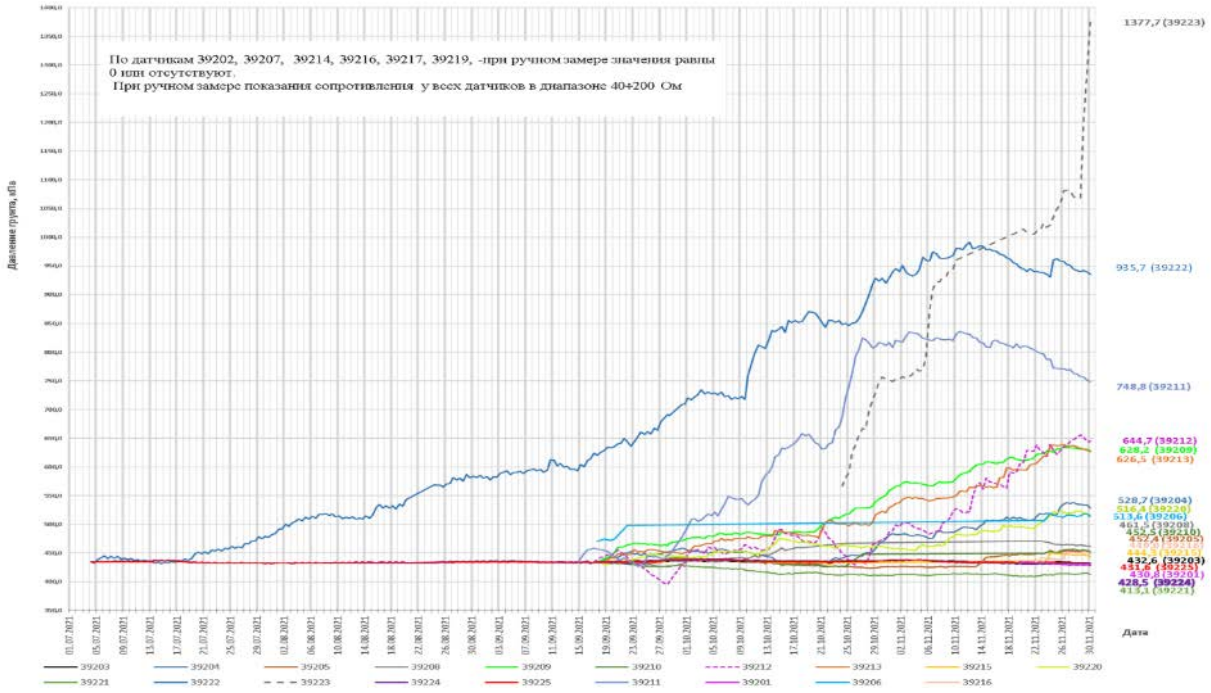


Рисунок 4.1.3.4 – Графики давления грунта в основании здания ГАЭС по показаниям грунтовых динамометров

Таблица 4.1.3.1 - Данные наблюдений за НДС фундаментной плиты здания ГАЭС

№ пп	Дата / Проектный номер	01.11.2021	02.11.2021	03.11.2021	04.11.2021	05.11.2021	06.11.2021
1	31a02	87,597	87,440	87,440	87,362	87,284	87,362
2	31a03	-27,281	-27,370	-27,281	-27,281	-27,281	-27,281
3	31a04	-27,803	-27,803	-27,711	-27,711	-27,711	-27,803
4	31a05	-31,061	-30,968	-30,875	-30,813	-30,813	-30,782
5	31a06	-36,651	-36,579	-36,471	-36,363	-36,399	-36,363
6	31a07	-34,546	-34,572	-34,572	-34,572	-34,675	-34,777
7	31a08	-42,355	-42,397	-42,376	-42,376	-42,482	-42,588
8	31a09	49,926	49,869	49,813	49,756	49,643	49,586
9	31a10	43,100	43,049	42,998	42,947	42,846	42,795
10	31a11	-40,411	-40,411	-40,411	-40,411	-40,513	-40,616
11	31a23	42,539	42,539	42,539	42,494	42,494	42,539
12	31a24	40,304	40,304	40,304	40,259	40,259	40,348
13	31a25	-68,890	-68,913	-68,913	-68,890	-68,867	-68,890
14	31a26	-93,925	-93,925	-93,973	-93,925	-93,876	-93,876
15	31a27	-12,802	-12,631	-12,460	-12,484	-12,655	-12,972
16	31a28	-17,183	-16,962	-16,677	-16,740	-16,962	-17,404

№ пп	Дата / Проектный номер	01.11.2021	02.11.2021	03.11.2021	04.11.2021	05.11.2021	06.11.2021
17	31а15	-33,733	-33,766	-33,799	-33,766	-33,733	-33,766
18	31а16	-46,440	-46,440	-46,493	-46,440	-46,387	-46,440
19	31б13	51,654	51,654	51,600	51,438	51,276	51,060

Продолжение таблицы 4.1.3.1

№ пп	Дата / Проектный номер	07.11.2021	08.11.2021	09.11.2021	10.11.2021	11.11.2021	12.11.2021
1	31а02	87,362	87,518	87,597	87,675	87,675	87,753
2	31а03	-27,281	-27,191	-27,191	-27,281	-27,370	-27,370
3	31а04	-27,711	-27,620	-27,620	-27,620	-27,711	-27,803
4	31а05	-30,751	-30,689	-30,782	-30,844	-30,751	-30,751
5	31а06	-36,327	-36,254	-36,327	-36,435	-36,327	-36,327
6	31а07	-34,649	-34,572	-34,623	-34,675	-34,880	-34,931
7	31а08	-42,461	-42,376	-42,440	-42,503	-42,736	-42,799
8	31а09	49,473	49,417	49,417	49,304	49,247	49,191
9	31а10	42,694	42,643	42,643	42,542	42,491	42,440
10	31а11	-40,462	-40,411	-40,513	-40,565	-40,718	-40,769
11	31а23	42,539	42,539	42,539	42,449	42,449	42,449
12	31а24	40,304	40,304	40,304	40,259	40,214	40,214
13	31а25	-68,820	-68,774	-68,751	-68,751	-68,820	-68,820
14	31а26	-93,780	-93,731	-93,683	-93,683	-93,828	-93,828
15	31а27	-13,045	-12,948	-12,875	-12,582	-12,288	-12,288
16	31а28	-17,498	-17,372	-17,278	-16,867	-16,455	-16,423
17	31а15	-33,684	-33,651	-33,618	-33,684	-33,799	-33,815
18	31а16	-46,334	-46,227	-46,227	-46,334	-46,493	-46,493
19	31б13	51,006	50,952	50,899	50,791	50,684	50,576

Продолжение таблицы 4.1.3.1

№ пп	Дата / Проектный номер	13.11.2021	14.11.2021	15.11.2021	16.11.2021	17.11.2021	18.11.2021
1	31а02	87,832	87,597	87,832	87,910	87,753	87,518
2	31а03	-27,370	-27,729	-28,087	-28,176	-28,444	-28,622
3	31а04	-27,803	-28,168	-28,441	-28,532	-28,805	-28,986
4	31а05	-30,751	-30,720	-30,534	-30,472	-30,596	-30,596
5	31а06	-36,327	-36,291	-36,073	-36,037	-36,146	-36,182

№ пп	Дата / Проектный номер	13.11.2021	14.11.2021	15.11.2021	16.11.2021	17.11.2021	18.11.2021
6	31а07	-34,956	-35,491	-35,871	-35,947	-36,451	-36,702
7	31а08	-42,821	-43,409	-43,806	-43,889	-44,450	-44,759
8	31а09	49,134	49,022	49,022	49,022	48,965	48,909
9	31а10	42,440	42,339	42,390	42,390	42,339	42,289
10	31а11	-40,769	-41,177	-41,431	-41,482	-41,836	-42,089
11	31а23	42,449	42,449	42,449	42,449	42,449	42,358
12	31а24	40,259	40,170	40,214	40,170	40,170	40,125
13	31а25	-68,797	-68,890	-68,960	-68,960	-69,075	-69,098
14	31а26	-93,780	-93,925	-94,021	-94,021	-94,166	-94,263
15	31а27	-12,313	-12,411	-12,313	-12,043	-12,166	-12,018
16	31а28	-16,455	-16,582	-16,455	-16,041	-16,200	-16,009
17	31а15	-33,782	-33,881	-33,930	-33,962	-34,077	-34,126
18	31а16	-46,493	-46,600	-46,653	-46,706	-46,865	-46,918
19	31б13	50,469	50,309	50,255	50,202	50,095	49,935

Продолжение таблицы 4.1.3.1

№ пп	Дата / Проектный номер	19.11.2021	20.11.2021	21.11.2021	22.11.2021	23.11.2021	24.11.2021
1	31а02	87,362	87,284	87,206	87,049	86,660	86,115
2	31а03	-28,800	-28,889	-28,800	-28,978	-29,156	-29,599
3	31а04	-29,168	-29,258	-29,168	-29,349	-29,530	-29,892
4	31а05	-30,534	-30,441	-30,441	-30,379	-30,472	-30,534
5	31а06	-36,073	-36,001	-36,001	-35,928	-36,037	-36,073
6	31а07	-36,977	-37,077	-36,952	-37,127	-37,425	-38,216
7	31а08	-45,026	-45,149	-45,026	-45,210	-45,537	-46,388
8	31а09	48,909	48,909	48,796	48,796	48,684	48,684
9	31а10	42,289	42,238	42,188	42,188	42,087	42,087
10	31а11	-42,493	-42,594	-42,443	-42,644	-42,795	-43,297
11	31а23	42,403	42,449	42,449	42,449	42,449	42,449
12	31а24	40,125	40,170	40,170	40,170	40,125	40,170
13	31а25	-69,168	-69,191	-69,122	-69,098	-69,168	-69,353
14	31а26	-94,359	-94,359	-94,263	-94,263	-94,359	-94,648
15	31а27	-11,895	-11,993	-12,043	-12,092	-12,067	-11,796
16	31а28	-15,849	-15,977	-16,041	-16,105	-16,073	-15,657
17	31а15	-34,191	-34,239	-34,207	-34,191	-34,272	-34,483

№ пп	Дата / Проектный номер	19.11.2021	20.11.2021	21.11.2021	22.11.2021	23.11.2021	24.11.2021
18	31а16	-47,025	-47,078	-47,025	-46,972	-47,131	-47,395
19	31б13	49,881	49,775	49,668	49,562	49,403	49,243

Окончание таблицы 4.1.3.1

№ пп	Дата / Проектный номер	25.11.2021	26.11.2021	27.11.2021	28.11.2021	29.11.2021	30.11.2021
1	31а02	85,727	85,109	84,723	84,262	84,185	84,185
2	31а03	-29,688	-30,042	-30,219	-30,484	-30,572	-30,660
3	31а04	-29,982	-30,253	-30,433	-30,703	-30,793	-30,973
4	31а05	-30,441	-30,348	-30,348	-30,534	-30,503	-30,410
5	31а06	-35,965	-35,892	-35,856	-36,073	-36,037	-35,928
6	31а07	-38,487	-38,927	-39,292	-39,922	-40,138	-40,498
7	31а08	-46,650	-47,150	-47,508	-48,161	-48,397	-48,749
8	31а09	48,628	48,572	48,572	48,515	48,459	48,515
9	31а10	42,087	42,036	42,036	41,935	41,885	41,935
10	31а11	-43,697	-44,145	-44,642	-45,235	-45,334	-45,777
11	31а23	42,539	42,449	42,403	42,312	42,358	42,449
12	31а24	40,214	40,125	40,080	39,991	40,036	40,080
13	31а25	-69,422	-69,468	-69,491	-69,537	-69,537	-69,606
14	31а26	-94,792	-94,840	-94,888	-94,984	-94,936	-95,079
15	31а27	-11,846	-11,993	-12,018	-12,018	-12,313	-12,607
16	31а28	-15,721	-15,945	-15,977	-16,009	-16,391	-16,804
17	31а15	-34,612	-34,612	-34,660	-34,902	-34,950	-35,142
18	31а16	-47,554	-47,554	-47,607	-47,976	-48,028	-48,291
19	31б13	49,032	48,767	48,662	48,504	48,398	48,346

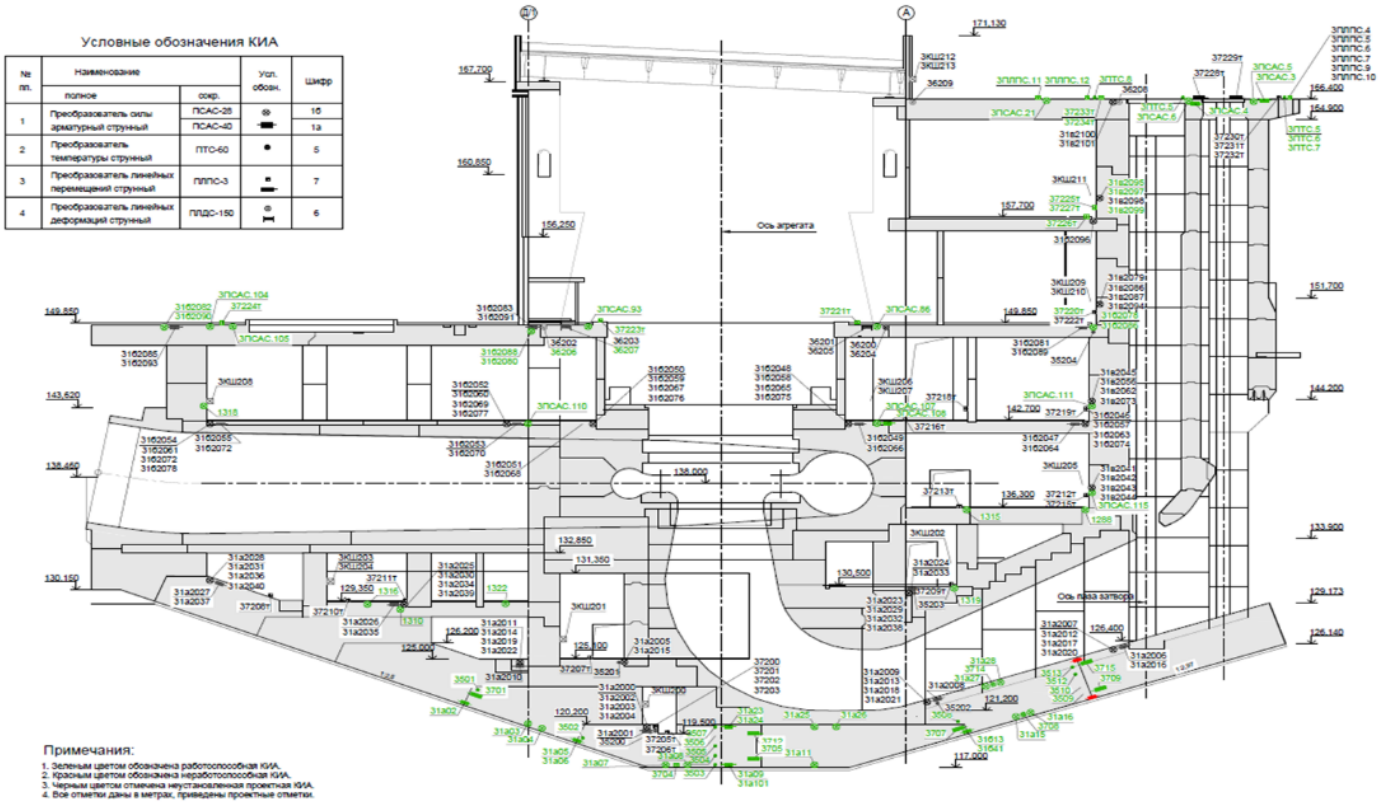


Рисунок 4.1.3.5 - Разрез по оси агрегата здания ГАЭС. Схема размещения КИА за НДС

Количество работоспособной КИА здания ГАЭС в настоящий период времени для осуществления комплексной оценки состояния представляется достаточным.

4.1.4 Результаты и анализ геофизического контроля

Геофизические наблюдения за изменением свойств основания здания ГАЭС-2 в период выравнивания здания выполняются согласно разработанной на этот период программе контрольных и специальных наблюдений. В состав Регламентов проведения специального мониторинга состояния сооружений и их основания в период выполнения работ по выравниванию здания ГАЭС входят:

Часть 1. Регламент контрольных наблюдений за показателями состояния ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2);

Часть 2. Регламент специальных наблюдений за напряженно-деформированным состоянием здания ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской

ГАЭС-2 № 1938-40-544.2);

Часть 3. Регламент специальных наблюдений за пространственным положением ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 № 1938-40-544.3);

Часть 4. Регламент специальных наблюдений за напряженно-деформированным состоянием основания здания ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 № 1938-40-544.4);

Часть 5. Регламент геофизических наблюдений за изменением свойств основания здания ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 № 1938-40-544.5;

Геофизические наблюдения выполнялись в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов.

В Техническом отчете «Отчет по результатам геофизических наблюдений за изменением свойств основания здания ГАЭС-2 ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2. Проведение геофизических наблюдений. Цикл1» (см. №1938-03-31) представлены результаты первого цикла геофизических работ, которые выполнялись после окончания нагнетания пропиточных и инъекционных составов 8 и 7 ярусов (абсолютная отметка нагнетаний ~100 м.).

Основной целью предусматриваемых инженерно-геофизических изысканий является контроль эффекта после инъекционных мероприятий при восстановительных работах. Контролируемым параметром является скорость упругой волны. Оценивается распределение упругих параметров (скоростей упругих волн) до инъекционных мероприятий (нулевой цикл) и после каждого цикла нагнетания. При увеличении скорости можно сделать вывод о произошедшем укреплении, падение скорости упругой волны свидетельствует о разуплотнении.

Для решения поставленной цели выполняется межскважинное сейсмоакустическое просвечивание. Оно направлено на изучение грунтового массива (целика) между исследовательскими скважинами с последующим восстановлением скоростного строения методом сейсмотомографии. Изучено строение 14 целиков (Рисунок 4.1.4.1.), что полностью повторяет работы нулевого цикла. В первом цикле суммарное количество физических наблюдений на 14 целиков составляет 643 физических наблюдения.

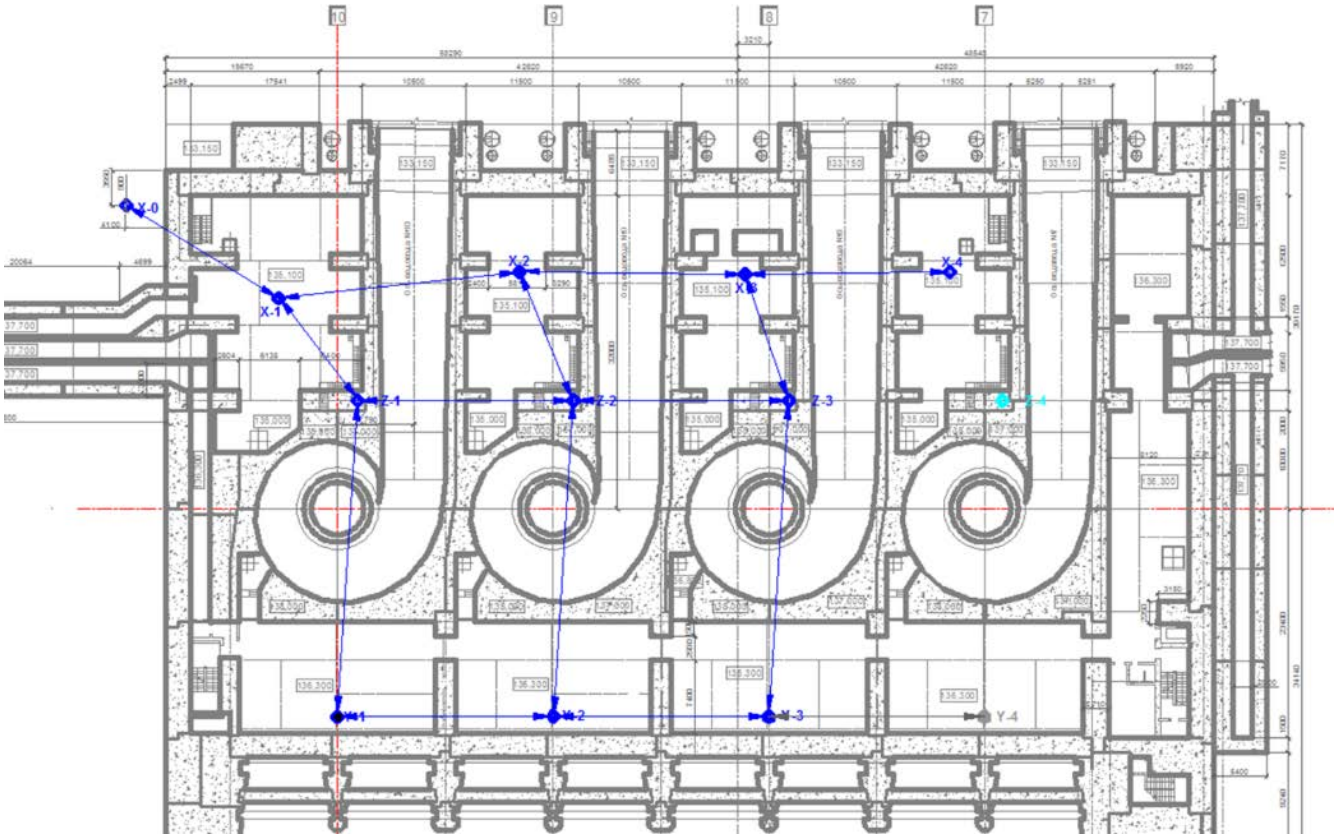


Рисунок 4.1.4.1 – Размещение геофизических скважин и исследуемых "целиков"

Работы по геофизическим наблюдениям нулевого цикла выполнены в период 01.03.2021 – 17.03.2021 (до начала мероприятий по выравниванию, связанных с инъекцией выравнивающих составов). Работы первого цикла в декабре 2021 года и феврале 2022 года.

В рамках работ выполнено межскважинное сейсмоакустическое просвечивание грунтового массива (целика) между исследовательскими скважинами с последующим восстановлением скоростного строения методом сейсмотомографии. Изучено строение 14 целиков в интервале абсолютных отметок 90-120 м.

Измерения, полученные в ходе выполнения изыскательских работ, прошли камеральную обработку. Построены разрезы и план-срезы как для скоростей продольных сейсмоакустических волн, так и для плотностей грунтов основания здания ГАЭС, соответствующим этим скоростям.

Выполнено сопоставление результатов первого и нулевого циклов работ.

Нулевой цикл измерений (2021 год)

1 По результатам работ нулевого цикла измерений были сделаны следующие выводы:

1.1 Скорости упругой волны в изученном грунтовом массиве варьируются в диапазоне от 1,3 км/с до 2,4 км/с, что соответствует распределению плотностей в диапазоне 2,09 – 2,29 г/см^3, разброс плотностей составляет около 9%.

1.2 Характер и значения распределения плотностей грунта основания свидетельствуют о достаточной однородности основания.

1.3 Выделен ряд особенностей строения основания: 1) практически на всех изученных целиках наиболее низкоскоростные зоны, соответствующие нижним значениям плотностей, приурочены к интервалу абсолютных отметок 100-110 метров; 2) в сечении Y1-Y2 пониженные скорости выявлены также в интервале абсолютных отметок 115-119 м; 3) низкоскоростные зоны прослеживаются в районе оси Д/1 в интервале абсолютных отметок 105-110 м.

2 Высокоскоростные зоны с наибольшими плотностями соответствуют диапазону абсолютных отметок 115,0 – 120,0 м; эта зона расположена непосредственно под фундаментной плитой, что, вероятнее всего, является результатом выполнения инъекционных работ при стабилизации здания ГАЭС в 2013-2014 гг.

Зона выполнения инъекционных работ по выравниванию здания ГАЭС в настоящее время (отм. 100,0 – 107,0 м) характеризуется несколько пониженными значениями плотности относительно верхних и нижних уровней. Средние значения плотностей на отм. 105, соответствующей зоне инъекций, находятся в диапазоне 2,12 – 2,14 г/см^3.

Первый цикл измерений 2022 год

Первый цикл геофизических работ выполнен после окончания нагнетания пропиточных и инъекционных составов 8 и 7 ярусов (абсолютная отметка нагнетаний ~100 м.).

На рисунке 4.1.4.1. приведена схема расположения геофизических скважин, между которыми выполнены сейсмические просвечивания для контроля эффекта после инъекционных мероприятий при восстановительных работах.

На рисунке 4.1.4.2, в качестве примера, приведен разрез в изолиниях значений скорости продольных волн Vp (км/с), полученных по данным межскважинного просвечивания профиля Y1-Y3 для нулевого цикла работ, на рисунке 4.1.4.3 - для первого цикла работ.

При анализе видно, что произошло общее увеличение скоростей. Обширные низкоскоростные области, выделенные при работах нулевого цикла, на данный момент характеризуются средними для массива скоростями.

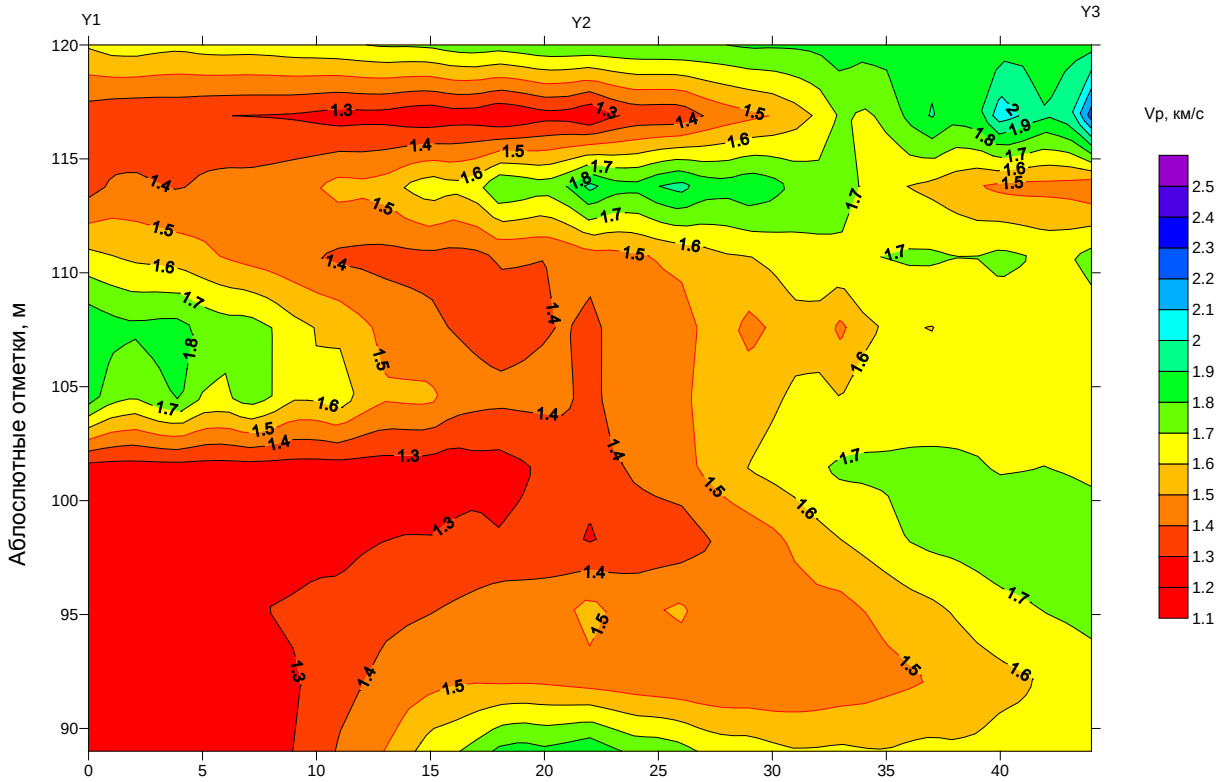


Рисунок 4.1.4.2 – Разрез в изолиниях скоростей продольных волн целика между скважинами Y1-Y2-Y3, нулевой цикл измерений

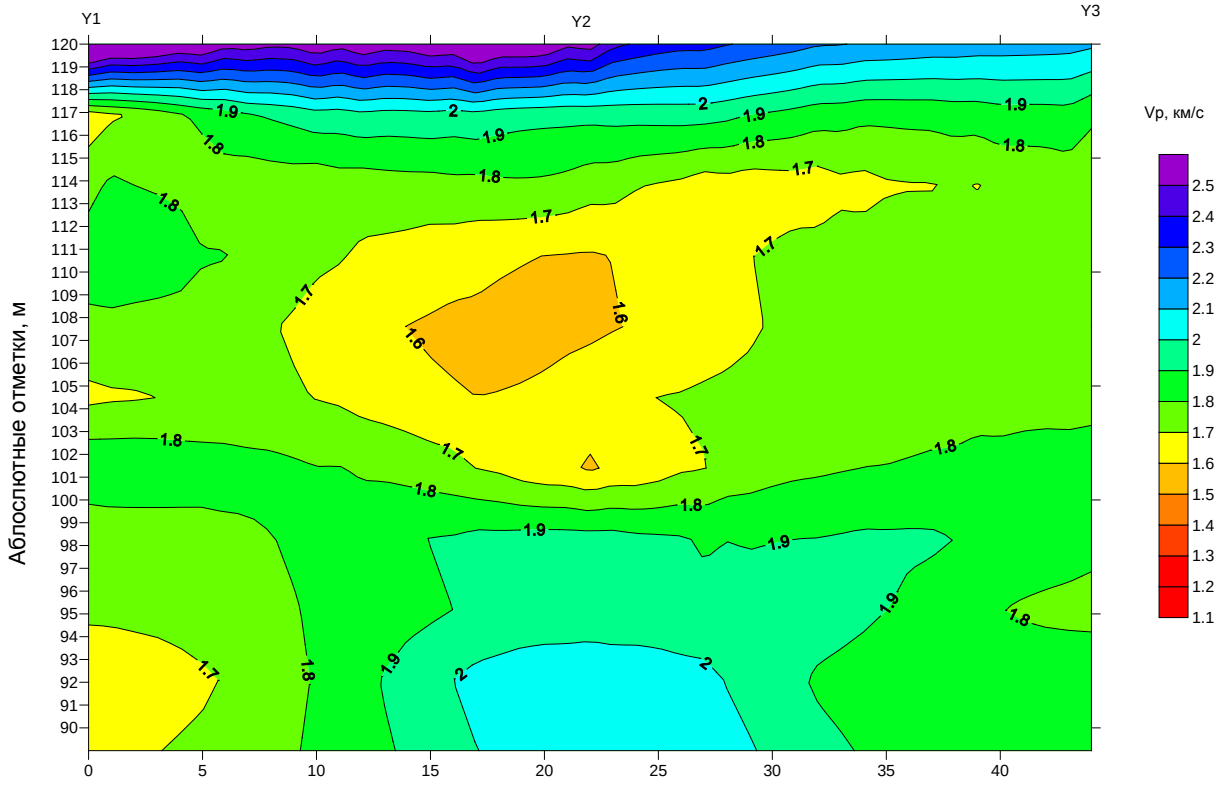


Рисунок 4.1.4.3 – Разрез в изолиниях скоростей продольных волн целика между скважинами Y1-Y2-Y3, первый цикл измерений

Этот же вывод подтверждает и статистический анализ данных: при нулевом цикле работ средняя скорость изучаемого грунтового массива V=1,61 км/с, среднее квадратичное отклонение σ=0,15, доля участков, где скорость выше 1,9 км/с - 3%. В первом цикле средняя скорость изучаемого грунтового массива V=1,74 км/с, среднее квадратичное отклонение σ=0,19, доля участков, где скорость выше 1,9 км/с составила 20%. Таким образом, значения скорости выросли в среднем на 8%, увеличилась доля грунтов, характеризующихся высокими скоростями (более 1,9 км/с): при нулевом цикле таких было 3%, а при первом уже 20 %. До укрепительных мероприятий низкими скоростями (V<1,5 км/с) характеризовалось 24% изученной площади, после нагнетаний 7%.

В грунтовом массиве перед началом нагнетаний средняя плотность водонасыщенных песков составляла (ρ) ρ=2,16 г/см^3, среднее квадратичное отклонение σ=0,04, после окончания нагнетания пропиточных и инъекционных составов 8 и 7 ярусов ρ=2,18 г/см^3, σ=0,03, т.е. массив стал более плотный и однородный.

Анализ изменения на абсолютной отметке ~100 м

Абсолютная отметка нагнетаний пропиточных и инъекционных составов 8 и 7 ярусов около 100 м. Для этой отметки построены план-срезы в изолиниях скорости продольной волны и плотности с планом гидроузла на отметке 136 м, которые приведены на рисунках 4.1.4.2. - для нулевого цикла работ, 4.1.4.3. -для первого цикла работ.

На рисунках 4.21-4.22 показано изменение скоростного строения целиков после окончания нагнетания пропиточных и инъекционных составов 8 и 7 ярусов. На рисунках 4.23 и 4.24 приведен статистический анализ данных до нагнетания и после него.

Установлено, что в результате нагнетаний пропиточных и инъекционных составов 8 и 7 ярусов произошло общее увеличение скорости продольной волны в массиве на 13%. Если до укрепительных мероприятий низкими скоростями (V<1,5 км/с) характеризовалось 34% изученной площади, то после нагнетаний 3%. Массив стал более однородный: среднее квадратичное отклонение упало с σ=0,16 до σ=0,12 т.е. на 25%.

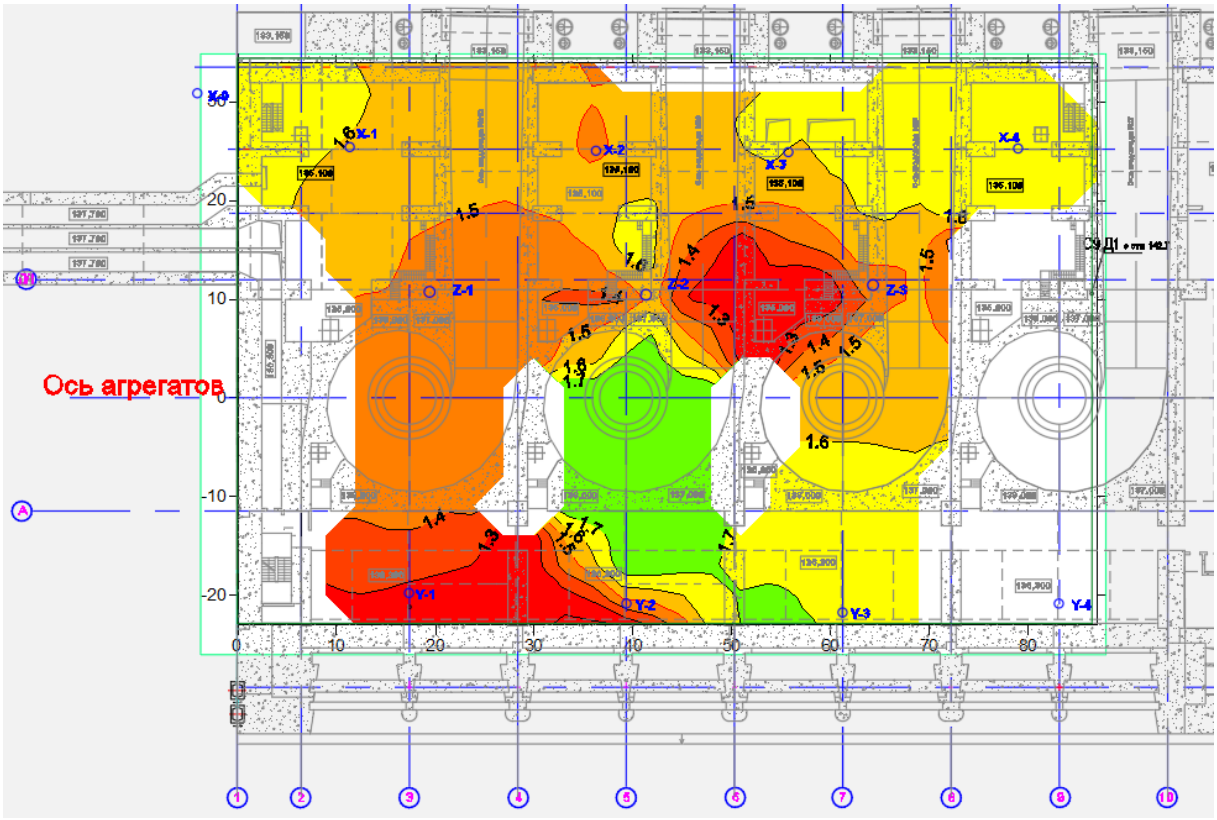


Рисунок 4.1.4.2 – Сечение на абсолютной отметке 100 м в изолиниях скоростей продольных волн, нулевой цикл измерений

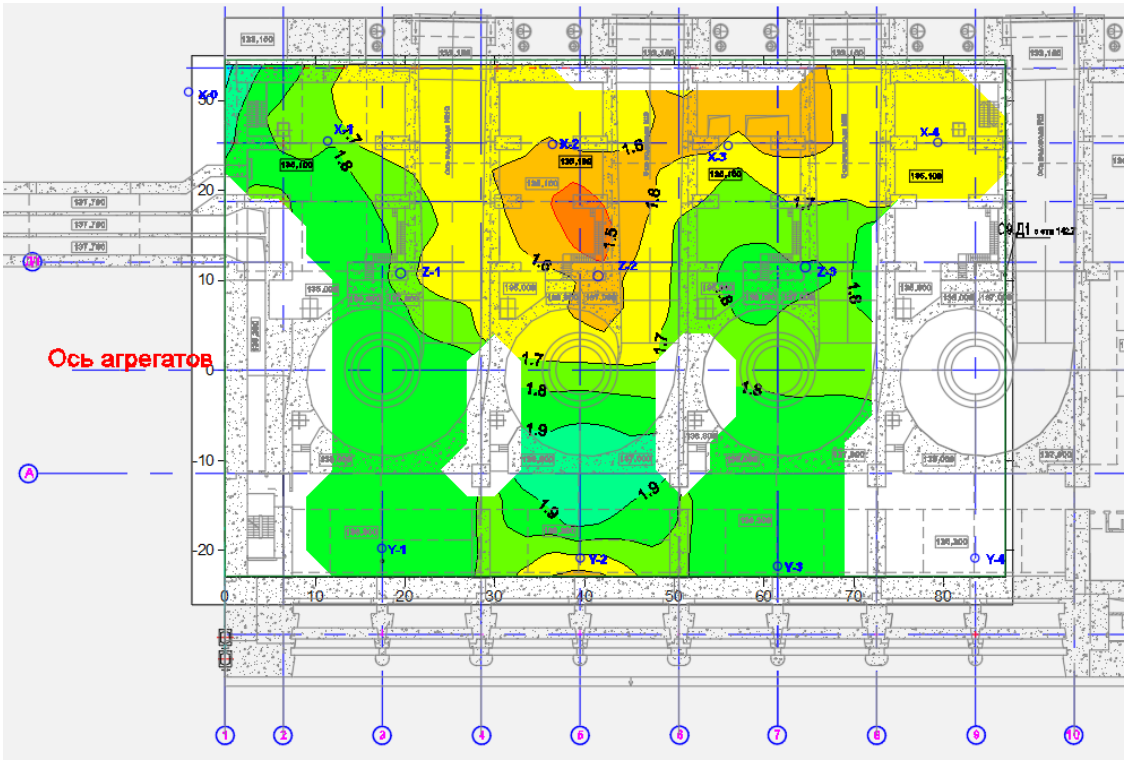


Рисунок 4.1.4.3 – Сечение на абсолютной отметке 100 м в изолиниях скоростей продольных волн, первый цикл измерений

На рисунке 4.1.4.4. показана разница скоростей продольных волн (V1 цикл-Vo цикл) на абсолютной отметке 100 м.

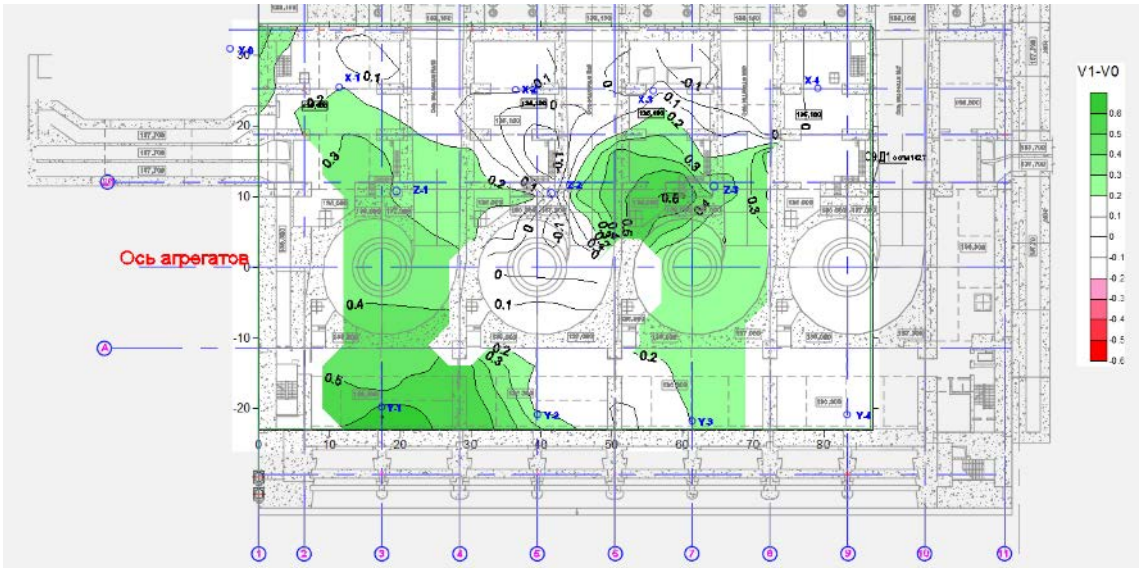


Рисунок 4.1.4.4 – Разница скоростей продольных волн (V1 цикл-Vo цикл) на абсолютной отметке 100 м

На рисунке 4.1.4.4. зелёным цветом отмечены зоны уплотнения грунта основания здания ГАЭС в результате выполненных инъекционных работ Этапа 1.

Общие выводы по результатам исследований

Анализ результатов геофизических исследований свидетельствует, что в интервале абсолютных отметок 90-120 м в массиве основания фундаментной плиты здания Загорской ГАЭС-2 в результате нагнетания пропиточных и инъекционных составов 8 и 7 ярусов произошли следующие изменения:

- выявлено общее увеличение скоростей в среднем на 8%; максимальное изменение достигает 20%;
- обширные низкоскоростные области, выделенные при работах нулевого цикла, в данный момент характеризуются средними для массива значениями скоростей;
- увеличилась доля грунтов, характеризующихся высокими значениями скорости (более 1,9 км/с), при нулевом цикле таких зон было 3%, а при первом уже 20 %;
- до укрепительных мероприятий низкими скоростями (V<1,5 км/с) характеризовалось 24% изученного массива, после нагнетаний 7%.
- в грунтовом массиве перед началом нагнетаний средняя плотность (ρ) ρ=2,16 г/см3, среднее квадратичное отклонение σ=0,04, после окончания нагнетания пропиточных и инъекционных составов 8 и 7 ярусов ρ=2,18 г/см3, σ=0,03;
- массив стал более однородным и увеличил свою плотность.

Абсолютная отметка нагнетаний пропиточных и инъекционных составов 8 и 7 ярусов около 100 м. Установлено, что в результате нагнетаний пропиточных и инъекционных составов 8 и 7 ярусов произошли следующие изменения:

- Выявлено общее увеличение скорости продольной волны в массиве на 13%.
- до укрепительных мероприятий низкими скоростями (V<1,5 км/с) характеризовалось 34% изученной площади, то после нагнетаний 3%.
- Массив стал более однородный: среднее квадратичное отклонение упало с σ=0,16 до σ=0,12 т.е. на 25%.

На основании выполненных геофизических работ можно сделать вывод об эффективности мероприятий по укреплению грунта и увеличению его механических характеристик.

4.2 Выводы и рекомендации по мониторингу

В ходе натурных наблюдений по Этапу 1 существенных дефектов и негативных моментов по наблюдаемой КИА здания ГАЭС и прилегающей к нему территории не зафиксировано.

В рамках работ по инъекции выравнивающих составов произошло уплотнение грунта и начался подъём здания станции с максимальным значением около 60 мм в правобережной части здания станции со стороны верхнего бьефа. При этом, в правобережной части здания станции со стороны нижнего бьефа подъём составил около 33 мм, а в левобережной части здания станции со стороны верхнего бьефа и нижнего бьефов подъём не отмечен.

Отмечается рост показаний давления грунта в зоне расположения датчиков ГД 39211 (ось № 2) отм. 142,700 м, № 39222 (ось № 3); 39223 (ось № 5) расположенных на отм. 136,600 м.

Отмечено повышение и выравнивание плотностей грунта под зданием станции.

Отмечается снижение напряжений в арматуре фундаментной плиты здания ГАЭС как расположенной по потоку, так и поперёк потока.

Съём показаний по наблюдаемой КИА здания ГАЭС производился в автономном режиме. Данные наблюдений своевременно анализировались и вносились в информационно-диагностическую систему «БИНГ».

Состав и объем натурных наблюдений за зданием ГАЭС был выполнен специалистами АО «Институт Гидропроект» в полном объеме в соответствии с утвержденной «Программой работ по сопровождению выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2» № 1938-40-559 и действующими нормативными документами.

Полный объем информации о результатах выполненных натурных наблюдений предоставлялся заказчику в составе ежедневных и ежемесячных отчетов.

5 Общие выводы

В результате анализа выполненных инъекционных работ Этапа 1 можно сделать следующие выводы.

Организация работ

1 Общее руководство группой технического сопровождения (ГТС), а также работами на площадке осуществляется представителями АО «Институт Гидропроект».

2 В рамках выполнения работ в соответствии с ТЗ к Договору №66/20-ОКС от 20.08.20, численность ГТС составляет 27 специалистов. Специалисты ГТС и АН выполняют работу на площадке строительства, включая круглосуточную работу, а также в офисах в пос. Богородское и г. Москва в режиме работы АО «Институт Гидропроект».

3 В рамках проведения работ группой технического сопровождения при выравнивании здания Загорской ГАЭС-2 за период 05.01.21 – 10.12.21 организовано и проведено 84 технических совещания, на которых контролировался ход выполнения буровых и инъекционных работ, принимались необходимые технические решения по проекту.

4 В рамках работы ГТС разрабатывались ежесуточные отчеты по проведению инъекционных работ, включая фотофиксацию строительной площадки, анализ выполненных объемов инъекций, объёмов и качества закаченных составов.

5 Буровые работы производились в соответствии с документом №1938-40-576 «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Технические требования к горизонтально-направленному бурению скважин нагнетания».

6 На площадке пробурены, обустроены и приняты 90 скважин с установкой манжетных колонн; из них инклинометрия выполнена на 65 скважинах.

7 Специалисты подразделения авторского надзора в круглосуточном режиме участвовали в сопровождении работ по инъекции манжетных колонн с рассмотрением исполнительной документации и подписанием актов скрытых работ.

8 В рамках выполнения инъекционных работ специалисты подразделения авторского надзора осуществляли оперативный контроль инъекционных работ, с фиксацией всех инъекций в журналах показаний инъекций по каждой манжете (манжеты располагаются через 0,5м), а также по графикам насосов, отображая следующие параметры нагнетания состава АПгрунд:

- время начала инъекций;
- время окончания инъекций;
- время работы насоса;
- среднее давление при нагнетании;
- среднюю подачу (расход) при нагнетании;
- фактический объём нагнетания;
- фиксировали выходы воды (состава АПгрунд) при нагнетании;
- фиксировали отказы;
- фиксировали гидроразрывы – резкое падение давления;
- периодически контролировали, в соответствии со сменными заданиями, опускания и поднимания ставов с пакерами на заданную глубину (горизонт).

Инъекционные работы

9 Инъекционные работы выполнялись в соответствии с документом №1938-40-583 «Технические требования к площадному инъекционному нагнетанию».

В рамках выполнения инъекционных работ производились:

- Выдача АО «Институт Гидропроект» сменных заданий (СЗ) на инъектирование
- Инъектирование составов в соответствии с СЗ
- Контроль выполнения инъекционных работ подразделениями АН и ПОУ в составе ГТС
- Выдача повторных сменных заданий на инъектирование
- Разработка мероприятий по корректировке инъекционных работ по мере необходимости

Инъекции пропиточного состава «САТгрунд»

10 В рамках Этапа 1 были выполнены инъекции пропитывающего состава САТгрунд в 84 скважины в общем объеме **1338.87** м^3. Результаты инъекций составом САТгрунд приведены в приложении 1, части 1-4, к настоящему документу.

11 Проектом объем инъектирования состава САТгрунд по Этапу 1 был определен в размере **1959,993** м^3. В процессе инъекционных работ состава САТгрунд выполнена инъекция 68,3% от проектного объема.

12 Проектный объем состава САТгрунд на Этапе 1 не был выполнен в связи со следующими ограничениями:

- высокая неоднородность грунта основания здания станции ЗаГАЭС-2 привела к перераспределению состава САТгруд в области разуплотнений с дальнейшей невозможностью инъекции в области плотных грунтов по давлению с образованием гидроразрывов;
- при возникновении гидроразрывов инъекции прекращались в связи с невозможностью обеспечить правильное пространственное расположение зон инъекции;
- отмечались частые превышения давлений инъекции с выходом на максимальные значения, что приводило к прекращению инъекций;
- отмечались выходы состава через верхние (относительно инъецируемой) манжеты на поверхность, что являлось индикатором прекращения инъекций;
- отмечалось заполнение составом САТгрунд манжетных колонн с дальнейшим их выходом с промывочной водой.

13 Сменными заданиями на инъекционные работы предусматривалось выполнение работ по инъекции состава САТгрунд при следующих технологических параметрах:

- расход материала – от 2 л/мин до 4 л/мин
- среднее давление нагнетания –15 бар
- отсечное давление нагнетания – 30 бар
- давление раскрытия манжеты – до 50 бар.

14 Нагнетания состава САТгрунд производились, как правило, в 2 этапа: нагнетание 1 (Н1) и нагнетание 2 (Н2).

15 Средние значения давлений нагнетаний по всем манжетам Этапа 1 увеличивались от нагнетания 1 к нагнетанию 2: 7 ярус – от 17,68 до 19,26 бар; 8 ярус – от 18,08 до 20,32 бар. При этом, средние давления были несколько выше рекомендуемых проектом давлений (15 бар), но значительно ниже отсечных давлений (30 бар).

16 Результаты контроля инъекций свидетельствуют о соответствии фактических грунтовых условий проектным значениям.

Инъекции выравнивающего состава «АПгрунд»

17 Общий объем нагнетания в скважины выравнивающего состава АПгрунд по завершению работ Этапа 1 составил **4113,260** м^3. Результаты инъекций составом АПгрунд приведены в приложении 1, части 5-8, к настоящему документу.

18 Проектом объем инъектирования состава АПгрунд по Этапу 1 был определен в размере **4 211,996** м^3.

19 В процессе инъекционных работ состава АПгрунд выполнена инъекция 97,66% от проектного объема.

20 Сменными заданиями на инъекционные работы в рамках отчетного периода предусматривалось выполнение работ по инъекции состава АПрунд при следующих технологических параметрах:

1) Расход материала – от 2 л/мин до 4 л/мин;
2) Проектное давление нагнетания – 40 бар;
3) Отсечное давление нагнетания – 55 бар;
4) Давление раскрытия манжеты водой – до 65 бар.

21 Нагнетания состава АПгрунд производились в несколько этапов; количество этапов находилось в пределах от 4 до 8: от нагнетания Н3 до нагнетания Н10.

22 Средние значения давлений нагнетаний по всем манжетам Этапа 1 следующие по ярусам: 7 ярус – от 36,50 бар; 8 ярус – от 28,28 бар.

23 Средние давления были несколько ниже рекомендуемых проектом давлений (40 бар), и значительно ниже отсечных давлений (55 бар).

24 Результаты контроля инъекций свидетельствуют о соответствии фактических грунтовых условий проектным значениям

25 В рамках работ подразделения авторского надзора отмечалось, что объем инъецированного в грунт состава АПгрунд, определённый по показаниям расходомеров насосов, не соответствует объему раствора АПгрунд, который может быть получен из поступившего на строительную площадку материала. В результате анализа причин этого несоответствия выяснилось, что расходомеры, установленные на инъекционных насосах со временем накапливают ошибку измерения, связанную с износом манжет насосов и перетока через них инъекционного состава.

26 В соответствии со Справкой специалистов подразделения оперативного управления, общий объем нагнетаний по данным расходомеров составлял **4 113,26** м^3, а приготовлено было из полученного от поставщика 3 043,3 т состава АПгрунд (с учетом остатков на складе) **3 435,78** м^3 материала.

27 Для устранения несоответствия объемов и повышения точности, на последующих этапах инъекционных работ рекомендуется установка дополнительных расходомеров непосредственно на инъекционные линии с возможностью их регулировки в процессе работ.

Опытно-производственные работы

28 В июле 2021 г. выяснилось, что значительное количество манжет практически во всех манжетных колоннах не являются герметичными. Инъекционные составы через неплотности в манжетах попадают вновь в манжетные колонны, засоряя их. Впоследствии, при промывках, эти составы безвозвратно удаляются, что приводит к их перерасходу и снижению эффективности инъекций.

29 С целью уменьшения последствий от возврата состава АПгрунд в манжетные колонны специалисты АО «Институт Гидропроект» провели анализ сложившейся ситуации. По заключениям специалистов нашего института, объем твердой составляющей, зафиксированной при промывке инъекционной манжетной колонны, превышает расчётные значения в несколько раз. Это свидетельствует о том, что инъекционный материал, нагнетаемый через манжету в грунт, возвращается обратно в манжетную колонну (МК) при разжиме пакера и перемещении его на следующую манжету. Причиной этого возвращения в МК инъекционного материала является разрыв манжеты или её неплотное закрытие после завершения инъекции.

30 Для манжетных колонн, имеющих повреждённые манжеты, рекомендовалось проведение работ по лечению манжет за счёт инъекции выравнивающего состава с помощью одностороннего пакера. Работы по лечению манжет показали удовлетворительные результаты.

31 Выполнены работы по испытаниям манжет. Определена рекомендованная конструкция манжетной колонны для последующих ярусов инъекциорования.

32 В ответ на заявку Заказчика и в рамках работ по испытаниям составов возможного нового поставщика составов: пропиточного состава ПР-30 и выравнивающего состава МТК-21 производства ООО «Евросинтез», АО «Институт Гидропроект» разработал «Программу проведения испытаний составов ПР-30 и МТК-21, выпускаемых ООО «Евросинтез» для выполнения работ на территории и оборудовании АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» и «Программу опытно-производственных работ по проведению испытаний инъекционных составов ООО «Евросинтез»» №1938-40-607. Результаты испытаний составов производства ООО «Евросинтез», выполненных во время Этапа 1, признаны неудовлетворительными.

Результаты мониторинга

33 За отчетный период в ходе натурных наблюдений с 01.09.2021 по 30.09.2021 существенных дефектов и негативных моментов по наблюдаемой КИА здания ГАЭС и прилегающей к нему территории не зафиксировано. Результаты

мониторинга приведены в приложении 2 (документ №1938-40-621.П2).

34 В рамках работ по инъекции выравнивающих составов произошло уплотнение грунта и начался подъём здания станции с максимальным значением около **60 мм** в правобережной части здания станции со стороны верхнего бьефа. В правобережной части здания станции со стороны нижнего бьефа подъём составил около 33 мм, а в левобережной части здания станции со стороны верхнего бьефа и нижнего бьефов подъём не отмечен.

35 Перемещение здания станции на Этапе 1 соответствует расчетным положениям и происходит в управляемом режиме.

36 Горизонтальные подвижки здания станции в плане имеют величины до 25 мм, что соответствует расчетным значениям.

37 Отмечается рост показаний давления грунта в зоне расположения датчиков ГД 39211 (ось № 2) отм. 142,700 м, № 39222 (ось № 3); 39223 (ось № 5) расположенных на отм. 136,600 м.

38 По завершению инъекционных работ Этапа 1 был выполнен повторный цикл геофизических работ по изучению состояния основания здания станции. Результаты геофизических работ приведены в документе №1938-03-31.

39 В результате сопоставления геофизических исследований, выполненных до начала Этапа 1 и после его завершения, отмечается существенное повышение и выравнивание плотностей грунта под зданием станции.

40 Отмечается снижение напряжений в арматуре фундаментной плиты здания ГАЭС как расположенной по потоку, так и поперёк потока.

41 В период Этапа 1 съем показаний по наблюдаемой КИА здания ГАЭС производился в автоматическом режиме и, частично, в ручном режиме. Данные наблюдений своевременно анализировались и вносились в информационно-диагностическую систему «БИНГ».

42 Состав и объем натурных наблюдений за зданием ГАЭС был выполнен специалистами АО «Институт Гидропроект» в полном объёме в соответствии с утвержденной «Программой работ по сопровождению выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2» № 1938-40-559 и действующими нормативными документами.

6 Нормативная база

№ п/п	Обозначение, шифр документов	Полное наименование документов
1	СП 58.13330.2019	Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003
2	СП 80.13330.2016	Гидротехнические сооружения речные. Актуализированная редакция СНиП 3.07.01-85
3	СТО Нострой 2.27.17-2011	«Прокладка подземных инженерных коммуникаций методом горизонтального направленного бурения»
4	СП 48.13330.2019	Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004
5	СП 49.13330.2010 (СНиП 12-03-2001)	Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования
6	СНиП 12-04-2002	Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство
7	№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.
8	№1963-СТУ-ИИ	Специальные технические условия (СТУ) на разработку проектной документации объекта «Корректировка ТЭО (Проект) строительства Загорской ГАЭС-2» в части инженерно-геологических изысканий.
9	Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ (с изменениями на 30.04.2021г.)	Технический регламент о требованиях пожарной безопасности
10	ГОСТ 12.1.004-91	Пожарная безопасность. Общие требования.
11	СП 12-136-2002	Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ;
12	ГОСТ 12.0.004-2015	«Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Организация обучения безопасности труда. Общие положения»
13	Приказ Минтруда России от 28.10.2020 N 753н	«Об утверждении Правил по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов»

№ п/п	Обозначение, шифр документов	Полное наименование документов
14		Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъёмные сооружения
15	№1938-40-217	«Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. Разработка рабочей документации на подготовительные работы к выравниванию здания ГАЭС. Технические условия на производство работ по стабилизации. Компенсационное нагнетание. Опытный участок №3. Организация работ»
16	№1938-40-255.01	«Специальные термины и определения. Пояснительная записка»
17	№1938-40-283	«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. Проектирование систем: нагнетания, технологии, смесей, ограничения зоны, деформаций грунта и перемещений структуры (вертикальных и горизонтальных), системы предварительного мониторинга для опытного участка №3», М. 2015
18	№1938-40-445	«Выполнение работ по научно-техническому сопровождению опытного участка №3 при выполнении опытных работ. Компенсационное нагнетание. Опытный участок №3. Отчёт по результатам работ Этапа III», выполненный на основании результатов натурных исследований»
19	№1938-40-560	«Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Программа проведения опытных работ по отработке методов и технологий бурения»
20	№1938-40-561	«Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Разработка рабочей документации на восстановительные работы. Контроль качества опытных работ по отработке методов и технологий бурения»
22	№1938-40-572	«Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Заключение по результатам проведения опытных работ по отработке методов и технологий бурения»

№ п/п	Обозначение, шифр документов	Полное наименование документов
23	№1938-40-576	«Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Технические требования к горизонтально-направленному бурению скважин нагнетания»
24	№1938-40-583	«Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Технические требования к площадному инъекционному нагнетанию»

Таблица регистрации изменений								
Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в док.	Номер док.	Подпись	Дата
	Измененных	Замененных	Новых	Аннулированных				