РусГидро
Институт Гидропроект

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

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

Разработка проектной документации.

Корректировка этапа 1. Этап 2

Научно-техническое сопровождение проектных работ

Проект организации строительства. Пояснительная записка

Часть 1

1938-40-094.8.1



Изм.	№ док.	Подп.	Дата
1	972-15		08.12.15
2	263-16		31.03.16
3	992-16		13.12.16
4	132-17		20.02.17
5	067-23		10.04.23
6	0080-25		30.01.25

2025

РусГидро
Институт Гидропроект

**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

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

Разработка проектной документации.

Корректировка этапа 1. Этап 2

Научно-техническое сопровождение проектных работ

Проект организации строительства. Пояснительная записка

Часть 1

1938-40-094.8.1

Генеральный директор **Е.Н. Беллендир**

Руководитель работ по восстановлению ЗаГАЭС-2 **А.В. Александров**

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
1	972-15		08.12.15
2	263-16		31.03.16
3	992-16		13.12.16
4	132-17		20.02.17
5	067-23		10.04.23
6	0080-25		30.01.25

Взам.

Подпись и дата

Инв.№ подл.

2025

Таблица регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в док.	Номер док.	Подпись	Дата
	Измененных	Замененных	Новых	Аннулированных				
1	-	все	-	-	163	972-15		08.12.15
2	-	все	-	-	163	263-16		31.03.16
3	-	все	-	-	169	992-16		13.12.16
4	-	все	-	-	168	132-17		20.02.17
5	-	все	-	-	168	067-23		10.04.23
6	-	1, 2, 3, 124	-	-	168	0080-25		30.01.25

Согласовано

Взам. инв.№

Подп. и дата

Инв.№ подл.

Изм.	Кол.у	Лист	№док	Подп.	Дата
6	-	Зам.	080-25		01.25
5	-	все	067-23		10.04
4	-	все	132-17		02.17
3	-	все	992-16		12.16
2	-	все	263-16		03.16
1	-	все	972-15		12.15

1938-40-094.8.1

Разработал	Киченко		
Проверил	Фролова		06.02
Нач. отдела	Лобанов		
Н.контр.	Машкова		
ГИП	Александров		

Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Проект организации строительства. Пояснительная записка
Часть 1

Стадия	Лист	Листов
П	3	168

АО
«Институт Гидропроект»
г. Москва 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение ... **7**
Обосновывающие материалы и исходные данные ... 10
Обосновывающие материалы ... **10**
Исходные данные для проектирования ... **14**
1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ восстановления ... **22**
1.1. Краткая характеристика района строительства ... 22
1.2. Природные условия района строительства ... **22**
1.2.1. Температура воздуха ... **22**
1.2.2. Ветер ... **23**
1.2.3. Влажность воздуха ... **23**
1.2.4. Осадки и снежный покров ... **24**
1.2.5. Стратиграфические условия грунтов под зданием ГАЭС-2 ... **24**
1.3. Краткая характеристика сооружений ... 40
1.3.1. Основные сооружения гидроузла ... **40**
1.3.2. Основные объемы работ по сооружениям гидроузла ... **47**
1.4. Исследования нарушения основания ... 49
1.4.1 Геодезическая и батиметрическая съемка, обследования ... **49**
1.4.2 Оценка состояния грунтов в основании станционного блока ... **54**
1.4.3 Оценка состояния конструктивов здания ГАЭС ... **57**
2. Результаты этапа стабилизации сооружений ЗаГАЭС-2 ... **61**
2.1. Общие сведения о стабилизации ... 61
2.2. Программа стабилизации и порядок работ ... 63
2.3. Выполнение стабилизационных работ по видам ... 69
2.3.1. Заполнение полостей под фундаментной плитой ... **69**
2.3.2. Работы по укреплению грунтов основания ... **71**
2.3.3. Работы по обеспечению сохранности сооружений ... **73**
2.3.4. Работы по сохранению технологического оборудования ... **73**
2.3.5. Работы по сохранению конструктивных элементов и сооружений ... **75**
2.3.6. Работы по укреплению конструктивных элементов ... **77**
2.3.7. Работы по герметизации здания ГАЭС ... **78**
2.3.8. Работы по удалению наносов ... **79**
2.3.9. Работы на опытном участке по заполнению полостей ... **79**
2.4. Составы инъекционных растворов ... 82
2.4.1. Закачка композитного материала в открытую полость ... **82**
2.4.2 Закачка растворов под фундаментную плиту здания ГАЭС ... **82**
2.5. Объемы инъекционных работ ... 86
2.6. Результаты этапа стабилизации ... 86
3. Общие сведения об организации строительства ... **92**
3.1. Современное состояние ... 92
3.1.1. Объемы выполненных работ по основным объектам ... **92**
Загорской ГАЭС-2 по состоянию на 20.04.2015г. ... **92**
3.1.2. Выводы о состоянии сооружений ... **100**
3.2. Общие сведения о ПОС ... 102

4. Календарный график работ по восстановлению 109
5. Восстановление здания ГАЭС 113
5.1 Выравнивание здания ГАЭС 113
5.2 Схема возведения сооружения 116
5.2.1. Общие сведения 116
5.2.2. Бурение инъекционных скважин 118
5.2.3. Технология КН с предварительной пропиткой 119
5.2.4. Работы по мониторингу 124
5.2.6. Технология КН без предварительной пропитки 127
5.3. Восстановление параметров основания и укрепляющее нагнетание 127
5.4. Восстановление здания ГАЭС и сооружений станционного узла 129
5.4.1. Восстановление конструктивных элементов здания ГАЭС 129
5.4.2. Усиление конструктивных элементов здания ГАЭС 130
5.4.3. Восстановление системы заземления 139
5.4.4. Восстановление деформационных швов №1, 2 140
5.4.5. Восстановление подпорных стен ПВ-1, ПВ-2 142
5.4.6. Восстановление подпорной стены ПС-7 143
5.4.7. Восстановление подпорной стены ПС-3 143
5.4.8. Восстановление элементов понура, рисбермы, крепления откосов 144
5.4.9. Восстановление элементов подкрановых путей 145
5.4.9.1 Общие положения 145
5.4.9.2 Производство работ 146
5.5. Восстановление конструкций напорных водоводов 147
5.5.1. Состояние НКП после осадки здания ГАЭС-2 147
5.5.2. Установка нижних компенсаторных переходов в проектное положение 149
5.5.3. Определение подъемных усилий НКП 150
5.5.4. Порядок выполнения подъема НКП 152
5.5.5. Состав оборудования для восстановления НКП 154
5.6. Восстановление верхнего и нижнего мостовых переходов 156
5.7. Восстановление комплекса очистных сооружений в южной пазухе станционного узла 157
5.8. Восстановление наружных инженерных сетей в южной пазухе станционного узла 157
5.9. Восстановление системы пожаротушения здания 157
5.10. Восстановление КИА 158
5.11. Восстановление дренажной системы строительного и эксплуатационного периода 158
5.12. Водопонижение строительных котлованов 159
5.12.1. Общие указания 159
5.12.2. Ярус I. 160
5.12.3. Ярус II 163
5.12.4. Ярус III 165
5.12.5. Общие указания по производству работ 167

Запись о соответствии документации действующим нормам и правилам

Настоящий раздел разработан в соответствии с требованиями действующих в Российской Федерации строительных норм и правил, государственных стандартов в области строительства, а также законодательных и других нормативных правовых актов в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, технических условий и исходных данных, выданных органами государственного надзора (контроля) и заинтересованными организациями при согласовании места размещения объекта и обеспечивает безопасную эксплуатацию зданий и сооружений при соблюдении предусмотренных проектом мероприятий.

В настоящем разделе проекта все технические решения приняты в полном соответствии с действующими на дату выпуска раздела проекта нормами и правилами.

При соблюдении правил технической эксплуатации, а также требований техники безопасности и промышленной безопасности, эксплуатация сооружений по данному проекту безопасна.

Положения настоящего раздела относятся только к проекту «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Разработка проектной документации. Корректировка этапа 1. Этап 2».

Главный инженер проекта

восстановления ЗаГАЭС-2 А.В. Александров

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа выполнена на основании Технического задания Заказчика (ТЗ), проектных материалов ОАО «Институт Гидропроект», проектных и экспертных материалов привлеченных организаций, заключений органов государственного контроля, а также решений, предложений и замечаний, принятых на заседаниях научно-технического совета (НТС) различных уровней.

Перечень обосновывающих материалов приведен в разделе Введение.

Состав проекта приведен в документе №1928-40-094.1.

Настоящая записка ПОС №1938-40-094.8.1, изм.3 и №1938-40-094.8.2, изм.2 выполнена на основании замечаний ГАУ «Мосгосэкспертиза», выработанных в течение августа-декабря 2016 г. и заменяет предыдущие версии этих документов. Графическая документация к ПОС представлена в документе №1938-40-094.9, изм. 1 и приложениях к нему.

Проектная документация №1938-40-094 разработана в августе 2015 г. Необходимость корректировки разделов проектной документации №1938-40-094.8.1 и №1938-40-094.8.2, кроме упомянутых замечаний ГАУ «Мосгосэкспертиза», основана на проведении дополнительных работ по научно-техническому сопровождению проекта восстановления в 2015-2016 гг., включая проведение работ на опытном участке №3. Перечень документов научно-технического сопровождения проекта, разработанных в период 2015-2016 гг, приведен в разделе «Обосновывающие материалы и исходные данные» (см. ниже).

В связи с требованиями ГАУ «Мосгосэкспертиза» по устранению вариантности технических решений ПОС, разделы №1938-40-094.8.А и №1938-40-094.9.А исключены из состава проекта.

Разработка проекта восстановления ЗаГАЭС-2 вызвана инцидентом, произошедшим 17.09.2013 года, при котором в течение короткого промежутка времени вследствие образования эрозионного канала под фундаментной плитой здания ГАЭС в районе гидроагрегата №10, произошло затопление верховой части котлована Загорской ГАЭС-2 до отметки 162,0 м, соответствующей уровню воды в нижнем бассейне ГАЭС в это время. Из внешних признаков произошедшего события, помимо затопления верховой части котлована ГАЭС-2, утром 18 сентября обнаружена деформация положения здания станции.

В настоящей работе приводится краткое описание и перечень основных технических и организационных решений по восстановлению Загорской ГАЭС-2 на ноябрь 2016 г. Состав организационно-технических мероприятий по восстановлению Загорской ГАЭС-2 является основанием для разработки

проектной документации в рамках корректировки ТЭО (Проект) «Строительство Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье» и проектной документации по выравниванию здания ГАЭС.

В связи с развитием непроектных осадок сооружений напорного фронта ЗаГАЭС-2 17.09.2013 г., здание ГАЭС и ряд сопрягающих сооружений требуют проведения работ по восстановлению и выравниванию. Перечень основных и вспомогательных технических и организационных решений в связи с этим обстоятельством также приводится в настоящей работе.

В связи с завершением дополнительных изыскательских работ, сведения приведенные в настоящей работе основываются на результатах полевых и камеральных работ, полученных к ноябрю 2016 г.

В настоящей работе не рассматриваются вопросы взаимного влияния существующей Загорской ГАЭС и строящейся Загорской ГАЭС-2.

Протоколом №1 Совещания по уточнению документации, необходимой для предъявления в страховые компании для подтверждения расходов на восстановление станционного узла Загорской ГАЭС-2 под руководством Заместителя Генерального директора по научно-проектной деятельности ОАО «РусГидро» Пехтина В.А. от 16.02.2015 определено, что «по результатам проекта восстановления будут уточнены объемы работ и стоимость восстановления станционного узла Загорской ГАЭС-2 до состояния на 17.09.2013».

В связи с требованиями Протокола №1 от 16.02.2015 новые технические решения, принятые в проектной документации «Корректировка ТЭО (Проект) Загорской ГАЭС-2» 2015 года, в настоящем проекте указываются для справки. Объемы работ и стоимость восстановления ЗаГАЭС-2 принимаются в соответствии с техническими решениями проекта 2007 года.

Восстановление Загорской ГАЭС-2, в соответствии с ТЗ, рассматривается в объеме пуска двух гидроагрегатов в порядке ГА №7, ГА №8 с указанием сроков завершения работ по всем четырём гидроагрегатам ЗаГАЭС-2.

В соответствии с рекомендациями совместного заседания Бюро НТС ОАО «РусГидро» и секции «Гидроэлектростанции и гидротехнические сооружения» НП «НТС ЕЭС» №1/2014 от 11.03.2014 г. и Протоколом №5/14 совместного заседания Научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС и Научного совета РАН по проблемам надёжности и безопасности больших систем энергетики» на тему: «Восстановление сооружений станционного узла Загорской ГАЭС-2» от 30.07.2014 г., для реализации принят вариант восстановления горизонтального

положения здания ГАЭС путем подачи гидравлического давления под фундамент здания ГАЭС с помощью компенсационного нагнетания.

В соответствии с «Программой восстановления и ввода в эксплуатацию Загорской ГАЭС-2» №1938-40-001, выпущенной ОАО «Институт Гидропроект» в октябре 2013 года и утвержденной Заказчиком письмом №2387-ВМ от 12.11.2013, восстановление Загорской ГАЭС-2 состоит из двух этапов: этап стабилизации и этап восстановления.

Под стабилизацией здания ГАЭС понимается такое состояние сооружений станционного узла, при котором вода из котлована здания станции может быть удалена полностью при дополнительных осадках сооружения в процессе удаления воды не более 70 мм. Этап стабилизации также соответствует этапу аварийно-восстановительных работ, принятому по терминологии МЧС.

Под восстановлением здания ГАЭС понимается такое высотное состояние здания ГАЭС, при котором обеспечивается работа гидрогенерирующего оборудования ГАЭС в эксплуатационном режиме.

В состав работ этапа восстановления входят работы по выравниванию здания ГАЭС с подъемом правобережной части здания на величины более 1 м, не имеющие аналогов как в отечественном, так и зарубежном гидротехническом строительстве.

При восстановлении ЗаГАЭС-2 необходимо обеспечить точность выравнивания здания ГАЭС в соответствии с требованиями работы обратимых гидроагрегатов и составляющую не менее 1 мм на 1 м длины вертикальной оси гидроагрегата.

Отсутствие специальных технологий подъема сооружений такого масштаба, особенности геологического строения основания сооружений, отсутствие мирового опыта подобной операции, обуславливают необходимость выработать технические решения по реконструкции всех технологических помещений и конструктивных элементов станции до состояния, соответствующего требованиям эксплуатации оборудования. Требуют восстановления и ремонта и отдельные фрагменты строительной части здания, технологические сети и системы, подвергнутые повреждению в результате произошедшего события.

Технологические и конструктивные особенности восстановления существующего здания станции и других сооружений станционного узла, обусловили необходимость рассмотреть ряд различных решений, обеспечивающих надежность эксплуатации объекта.

Приведенные в настоящей работе технологические приемы по выравниванию здания ГАЭС приняты в двух вариантах в связи с отсутствием аналогов выполнения такого рода работ и возможной их корректировке по результатам стабилизации здания ГАЭС и проведения опытных работ.

Сведения о вариантах выравнивания здания приведены в приложениях к настоящему проекту.

ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Обосновывающие материалы

Настоящая работа выполнена на основании следующих обосновывающих материалах:

1. **Основные проектные материалы ОАО «Институт Гидропроект»:**

- Проектная документация «Корректировка ТЭО (проект) строительства Загорской ГАЭС на реке Кунье» (ОАО «Институт Гидропроект») 2007 г., корректировка 2013 г.;
- «Восстановление Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье. Программа восстановления и ввода в эксплуатацию Загорской ГАЭС-2» №1938-40-001 (ОАО «Институт Гидропроект»), 2013 г.;
- «Восстановление Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье. Анализ вариантов восстановления здания ГАЭС-2», №1938-40-014 ПЗ; черт. 1938-40-014 ГМ (ОАО «Институт Гидропроект»), 2014 г.;
- «Восстановление Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье. Восстановительные работы». №1938-40-027.1ПЗ, №1938-40-027.1Ч (ОАО «Институт Гидропроект»), 2014 г.;
- «Станционный узел. Устройство засыпок и дренажей. Сводные чертежи», черт.1938-14-1 л.2,3,4,5 (ОАО «Институт Гидропроект»), 2014 г.;
- «Напорные водоводы. Примыкание к зданию ГАЭС», черт.1833-13-30-КР 4.2.1 (ОАО «Институт Гидропроект»), 2013 г.
- Отчёт о результатах стабилизации сооружений станционного узла Загорской ГАЭС-2 №1938-40-064
- Здание Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье. Проект усиления строительных конструкций. Альбом 1. Перекрытия на отм. 149,84 м, 166,40 м, №03/14-П (ИПЦ «ИнтерАква»), 2014 г.

- Расчетное моделирование стабилизации здания Загорской ГАЭС-2 с прогнозом осадок здания при первом этапе осушения котлована №1938-40-002 (ОАО «Институт Гидропроект»).
- Расчетное моделирование стабилизации здания Загорской ГАЭС-2 с прогнозом осадок при 2 этапе осушения котлована №1938-40-015 (ОАО «Институт Гидропроект»).
- Расчетное моделирование стабилизации здания Загорской ГАЭС-2 с прогнозом осадок при 3 этапе осушения котлована №1938-40-016 (ОАО «Институт Гидропроект»).
- Расчетное моделирование выравнивания здания Загорской ГАЭС-2 методом компенсационного нагнетания с прогнозом остаточных изменений напряженно-деформированного состояния здания. №1938-40-042 (ОАО «Институт Гидропроект»).
- Оценка прочностных и деформационных свойств основания здания Загорской ГАЭС-2 до и после проведения мероприятий по укреплению. №1938-40-069 (ОАО «Институт Гидропроект»)

2. Материалы, разработанные в рамках дополнительных изысканий

Перечень материалов приведен в раздел «Исходные данные» (см. ниже)

3. Материалы научно-технического сопровождения проекта

Перечень материалов приведен в раздел «Исходные данные» (см. ниже)

4. Проектные и экспертные материалы привлеченных организаций:

- Технико-экономическое обоснование восстановления Загорской ГАЭС-2. Окончательный отчет по концептуальному исследованию. Пояснительная записка и чертежи. («Ламайер Интернэшнл» (Германия), «БАУЭР» (Германия), октябрь 2014;
- Презентационные материалы «Предложения по выравниванию здания станции Загорской ГАЭС-2» («Геодата инжиниринг» (Италия)), 03.12.2014;
- Протоколы совещаний по согласованию технических и организационных решений по восстановлению и завершению строительства Загорской ГАЭС-2.

– Отчеты независимой технической экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий

5. Заключения органов государственного контроля

– Выкопировка из Положительного заключения №1008-07/ГГЭ-2183/07 по технико-экономическому обоснованию (проекту) «Загорская ГАЭС-2 на реке Кунье», 2007г.

– Выкопировка из Отрицательного заключения № в реестре 818-13/ГГЭ-2183/07 «Корректировка ТЭО (Проект) строительства Загорской ГАЭС-2 на реке Кунье», 2013г. с оценкой полноты инженерно-геологических изысканий.

– «Декларация безопасности гидротехнических сооружений Загорской ГАЭС-2. Этап строительство», 2012г., согласованная с Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор).

– «Критерии безопасности гидротехнических сооружений Загорской ГАЭС-2. Этап строительство», 2012г., согласованные с Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор).

– Специальные технические условия (СТУ) на «Восстановление Загорской ГАЭС-2 на р. Кунья. Стабилизация здания ГАЭС и выравнивание методом компенсационного нагнетания».

6. Решения отраслевых коллегиальных органов

– Протокол №9 совещания по ликвидации последствий осадки станционного узла Загорской ГАЭС-2 под руководством Председателя Правления ОАО «РусГидро» Дода Е.В. от 30.09.13.

– Протокол №3 заседания научно-технического совета ОАО «Институт Гидропроект» по рассмотрению основных решений проекта восстановления станционного узла Загорской ГАЭС-2 от 22.01.2014

– Протокол №1/2014 совместного заседания Бюро НТС ОАО «РусГидро» и секции «Гидроэлектростанции и гидротехнические сооружения НП «НТС ЕЭС» по рассмотрению вариантных проектных проработок ОАО «Институт Гидропроект» по восстановлению высотного положения станционного узла Загорской ГАЭС-2 от 11.03.2014

- Протокол №9прс совещания по ликвидации последствий осадки станционного узла Загорской ГАЭС-2 под руководством Председателя Правления ОАО «РусГидро» Дода Е.В. от 30.09.13.
- Протокол №3 заседания научно-технического совета ОАО «Институт Гидропроект» по рассмотрению основных решений проекта восстановления станционного узла Загорской ГАЭС-2 от 22.01.2014
- Протокол №5/14 совместного заседания Научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС и Научного совета РАН по проблемам надёжности и безопасности больших систем энергетики» на тему: «Восстановление сооружений станционного узла Загорской ГАЭС-2» от 30.07.2014 г.
- Протокол №ЧА-221пр совещания о ходе восстановления сооружений станционного узла Загорской ГАЭС-2 под председательством Заместителя министра Минэнерго Российской Федерации А.В. Черезова от 30.09.14.
- Протокол заседания расширенного НТС ОАО «Институт Гидропроект» по теме «Конструктивные решения сооружений Загорской ГАЭС-2» от 28.11.2014.
- Протокол №12/2014 совещания по вопросам проведения изысканий и проектирования Загорской ГАЭС-2 от 15-17.12.2014 с участием представителей ОАО «Институт Гидропроект», ООО «ЭФ-ТЭК», «Ламайер интернэшнл ГмбХ», ООО «БАУЭР Технология», ГК «Главстройинвест», «Геодата инжиниринг».
- Протокол №1 Совещания по уточнению документации, необходимой для предъявления в страховые компании для подтверждения расходов на восстановление станционного узла Загорской ГАЭС-2 под руководством Заместителя Генерального директора по научно-проектной деятельности ОАО «РусГидро» Пехтина В.А. от 16.02.15.

Разработка документации по восстановлению Загорской ГАЭС-2 выполняется на основании Технического задания на выполнение работ по теме: «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 работ», Приложение № 1 к Дополнительному соглашению №18 к Договору на выполнение работ № П-13/33 от 17.10.13г. Техническое задание приведено в Приложении А к документу №1938-40-094.1.

Исходные данные для проектирования

Исходными данными о состоянии сооружений и их оснований для проектирования работ по восстановлению являются:

- материалы научно-технического сопровождения проекта;
- результаты дополнительных инженерно-геологических изысканий, включая полевые и камеральные работы, результаты дополнительных лабораторных исследований грунтов для реализации расчетной модели методом «упрочняющегося грунта» (hardening soil), результаты геофизических съемок сейсмоакустическими методами грунтов в основании здания ГАЭС, геодезической съемки;
- результаты Технического обследования сооружений гидроузла, пострадавших в результате инцидента 17.09.13, результаты расчетного обоснования;
- результаты ежедневных и периодических наблюдений за состоянием сооружений станционного узла;
- сведения о порядке использования (демонтажа, утилизации, транспортировке и хранении, повторного монтажа и комплексе пусконаладочных работ) ранее смонтированного оборудования;
- сведения о порядке разделения состава оборудования и/или систем на отдельные части (таблицы) с учетом проведения работ по восстановлению (на месте и/или в заводских условиях), утилизации, закупки нового оборудования;

В рамках работ этапа стабилизации и этапа восстановления выполняются работы по научно-техническому сопровождению проектно-изыскательских и строительно-монтажных работ, включающие лабораторные исследования и натурные исследования на опытных участках. Материалы научно-технического сопровождения проекта разработаны в следующем объеме:

1. Предварительная оценка наиболее эффективной геометрии (трассы) системы нагнетания (сравнение горизонтального нагнетания под зданием с наклонным - вдоль фундамента здания), включая организацию строительства и безопасность, тип оборудования для бурения и нагнетания, а также последовательность выполнения нагнетания (№1938-40-280)
2. Предварительная оценка необходимости ограничения зоны нагнетания под фундаментом здания ГАЭС-2 для контроля эффективности

нагнетания и рисков, связанных с подъемом других зданий, расположенных поблизости (№1938-40-281)

3. Предварительная оценка необходимости принятия контрмер против горизонтальных перемещений (№1938-40-282)
4. Проектирование систем: нагнетания, технологии, смесей, ограничения зоны, деформаций грунта и перемещений структуры (вертикальных и горизонтальных), системы предварительного мониторинга для опытного участка №3 (№1938-40-283)
5. Проектирование систем: нагнетания, технологии, смесей, ограничения зоны, деформаций грунта и перемещений структуры (вертикальных и горизонтальных), системы предварительного мониторинга для опытного участка №3а (№1938-40-307)
6. Моделирование опытного участка методом конечных элементов (№1938-40-308)
7. Анализ результатов, полученных на опытном участке и посредством обратного анализа (разрабатывается после завершения опытных работ на ОУ №№ и ОУ №3а)
8. Предложение вариантов состава нагнетаемой смеси в зависимости от применяемой техники подъема и от характеристик грунта на основе результатов дополнительных изысканий (№1938-40-309)
9. Спецификации лабораторных тестов, с последующей проверкой результатов, полученных при испытаниях. Определение проектного состава смеси (№1938-40-310)
10. Разработка расчетного обоснования методом конечных элементов для определения: методики нагнетания, методов контроля за подъемом, элементов горизонтального блокирования, влияния ограничения зоны нагнетания, необходимости предварительного закрепления грунта под фундаментом здания ГАЭС-2 между отметками 106 и 115 и ниже отметки самой нижней линии нагнетания. Предварительное моделирование до завершения опытного участка (№1938-40-334)
11. Калибровка расчетного обоснования по методу конечных элементов на основе результатов, полученных на опытных участках, и разработка сетки нагнетания (комбинация времен нагнетания, теоретические объемы, теоретические давления и т.п.) (разрабатывается после завершения опытных работ на ОУ №№ и ОУ №3а)

12. Ретроспективный анализ на основе результатов, и определение необходимых контрмер против горизонтальных перемещений и системы ограничения зоны нагнетания под конструкцией здания. Определение максимальных пределов нагружения, вращения, изгиба, вызванных нагнетанием в зону конструкции здания ГАЭС-2, с тем, чтобы не вызвать дальнейших его повреждений (разрабатывается после завершения опытных работ на ОУ №№ и ОУ №3а)
13. Оценка контрмер при окончательной стабилизации (противофильтрационная защита, система активного и пассивного дренажа) в рамках глобального гидрогеологического режима на основе крупномасштабной гидрогеологической модели 3D и с учетом процессов нагнетания (изменение проницаемости под фундаментом, влияние системы ограничения, влияние контрмер против горизонтальных смещений и т.д.) (№1938-40-287)
14. Определение дополнительных параметров, необходимых для численного моделирования методом конечных элементов с использованием модели "Hardening Soil" (№1938-40-317)
15. Анализ потоков 2D для проверки воздействия неоднородности грунта (в частности, днепровско-московского горизонта) на операции по восстановлению и эксплуатации (№1938-40-289)
16. Риск анализ геологического/гидрогеологического характера (№1938-40-335)
17. Комплексная проверка эффективности пропиточного и инъекционного составов для технологии компенсационного нагнетания. (№1938-40-284)
18. Разработка предложений по оптимизации подходов к технологии компенсационного нагнетания и выбору составов используемых смесей (разрабатывается после завершения опытных работ на ОУ №№ и ОУ №3а)
19. Разработка рекомендаций по ремонту дефектов в бетоне возникших при изменении высотного положения станционного узла Загорской ГАЭС-2 (№1938-40-286)
20. Расчеты по определению НДС конструктивных элементов здания Загорской ГАЭС-2 в период усиления композиционными материалами из углеродных волокон (№1938-40-202)

21. Разработка и экспериментальное обоснование технических решений по усилению железобетонных конструкций здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 посредством применения системы внешнего армирования (СВА). Изготовление и испытание серий конструкций на действие комплекса статических и температурных воздействий (№1938-40-203)
22. Технологический регламент на усиление железобетонных конструкций композитными материалами (№1938-40-204)
23. Методика расчета железобетонных конструкций, усиленных композитными материалами (№1938-40-205)
24. Альбом типовых технических решений по усилению железобетонных конструкций композитными материалами (№1938-40-206)
25. Рекомендации по контролю качества выполнения работ по усилению железобетонных конструкций композитными материалами (№1938-40-207)
26. Выполнение работ по научно-техническому сопровождению опытного участка №3 при выполнении опытных работ (планируется завершение в 1 кв. 2017 г.)
27. Выполнение работ по научно-техническому сопровождению опытного участка №3а при выполнении опытных работ (планируется завершение в 3 кв. 2017 г.)
28. Разработка составов инъекционных материалов для технологии компенсационного нагнетания (разрабатывается после завершения опытных работ на ОУ №№ и ОУ №3а)
29. Проведение испытания грунтов в соответствии с требованиями модели "Hardening Soil" (№1938-40-336)

Результаты инженерно-геологических изысканий, включая ранее выполненные и дополнительные изыскания, приведены в Отчете №1938-40-094.ИГИ.

По результатам дополнительных лабораторных исследований грунтов основания здания ГАЭС выпущены отчеты:

1. Лабораторные испытания по определению входных параметров для описания модели «Hardening Soil»;

2. Проведение контрольных лабораторных определений и уточнение входных параметров модели «Hardening Soil»;

3. Специальные лабораторные исследования грунтов основания площадки Загорской ГАЭС-2;

4. Стандартные испытания для определения деформационных и прочностных характеристик грунтов основания площадки Загорской ГАЭС-2;

5. Обобщение и анализ результатов полевых и лабораторных исследований, определение расчётных значений основных геотехнических параметров грунтов основания площадки ЗаГАЭС-2.

Результаты Технического обследования сооружений гидроузла, пострадавших в результате инцидента 17.09.13., разработаны в объеме:

– Материалы визуального обследования здания и монтажной площадки (МП).

– Материалы инструментального обследования:

- определение прочности бетона неразрушающими способами;
- определение прочности бетона с испытанием кернов;
- определение арматуры методом ее разгрузки в контрольных точках.

– Материалы обмерных работ.

– Расчеты напряженно-деформированного состояния (НДС) здания ГАЭС для четырех состояний:

- до аварии;
- на момент стабилизации;
- поднятого и выровненного здания с учетом свойств грунта в эрозионном канале;
- НДС с учетом эксплуатационных нагрузок,
- Расчет по определению арматуры в контрольных точках

– Выводы и рекомендации по видам работ.

Результаты ежедневных и периодических наблюдений за состоянием сооружений станционного узла приведены в отчетах, указанных в таблице 1.

Таблица 1.

Номер комплекта	Наименование работ
1938-40-006	Отчет о результатах ежедневного исследований состояния сооружений станционного узла ЗаГАЭС-2
1938-40-007	Отчет о проведении приборного обследования обводненной части станционного узла ЗаГАЭС-2.
1938-40-009	"Комплексное геофизическое обследование склона вдоль трассы водоводов Загорской ГАЭС-2" Информационный отчет 1 и 2 этап
1938-40-010	"Комплексное геофизическое обследование стационарного узла Загорской ГАЭС-2 Информационная записка
1938-40-008	Отчет о результатах ежедневных исследований состояния сооружений СУ ЗаГАЭС-2. 01.11.13-30.11.13
1938-40-012	Технический отчет "Комплексное обследование склона вдоль трассы водоводов Загорской ГАЭС-2". 3й этап.
1938-40-013	Отчет о результатах ежедневных исследований состояния сооружений СУ ЗаГАЭС-2 с 01.12.13 по 31.12.13.
1938-40-018	Отчет о результатах ежедневных исследований состояния сооружений станционного узла ЗаГАЭС-2.
1938-40-020	Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. Отчет о результатах ежедневных исследований состояния сооружений станционного узла Загорской ГАЭС-2. за февраль месяц.
1938-40-022	Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. Отчёт о результатах ежедневных исследований состояния сооружений станционного узла Загорской ГАЭС-2 за март месяц.
1938-40-024	Режимные геофизические обследования склона вдоль трассы водоводов Загорской ГАЭС-2 в 2014 г. Информационный отчет. 1 этап. Распоряжение №АВ-0013.
1938-40-028	Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. Отчёт о результатах ежедневных исследований состояния сооружений станционного узла Загорской ГАЭС-2 за апрель месяц.
1938-40-031	Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2. Отчёт о результатах ежедневных исследований состояния сооружений станционного узла Загорской ГАЭС-2 за май месяц.
1938-40-032	Восстановление Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье. Аварийно-спасательные работы. «Режимные геофизические обследования склона вдоль трассы водоводов Загорской ГАЭС-2 в 2014 г». Информационный отчет II этап.
1938-40-034	Оценка свойств и состояния основания напорных водоводов и их изменение в связи с техногенным влиянием. Геодезические исследования и закладка реперов на Загорской ГАЭС-2. Технический отчет. 1 этап.
1938-40-044	Комплексное геофизическое обследование склона вдоль трассы водоводов

Номер комплекта	Наименование работ
	Загорской ГАЭС-2
1938-40-043	Режимные геофизические обследования склона вдоль трассы водоводов Загорской ГАЭС-2
1938-40-050	Результаты обследований железобетонных конструкций здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 (Том 1 и 2)
1938-40-051	Результаты обследования конструктивов КС-19, пролетных и опорных строений верхнего и нижнего мостовых переходов напорных водоводов №7-10
1938-40-052	Результаты инструментальных обследований трещинообразований в железобетонных конструкциях здания станционного узла, расположенных вдоль оси 7. (Том 1, 2 и 3)
1938-40-060	Отчёт о результатах ежедневных исследований состояния сооружений станционного узла Загорской ГАЭС-2. 1 июня – 1сентября 2014 г.
1938-40-062	Обследование бетонных колонн в машинном зале и подколонников в турбинном зале здания Загорской ГАЭС- 2 комплексом методов неразрушающего контроля на предмет определения прочности бетона
1938-40-065	Режимные геофизические обследования склона вдоль трассы водоводов Загорской ГАЭС-2 в 2014 г
1938-40-064	Восстановление Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье. Аварийно-спасательные работы. Отчет о результатах стабилизации сооружений станционного узла Загорской ГАЭС-2
1938-40-069	Оценка прочностных и деформационных свойств основания здания Загорской ГАЭС-2 до и после проведения мероприятий по укреплению. Распоряжение АВ-0023 от 01.07.2014 г.
1938-40-075	Режимные геофизические обследования склона вдоль трассы водоводов Загорской ГАЭС-2 в 2014 г
Акт преддекларационного обследования	АКТ преддекларационного обследования гидротехнических сооружений Загорской гидроаккумулирующей электростанции-2 на реке Кунье
1938-40-088	Оценка свойств и состояния основания напорных водоводов и их изменение в связи с техногенным влиянием. Геодезические исследования и закладка реперов на Загорской ГАЭС-2. 2 этап
1938-40-089	Технический отчет. Оценка прочностных и деформационных свойств основания здания Загорской ГАЭС-2 до и после проведения мероприятий по укреплению
1938-40-176	Информационный отчет «Ведение электронной базы данных натурных наблюдений информационно-диагностической системы «БИНГ» за период с 17.10.13 по 31.12.13
1938-40-177	Информационный отчет «Ведение электронной базы данных натурных наблюдений информационно-диагностической системы «БИНГ» за период с 01.01.14 по 31.03.14
1938-40-178	Информационный отчет «Ведение электронной базы данных натурных наблюдений информационно-диагностической системы «БИНГ».

Номер комплекта	Наименование работ
	Информационный отчет Ведение электронной базы данных натурных наблюдений информационно-диагностической системы «БИНГ» за период с 01.04.14 по 30.06.14
1938-40-179	Информационный отчет «Ведение электронной базы данных натурных наблюдений информационно-диагностической системы «БИНГ» за период с 01.07.14 по 30.09.14
1938-40-180	Информационный отчет «Ведение электронной базы данных натурных наблюдений информационно-диагностической системы «БИНГ» за период с 01.10.14 по 31.12.14
1938-40-173	Оперативная оценка состояния гидротехнических сооружений станционного узла Загорской ГАЭС-2. Отчет о состоянии сооружений станционного узла Загорской ГАЭС-2 за период с 1 октября по 31 декабря 2014 г.
1938-40-174	Оперативная оценка состояния гидротехнических сооружений станционного узла Загорской ГАЭС-2.Сводный отчет о выполненных работах
1938-40-103...1938-40-171 и 1938-40-181	Октябрь 2013- Декабрь 2014г. Результаты наблюдений за состоянием сооружений станционного узла, напорных водоводов, склона напорных водоводов и отсечной перемычки реверсивного канала Загорской ГАЭС-2 за период с 23.10.2013 г. по 31.12. 2014 г.
1938-40-188	Распоряжение № АВ-0018 "Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 - аварийно-спасательные работы. проведение инструментального обследования несущих конструкций здания ГАЭС и монтажной площадки. определение прочности бетона несущих конструкций. Отбор, доставка и подготовка образцов для испытаний "
1938-40-192	Построение вертикальных разрезов на участке эрозионного канала под фундаментной плитой здания Загорской ГАЭС-2 с указанием прочностных свойств заполняющего материала
1938-40-193	Определение упругих, деформационных и прочностных характеристик грунтов основания фундаментной плиты здания Загорской ГАЭС-2. Информационная записка
1938-40-194	Обследование несущих конструкций здания ГАЭС и монтажной площадки Загорской ГАЭС-2
1938-40-199	Комплекс геофизических скважинных исследований на участке станционного узла Загорской ГАЭС-2. Информационная записка.
1938-40-198	Критерии безопасности гидротехнических сооружений Загорской ГАЭС-2 (стадия строительство) на период выполнения работ по стабилизации и восстановлению здания ГАЭС

Сведения о порядке использования (демонтажа, утилизации, транспортировке и хранении, повторного монтажа и комплексе пусконаладочных работ) ранее смонтированного оборудования в соответствии

с Техническим заданием предоставляются Заказчиком в виде результатов технических обследований и программ восстановления основного и вспомогательного технологического оборудования ЗаГАЭС-2, выполненных изготовителями соответствующего оборудования.

Сведения о порядке разделения состава оборудования и/или систем на отдельные части (таблицы) с учетом проведения работ по восстановлению (на месте и/или в заводских условиях), утилизации, закупки нового оборудования в соответствии с Техническим заданием предоставляются Заказчиком в виде результатов технических обследований и программ восстановления основного и вспомогательного технологического оборудования ЗаГАЭС-2, выполненных изготовителями соответствующего оборудования.

1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

1.1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА

Основные сооружения Загорской ГАЭС-2 располагаются в северо-восточной части Московской области, в 20 км от г. Сергиева Посада и в 5 км от г. Краснозаводска в пойме р. Куньи и на ее левобережном плато. Площадка под Загорскую ГАЭС-2 расположена в непосредственной близости от действующей Загорской ГАЭС.

Территория гидроузла примыкает к территории Загорской ГАЭС и частично входит в ранее отведенные земли под строительство Загорской ГАЭС.

Площадка имеет развитую транспортную инфраструктуру, обеспечивающую связь с магистральными автодорогами.

1.2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА

1.2.1. Температура воздуха

Средняя годовая температура воздуха на рассматриваемой территории положительная и составляет 2,7^{0}С.

Самый холодный месяц - январь со средними температурами около -11,3^{0}С. Абсолютный минимум приходился на январь и опускался до -48°С в 1978 году.

Самый тёплый месяц - июль со средними температурами 17°С. Абсолютный максимум температуры воздуха поднимался до 36^{0}С в 1972 году.

Первые заморозки в среднем наблюдаются 15 сентября, последние - 22 мая. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 115 дней.

Средние и экстремальные значения температуры воздуха, ^{0}C, приведены в Таблица 1.2.1-1.

Таблица 1.2.1-1 – Значения температуры воздуха

Метео-станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средняя месячная и годовая температура ^{0}C													
Загорск	-	-	-	2,	10,	14,	17,	15,	9,	3,	-	-	2,7
Абсолютный минимум, ^{0}C													
Загорск	-	-	-	-	-9	-6	1	-2	-7	-	-	-	-48
Абсолютный максимум, ^{0}C													
Загорск	4	6	12	26	31	34	36	36	31	23	1	7	36

1.2.2. Ветер

На метеостанциях Загорск и Дмитров в течение года преобладают ветры южного направления, на метеостанции Александров - южного - юго-западного направления. Годовая повторяемость направлений ветра и штилей, %, показана в Таблица 1.2.2-2.

Таблица 1.2.2-2 – Годовая повторяемость направлений ветра

Метеостанция	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Загорск	11	8	7	11	18	16	15	14	9

Средняя годовая скорость ветра составляет 3,40 - 4,10 м/с. В Таблица 1.2.2-3 приведены средние месячные и годовые скорости ветра, м/с.

Таблица 1.2.2-3 - Средние месячные и годовые скорости ветра

Метеостанция	Нфл, м	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Загорск	5	3,6	3,6	3,6	3,3	3,6	3,2	2,9	2,7	3,2	3,8	3,8	3,7	3,4

Среднее число дней в году с сильным ветром (>15 м/с) составляет 13 дней.

1.2.3. Влажность воздуха

Среднее годовое парциальное давление водяного пара составляет 7,4 ГПа.

В соответствии с годовым ходом температур, максимальное влагосодержание воздуха наблюдается в июле и составляет 14,6 ГПа.

Минимальное влагосодержание воздуха наблюдается в зимние месяцы и равно 2,6 ГПа. Относительная влажность воздуха в течение всего года составляет 66-87%. Средняя годовая относительная влажность воздуха

составляет 78-79%. В Таблице 1.2.3-4 приведены средние месячные и годовые значения относительной влажности воздуха в %.

Таблица 1.2.3-4 - Средние месячные и годовые значения относительной влажности воздуха

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Загорск	85	83	78	72	68	7	74	81	83	84	86	87	79

1.2.4. Осадки и снежный покров

В течение года осадки распределяются неравномерно. В холодный период года, с ноября по март, на метеостанциях выпадает 30% осадков и 70% приходится на тёплый период (апрель-октябрь) с максимумом в июле. Наименьшее количество осадков наблюдается в феврале.

Средние многолетние месячные и годовые суммы осадков в мм, приведённые к показаниям осадкомера, даны в Таблица 1.2.4-5.

Таблица 1.2.4-5 - Средние месячные и годовые суммы осадков

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Загорск	34	32	37	37	51	70	88	75	62	57	44	42	629

Жидких осадков выпадает 417 мм, твердых 140 мм и смешанных 73 мм за год на метеостанции Дмитров.

Устойчивый снежный покров образуется, по данным метеостанции Загорск, в среднем 26 ноября. Среднее число дней в году со снежным покровом составляет 147 по данным метеостанции Загорск. Средняя, из наибольших за зиму, высота снежного покрова по снегосъёмкам на последний день декады на открытом участке составила 32 см.

1.2.5. Стратиграфические условия грунтов под зданием ГАЭС-2

Происшествие, имевшее место в сентябре 2013 года, привело к образованию эрозионного канала (представленного на рис. 1.2.6-1) под зданием станции, в ее южной части, т.е. в зоне агрегата №10 и подпорной стенки ПС-3.

В качестве контрмеры в отношении деформаций, возникших в связи с этим происшествием, а также для стабилизации здания были выполнены нагнетания в основание здания ГАЭС.

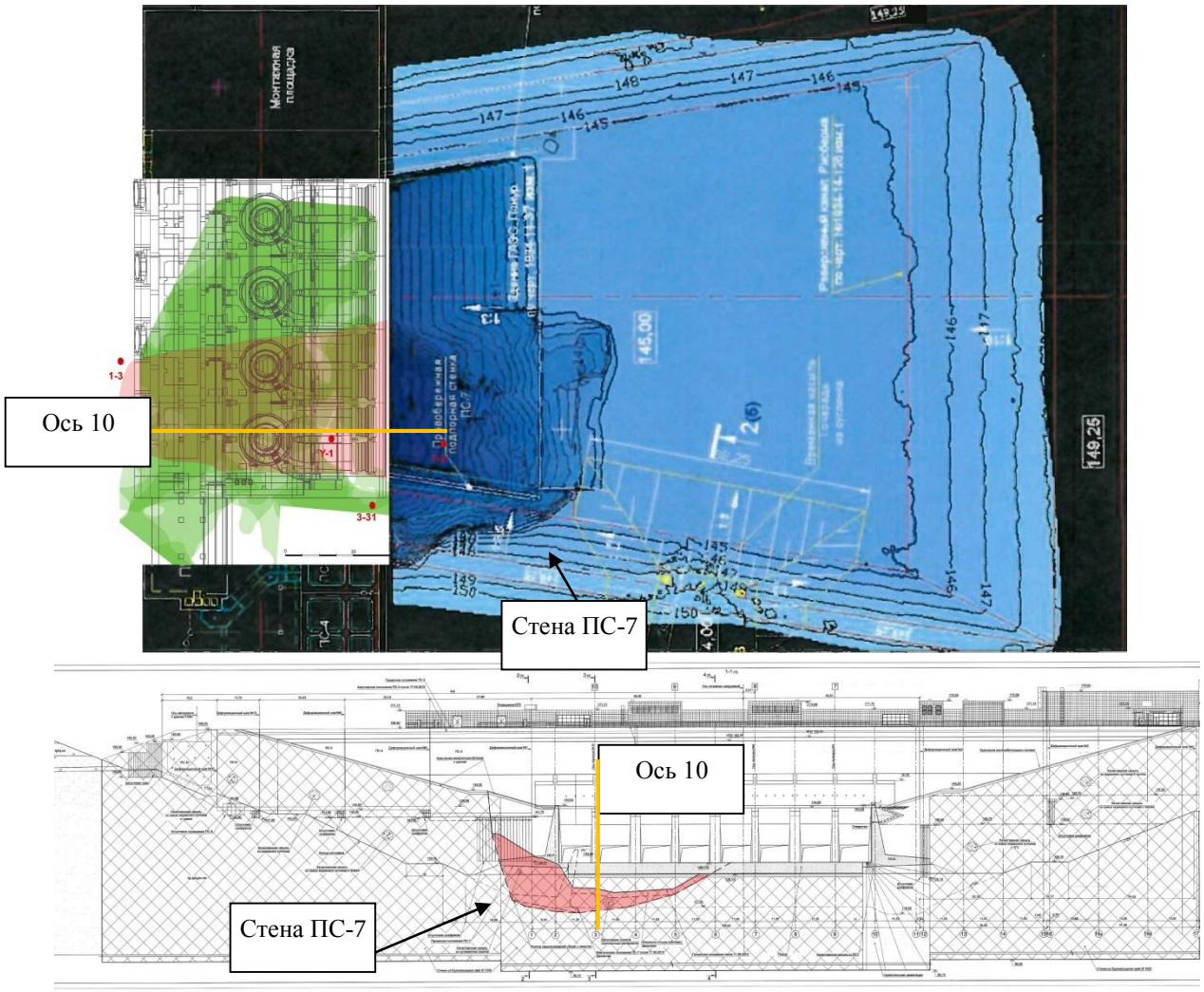


Рис. 1.2.5-1 Эрозионный канал

По этой причине, в дополнение к проектным изысканиям, выполненным до 2013 года в естественном грунте (которые приводятся и используются в Технико-экономическом обосновании от 2007 г. и в корректировочных материалах от 2013 г.), была предусмотрена дополнительная серия изысканий, проведенная в 2014-2015 гг. и завершенная к настоящему времени.

Дополнительные изыскания были выполнены в следующих целях:

- подробное изучение нынешнего состояния грунта под зданием и вблизи здания станции для наилучшего планирования операций по его восстановлению и подъему;
- определение положения, а также физических и механических свойств эрозионного канала, поврежденного грунта и нагнетаний, выполненных в 2014 году;
- уточнение реальной стратиграфии и положения меловых отложений, а также оползневого блока Парамоновской свиты для корректного определения характеристик гидравлического и гидрогеологического режима данной зоны;
- изучение ранее не изученных зон;

- определение механических и деформационных характеристик грунта в его нынешнем естественном состоянии посредством полевых изысканий и лабораторных испытаний, необходимых для численного моделирования и для выбора параметров предстоящих операций.

Ранее проведенные изыскания включают в себя исследования в рамках проектирования и строительства первой очереди станции (Загорской ГАЭС), выполненные с 1967 по 1986 гг., а также исследования, относящиеся ко второй очереди проектирования и строительства - Загорской ГАЭС-2 (до 2013 года).

Программа дополнительных изысканий №1938-03-06.02 разработана ОАО «Институт Гидропроект» и дополнена по предложению Заказчика при участии компаний Bauer, «Главстройинвест» и Geodata.

Дополнительная серия изысканий за пределами здания станции включает в себя:

- 49 скважин
- 14 CPT (статических пенетрометрических испытаний)
- 7 CPTU (статических пенетрометрических испытаний с измерением порового давления)
- 4 CPTUS (сейсмические статические пенетрометрические испытания)
- Скважинные SPT (динамические пенетрометрические испытания)
- Скважинные испытания проницаемости (slug test или испытание методом Лефранка)
- 2 длительные опытные откачки
- Физико-химический анализ воды
- Отбор образцов (нарушенного и ненарушенного сложения) на определенных глубинах
- Сейсмическое межскважинное просвечивание СН
- Скважины и испытания (CPT и СН) изнутри здания станции (для изучения грунта основания)
- Физические лабораторные испытания
- Механические и деформационные лабораторные испытания (трехосные, на сдвиг, одометрические).

Внутри здания станции, с учетом имеющегося пространства, были выбраны точки для 4 скважин и 8 испытаний CPT/CPTU, а также для межскважинного просвечивания с целью изучения нынешнего состояния грунта, затронутого происшествием.

Далее приводится сводный план с указанием всех изысканий, выполненных на 30 марта 2015 года и входящих в программу ОАО «Институт Гидропроект», а также дополнительных изысканий, предложенных

компаниями Geodata (изнутри и снаружи здания станции), Bauer и ОАО «Институт Гидропроект».

Окончательная программа инженерно-геологических изысканий предусматривает выполнение 47 скважин, как показано на рис. 1.2.5-2. (по состоянию на 15/05/2015 г.)

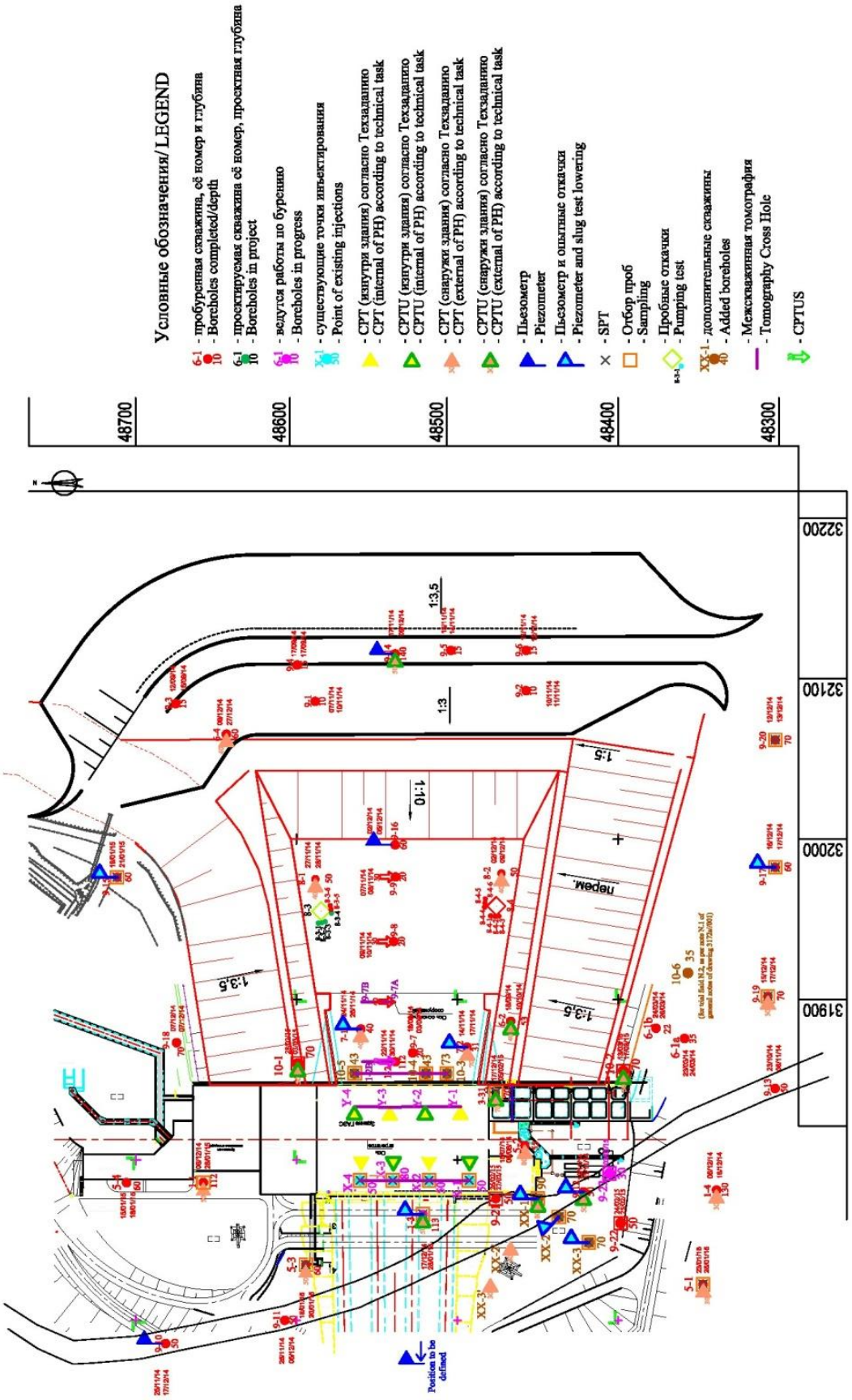


Рис. 1.2.5-2. Скважины по программе инженерно-геологических изысканий

Имеющаяся геологическая/литостратиграфическая модель выполнена по результатам предыдущих изысканий (проведенных до происшествия) в сочетании с результатами серии дополнительных инженерно-геологических изысканий.

Были выполнены геологические разрезы и геотехническая модель 3D. В модель были включены наиболее важные геологические разрезы, разрезы по всем имеющимся скважинам и геофизические разрезы.

Модель представлена на рис. 1.2.5-3

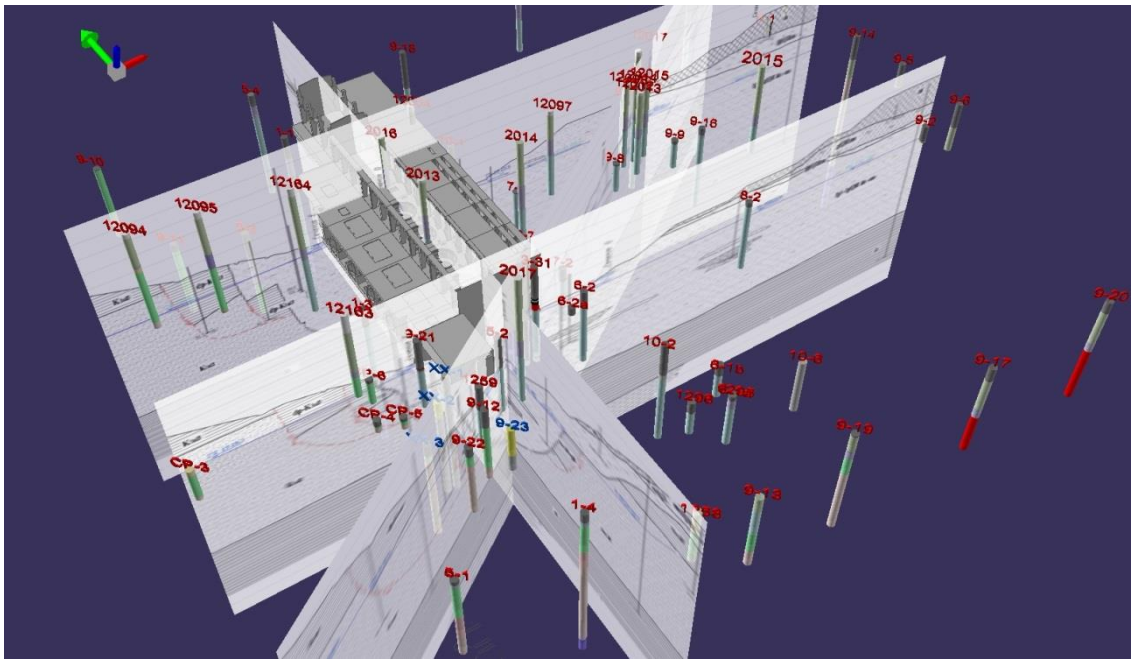


Рис. 1.2.5-3 Геологические разрезы: 3D-модель ГАЭС-2 и пространственное расположение скважин, стратиграфия которых представлена различными цветами в зависимости от тех ИГЭ, к которым они относятся

Геологическая характеристика района расположения гидроузла

Загорская ГАЭС-2 проектируется на левом берегу долины р. Куньи и ее напорные водоводы располагаются в девятистах метрах к югу от действующей станции. Нижний бассейн является общим для обеих станций.

Верхний аккумулирующий бассейн, откуда берут начало напорные водоводы, имеет переменную отметку, приблизительно от 257 до 266 м н.у.м., тогда как нынешняя отметка дна долины (после экскавации ЗаГАЭС-2) расположена между отметками 120 и 130 м н.у.м.

Зона станции характеризуется наличием палеодолины, сложенной мощными осадочными породами, состоящими из глинистых и рыхлых песчаных отложений (fgl,lgl QII dn-ms, четвертичные отложения). На обоих

берегах реки Кунья также имеют место оползневые явления в парамоновской свите (K1al3, меловые отложения).

Склон над зданием ЗаГАЭС-2 сложен субгоризонтальными слоями илисто-песчаных и глинистых грунтов мелового периода, над которыми расположены грунты ледникового происхождения с грансоставом от очень мелкого до крупного.

Зона ЗаГАЭС-2 целиком сложена грунтами, заполняющими флювиогляциальную и озерно-ледниковую палеодолину (fgl,lglQIIdn-ms). Скальные породы и твердые грунты (известняки карбона Cs и юрские глины J3) погребены под меловыми отложениями и под отложениями, заполняющими флювиогляциальную и озерно-ледниковую палеодолину, начиная с отметки 60 м н.у.м. и ниже, и не затронуты фундаментом ЗаГАЭС-2.

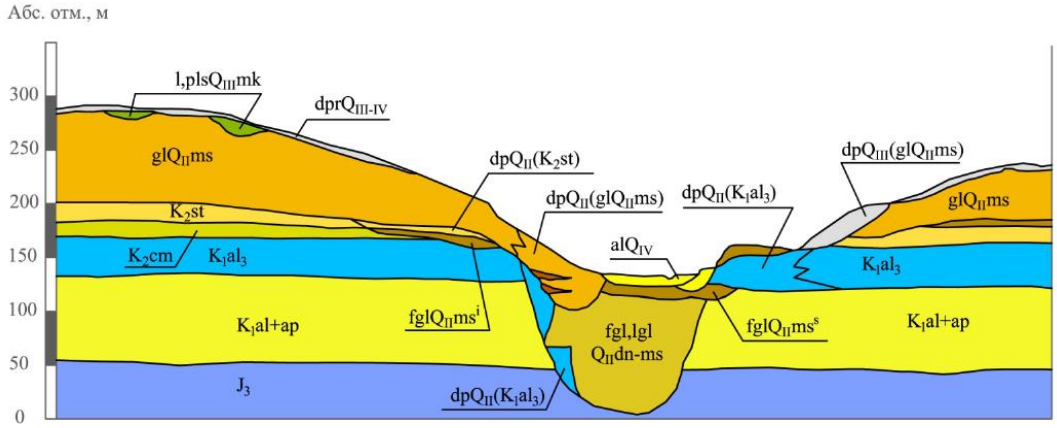


Рис. 1.2.5-2 Геологический разрез «В-3» долины реки Кунья в зоне ГАЭС-2

Стратиграфия и литология

Наиболее важные формации, затронутые проектом выравнивания ГАЭС-2, представлены в следующей таблице в порядке уменьшения их возраста, согласно описанию, приведенному в проекте 2007 года ОАО «Институт Гидропроект» (2.1833-КН4 Вх 403).

Дополнительные изыскания подтверждают описание инженерно-геологических элементов, приведенное в Программе дополнительных изысканий ОАО «Институт Гидропроект»: основные задачи и характеристики предусмотренных изысканий (см. таблицу 1.2.5-1).

Таблица 1.2.5-1

Код	**Название и возраст**	**Геологическое описаие согласно проектной документации**	**Гидрогеологи-ческая характери-стика**
C_3	*Каменноуголь-ные известняки*	Верхняя часть толщи залегает на отметке 15-20 м н.у.м.	Закарсто-ванный и трещиноваты й водоносный горизонт
J_3 ox	*Глины келловейского и оксфордского ярусов*	Однородная толща, состоящая в основном из черной тяжелой слюдистой глины. Монтмориллонит до 55–60 % (скважина 7501). Толща залегает на отметках 10–31,3 м н.у.м., мощность – от 7 до 53 м, в верхней части - местами локальная эрозия.	Водоупор
K_1a p	*Глины аптского яруса*	Легкая слюдистая черная и темно-серая глина и тонкозернистый песок. В нижней части толщи – песок зеленоватого и коричневатого оттенка. Глины сложены каолинитом, гидрогетитом, большим количеством органических веществ и пиритом (скважины 7017, 7190, 7191, 7341, 7350, 5464). Отложения залегают на отметках 125,60-94 м н.у.м. Мощность – около 27 м.	Водоупор
K_1al $_2$	*Средний альбский подъярус (Гаврилковска я свита)*	Зеленые и серовато-зеленые пески, разнозернистые и крупнозернистые, мелкогравийные глинистые глауконитовые пески. Крупные (до 10–15 см в диаметре) конкреции песчаных фосфоритов (скважины 12011, 12016, 12078). Отложения залегают на отметках 135-126 м н.у.м. Мощность – около 9 м.	Водоносный горизонт
K_1 ap+ al	*Нижнеальбск ие и среднеальбски е отложения*	На локальном уровне рассматриваются как единая песчаная формация.	
K_1al $_3$	*Парамоновски е глины*	Данная формация относится к верхнеальбскому подъярусу и состоит из глинистой толщи с песчаным горизонтом в верхней части. Глинистая толща носит название парамоновской свиты, или парамоновской глины. Она состоит из слюдистых глин, илистых глин и глинистых алевритов. Преобладающей глиной является монтмориллонит (скважина 7061). Данная формация залегает со 170-172 м до 138-140 м н.у.м. Ее мощность составляет 30-32 м. Над парамоновскими глинами залегает песчаный горизонт мощностью 0-5.0 м, который также относится к верхнеальбскому подъярусу. Этот горизонт сложен светло-серыми и зеленовато-серыми кварцево-глауконитовыми песками (до 100 % кварца). В нижней части происходит постепенный переход к парамоновским глинам.	Водоупор
Fgl, lgl Q_{II} dn-ms	*Днепровско-московские отложения среднего плейстоцена*	Непрерывная формация из мелкозернистого песка большой мощности с линзообразными пропластками суглинков. Географические условия отложения пород однородные, типичные для холодного климата. Данные отложения заполняют древнюю долину, которая образована в результате ледниковой эрозии и последующего заполнения талыми ледниковыми водами. Она сформирована флювиогляциальными и озерными отложениями. Данные отложения состоят, главным образом, из кварца - 64.1 %, полевого шпата - 13.3 %. Присутствуют кальцит - до 4.3 %, слюда - до 6.3 %, глауконит - до 10.9 %. Местами встречаются глинистые линзы, с преобладанием гидрослюды и различным содержанием монтмориллонита. Присутствуют также галечно-валунные прослои перемытой морены.	Днепровско-московский водоносный горизонт

		В верхней части, в интервале 103-118 м н.у.м., у левого борта долины встречаются также оползшие и частично размытые блоки парамоновских глин. Подошва отложений расположена на отметке 40 м н.у.м. Кровля (до разработки котлована) находилась ниже смещенной московской морены, на отметках 103-107 м н.у.м. Таким образом, их мощность составляет 63-67 м.	

В настоящее время выполнение всех скважин из серии изысканий ОАО «Институт Гидропроект» 2014 года завершено.

С использованием предоставленных данных и результатов новой серии изысканий выполнены геологические разрезы и геолого-литостратиграфическая модель 3D.

В числе последних данных была подтверждена геологическая формация, находящаяся под основанием здания станции (флювиогляциальные и озерно-ледниковые четвертичные отложения fgl,lglQIIdn-ms), а также наличие кровли юрских глин J3 на отметке 60 м н.у.м.

Помимо этого, были отмечены два важных отличия:

- Граница между глинами меловой системы (K1al3 и dp-K1al3) и песчаными отложениями fgl,lglQIIdn-ms, соответствующая краю палеодолины, заполненной песками fgl,lglQIIdn-ms, в юго-западной зоне здания ГАЭС-2 поворачивает на юго-восток. По этой причине, глины меловой системы удалены на расстояние от 15 до 30 м от фундамента здания станции и занимают более глубокое и более близкое к фундаменту положение, чем это предполагалось ранее (Рис. 1.2.5-3).

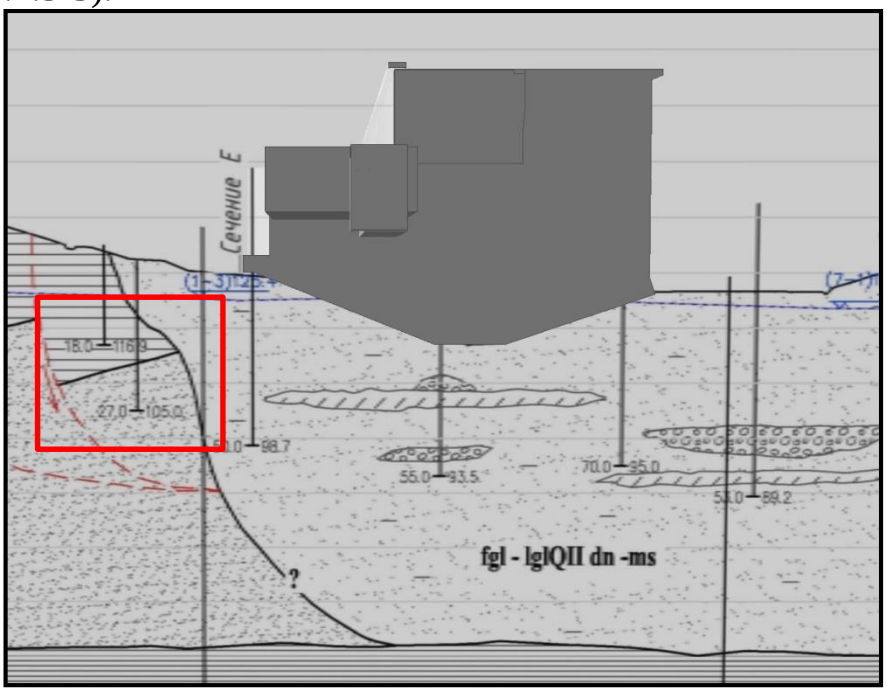


Рис. 1.2.5-3 Расположение контакта между меловыми глинами (K1al3 и dp-K1al3) и песчаными отложениями fgl,lglQIIdn-ms в зоне сечения А

- левый борт палеодолины, заполненной формацией fgl,lglQIIdn-ms, по-видимому, характеризуется не менее чем двумя поверхностями скольжения в формациях K1al3 и K1al2, которые, соответственно, определяют два уровня оползневых блоков dp-K1al3/dp-K1al3 и, соответственно, наличие не менее чем двух различных поверхностей скольжения/поворота (1938-3172-40-094-007- ИГ).

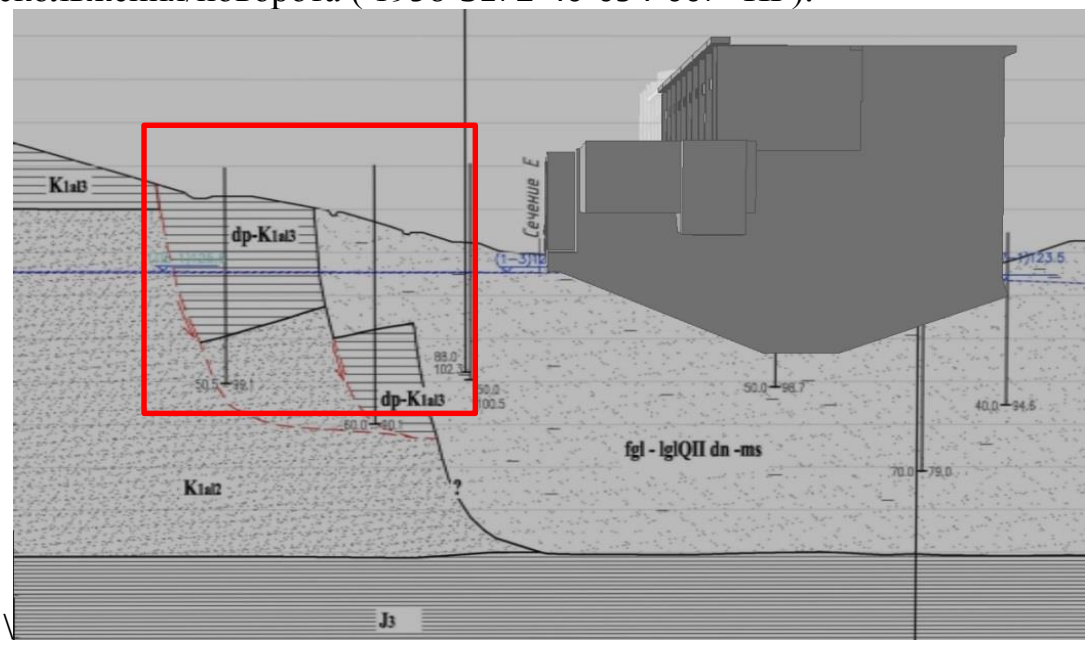


Рис. 1.2.5- 4 Расположение контакта между меловыми глинами (K1al3 и dp-K1al3) и песчаными отложениями fgl,lglQIIdn-ms в зоне сечения С

Эрозионную поверхность контакта между K1al2 и fgl,lglQIIdn-ms еще предстоит изучить посредством скважин XX-1 и XX2. Возможно, данная поверхность будет обладать меньшим наклоном, чем это показано на рисунке.

Структурная геология

Территория, на которой расположен участок Загорской ГАЭС, является частью Московской синеклизы – структурной единицы, входящей в состав Русской платформы. В пределах синеклизы каменноугольные и мезозойские отложения имеют практически горизонтальное согласное залегание (углы наклона пластов в ненарушенном состоянии изменяются в пределах 0,1-1,0 м на 1 км).

В новейшее геологическое время территория испытывала тектонические движения разных знаков, что привело к возникновению сложных групп тектонических структур. Вдоль образовавшихся линий ослабления сформировались глубокие эрозионные врезы, которые в дальнейшем заполнились более молодыми осадками. Имеющиеся дислокации пластов имеют, главным образом, гравитационное и ледниковое происхождение.

Территория размещения Загорской ГАЭС относится к асейсмической зоне. Исходя из имеющейся информации, уровень сейсмической опасности для района ЗаГАЭС принят равным 5,5 баллам по шкале MSK-64 (СНИП 11-7-81).

Оползневые процессы

Из опасных геологических процессов (ОГП) в районе Загорской ГАЭС необходимо отметить оползни.

В процессе строительства Загорской ГАЭС возникали осложнения, связанные с нарушением устойчивости как естественных склонов, так и откосов строительных выемок. Они сильно осложнили строительные работы. Современные оползни в долине Куньи по берегам нижнего водохранилища не наблюдаются. Угрозу дестабилизации склонов можно ожидать со стороны активизации древних погребенных оползней в случае нарушения их установившегося равновесия строительными работами. Древние оползни в долине Куньи относятся к нескольким генерациям. На участке станционного узла Загорской ГАЭС-2 развиты смещения двух основных типов: погребенные оползни-блоки парамоновских глин dp(K1al3) и «дислоцированная» морена dp(glQII ms).

Первое из них (в парамоновских глинах) представляет собой зону наибольшего интереса с точки зрения гидравлических и деформационных аспектов, касающихся ЗаГАЭС-2.

Оползневые тела парамоновских глин (dp(K1al3)) прослеживаются непрерывной полосой вдоль левого борта эрозионного переуглубления в интервале отметок от 140 до 90 м и несколько ниже. Их мощность достигает 30 м. Смещенные парамоновские глины не представляют прямой угрозы для устойчивости откосов строительной выемки. В то же время, они могут существенно влиять на гидрогеологическую обстановку, создавая естественный барраж на пути фильтрационного потока.

В свете данных, полученных в ходе новой серии изысканий и в результате разработки новой геологической/геотехнической модели (см. пар. 0), данное явление на этом этапе приобретает особый интерес с точки зрения проекта восстановления и подъема здания.

На берегах нижнего аккумулирующего бассейна выделяются несколько участков, представляющих реальную или потенциальную оползневую опасность.

В частности, потенциально оползнеопасными являются берега долины Куньи на участке Краснозаводской поймы.

Согласно ТЭО (проект) на этом участке оставлен целик между подножьем склона и бровкой выемки для углубления нижнего бассейна.

На левобережном склоне, с учетом углубления дна нижнего бассейна до

отметки 151,5 м, высота откоса будет достигать 50 м. Требуется тщательная проверка его устойчивости на всем протяжении береговой линии после геологической документации выемки и построения реальных разрезов.

Устойчивость склона, расположенного над зданием ЗаГАЭС-2, остается очень важной темой, которую необходимо учитывать с точки зрения операций по выравниванию здания станции, являющихся предметом настоящего исследования. Тем не менее, изучение устойчивости склона над зданием ЗаГАЭС-2 не включено в объем данной работы.

Подземные воды

Загорская ГАЭС расположена на левом берегу долины реки Кунья, на отметке 153 м н.у.м. Река Кунья – левый приток реки Дубна. впадающий в нее на отметке 127 м н.у.м. Река Дубна относится к бассейну реки Волга.

Геоморфология этой местности характеризуется наличием пологих холмов, к северу – с меньшими уклонами (см. Рис. 1.2.5-5). Отвод поверхностных вод направлен к северо-западу, приблизительно на 23 км от ГАЭС-2 (до отметки 127 м н.у.м., как показано на Рис. 1.2.5-5), а затем резко поворачивает на юго-запад.

Вероятно, подземные воды в данной зоне также стекают на север.

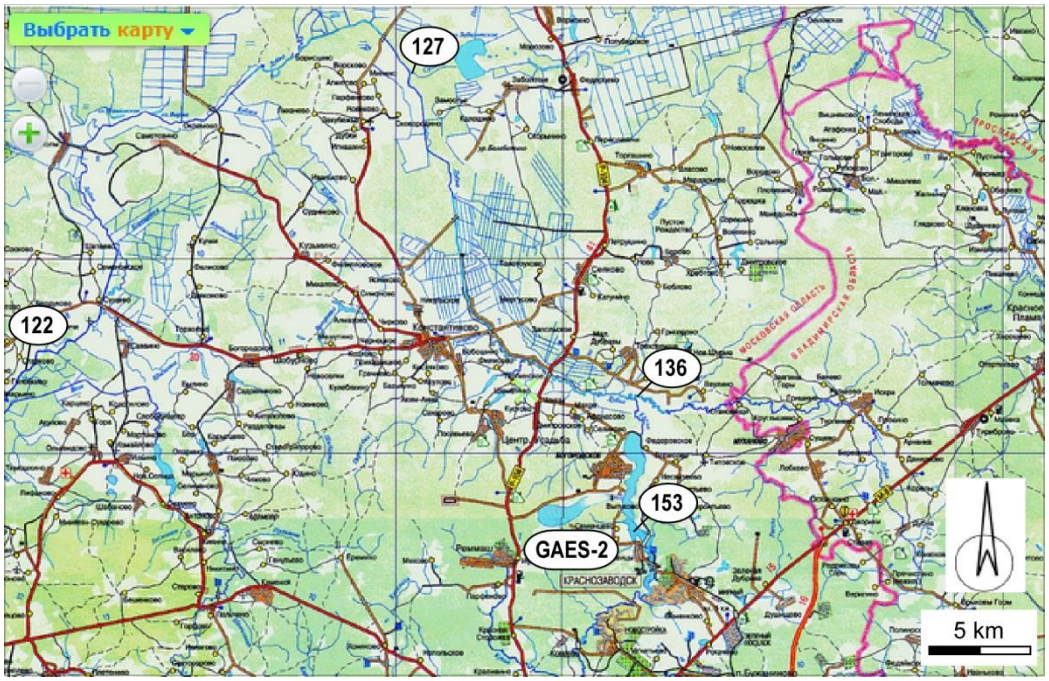
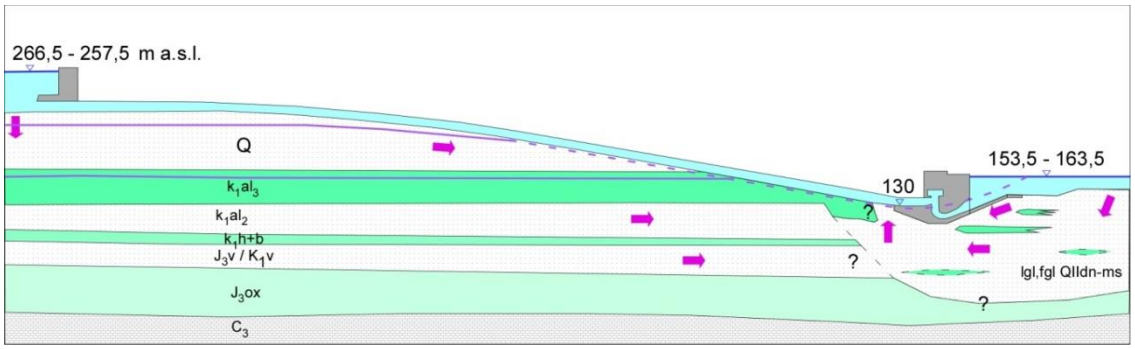


Рис. 1.2.5-5 Гидрологическая карта зоны Загорской ГАЭС-2. Выделена высота некоторых отметок (в м над уровнем моря) вдоль рек Кунья и Дубна

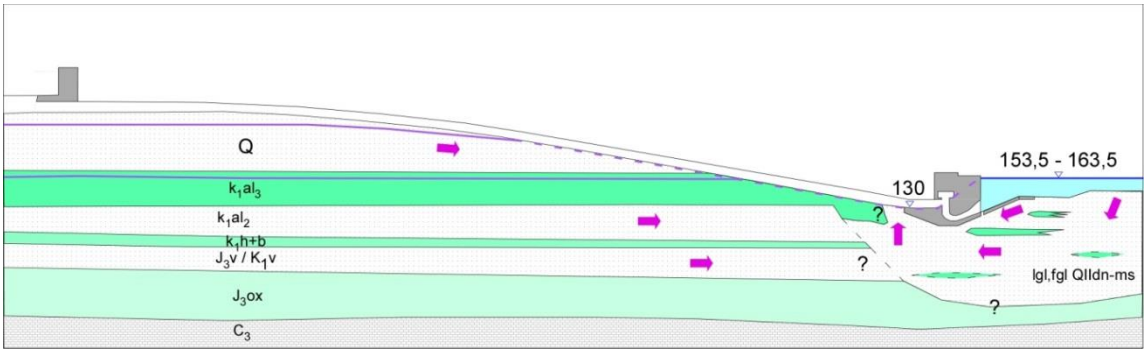
Основные особенности гидрогеологии данной зоны в естественном состоянии были нарушены выполненными работами по разработке грунта и построенными сооружениями. Кроме того, действует система водопонижения.

На следующем рисунке (Рис. 1.2.5-6) схематически представлен гидрогеологический разрез в направлении «запад-восток», отражающий базовую гидрогеологическую модель, с учетом трех различных конфигураций верхнего бьефа.

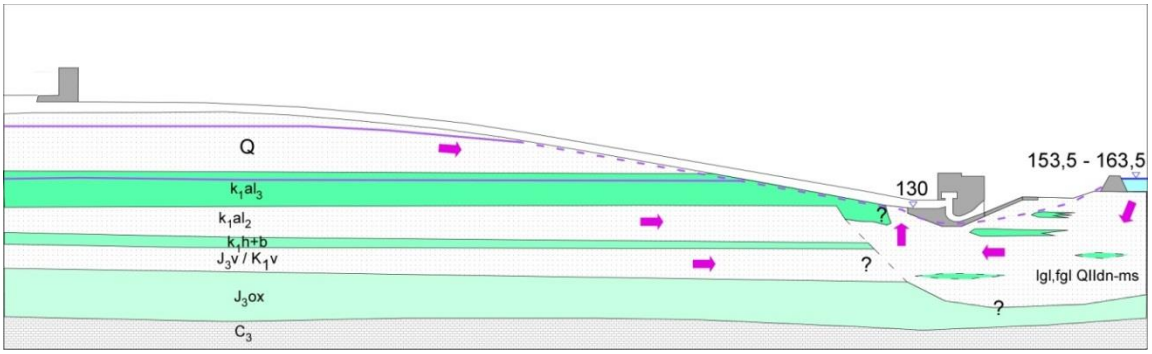
a)



b)



c)



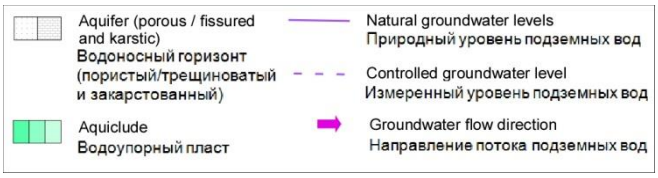


Рис. 1.2.5-6 Концептуальная гидрогеологическая модель в разрезе, направление «В-З». Представлены три состояния гидростатического напора: а) ожидаемое в период эксплуатации; б) на 18/09/2013 г., со сломанным понуром, и в) фактическое.

Основные водоносные горизонты, указанные в проектной документации (1833-КН4 Вх 403 и 1938-40-027 2 ПЗ) – следующие:

- Верхнекаменноугольный напорный водоносный горизонт (С3)
- Апт-альбский (подпарамоновский) горизонт мелового возраста (K1al2)

- Подморенный водоносный горизонт
- Сантонский водоносный горизонт (K2st)
- Днепровско-московский водоносный горизонт (fgl,lgl QII dn-ms)
- Внутриморенный водоносный горизонт (glQII ms)
- Аллювиальный водоносный горизонт (alQIV)

Водоносный горизонт, напрямую затрагиваемый операциями по выравниванию здания ГАЭС, - днепровско-московский (fgl,lgl QII dn-ms).

Подошва днепровско-московского водоносного горизонта отделена от каменноугольных известняков C3 черными юрскими глинами J3 мощностью 40 м. Данная граница была обнаружена посредством выполненных скважин.

В нынешнем состоянии, при активированной системе водопонижения, днепровско-московский водоносный горизонт в зоне ГАЭС-2, в основном, подпитывается с восточной стороны, посредством фильтрации грунтовых вод из бассейна ГАЭС, а также, в меньшей степени, с запада, северо-запада и юго-запада через связанные песчаные водоносные слои апт-альбского яруса (K1al2) и J3v/K1v. Кроме того, приток грунтовых вод к водопонижающим скважинам обеспечивают приповерхностные свободные водоносные горизонты моренных отложений.

В настоящий момент сооружается временная система водопонижения с целью снижения уровня воды в зоне вокруг здания ГАЭС-2. Временная система водопонижения была разработана для этапа строительства здания ГАЭС и включает в себя ряд стоков и водоотливных скважин (док. 590-PE-015-OP).

Значения проницаемости будут получены посредством полевых испытаний (опытные откачки и точечные испытания – методом Лефранка и slug test), а также лабораторных исследований (проницаемость образцов ненарушенной структуры, в предельно плотном и предельно рыхлом сложении), которые ведутся в настоящее время.

В отсутствие окончательных данных, ниже приводятся диапазоны значений проницаемости для основных гидрогеологических формаций согласно проектным отчетам ОАО «Институт Гидропроект» (Таблица 1.5.2-2).

Таблица 1.2.5-2 - Значения проницаемости для основных гидрогеологических формаций

Стратиграфический индекс	**Литологические типы пород**	**Среднее значение K_f, м/сут**
thQ_{IV}	Пески крупно- и среденезернистые	2-5
alQ_{IV}	Суглинки, супеси и глины, иловатые или с примесью органических остатков, заторфованные участки	0,1-0,5
	Пылеватые пески с прослоями супеси и суглинка	1,5

Стратиграфический индекс	Литологические типы пород	Среднее значение Кf, м/сут
	Пески мелко- и среднезернистые, суглинки	2-7
	Пески крупнозернистые с прослоями суглинков	10 – 15
	Гравий и галька с печаным и глинистым заполнителем	6 – 40
$dprQ_{III-IV}$	Глины и суглинки туго- и мягко-пластичные	0,005
	Супеси, глины и суглинки туго- и мягко-пластичнве, трещиноватые, с прослоями и линзами песка	0,1
$l,plsQ_{III}mk$	Глины и суглинки иловатые, заторфованные, с прослоями песков	0,05
	Пески разной крупности с редким гравием	1 - 3
$glQ_{II}ms$ e $dp(glQ_{II}ms)$	Суглинки, участками супеси с гравием, галькой и валунами, с линзами песков и гравия	0,02
	Пески разной крупности с гравием и галькой	1-5
	Гравийно-галечные отложения с заполнителем – песком разной крупности	20 - 30
K_2st	Глины «зеленые», песчаники на железисто-глинистом цементе, вредней крепости,	0,001
	Пески мелкие	1
$fglQ_{II}ms$	Подморенные пески разной крупности глинистые, с линзами гравия и гальки	5 - 15
	Гравий и галька с песчаным заполнителем	20 - 30
K_2cm	Пески мелкие и средней крупности	3
$dp(K_1al_3)$	Глины черные, алевритистые, комковатые	<0,01
$fgl,lglQ_{II}dn-ms$	Глины, суглинки и супеси пылеватые, слюдистые, грубослоистые	0,01
	Пески от мелких до крупных, глинистые, с редким мелким гравием	10 - 15
	Пески мелкие, пылеватые, глинистые	3 - 5
K_1al_3	Пески надпарамоновские, пылеватые, глинистые	1
	Глины парамоновские черные, алевритистые, грубослоистые	< 0,001
K_1ap+al	Подпарамоновские пески мелкие и пылеватые, с прослоями глин и песчаников	1 - 3

Физико-механические свойства грунтов

Окончательные физико-химические свойства грунтов определяются посредством интерпретации результатов полевых испытаний (CPT, CPTU, CPTUS, CH) и лабораторных исследований (физических и механических испытаний).

Позиции и количество предусмотренных испытаний были определены в исходной программе изысканий (документ №1938-03-06.02), но затем они были откорректированы в соответствии с зонами и с тем значением, которое они имеют с точки зрения выравнивания и подъема здания станции.

В приводимой ниже таблице 1.2.5-3 указаны основные цели проведения полевых испытаний.

Таблица 1.2.5-3 - Цели проведения полевых испытаний

Испытание	Измерение	Цель
SPT	Количество ударов Извлечение материала	Определение механических характеристик (например, c', φ', плотности) и деформируемости (модуль жесткости) грунта (точечной) с помощью корреляционных зависимостей. Образец с нарушенной структурой для лабораторных испытаний (гранулометрия, коэффициент консистенции). Визуальный осмотр материала. Проверка стратиграфических индексов.
CPT	Сопротивление наконечнику Боковое сопротивление	Определение механических характеристик (например, c', φ', плотности) и деформируемости (модуль жесткости) грунта (сплошной) с помощью корреляционных зависимостей. Проверка стратиграфической колонки для ее сопоставления с контрольной скважиной.
CPTU	Сопротивление наконечнику Боковое сопротивление	Определение механических характеристик (например, c', φ', плотности) и деформируемости (модуль жесткости) грунта (сплошной) с помощью корреляционных зависимостей. Контроль стратиграфической колонки путем ее сопоставления с контрольной скважиной. Измерение давления воды. Определение характеристик проницаемости в малом и большом масштабе.
CPTUS	Сопротивление наконечнику Боковое сопротивление Поровое давление Скорость сейсмических волн V_s и V_p	Непрерывное определение механических характеристик (например, c', φ', плотность) грунта. Контроль стратиграфической колонки путем ее сопоставления с контрольной скважиной. Измерение давления воды. Определение характеристик проницаемости в малом и большом масштабе. Непосредственное измерение волн V_s и V_p и непосредственная корреляция с деформируемостью грунта in situ.
«Slug test»/испытания на точечную проницаемость (напр., по Лефранку)	Точечная проницаемость in situ	Оценка проницаемости in situ вокруг фильтрующей зоны пьезометра.
Длительные опытные откачки	Полная проницаемость in situ	Определение гидравлического поведения значительного объема грунта и расчет гидродинамических параметров (напр., проницаемости и коэффициента водоотдачи)
Физико-химические исследования воды	PH и проводимость	Контроль качества воды и определение ее происхождения.

На данный момент имеются частичные результаты полевых испытаний и некоторые результаты физических испытаний. Окончательные параметры грунтов можно будет определить после получения данных в полном объеме.

В этой связи, в ожидании полных данных по результатам ведущейся в настоящий момент серии изысканий, для предварительных расчетов были использованы параметры, полученные из общих проектных отчетов и отчетов по восстановлению здания станции.

Отчеты, использованные для получения предварительных расчетных параметров:

- ОАО «Институт Гидропроект». Восстановление Загорской ГАЭС-2 на р.Кунье. Расчетное моделирование стабилизации здания Загорской ГАЭС-2 с прогнозом осадок здания при 1 этапе осушения котлована, табл. 1.2;
- BAUER – Технико-экономическое обоснование восстановления Загорской ГАЭС-2, табл. 3-9.

В первом приближении для грунта основания были приняты следующие значения параметров:

$c' = 0 \quad \varphi' = 24°$

$E = 20$ МПа $\upsilon = 0{,}3$

Результаты полевых и лабораторных испытаний, ведущихся в настоящий момент, а также результаты сопоставления и интерпретации данных будут приведены в специальных отчетах.

1.3. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СООРУЖЕНИЙ

1.3.1. Основные сооружения гидроузла

Загорская ГАЭС-2 имеет следующие основные параметры:

Источник водообеспечения:	река Кунья, приток р. Дубна;
Мощность в генераторном режиме:	840 МВт
Мощность в режиме электропотребления:	1000 МВт
Число агрегатов:	4
Напор расчетный: в генераторном режиме: в насосном режиме:	 100 м 97,5 м
Рабочая емкость бассейнов суточного регулирования:	11,9 млн.мР3

Число часов работы: в генераторном режиме: в насосном режиме:	 3,5 час 4 час
Выработка электроэнергии при разряде:	2,9 ГВтч
Потребление электроэнергии при заряде:	3,9 ГВтч
Годовая выработка/потребление электроэнергии	1000/1350 ГВтч

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 47,0 м, шириной (вдоль потока) 67,50 м, габарит агрегатного блока – 22,00 м. В здании ГАЭС размещаются 4 обратимых гидроагрегата, в настоящее время смонтированы гидроагрегаты: №7 и №8. Для обслуживания оборудования в машинном зале установлены два мостовых крана г. п. 320/80+5 т.
- слева от здания станции расположено помещение монтажной площадки размером 35,0х23,5 м, и временная монтажная площадка размером 40х20 м, обслуживаемая краном г. п. 20/5т.
- четыре нитки сталежелезобетонных открытых напорных водоводов с внутренним диаметром 7,50 м, протяженность каждой нитки ~ 780 м.
- водоприемник, встроенный в тело ограждающей дамбы верхнего бассейна, расположен в восточной его части и имеет конструкцию, аналогичную водоприемнику Загорской ГАЭС. Водоприемник соединяется со зданием ГАЭС 4-мя нитками напорных водоводов;
- верхний аккумулирующий бассейн огражден земляной дамбой, которая примыкает к существующей верховой дамбе Загорской ГАЭС;
- нижний аккумулирующий бассейн является общим для Загорской ГАЭС и ГАЭС-2. Для создания необходимой дополнительной полезной емкости в размере ~ 11,8 млн.мРЗР для работы Загорской ГАЭС-2 (с учетом ледового режима) выполнено расширение бассейна за счет углубления дна, разработки откосов существующего бассейна и предусмотрена дополнительная емкость в районе Краснозаводской поймы р. Куньи. В верхней части бассейна предусмотрен эксплуатационный водосброс и мост. Существующий водосброс в теле

верховой плотины будет вместе с плотиной разобран перед пуском последнего агрегата;

– сооружения выдачи мощности включают в себя воздушные линии электропередач 500кВ, КРУЭ-500кВ, здание ППУ, компрессорную, кабельный туннель от СПК до ППУ.

К моменту инцидента 17.09.2013 г. по объекту было выполнено примерно 98% всех работ, смонтированы два агрегата (№№ 7 и 8), закончено строительство двух деривационных водоводов, в эксплуатационном режиме находились все сопрягающие сооружения станции, все фрагменты станции, примыкающие к реверсивному каналу и все элементы этого канала.

Очередность возведения сооружений в соответствии с календарным графиком строительства с момента начала строительства следующая:

в 2006г. году:

- начинаются работы по реконструкции и строительству объектов строительной базы, по благоустройству территории строительства, а также разработка котлована здания ГАЭС

в 2007 году:

- продолжаются работы по строительству и реконструкции объектов строительной базы;
- продолжаются работы по реконструкции низового откоса общего участка дамб верхнего бассейна ГАЭС и ГАЭС-2.
- с начала года ведутся работы по разработке котлована здания ГАЭС;
- к середине года заканчиваются работы по реконструкции низового откоса общего участка дамб верхнего бассейна и после этого начинаются работы по возведению дамбы верхнего бассейна;
- с середины года начинаются работы по возведению перемычки у котлована здания ГАЭС-2 и устройству автодороги на участке реверсивного канала. В конце года вдоль автодороги перекладывается канализационный коллектор от очистных сооружений до г.Краснозаводска;
- с октября начинается разработка котлована напорных водоводов ГАЭС и отсыпка перемычки для разработки грунтов левого берега нижнего бассейна у п.Богородское;

Годовой объем выемок составляет около 8,30 млн.м3, насыпей – около 2,40 млн.м3 , мягкого грунта – около 0,94 млн.м3.

в 2008 году:

- в конце июня заканчивается разработка котлована здания ГАЭС и с мая начинается укладка бетона в здание ГАЭС.
- заканчивается разработка котлована напорных водоводов и с июля начинаются работы по устройству бетонного основания водоводов и устройству буронабивных свай, которые заканчиваются к началу работ по первому водоводу № 7 с апреля 2010 года;
- в августе заканчивается выемка грунта в котловане водоприемника ГАЭС и с сентября началась укладка бетона в бетонную подготовку и фундаментную плиту;
- в июне на левом берегу нижнего бассейна была отсыпана продольная перемычка № 1 и отсечная перемычка № 6 на участке нижнего бассейна между существующей верховой плотиной и очистными сооружениями и за ней начата выемка грунта по расширению нижнего бассейна и креплению откоса бассейна;
- за перемычкой у п.Богородское были выполнены работы по расширению и укреплению откосов участка нижнего бассейна;
- продолжаются работы по устройству дамбы верхнего бассейна ГАЭС.
- Годовой объем выемок составляет около 5,30 млн.м3, насыпей – около 4,10 млн.м3, мягкого грунта и отвального грунта – около 2,70 млн.м3. Годовой объем укладки бетона составляет 67,00 тыс. м3. Интенсивность укладки бетона составляет около 7,50 тыс. м3 в месяц.

в 2009 году:

- разворачиваются работы по всем сооружениям гидроузла:
- на водоприемнике с начала июня начинается монтаж облицовок концевых участков напорных водоводов и закладных частей пазов затворов и решеток;
- с июля начинается монтаж закладных 7-го агрегата ГАЭС, а с октября – монтаж закладных 8-го агрегата ГАЭС;
- с начала июля после окончания обратной засыпки торцевой стены здания ГАЭС начинаются бетонные работы по возведению монтажной площадки, которые могут быть начаты только после того, как конструкции секции №7 здания ГАЭС будут возведены до отметки пола машзала и выполнена обратная засыпка на этом участке до отметки 141,10 м;
- в III квартале начинается монтаж подкрановых путей и балок на монтажной площадке;

- в нижнем аккумулирующем бассейне к марту заканчивается разработка грунтов сухоройными механизмами за продольной перемычкой № 1 и отсечной № 6 на участке «Б-1» на левом берегу бассейна. Кроме этого, на этом же участке сооружается первая очередь строительного канала для отвода расходов р. Куньи в разработанную часть нижнего бассейна;
- в марте разбирается часть продольной перемычки на участке строительного канала и отсечная перемычка № 6, примыкающая к левому берегу возле очистных сооружений. Отсыпаются правобережная отсечная перемычки № 3, продольная перемычка № 2 и отсечная перемычка № 4. Расходы реки Куньи после этого переключаются на выполненную часть строительного канала и работы по расширению нижнего бассейна на участке «Б-1» ведутся на правом берегу;
- с мая по сентябрь разбирается перемычка и «целик» под ней у поселка Богородское;
- в мае в нижнем бассейне отсыпается перемычка в районе руч. Гардель, за которой до середины следующего года выполняются работы по расширению и креплению дополнительного участка нижнего бассейна «Б-2»;

Годовой объем выемок составляет около 6,00 млн.м3, насыпей – около 4,20 млн.м3, мягкого грунта и отвального грунта – около 2,83 млн.м3. Годовой объем укладки бетона составляет 140,00 тыс. м3. Годовой объем монтажа металлоконструкций, механизмов и гидросилового оборудования составляет около 0,55 тыс. тонн.

в 2010 году:

- в марте нижний бассейн перегораживается отсечной перемычкой № 2, после чего из образовавшегося котлована откачивается вода и начинаются работы по расширению нижнего бассейна на участке «Б-2», в том числе по разборке перемычки у руч. Гардель с «целиком» под ней, разборке продольной перемычки на участке бассейна «Б-1»; а также возводится насухо перемычка в реверсивном канале для обеспечения возможности в дальнейшем крепления реверсивного канала под «целиком»;
- также с начала года ведутся работы по сооружению второй очереди строительного канала по правому борту нижнего бассейна на участке «Б-3» и «Б-1» путем отсыпки ограждающей перемычки, в состав строительного канала входит быстроток из сборных

железобетонных плит;

- с декабря начинаются работы по монтажу металлической облицовки напорного водовода 7-го агрегата, после окончания накатки армокаркасов, начинается бетонирование первой из четырех ниток напорного водовода; в четвертом квартале этого же года начинаются работы по водоводу агрегата № 8 в той же последовательности.
- в I квартале начинается монтаж 2 кранов на монтажной площадке;
- на агрегатном блоке № 7 ведутся работы по устройству верхнего строения и монтажу подкрановых балок.

Годовой объем выемок составляет около 7,60 млн.м3, насыпей – около 4,90 млн.м3 , мягкого грунта и отвального грунта – около 2,60 млн.м3. Годовой объем укладки бетона составляет 105,20 тыс. м3. Годовой объем монтажа металлоконструкций, механизмов и гидросилового оборудования составляет около 3,40 тыс. тонн.

в 2011 году:

- продолжаются работы по всем сооружениям гидроузла;
- заканчивается монтаж статора генератора агрегатов № 7 и №8 и рабочего колеса турбины агрегатов № 7, 8;
- начинаются работы по монтажу электротехнического оборудования агрегатов № 7 и № 8;
- с середины года начинается монтаж закладных третьего агрегата № 9;
- работы по четвертому агрегату № 10 начинаются в начале 2012 года.
- в нижнем бассейне продолжаются работы по расширению и креплению на участке «Б-2»;

Годовой объем выемок составляет около 5,95 млн.м3, насыпей – около 3,54 млн.м3, мягкого грунта и отвального грунта – около 1,20 млн.м3. Годовой объем укладки бетона составляет 102 тыс. м3. Годовой объем монтажа металлоконструкций, механизмов и гидросилового оборудования составляет около 3,26 тыс. тонн.

в 2012 году:

- продолжаются работы по всем сооружениям гидроузла.
- на станционном узле выполняются работы по монтажу статора генератора агрегата № 9 на монтажной площадке и рабочего колеса турбины агрегата № 9 на монтажной площадке;
- заканчиваются работы по монтажу электротехнического

оборудования агрегатов № 7 и № 8;

- выполняются работы по установке закладных деталей четвертого агрегата № 10;
- разбирается перемычка реверсивного канала и целика под ней, выполняется крепление реверсивного канала на участке перемычки;
- в нижнем бассейне заканчиваются работы по расширению и креплению на участке «Б-2»;
- выполняются работы на участке «Б-3» нижнего бассейна;

Годовой объем выемок составляет около 8,00 млн.м3, насыпей – около 3,90 млн.м3 , отвального грунта – около 0,50 млн.м3. Годовой объем укладки бетона составляет 98,89 тыс. м3. Годовой объем монтажа металлоконструкций, механизмов и гидросилового оборудования составляет около 3,16 тыс. т.

в 2013 году:

- разбирается отсечная перемычка № 2, готовая часть нижнего бассейна ЗаГАЭС-2 (до существующей верховой плотины) затапливается до рабочей отметки; сооружения ЗаГАЭС-2 становятся под напор;
- заканчиваются ПНР по агрегатам № 7 и № 8;
- завершаются работы по монтажу основного технологического и электротехнического оборудования агрегата № 9;
- в конце июня планируется выполнить пуск агрегатов № 7 и № 8;
- в конце декабря планируется - пуск агрегата № 9;

Годовой объем выемок составляет около 6,0 млн.м3, насыпей – около 4,2 млн.м3, отвального грунта – около 0,65 млн.м3. Годовой объем укладки бетона составляет

140,00 тыс. м3. Годовой объем монтажа металлоконструкций, механизмов и гидросилового оборудования составляет около 0,55 тыс. тонн.

Время строительства с 17.09.2013 по 01.09.2017 года является периодом восстановления Загорской ГАЭС-2. В этот период продолжаются работы по восстановлению Загорской ГАЭС-2 и завершению возведения следующих основных сооружений ГАЭС:

- напорный водовод №10;
- участок нижнего бассейна Б-3;
- достройка сооружений верхнего бассейна.

1.3.2. Основные объемы работ по сооружениям гидроузла

Основные объемы работ по сооружениям гидроузла Загорской ГАЭС-2 приведены в таблице 1.3.2-1. Объемы работ приведены по техническим решениям ТЭО (Проект) строительства ЗаГАЭС-2 2007 года.

Инв. №	Подпись и дата	Взамен

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

1938-40-094.8.1

ВЕДОМОСТЬ ОСНОВНЫХ ОБЪЕМОВ РАБОТ ПО СООРУЖЕНИЯМ ЗАГОРСКОЙ ГАЭС-2 Таблица 1.3.2-1.

Наименование сооружений, работ	Ед. изм.	Временные сооружения			Станционный узел			Нижний бассейн		Верхний бассейн		Водоприемник	Напорные водоводы			Сооружения выдачи мощности				Рыбозащитные сооружения и МООР	Всего по гидроузлу
		Перемычки котлована Здания ГАЭС и реверсивного канала	Перемычки нижнего бассейна	Строительный канал	Здание ГАЭС	СПК	Реверсивный канал	Нижний бассейн (подготовка территории)	Нижний бассейн выше отм. 164,50 м	Реконструкция общего для ЗаГАЭС и ЗаГАЭС-2 участка дамбы	Верхний бассейн без участка общей дамбы		Напорные водоводы № 7,8,9,10	Засыпка оврага, водопропускной трубы и перегрузочный узел	Служебные проезды вдоль водоводов	ППУ	Кабельный туннель и трассы	КРУЭ 500 кВ	Воздушные выводы		
Снятие растительного грунта	тыс.м3	17,00			55,62			514,23	2,93	81,64	636,31		6,00			0,20	0,80	0,20	0,20		1315,13
Выемка мягкого грунта	тыс.м3	44,06	903,93	1,55	10176,06			30426,00	31,10	439,24	484,49	303,00	320,70	40,79	1,48	8,77	23,80	8,00	2,00	30,00	43244,97
Насыпь суглинка	тыс.м3	274,00	864,47	192,51	258,49			442,28	3,40		19523,23	227,00									21785,38
Насыпь суглинка с заполнителем	тыс.м3				221,27						238,35										459,62
Насыпь отвальных грунтов	тыс.м3							681,60	10,12	936,80	6584,34										8212,86
Насыпь мягких грунтов	тыс.м3		1255,96					1,43		893,16			651,00	483,75	17,62						3302,92
Насыпь песка, щебня, гравия, ПГС	тыс.м3	105,30	223,60		329,90			213,02	9,05	350,01	1198,12	14,10				1,00	4,50	12,00	2,50	2,80	2465,90
Насыпь камня	тыс.м3		18,00		9,84			49,88	1,43		2,86										82,01
Крепление откосов гравием	тыс.м3		62,70																		62,70
Крепление откосов ПГС с камнем	тыс.м3	6,20	2,00	10,70				543,31	2,01	296,77	349,13										1210,12
Крепление откосов горной массой	тыс.м3	13,10																			13,10
Монолитный железобетон	тыс.м3	0,20			239,65	15,35	26,22	0,45	4,92	0,23	30,25	145,34	102,46	1,96	3,36	1,31	3,47	1,68	0,30		577,15
Сборный железобетон	тыс.м3	0,09		0,05	0,21	0,82	2,64	0,18	2,70	0,02	7,75	2,65	7,75	0,87	0,13					0,11	25,97
Монтаж металлоконструкций, механизмов	тыс.т				3,95							1,12	1,28			0,02	0,02	0,04	0,23		6,66
Монтаж гидросилового оборудования	тыс.т				9,46																9,46
Монтаж электротехнического оборудования	тыс.т				3,12											0,35		0,60			4,07
Монтаж металлической облицовки с армокаркасом, компенсаторов и опор	тыс.м3												22,96								22,96
Отсыпка растительного грунта	тыс.м3	1,30							49,54	34,15	125,39		26,00								236,38
Разборка перемычек (выемка мягкого грунта)	тыс.м3	398,60	1165,35	47,04				0,01													1611,00
Укладка геотекстиля и теплонита	тыс.м2			0,29	35,61			18,96	0,48												55,34

1.4. ИССЛЕДОВАНИЯ НАРУШЕНИЯ ОСНОВАНИЯ

1.4.1 Геодезическая и батиметрическая съемка, обследования

После обнаружения непроектных осадок рядом исследовательских организаций были выполнены работы по геодезической и батиметрической съемке, а также исследовательские водолазные работы.

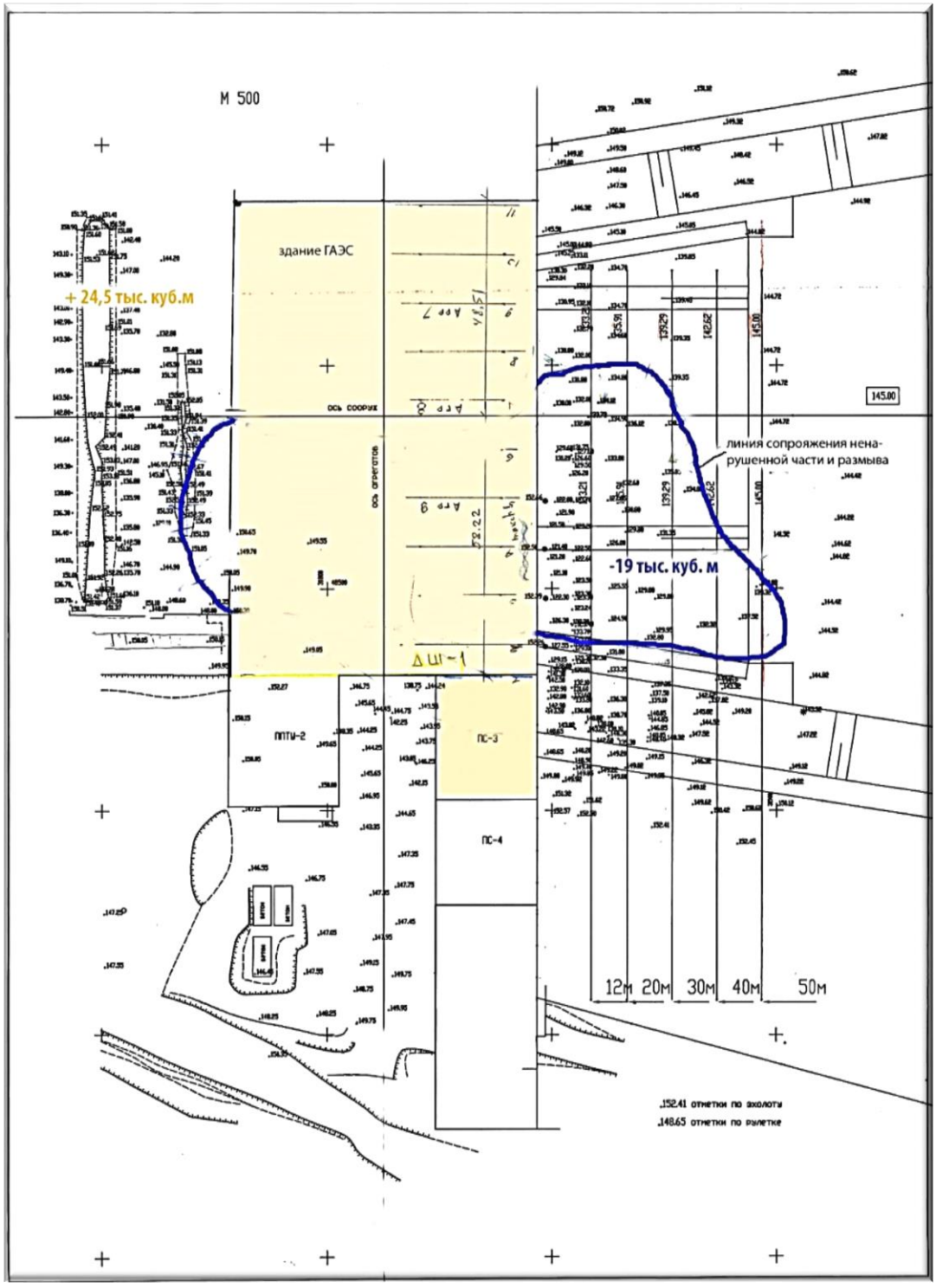


Рис.1.4.1-1 Результаты батиметрической съемки

На рис.1.4.1-1 показаны результаты батиметрической съемки и сопряжение между нарушенной и ненарушенной частями сооружений, как в нижнем, так и в верхнем бьефах.

По этим съемкам были определены объемы вымытого и нанесенного грунта. Грунт был вымыт из нижнего бьефа и из основания здания ГАЭС и намыт в верхний бьеф.

Объем вымытого грунта из нижнего бьефа составил около 19 тыс. м^3; объем наносов составил 24,5 тыс. м^3.

Объем вымытого грунта из-под здания ГАЭС составил около 5,5 тыс. м^3.

Обследование подмыва под зданием ГАЭС со стороны нижнего бьефа

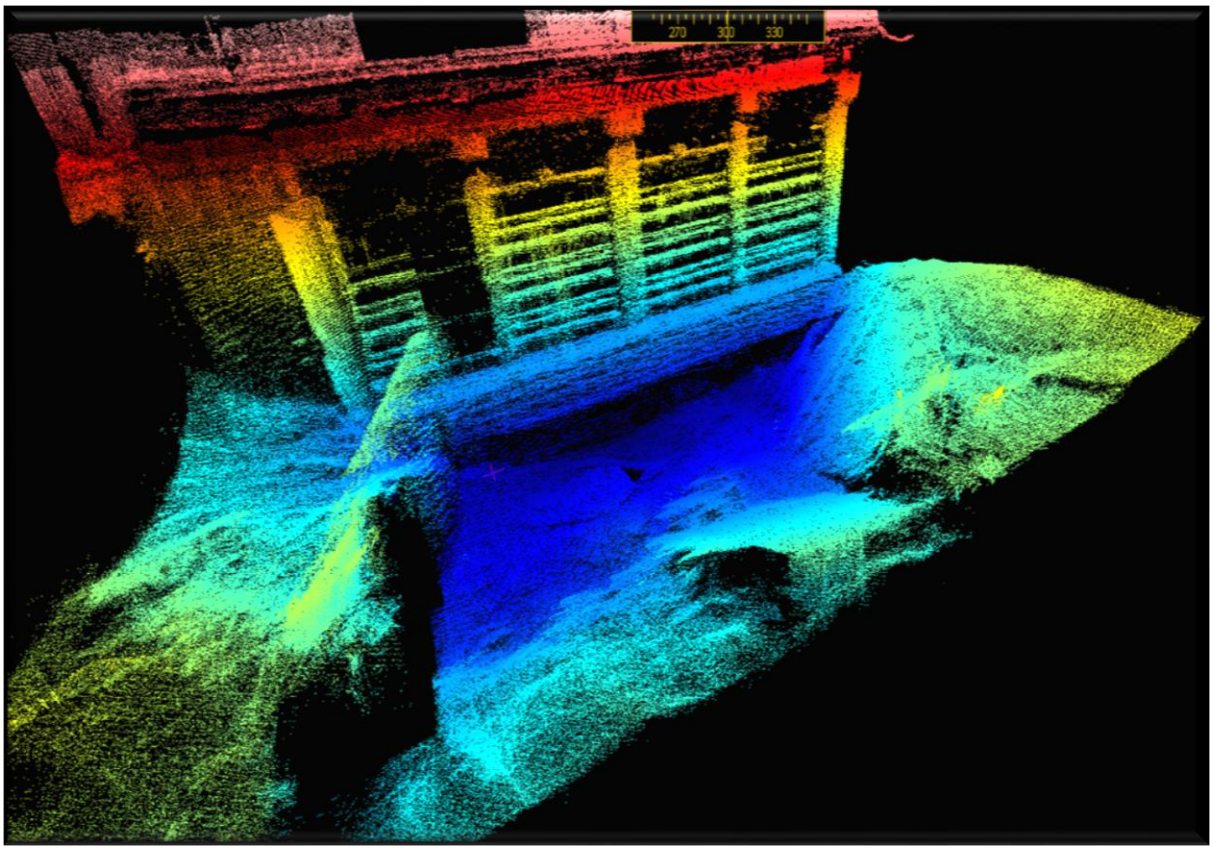


Рис. 1.4.1-2 Результаты промеров ковшевой части понура нижнего бьефа

Подмыв под зданием расположен в районе гидроагрегатов № 9, №10 общей длиной по нижней образующей фундаментной плиты 50,5 метров.

Раскрытие полости подмыва по высоте составляет от двух метров в районе осей № 2, № 6, в центральной части подмыва в осях № 3 – №5 высота подмыва достигает трех метров.

Распространение полости подмыва под зданием ГАЭС имеет неравномерный характер. В осях №3 и №5 осмотренная длина подмыва составляет до 8 (восьми) метров. В центральной части подмыва в районе оси № 4 продвинуться под здание удалось на расстояние до 16 (шестнадцати) метров. В глубине подмыва были отмечены выходы металлических предметов, арматуры, металлических пластин и т.п.

Грунты на дне различаются, от крупных песков с образованием комьев в осях № 1 - № 3, до мелких пылеватых песков и глинистой взвеси в осях № 4 - № 6.

Водолазное обследование. Бетонная плита основания.

Низ плиты основания просматривается на глубине 24 метра. Примерная отметка низа фундаментной плиты составляет 124,0 м. На основании фундаментной плиты зафиксирован налипший песчаный грунт. Местами отмечается отрыв налипшего грунта и кусков бетонной подготовки основания. На торцевой части фундаментной плиты отмечено незначительное налипание песчаного грунта длиной «козырька» до 20 сантиметров. Также на торце наблюдаются остатки элементов шпонки, накрытые слоем мелкого пылеватого песка.

Бетон перед сороудерживающими решетками накрыт слоем мелкого пылеватого песка мощностью до 50 сантиметров. Повреждения конструкций СУР не обнаружены. Трещины на бетоне бычков не наблюдались.

Напротив гидроагрегата № 10 в районе оси № 2 обнаружена правобережная направляющая стенка ПС-7.

Водолазное обследование направляющей стенки ПС-7 и правобережного откоса

Правобережная, направляющая стенка ПС-7 располагается напротив правобережного окна ГА № 10. Верх ПС-7 расположен на глубине 15,0 метров, примерная отметка 133,2 м.

Стенка имеет небольшой наклон в сторону левого берега и частично перекрывает правобережное окно ГА № 10. Грунт у стенки со стороны реверсивного канала обнаружен на глубине 21,3 метра, со

стороны берегового откоса на глубине 22,0 метра. Грунты сложены крупным песком с незначительным включением гравия фракцией 15-20 миллиметров.

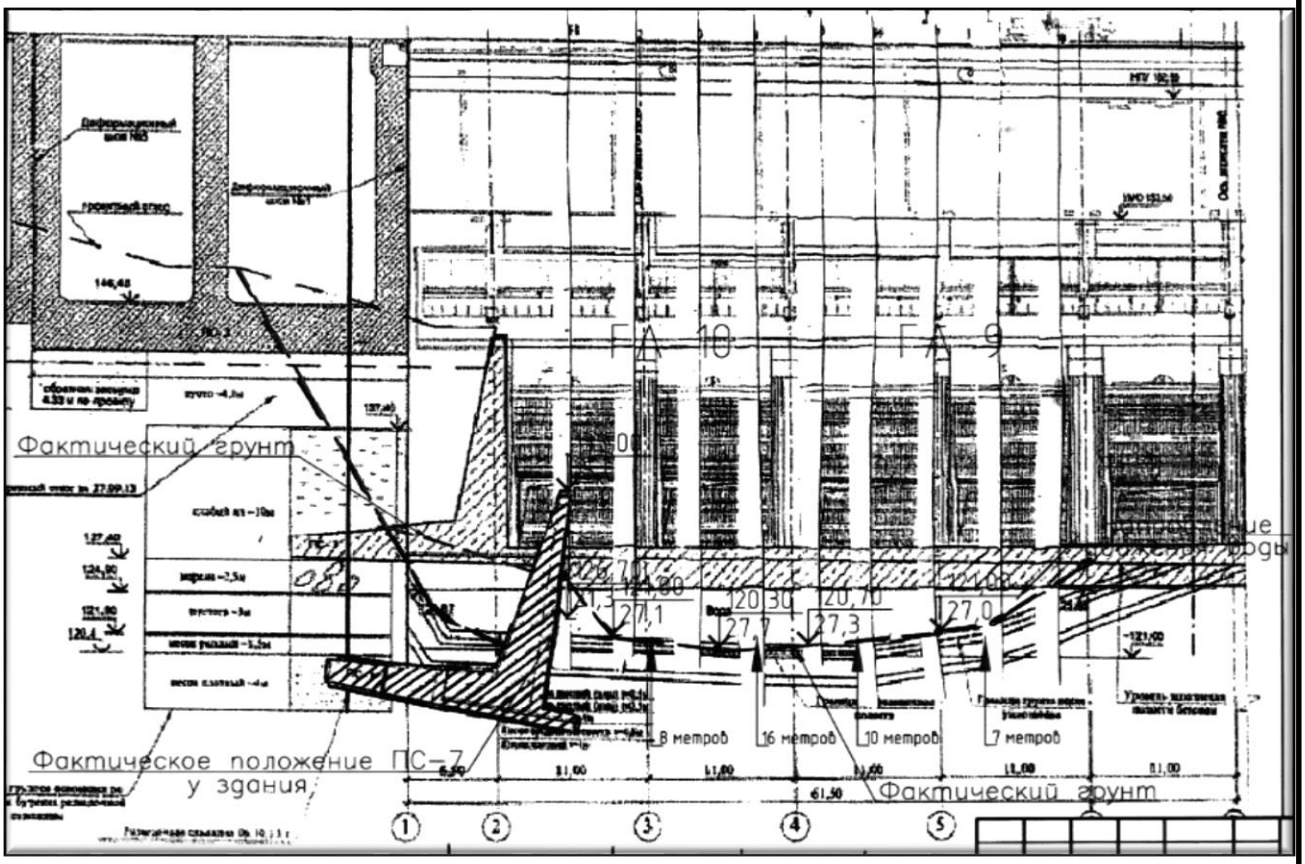


Рис. 1.4..1-3 Результаты обследования стенки ПС-7

Смещение стенки произошло неравномерно. Направление стенки вдоль реверсивного канала направлено в сторону правого берега. Отмечен разрыв между ПС-7-1 и ПС-7-2. Расстояние между стенками составляет около полуметра. В разрыве отмечены деформированные элементы шпонки. В месте разрыва верх элементов ПС-7 отмечен на глубине 14,3 метра. Дно со стороны реверсивного канала отмечено на глубине 22,8 метра.

В месте разрыва элементов ПС-7 со стороны правого берега наблюдаются металлические предметы в виде арматуры и труб.

Правобережный откос разрушен, отмечено обрушение бетонных плит крепления. Под бетонными плитами отмечено локальное отсутствие грунта высотой до 0,5 метра глубиной подмыва до 1 мера. Некоторые плиты накрыты слоем грунта.

Обследование ПС-3 со стороны верхнего бьефа

При проведении обследования вдоль стены ПС-3 в направлении от деформационного шва к оси № 1 здания ГАЭС обнаружено:

- Кирпичные стены насосной станции пожаротушения разрушены, обломки хаотично расположены на дне;
- Строительный мусор накрыт слоем мелкого пылеватого песка, мощность слоя не определена;
- Глубина вдоль здания изменяется в пределах от 1,4 метра у деформационного шва ПС-3 – ПС-4 до 3,8 метра в средней части ПС-3 и 2,8 метра у оси № 1 здания ГАЭС;
- Отрыва бетонной плиты основания здания насосной станции пожаротушения от стены ПС-3 не обнаружено;
- На расстоянии 10 метров от стены ПС-3 в сторону верхнего бьефа и 7 метров от оси № 1 здания ГАЭС в сторону правого берега отмечено локальное понижение отметки грунта на глубину 5,1 метр от уровня воды. Место с наибольшей глубиной имеет форму воронки. Открытой или сквозной промоины под сооружением не обнаружено.
- Подмывов вдоль бетонной стены ПТПУ-4 не обнаружено. Отметки дна вдоль стены зафиксированы в пределах от 0,4 метра в средней части стенки до 1,4 метра у края стенки ПТПУ-4 у оси № 1 здания ГАЭС.

Обследование шахт турбин гидроагрегатов № 9 № 10

Обследованием установлено, что в шахте турбин находится множество хаотично расположенных металлических предметов и строительный мусор в виде арматурных сеток, труб, фанерных щитов с металлическими элементами крепления и другого металлопроката.

Все горизонтально расположенные элементы, предусмотренные для монтажа основного оборудования, накрыты слоем мелкого пылеватого песка. Мощность слоя наносного грунта составляет от 10 до 15 сантиметров.

Гидроагрегат № 9

Гермодверь на отметке ≈ 124,2 метра находится в приоткрытом состоянии. Перед дверью в шахте турбины присутствуют металлические предметы в виде арматуры и труб. Периметр гермодвери посторонними

предметами не перекрыт. На пороге находится незначительное количество мелкого пылеватого песка.

Гермодверь на ≈ 132,9 полностью открыта. Перед дверью посторонние предметы препятствующие закрытию отсутствуют. На пороге находится незначительное количество мелкого пылеватого песка. За гермодверью в проходе посторонние предметы препятствующие закрытию не обнаружены.

Гидроагрегат № 10

Гермодверь на отметке ≈ 124,2 находится в приоткрытом состоянии. Перед дверью, на пороге присутствуют посторонние предметы в виде кусков дорнита и арматурных сеток, препятствующих закрытию двери. На пороге находится незначительное количество мелкого пылеватого песка.

Гермодверь на ≈ 132,9 находится в приоткрытом состоянии. На пороге двери находится кабель препятствующий закрытию двери. Других предметов препятствующих закрытию не обнаружено. На пороге находится незначительное количество мелкого пылеватого песка.

1.4.2 Оценка состояния грунтов в основании станционного блока

В составе исследовательских работ в 2013 году после инцидента были выполнены работы по бурению изыскательских скважин в районе станционного узла ЗагАЭС-2.

Схема расположения скважин показана на рис.1.4.2-1.

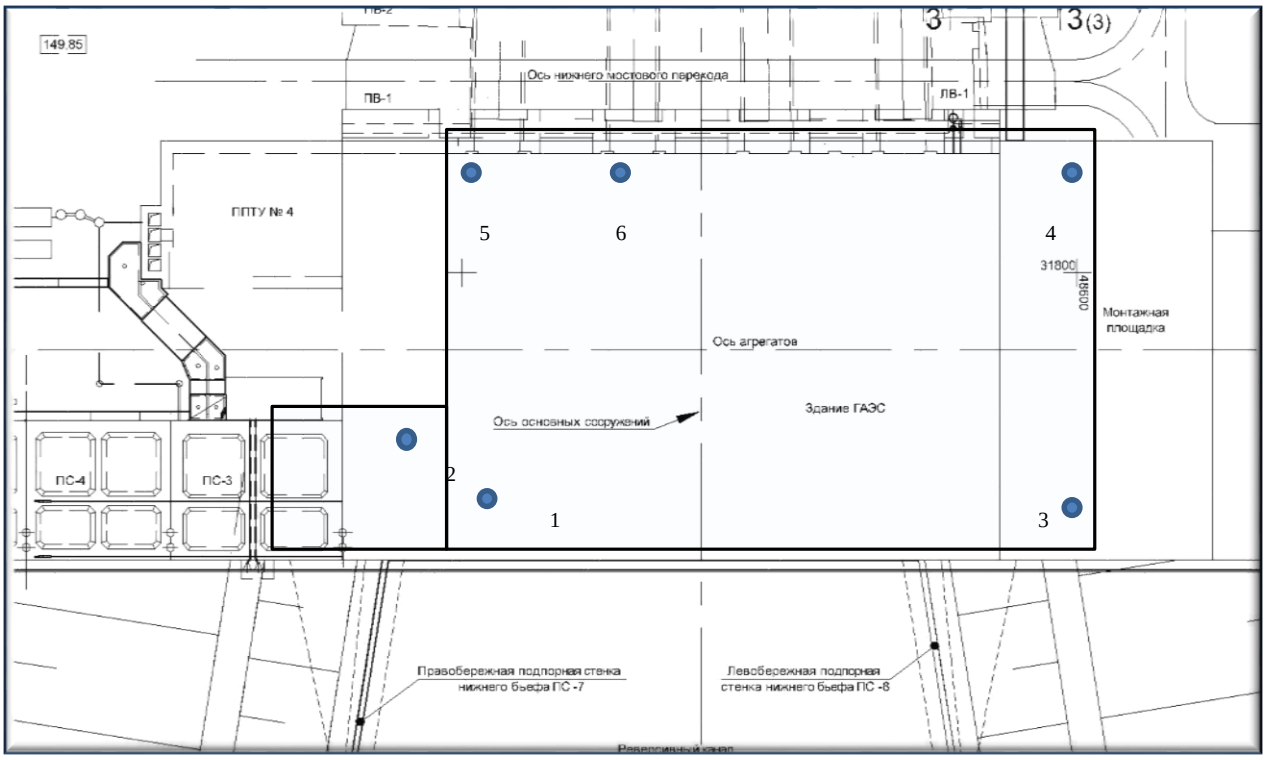


Рис. 1.4.2-1 Схема размещения скважин статического зондирования

В соответствии с Программой работ были пробурены следующие скважины для определения состояния и свойств грунтов: №1 в районе шахты насосной аварийной откачки здания машинного зала между осями 1 и 2; №2 под площадкой ПС-3; №3 в районе НБ оси 11 (№1-3 с отм. 166,4 м); №4 в районе ВБ оси 11; №5 в районе ВБ оси 1; №6 в районе ВБ оси 5 (№4-6 с отм. 149,85).

В результате произведенных работ установлено:

1. В скважине №1 на здании машинного отделения в районе шахты между осями 1 и 2 под основанием фундамента обнаружена полость, заполненная водой, мощностью 1,1 м (абс.отм. 120,6-119,5). Далее, до глубины 47,0 м (абс.отм. 118,5 м) песок (ил) очень рыхлый (мощность слоя 1,0 м), до 48,4 м (абс.отм. 117,1 м) – песок рыхлый (мощность слоя 1,4 м), до 49,0 м – песок средней плотности (мощность слоя 0,6 м), а с глубины 49,0 м – песок плотный.

2. В скважине №2 на площадке ПС-3 под основанием фундамента обнаружена полость, заполненная водой, мощностью 4,93 м (абс.отм. 141,93-137,0 м). Далее, до глубины 46,5 м (абс.отм. 119,0 м) толща сильно разуплотненных и разуплотненных суглинков и пылеватых песков, общей мощностью 18,0 м, подстилают которую плотные пылеватые пески.

3. В скважине №3 основание фундамента слагают пески средней плотности, мощностью 0,9 м (абс. отм. подошвы слоя 143,6 м), далее залегают пески плотные.

4. В скважине №4 основание фундамента слагают пески средней плотности, мощностью 0,4 м (абс. отм. подошвы слоя 125,1 м), далее залегают пески плотные.

5. В скважине №5 зонд был опушен на глубину 14,0 м, после начала опыта на глубине 14,8 м наступил отказ.

6. В скважине №6 зонд был опушен на глубину 24,6 м, после чего было проведено задавливание зонда до глубины 32,6 м, в интервале проведения опыта развиты пески сред-ней плотности с среднем значением лобового сопротивления под конусом зонда qs – 9,0 МПа, в интервалах 30,4-30,8 и 31,4-31,8 м наблюдалось снижение лобового сопротивления, что может свидетельствовать о наличии в этих интервалах либо прослоев суглинков или разуплотненных песчаных прослоев;

По периферии здания станции с нагорной стороны, а также в полостях, образовавшихся при размыве, осел материал, который в момент затопления находился во взвешенном состоянии. Статическое зондирование, выполненное под основанием стенки ПС-3, показало, что образовавшийся осадок, предположительно представленный песком, имеет плотность, характеризующуюся предельным усилием вдавливания зонда q_c=1 МПа. По этому показателю грунт соответствует предельно рыхлому сложению. В результате испытаний грунтов статическим зондированием выявлено, что осевшие после события грунты имеют чрезвычайно малую плотность (соответственно, и прочность) и не могут рассматриваться в качестве основания под сооружения станционного узла.

В результате бурения как в нижнем бьефе станционного узла, так и в верхнем бьефе, разуплотнения и пустот под фундаментной плитой здания

ГАЭС не обнаружено. На глубине около 40 см под фундаментной плитой здания станции располагаются плотные пески.

1.4.3 Оценка состояния конструктивов здания ГАЭС

1.4.3.1 Общие сведения

Оценка состояния конструктивов здания ГАЭС выполнялась с помощью технического обследования визуальными и инструментальными методами исследований, а также с помощью математических моделей, обосновывающих постадийное развитие НДС от момента инцидента до полного выравнивания сооружений.

По результатам обследований и выполнения расчетов выполнялась калибровка математических моделей, позволяющая добиться совпадения результатов натурных наблюдений и расчетных значений НДС в конструктивных элементах сооружений.

Результаты сравнения между наблюденными значениями внутренних усилий в арматуре и расчетными значениями приведены в таблицах 1.4.3.1. и 1.4.3.2.

Результаты напряжений в арматуре (кг/см2) с верховой стороны.Таблица 1.4.3.1.

Отметка	**Конструкция**	**Расчетные значения, кг/см^2**	**Измеренные значения методом разгрузки и по ПСАС, кг/см^2**	**Оси**
135,10	перекрытие	1870	1615	8-9
129,35	верх ФП	1200	1278	7-8
125,10	пол	710	685	8-9
119,50	верх ФП	120	166	8-9
117,00	низ ФП	-230	-255 (ПСАС)	7-8

Результаты напряжений в арматуре (кг/см2) с низовой стороны.Таблица 1.4.3.2.

Отметка	**Конструкция**	**Расчетные значения, кг/см^2**	**Измеренные значения методом разгрузки и по ПСАС, кг/см^2**	**Оси**
166,40	перекрытие	2500	2430	7-8
166,40	консоль стены НБ	1875 (от 2500)	1850	6-7
159,20	щитовая стена	1570 (от 2090)	971	8-9
157,70	перекрытие	1540 (от 2050)	974	6-7
151,35	щитовая стена	1640	1573	7-8
149,85	перекрытие	1560*	1820...2200	5-6
144,20	щитовая стена	930 (от 1240)	741	6-7
142,70	перекрытие	1150	1080	Практически по оси 8
137,80	щитовая стена	870	250	7-8
123,50	верх ФП	60	82 (по ПСАС-90…100)	7-8
120,50	низ ФП	-230	-350 (ПСАС)	7-8

1.4.3.2. Результаты технических обследований основных сооружений

Технические обследования выполнены ОАО «НИИЭС» в соответствии с ТЗ ОАО «Институт Гидропроект» в период август 2014 – май 2015 гг.

Результаты Технического обследования сооружений гидроузла, пострадавших в результате инцидента 17.09.13., разработаны в объеме:

- Материалы визуального обследования здания и монтажной площадки (МП).
- Материалы инструментального обследования:

- определение прочности бетона неразрушающими способами;
- определение прочности бетона с испытанием кернов;
- определение арматуры методом ее разгрузки в контрольных точках.

– Материалы обмерных работ.

– Расчеты напряженно-деформированного состояния (НДС) здания ГАЭС для четырех состояний.

– Выводы и рекомендации по видам работ.

Основные выводы по результатам обследований:

1. Результаты проведенного обследования конструктивных элементов здания ГАЭС показали наличие трещин и сколов в различных зона ГАЭС. Часть конструкций рекомендуется разобрать полностью с последующим восстановлением. Общие принципы усиления сохраняемых конструктивных элементов заключаются в лечении трещин и усилении их системами внешнего армирования (СВА). Ширины раскрытия трещин зафиксированы в материалах технических обследований.
2. Результаты проведенного обследования сооружений находящихся в зоне осадок здания ГАЭС показали, что железобетонные конструкции понура были разрушены и демонтированы.
3. Подпорные стены ПВ-1, ПВ-2 были повреждены при непроектной осадке здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и вследствие этого демонтированы.
4. В железобетонных конструкциях подпорной стены ПС-3 были выявлены трещины значительного раскрытия с выкалыванием бетона локального характера. Рекомендуется демонтировать верхнюю часть сооружения; выполнить усиление оставшейся части конструкции с применением композитных материалов из углеродного волокна.

5. Часть железобетонных плит креплений откосов реверсивного канала была повреждена при непроектной осадке здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и вследствие этого демонтирована. Оставшиеся плиты пригодны к эксплуатации.
6. Правобережные пролетные строения мостов демонтированы вследствие значительной осадки подпорной стены ПВ-1.
7. Выявлены локальные повреждения (трещины, сколы бетона и др.) пролетных строений мостов в зонах деформационных швов. Рекомендуется выполнить усиление поврежденных участков с применением композитных материалов из углеродного волокна, с учетом которого конструкции мостов будут пригодными к эксплуатации.

Другие сооружения станционного узла (кроме упомянутых выше) могут считаться работоспособными после проведения усиления локальных участков.

1.4.3.3. Результаты расчетного обоснования

Выполнено расчетное моделирование выравнивания здания Загорской ГАЭС-2 методом компенсационного нагнетания с прогнозом остаточных изменений напряженно-деформированного состояния здания.

Исследовано напряженно-деформированное (НДС) здания ГАЭС при последовательном прохождении характерных этапов: просадка здания с образованием эрозионного канала под ним; стабилизация осадок; поэтапное понижение уровня воды; ликвидация эрозионного канала и продолжение понижения уровня воды; выравнивание здания методом компенсационного нагнетания; подъем уровня воды в реверсивном канале до НПУ (в общей сложности 14 расчетных этапов).

Математическое моделирование просадки здания ГАЭС и последующих мероприятий по восстановлению выполнено методом конечных элементов в трехмерной постановке «здание ГАЭС – основание» с учетом взаимодействия между зданием ГАЭС и ПС-3. Методика расчетных исследований доработана с учетом накопленных результатов сопоставления расчетных и натурных данных. В частности, учтены упругопластические деформации в песчаном основании по расширенной модели Друкера-Прагера, усовершенствована методика моделирования эрозионного канала.

Подробные сведения о результатах расчетногго обоснования приведены в документе №1938-40-094.3.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭТАПА СТАБИЛИЗАЦИИ СООРУЖЕНИЙ ЗАГАЭС-2

2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТАБИЛИЗАЦИИ

Около 23 часов 17 сентября 2013 г. в течение короткого промежутка времени произошло затопление верховой части котлована Загорской ГАЭС-2 (через входные отверстия напорных водоводов агрегатов №№ 9 и 10 и кабельные каналы здания ГАЭС-2) до отметки 162,0 м, соответствующей уровню воды в нижнем бассейне ГАЭС в это время. Из внешних признаков произошедшего события, помимо затопления верховой части котлована ГАЭС-2, утром 18 сентября обнаружена деформация положения здания станции. До этого события положение станции было зафиксировано на 13.09.13 г., отмечено отсутствие деформаций здания. 18.09.13 г. выполнена геодезическая съемка сооружений станционного узла, отмечены существенные деформации, приведенные на приведенные на разрезе поперек потока (см. рис. 2.1.1.).

18.09.2013г. были продолжены наблюдения по сохранившейся контрольно-измерительной аппаратуре, в том числе высотными марками на незатопляемой части бетонных сооружений, пьезометрической и другой аппаратурой на откосах котлована, начата установка дополнительной аппаратуры и средств измерений на наиболее характерных участках, фиксирующих происходящие изменения сооружений и их напряженно-деформированное состояние.

В течение 18 и 19 сентября была произведена откачка вода из нижнего бассейна и сброс из него части воды в р. Дубна с целью снижения уровня воды в нем, и к 20 сентября уровень был понижен до отметки 155,5, м, который поддерживался до 29 сентября.

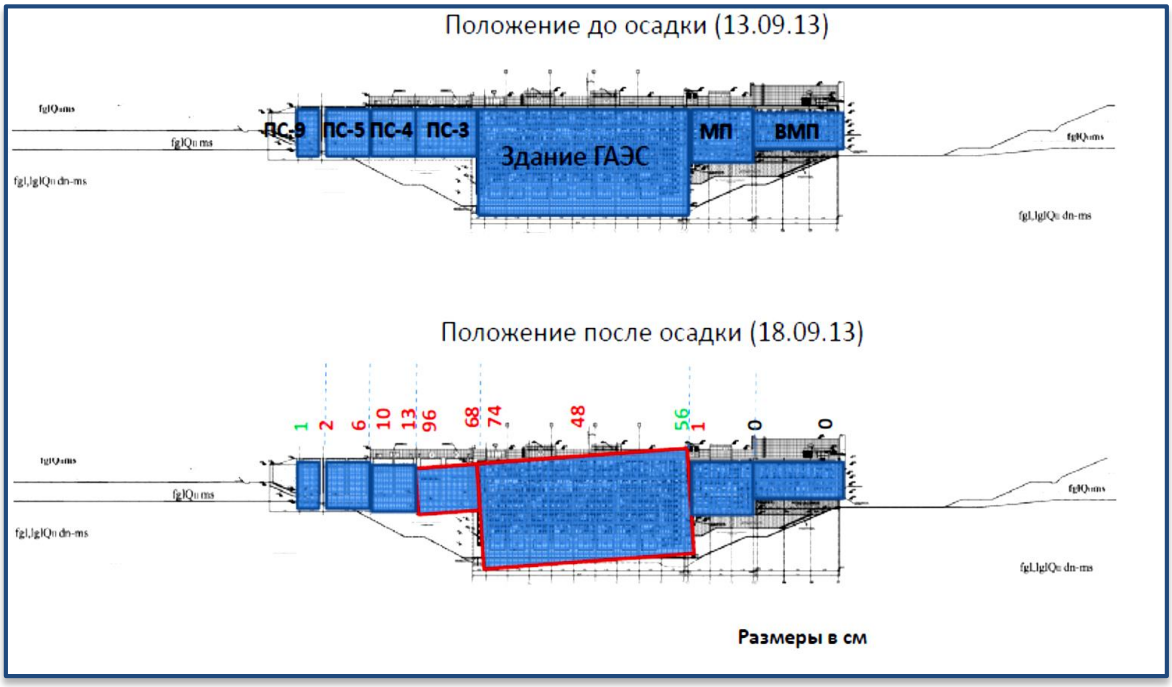


Рис. 2.1.1. Схема осадок сооружений гидроузла после инцидента

К 20.12.13 была выполнена поэтапная откачка воды из котлована и уровень поддерживался на отм. 148,20 м как в верхнем, так и в нижнем бьефах станционного узла до конца марта 2014 года. При этом положении выполнены работы по устройству теплового контура здания в связи с наступившим зимним периодом.

После этих событий начались работы по стабилизации сооружений гидроузла в рамках аварийно-спасательных работ. Сведения о результатах работ по стабилизации приведены в документе «Отчёт о результатах стабилизации сооружений станционного узла Загорской ГАЭС-2» №1938-40-064.

За период 01.04.14 - 18.06.14 вода из котлована удалена полностью. В настоящее время здание ГАЭС также освобождено от воды, выполняются работы по расчистке наносов. Выполнена стабилизация здания ГАЭС, этап I завершен.

Порядок работ отражен в разделе 2.2.

2.2. ПРОГРАММА СТАБИЛИЗАЦИИ И ПОРЯДОК РАБОТ

В соответствии с «Программой восстановления и ввода в эксплуатацию Загорской ГАЭС-2» №1938-40-001, выпущенной ОАО «Институт Гидропроект» в октябре 2013 года и утвержденной Заказчиком письмом №2387-ВМ от 12.11.2013 в период 18.09.13 – 01.08.14 были выполнены работы по стабилизации сооружений станционного узла ЗаГАЭС-2.

«Программой восстановления и ввода в эксплуатацию Загорской ГАЭС-2» предусматривается восстановление станционного узла в 2 этапа: этап стабилизации и этап восстановления. Стабилизация сооружений станционного узла здания ГАЭС является первым этапом восстановления. По окончанию работ по стабилизации выполняется этап восстановления.

Комплекс временных сооружений по обеспечению безопасного удаления воды из котлована здания ГАЭС включает разработку проектной и рабочей документации на устройство отсечной перемычки между нижним бассейном ГАЭС и котлованом здания ГАЭС; водопонижение котлована здания ГАЭС; разработку технических условий и/или требований на выполнение работ по откачке воды из котлована здания ГАЭС.

Проектирование отсечной перемычки между нижним бассейном ГАЭС и котлованом здания ГАЭС должно обеспечивать: безопасное снижение уровня воды в котловане здания ГАЭС до полного осушения;

возможность беспрепятственной работы действующей Загорской ГАЭС в эксплуатационном режиме в любое время года; возможность проезда между правобережной и левобережной частями реверсивного канала.

Проектирование водопонижения котлована здания ГАЭС должно обеспечивать: возможность выполнения работ по безопасной откачке воды из реверсивного канала; выполнение строительно-монтажных работ по стабилизации и восстановлению Загорской ГАЭС-2 в котловане здания ГАЭС; выполнение работ по демонтажу сооружений и их конструктивных элементов.

Проектирование водопонижения котлована здания ГАЭС должно выполняться поярусно.

Разработка технических условий и/или требований на выполнение работ по откачке воды из котлована здания ГАЭС должна обеспечивать сработку уровней воды в реверсивном канале здания ГАЭС в безопасном режиме.

Безопасным режимом сработки уровней воды в реверсивном канале здания ГАЭС принимается режим, при котором увеличение нагрузки на разрушенное основание с учетом взвешивающей силы на здание ГАЭС компенсируется комплексом мероприятий по восстановлению разрушенного основания в зоне эрозионного канала. Деформации конструктивных элементов здания ГАЭС и внутренние усилия в них при сработке уровней воды в реверсивном канале должны не превышать критериальных значений.

Критериями безопасной сработки уровней являются: средняя ширина колебаний раскрытия трещин в перекрытиях и несущих стенах здания ГАЭС не более 0,2 мм/сут; наибольшая ширина раскрытия трещин в одном из наблюдаемых элементов не более 0,6 мм/сут; увеличение напряжений в арматуре стен и перекрытий не более 10% в сутки, но не более 70% от предела текучести арматуры за период откачки.

При выполнении работ по сработке уровней воды в реверсивном канале следует обеспечивать равенство уровней воды в нижнем и верхнем бьефах напорного фронта станционного узла.

Для уменьшения напряжений в основании здания ГАЭС рекомендуется выполнить опережающую откачку воды из здания ГАЭС по отношению к уровням воды в верхнем и нижнем бьефах станционного

узла. Для реализации этого условия необходимо выполнить герметизацию здания ГАЭС.

Работы по откачке воды из котлована здания ГАЭС должны сопровождаться комплексом ежедневных и регулярных наблюдений за состоянием сооружений станционного узла. Наблюдения ведутся за следующими сооружениями гидроузла: здание ГАЭС; монтажная площадка; СПК; подпорная стенка ПС-3; помещение ППТУ-4; отсечная перемычка реверсивного канала; котлован здания ГАЭС; напорные водоводы; подпорные стенки верхнего бьефа ПВ и ЛВ.

Наблюдения за состоянием сооружений станционного узла выполняются в соответствии с разработанной программой наблюдений, утвержденной Заказчиком.

Задачи стабилизации:

- Укрепить основание для откачки воды из котлована здания ГАЭС от отм. 148,2 м до отм. 141,2 м
- Укрепить здание ГАЭС от опрокидывания
- Укрепить основание для ПС-3

Исходными данными для проектирования работ по стабилизации являются: батиметрическая съемка котлована здания ГАЭС; подводная съемка сооружений здания ГАЭС, выполненная с помощью многолучевого эхолота, гидролокатора кругового обзора и акустического профилографа; результаты водолазных обследований; геодезическая съемка; результаты ежедневных наблюдений за состоянием сооружений станционного узла.

Основным требованием к проектированию работ по стабилизации является требование достижения стабилизации здания ГАЭС (полного опорожнения котлована станционного узла) при условии сохранения конструктивных элементов здания ГАЭС.

В состав работ по стабилизации здания ГАЭС входят следующие работы (по видам):

- заполнение полостей под фундаментной плитой
- работы по укреплению грунтов основания
- работы по обеспечению сохранности сооружений

- работы по сохранению технологического оборудования
- работы по сохранению конструктивных элементов и сооружений
- работы по работы по укреплению конструктивных элементов
- работы по герметизации здания ГАЭС
- работы по работы по удалению наносов

Порядок выполнения работ по стабилизации:

1. Отсыпка перемычки, отсекающей котлован ГАЭС-2 от нижнего бассейна ГАЭС с целью запуска в эксплуатацию ЗаГАЭС-1.
2. Опорожение котлована ГАЭС-2 до отметки 148,2 м. с заданным режимом опорожнения и постоянным контролем за положением сооружений. От отм. 153,5 м (исходная отметка воды на 18.09.13 г.) до отм. 149,85 м (перекрытие машзала) опорожнение выполнялось с интенсивностью 50 см/сут; от отм. 149,85 до отм. 148,7 м опорожнение производилось с интенсивностью 10 см/сут с суточным перерывом на стабилизацию осадок.
3. Выполнение работ по устройству временного теплового контура сооружений станционного узла на проектной отметке пола машзала 149,85 м.
4. Выполнение работ по очистке помещений, техническому обследованию сооружений и оборудования, демонтажу оборудования и сушке помещений на отметках выше 149,85 м.
5. Отсыпка временной насыпи в реверсивном канале в зоне сопряжения ПС-3 и здания ГАЭС до примыкания к напорному фронту с целью дальнейшей изоляции зоны нарушений основания сооружений от реверсивного канала и создания площадки для производства дальнейших работ по восстановлению станции. Примыкание перемычки к напорному фронту осуществляется после заполнения пустот под фундаментной плитой здания ГАЭС.
6. Отсыпка временной насыпи с верховой стороны ПС-3 с целью изоляции зоны нарушений основания сооружения и создания площадки для производства работ по восстановлению станции.
7. Укрепление верхней части ПС-3 путём укладки бетонной плиты с целью предотвращения её разрушения от навала здания станции.
8. Подбор составов смесей композитных материалов (КМ), характеризующихся плотностью не менее 2 т/м3, прочностью на сжатие в диапазоне 7-15 кг/см2, временем схватывания не менее 48 часов.
9. Проверка подобранных составов КМ на двух опытных участках с корректировкой составов.
10. Исследования грунтов в пробуренных скважинах под

фундаментной плитой здания ГАЭС.

11. Исследования грунтов под фундаментной плитой подпорной стенки ПС-3.
12. Устройство бетонолитных труб с отм. 166,4 м в 5 створах вдоль напорного фронта здания ГАЭС по длине размытой зоны понура в нижнем бьефе станционного узла.
13. Устройство бетонолитной трубы в районе шахты аварийного осушения.
14. Нагнетание КМ в полость под фундаментной плитой здания ГАЭС и, частично, в область разрушенного понура в объеме около 3 000 м3. (участок работ №3). Нагнетание сопровождалось постоянным водолазным и геодезическим контролем объемов и положения уложенного КМ.
15. Выполнение исследований материала КМ, уложенного в полость под фундаментной плитой здания ГАЭС.
16. Устройство подкрановых путей мостового крана здания ГАЭС и возобновление работы крана при грузоподъемности 35 т. Обеспечение работы крана в зоне монтажной площадки и здания ГАЭС.
17. Проведение работ по обследованию и дефектации основного и вспомогательного оборудования, находящегося в зоне доступа на отм. 149,85 и выше.
18. Демонтаж и вывоз на склады оборудования, находящегося в здании ГАЭС (выполняется).
19. Выполнение работ по устройству системы водопонижения 1 яруса на отм. 155,0 м.
20. Замыкание временной насыпи в реверсивном канале в примыкании ПС-3 к зданию ГАЭС с целью изоляции зоны нарушений основания сооружений от реверсивного канала и возможности проведения работ по заполнению пустот под ПС-3 (участок работ №1).
21. Бурение 4 скважин через фундаментную плиту ПС-3 для заливки КМ под ПС-3 (участок работ №1).
22. Заливка КМ в пустоты под фундаментной плитой ПС-3 в объеме около 600 м^3.
23. Бурение скважин через бетонные блоки здания ГАЭС в центральной зоне и в верхнем бьефе ГАЭС с целью обнаружения пустот (участок работ №4).
24. Выполнение работ по статическому зондированию в пробуренных скважинах (участок работ №4).
25. Заполнение обнаруженных пустот композитным материалом КМ (участок работ №4).
26. Бурение скважин в торце здания ГАЭС (участок работ №2) (выполняется).

27. Нагнетание раствора в зону сопряжения основания станции и фундаментной плиты с целью заполнения возможных пустот и укрепления грунта (участок работ №2).
28. Выполнение контрольных работ по геодезическим измерениям состояния положения станционного узла (выполняется постоянно).
29. Выполнение опытных и проектных работ по укреплению конструктивных элементов здания ГАЭС, подвергшихся трещинообразованию.
30. Выполнение работ по герметизации здания ГАЭС.
31. Выполнение работ по водолазному обследованию затворов нижнего бьефа здания ГАЭС с целью определения их герметичности.
32. Опорожнение здания ГАЭС с заданным режимом опорожнения и постоянным контролем положения сооружений.
33. Опорожнение котлована ГАЭС-2 до отметки 141,2 – 141,0 м с заданным режимом опорожнения и постоянным контролем положения сооружений. Опорожнение выполнялось с регулярным перерывом на стабилизацию осадок.
34. Устройство скважин в теле бетона здания ГАЭС с последующим проведением работ по закачке растворов в основание здания ГАЭС.
35. Подбор составов растворов для закачки в основание здания ГАЭС. Подобраны составы типа БЦ-И, БЦ-О на основе цементно-бентонитовой смеси. Применялись также составы на основе цемента с В/Ц = 0,8 … 0,6.
36. Выполнение работ по закачке в основание здания ГАЭС. Всего под здание ГАЭС инъецировано 21 751 $м^3$ растворов различных составов.
37. Выполнение работ по обследованию и введению в работу дренажной системы здания ГАЭС.
38. Выполнение работ по устройству временного теплового контура сооружений станционного узла на проектной отметке пола машзала ниже отм. 149,85 м.
39. Выполнение работ по очистке помещений, техническому обследованию сооружений и оборудования, демонтажу оборудования и сушке помещений на отметках ниже 149,85 м.
40. Проведение работ по обследованию и дефектации основного и вспомогательного оборудования, находящегося ниже отм. 149,85.
41. Демонтаж и вывоз на склады оборудования, находящегося в здании ГАЭС.
42. Выполнение работ по устройству системы водопонижения 2 яруса на отм. 145,0 м.
43. Выполнение работ по статическому зондированию укрепленного грунта
44. Опорожнение котлована ГАЭС-2 от отметки 141,2 м до отм. 128,0 м

с заданным режимом опорожнения и постоянным контролем положения сооружений.

45. Выполнение работ по расчистке здания от наносов (выполняется).

2.3. ВЫПОЛНЕНИЕ СТАБИЛИЗАЦИОННЫХ РАБОТ ПО ВИДАМ

2.3.1. Заполнение полостей под фундаментной плитой

Работы по заполнению открытых и закрытых полостей под зданием ГАЭС и сопрягающими сооружениями включают следующие проектные решения:

- разработка документации для устройства опытных участков;
- выполнение опытных работ на опытных участках;
- разработка технических условий на заполнение полостей;
- разработка требований к материалам заполнения полостей;
- разработка проектно-сметной документации;
- разработка составов материалов заполнения.

Документация для устройства опытных участков включает проектно-сметную документацию и технические условия на опытные работы.

В результате опытных работ (см. раздел 2.3.9) отработываются технологические приемы укладки материалов под воду и проверяется необходимое количество составов материалов для укладки в полости.

Требования к контролю качества укладки материалов в полости отрабатываются на опытных участках и в дальнейшем применяются для контроля качества укладки материалов в полости в натуре при соответствии температурных параметров и способов контроля состояния материалов.

Для контроля качества и состояния материалов в процессе твердения применяется использование регулярного температурного каротажа и сейсмокаротажа.

Контроль геометрического размещения (укладки) материалов в полости на глубинах до 28 м выполняется с помощью многолучевого эхолота, гидролокатора кругового обзора и акустического профилографа.

Проектно-сметной документацией предусматривается подача материала укладки непосредственно в полости. Укладка материалов в полости, расположенные на глубинах до 28 м, выполняется с помощью жестких бетонолитных труб, заводимых в полости с помощью водолазных работ.

Разработка составов материалов осуществляется в специализированных лабораториях с последующей проверкой составов в производственных условиях и на опытных участках.

Сроки схватывания материалов на минеральном вяжущем принимаются в соответствии с расчетными сроками заполнения полостей

по результатам разработки проектов производства работ (ППР). В полостях объемами 800-1000 м^3 сроки схватывания замедляются до 72 часов (трое суток и более) с учетом температуры среды.

Составы разрабатываются в следующей последовательности: базовые составы, рабочие составы. Базовые составы разрабатываются в специализированных лабораториях. На основании проектных требований отрабатывается ряд составов на различных исходных материалах с определением оптимальных видов материалов и их компонентов, а также источников их получения. Рабочие составы уточняются в лаборатории строительства на основании базовых составов и назначаются с учетом производственных возможностей конкретного бетонного завода или растворного узла.

При укладке материалов в полости лаборатория строительства должна производить коррекцию рабочих составов в соответствии с текущими погодными и производственными условиями укладки.

Заполнение полостей под сооружениями станционного узла производилось самоуплотняющимися композитными материалами (КМ). Композитные материалы имеют свойства, существенно отличающие их от обычных бетонных смесей; их состав разрабатывался специализированной организацией, имеющей опыт проектирования и разработки такого рода составов. Проектные требования к материалу приведены в таблицах 2.3.1.-1 и 2.3.1.-2.

Таблица 2.3.1-1. Проектные требования к материалу после набора прочности

№ п/п	Наименование показателя	Требуемое значение
1	Класс прочности на сжатие	1. без класса, 7-10 кг/см^2 при температуре t=10^{o}C 2. не более 15 кг/см^2 при возрасте 28 суток
2	Марка по морозостойкости	нет требований
3	Марка по водонепроницаемости	нет требований
4	Проектный возраст	14 суток
5	Объёмный вес	>2000 кг/м^3

Таблица 2.3.1-2. Проектные требования к материалу в период укладки

№ п/п	Наименование показателя	Требуемое значение
1	Марка по удобоукладываемости	П6 *(расплыв конуса более 62 см)*
2	Средняя плотность	>2000 кг/м^3
3	Сохраняемость	более 48 часов при температуре t=10^{o}C

	удобоукладываемости	
4	Водоотделение	Не более 0,8%
5	Растворотделение	Не более 4%
6	Объём вовлечённого воздуха	не регламентируется
7	Температура на выходе с бетонного завода	15-25°С

Во время работ по закачке КМ в полость под фундаментную плиту здания ГАЭС уложено 2 937 м^3 КМ. Результат выполнения работ показан на рис.2.3.1.1. На рисунке отмечено полное заполнение полости под фундаментной плитой здания ГАЭС с вытеснением слабых грунтов.



Рис. 2.3.1.1. Отчет о результатах закачки на 20.12.13, 9:00

Объем грунта, уложенного в полость (по данным подводной съемки) составляет 927 м^3. Этот объем превышает расчетный объем полости, определенный в размере 680 м^3, что свидетельствует о вытеснении части слабых грунтов из полости и замене их композитным материалом.

2.3.2. Работы по укреплению грунтов основания

Работы по проектированию укрепления грунтов основания включают следующие проектные решения:

- разработка технических условий на работы по укреплению грунтов основания;

- разработка требований к материалам укрепления:
- разработка проектно-сметной документации на буровые и инъекционные работы;
- разработка составов материалов инъекций.

Технические условия на укрепление грунтов оснований включают сведения о: порядке выполнения работ; требованиях к производству работ по видам; требования к геометрическому положению материала укладки; требованиях к строительным материалам и их составам; требованиях к производству работ в зимнее время; требованиях к охране труда и технике безопасности; экологические требования.

Бурение скважин разделяется на бурение через железобетонные конструкции здания ГАЭС и сопрягающих сооружений, а также на бурение через грунт основания по сооружениями.

Бурение скважин предусмотрено для последующего проведения инъекционных работ под основанием сооружений станционного узла через пробуренные скважины с целью заполнения возможных пустот и разуплотнений грунта основания.

Разработка проектной документации на буровые работы предусматривает выполнение следующих условий:

- наличие возможности доставки бурового оборудования к месту работ;
- наличие возможности выполнения бурения через строительные конструкции станционного узла;
- выполнение буровых работ в стесненных условиях;
- выполнение работ ограниченным диапазоном диаметров скважин;
- совмещение буровых и инъекционных работ.

В связи с весьма высокой вероятностью попадания бурового инструмента на существующие закладные детали и трубопроводы при бурении скважин через конструктивные элементы здания ГАЭС, при разработке документации на бурение предусматриваются резервные скважины.

Инъекционные работы разделены на инъекционные работы по заполнению полостей под зданием ГАЭС и инъекционные работы для укрепления грунтов основания.

При разработке документации на инъекционные работы инъекции назначаются поярусно с шагом 1 м по высоте. Яруса инъекций назначаются в диапазоне отметок от низа фундаментной плиты до отметки 106,0 м.

Для заполнения полостей предусматриваются составы инъекционных растворов с применением песков; для инъекционных работ при укреплении грунтов основания используются мелкодисперсные материалы

(глинопорошок, бентонит, цемент).

Контрольным значением для прекращения инъекции при заполнении полостей является расход инъекционного раствора менее 1 л/мин при максимальном давлении 10 бар.

Контрольными значениями для прекращения инъекции при укреплении грунтов основания являются: расход инъекционного раствора менее 1 л/мин при максимальном давлении 10 бар, либо закачка 50 м^3 раствора в соответствующий ярус.

Разработка составов материалов рекомендуется осуществляется в специализированных лабораториях с последующей проверкой составов в производственных условиях и на опытных участках.

Составы разрабатываются в следующей последовательности: базовые составы, рабочие составы. Базовые составы разрабатываются в специализированных лабораториях. На основании проектных требований отрабатывается ряд составов на различных исходных материалах с определением оптимальных видов материалов и их компонентов, а также источников их получения. Рабочие составы уточняются в лаборатории строительства на основании базовых составов и назначаются с учетом производственных возможностей конкретного бетонного завода или растворного узла.

2.3.3. Работы по обеспечению сохранности сооружений

Работы по обеспечению сохранности сооружений и ранее выполненных строительно-монтажных работ включают следующие проектные решения:

- разработка проектно-сметной документации на устройство теплового контура сооружений ГАЭС;
- разработка проектно-сметной документации на устройство крышек люков в затопленных сооружениях, на устройство покрытий над шахтами гидроагрегатов.

Разработка документации по обеспечению сохранности конструктивных элементов включает разработку проектно-сметной документации на особо сложные работы, разработку технических условий.

Подробно технические решения по обеспечению сохранности сооружений рассмотрены в Главе 8 «Временные соорружения гидроузла»

2.3.4. Работы по сохранению технологического оборудования

Проектные работы по сохранению основного и вспомогательного технологического оборудования основываются на результатах технических

обследований оборудования, пострадавшего в результате инцидента 17.09.2013. Технические обследования по каждому виду оборудования или технологическим системам проводятся заводами-изготовителями соответствующего оборудования.

По результатам технических обследований по каждому виду оборудования или технологическим системам разрабатываются Акт визуального обследования и дефектная ведомость.

По результатам технических обследований оборудование подразделяется на утраченное и восстанавливаемое.

Утраченное оборудование должно быть утилизировано специализированными организациями в соответствии с нормами и правилами РФ.

Проектные решения по восстановлению основного и вспомогательного технологического оборудования разрабатываются поставщиками оборудования и заводами-изготовителями по соответствующим программам. По требованиям заводов-изготовителей условия восстановления оборудования могут быть либо заводскими, либо на площадке ЗаГАЭС-2. Программы восстановления основного и вспомогательного технологического оборудования приведены в Приложениях Б и В (№1938-40-094.Б; №1938-40-094.В).

При необходимости включения в работу технологического оборудования, используемого в процессе стабилизации или восстановительных работ, условия его работы должны быть согласованы Заказчиком либо с представителями соответствующих органов надзора.

Проектные работы по включению основного или вспомогательного технологического оборудования в работу включают следующие проектные решения:

- разработка проектно-сметной документации на усиление подкрановых конструкций здания ГАЭС;
- на устройство подкрановых путей здания ГАЭС; на устройство подкрановых путей нижнего бьефа;
- на устройство отопления здания ГАЭС;
- на устройство временных электрических сетей; на устройство элементов электроснабжения и освещения здания ГАЭС и вспомогательных сооружений;
- на устройство систем откачки воды из помещений здания ГАЭС и из котлована здания ГАЭС;
- на устройство вспомогательных и обслуживающих процессов.

2.3.5. Работы по сохранению конструктивных элементов и сооружений

Проектные работы по сохранению разрушенных и аварийных конструктивных элементов и сооружений основываются на результатах технических обследований строительных конструкций, пострадавших в результате инцидента 17.09.2013.

По результатам технических обследований по каждому виду конструктивных элементов разрабатывается дефектная ведомость.

Проектные работы по сохранению разрушенных и аварийных конструктивных элементов и сооружений подразделяются на работы по устройству теплового контура, демонтажу конструктивных элементов и сооружений и их укреплению.

В результате произошедшей возникновения непроектных осадок 17.09.2013г. часть конструкций здания ГАЭС и СПК была повреждена. В рамках работ по устройству теплового контура принято решение о восстановлении поврежденных конструкций, связанных с тепловым контуром зданий, а также о закрытии всех имеющихся проемгов и раскрывшихся деформационных швов выше отм. 149,75; предусмотреть мероприятия на отм.142,60, которые будет необходимо выполнить после осушения этой отметки.

Перечень работ по зданиям ГАЭС и СПК.

1. Восстановлен и утеплен временный торец, установленный в машзале ГАЭС по оси 4. Заменены сэндвич панели на высоте 2,5 м от уровня черного пола, по периметру торца выполнено утепление двумя слоями брезента.

2. Восстановлены ограждающие конструкции стены в осях 11-16б/Д1, ворота на въезде в здание ГАЭС, выполнен тамбур для входа в здание. Стены восстановлены из сэндвич панелей по имеющемуся металлическому фахверку. Раскрывшиеся деформационные швы закрыты двумя слоями брезента.

3. На момент возникновения непроектных осадок кровля на здании ГАЭС была выполнена до оси 6. Несущий профлист уложен по оси 4+8,5 м. На участке в осях 6 – 4+8,5 м выполнена временная утепленная кровля с организацией водоотвода.

4. На площадке перед зданием ГАЭС со стороны нижнего бьефа на отм.166,40 выполнено утепление павильонов выхода из лестниц №2, 3, 5. Аналогично утеплены павильоны выходов вентиляционных шахт №1, 2, 3, 4, расположенные на той же отметке. Конструкции включают в себя профлист, утеплитель минераловатный, фанера, все на деревянном каркасе.

5. К машзалу по оси А примыкают на отм. 157,60 в помещении 0-24 вентцентр, на отм. 149,75 в помещениях 0-07, 0-08 воздухосботники и

компрессорные. В стене имеются многочисленные проемы. Для уменьшения объемы отапливаемых помещений выполнено закрытие данных проемов сэндвич-панелями.

6. Для устройства утепленного выхода в зоне временного торца проектом предусматривается устройство стены по оси А в осях 4-1 с устройством двери в осях 2-3. Стена выполняется из сэндвич панелей по металлическому фахверку.

7. В перекрытии машзала на отм.149,75 имеются проемы под люки и лестницы ни нижние отметки, которые должны быть закрыты щитами во избежание испарения во время отопления машзала. Щиты, в зависимости от размера проемов выполняются как на месте, так и съемными. Материал – дерево, оцинкованная сталь. Аналогично решено закрытие проемов на отметке 142,70.

8. Выполнено закрытие кратеров гидроагрегатов №9 и №10. Закрытие выполнено по временной схеме с использованием полиэтиленовой пленки.

9. На момент возникновения непроектных осадок в здании ГАЭС не было выполнено остекление витражей в осях 4-6. Заполнение проемов витражей в этих осях выполнено по временной схеме из поликарбоната по смонтированным витражным конструкциям.

10. В процессе затопления здания ГАЭС была повреждена отделка помещений на отм. 149,75, 153,20. Для нахождения персонала в период аварийно-спасательных работ предусматривается восстановление отделки в помещениях 086, 086.7, 086.2, 086.5, 086.6, 086.8.

11. Выполнено закрытие деформационного шва в здании ГАЭС со стороны нижнего бьефа в осях 11-12 на отм. 156,70, 160,20 в помещениях 026,029,033.

12. Выполнено закрытие деформационного шва в здании ГАЭС со стороны нижнего бьефа в осях 11-12 на отм. 166,40. На участке 9 м шов перекрыт железобетонными плитами (в месте проезда), по бокам шов закрыт щитами из ламинированной фанеры, зашитой профилированным листом.

13. Предусматривается выполнение утепления крышек над ремонтными затворами здания ГАЭС, расположенными со стороны нижнего бьефа на отм.166,40.

14. В здании ГАЭС на отм.142,60 выполнены временные стены: по оси 1 для отделения недостроенного помещения тиристоров от основного объема генераторного этажа, а также по осям А и 2 выход в лестницу № 2. Стена выполнена из сэндвич панелей по металлическому фахверку.

15. Здание СПК. Выполнено закрытие оконных и витражных проемов по фасаду по оси И в осях 18-22 с отм.150,15 по отм.162,75.

16. Здание СПК. Выполнено закрытие технологических, лестничных и иных проемов на отм.167,02, 170,75, а также закрытие проемов по оси 22

на отм.150,15, 158,55, 162,75 с установкой утепленных дверей.

17. Здание СПК. Проектом предусматривается выполнение временной утепленной кровли на отм.166,85.

Работы по демонтажу разрушенных и аварийных конструктивных элементов и сооружений включают следующие проектные решения:

- разработка проектно-сметной документации на демонтаж подпорных стенок ПВ-1 и ПВ-2;
- на демонтаж пролетных строений мостовых переходов;
- на демонтаж компенсаторов водоводов;
- на демонтаж понура;
- на демонтаж элементов рисбермы;
- на устройство технологических проемов и выемок; на демонтаж инженерных сетей;
- на демонтаж приборов КИА.

Работы по укреплению разрушенных и аварийных конструктивных элементов и сооружений включают следующие проектные решения:

- разработка проектно-сметной документации на устройство подпорных стен верхнего бьефа;
- на устройство котлована в верхнем бьефе станционного узла;
- на устройство подпорных стен нижнего бьефа; на устройство съезда в котлован нижнего бьефа;
- на устройство крепления стенки ПС-8;
- на устройство опор компенсаторных секций напорных водоводов;
- на устройство крепления фундаментной плиты ППТУ-4;
- на устройство инженерных сетей; на устройство приборов КИА.

2.3.6. Работы по укреплению конструктивных элементов

Проектные работы по укреплению конструктивных элементов и сооружений основываются на результатах технических обследований строительных конструкций, пострадавших в результате инцидента 17.09.2013.

По результатам технических обследований по каждому виду конструктивных элементов разрабатывается дефектная ведомость.

Проектные работы по укреплению конструктивных элементов и сооружений на стадии стабилизации предназначены для восстановления несущей способности дефектных конструкций на период проведения работ

по стабилизации и выравниванию здания ГАЭС.

Проектные работы по укреплению бетонных и железобетонных конструктивных элементов и сооружений рекомендуется осуществлять с применением методов укрепления конструктивных элементов системами внешнего армирования.

Проектные работы по укреплению конструктивных элементов и сооружений включают проектные решения по разработке проектно-сметной документации на усиление перекрытий, стен и колонн на различных отметках здания ГАЭС. Объем работ по усилению конструкций принимается в соответствии с результатами технических обследований и результатами расчетного обоснования на этапы стабилизации и выравнивания здания ГАЭС.

Разработка документации по укреплению конструктивных элементов и сооружений включает разработку проектно-сметной документации и, на особо сложные работы, разработку технических условий.

2.3.7. Работы по герметизации здания ГАЭС

Проектные работы по герметизации здания ГАЭС основываются на результатах технических обследований строительных конструкций и отметок наносов в напорных водоводах, а также на основании исполнительной документации, разработанной при строительстве здания ГАЭС.

Документация по герметизации здания ГАЭС включает разработку технических условий и проектно-сметной документации.

Проектные работы по герметизации здания ГАЭС являются основанием для выполнения герметизации здания ГАЭС на время проведения работ по откачке воды из котлована здания ГАЭС. Основными источниками поступления воды в здание ГАЭС являются напорные водоводы гидроагрегатов №9 и №10 диаметром 7,5 м, частично занесённые наносами.

Работы по герметизации здания ГАЭС осуществляются с помощью устройства пробок во всех отверстиях здания ГАЭС, сопрягающихся с верхним и нижним бьефами напорного фронта.

Проектные работы по герметизации здания ГАЭС включают проектные решения на устройство пробок в напорных водоводах гидроагрегатов №9 и №10, замков в деформационных швах и пробок в отверстиях стены верхнего бьефа здания ГАЭС.

Проектные работы по герметизации здания ГАЭС включают разработку требований к выполнению водолазных работ.

Исходя из выполнения работ герметизации здания ГАЭС на глубинах до 15 м, требования к контролю качества работ по герметизации включают

необходимый минимум параметров, который может быть фактически достигнут на строительной площадке.

2.3.8. Работы по удалению наносов

Работы по удалению наносов основываются на результатах технических обследований помещений здания ГАЭС и результатов геодезических съемок.

Документация по удалению наносов внутри здания ГАЭС включает разработку основных технических решений по производству работ.

Документация по удалению наносов снаружи здания ГАЭС включает разработку конструктивных решений и основных технических решений по производству работ.

Для организации работ при проведении погрузо-разгрузочных работ в агрегатной зоне, демонтажных и ремонтно-восстановительных работ по поврежденному основному и вспомогательному оборудованию предусматривается использование в круглосуточном режиме двух мостовых кранов г/п 320/63-10тн, восстановленных после затопления 17 сентября 2013 года.

2.3.9. Работы на опытном участке по заполнению полостей

Результатом работ на опытном участке является получение сведений о возможности проведения работ по заполнению полостей под зданием ГАЭС (см. рис. 1.4.1-2) композитным материалом (КМ). Объем заполняемого материала определен в размере около 8,2 тыс. м^3.

Для обеспечения достоверной информации о сроках схватывания и набора прочности композитного материала, укладываемого в полость под зданием ГАЭС, организуются опытные участки (см. рис. 2.3.9-1). Опытный участок выполнен в соответствии с комплектом №2474-М1-003-БР.



Рис. 2.3.9-1. Опытный участок.

Композитный материал приготавливается на существующем бетонном заводе на стройбазе №1. КМ предусматривался самоуплотняющимся с бетононасосной подачей.

Выполнение работ по заполнению опытного участка композитным материалом производится одномоментно, без перерывов, с максимальной интенсивностью. Объем КМ для укладки в опытный участок составляет 400 м^3.

Подача КМ производится бетононасосами через бетонолитную трубу без применения вибраторов.

Контроль качества укладки при производстве работ производится по объему уложенного КМ без дополнительного определения положения его под водой.

Опытный участок №1 был заполнен 24.-25.11.13 материалом КМ-2 (ОАО «Гидроспецпроект»), опытный участок №2 был заполнен 30.11.12 материалом ОАО «ВНИИГ». Интенсивность заполнения участка №1 – 20 м3/час, участка №2 – 35-40 м3/час.

В рамках испытаний на опытных участках апробируются рабочие составы КМ (см. табл. 2.3.9.1. и 2.3.9.2). Составы корректировались по мере укладки.

Табл. 2.3.9-1. Состав КМ-2 (400 м^3)

Цемент ПЦ500-ДО-Н ГОСТ 10178-85 *(ЗАО Мальцовский)*	130 кг
Песок с/з, плотность 2,64 г/см^3, Мкр.=2,72 *(карьер Ермолинский)*	1105 кг
Гравий фр. 3-10 мм, плотность 2.64 г/см^3 *(карьер Клёсовский)*	730 кг
Вода	245 л
Замедлитель схватывания Sika «Tard M-20»	1,47 кг
Минеральный порошок МП-1 ГОСТ 52129-2003	60 кг

Табл. 2.397-2. Состав №2 ОАО «ВНИИГ» (400 м^3)

№ п/п	Состав	Ед. изм	Расход материалов на м3
1	Гранитная пыль	кг	200
2	ГПМ порошок*	кг	170
3	Песок	кг	725
4	Гравий 3-10	кг	820
5	В/Ц	-	0,9
6	Вода	л	180
7	Доля песка в заполнителе, r		0,47

Испытания для проведения калибровки геофизических методов исследований производятся с целью достоверного определения состояния КМ после заполнения полостей под фундаментной плитой здания ГАЭС.

Работы на опытном участке предусматривают следующие геофизические исследования:

- ультразвуковой каротаж
- каротаж температуры
- ультразвуковое просвечивание
- ультразвуковое исследование образцов.

Образцы КМ, отобранные из конструкции и хранящиеся под водой на опытном участке, не схватились. Образцы КМ, хранящиеся в лаборатории, схватились через 48 часов и приобрели проектные значения согласно ранее проведенным исследованиям.

В результате исследований определено, что при значительном объеме материала (400 м^3) происходит саморазогрев КМ с повышением

температуры до 14°С, что позволяет начаться процессу схватывания и набора прочности КМ.

Сравнение скорости прохождения звуковых волн в образцах и на опытном участке показало, что при скорости около 2000 м/с показатели состава КМ-2 удовлетворяют проектным значениям. Состав КМ-2 опытного участка №1 на глубине 2,5 м набрал необходимые показатели.

Время схватывания КМ-2 составило около 150 часов, что существенно больше заданного проектного значения 48 часов. Это обстоятельство позволяет растянуть время укладки и обеспечить необходимые производительности на бетонном заводе.

2.4. СОСТАВЫ ИНЪЕКЦИОННЫХ РАСТВОРОВ

В рамках работ по укреплению основания здания ГАЭС проектируется выполнение работ по закачке композитного материала в открытую полость и растворов под фундаментную плиту здания ГАЭС (см. разделы 2.3.1. и 2.3.2).

2.4.1. Закачка композитного материала в открытую полость

Закачка композитного материала КМ-2 в открытую полость под фундаментной плитой здания ГАЭС осуществляется с помощью бетонолитных труб с отм. 166,4 м здания ГАЭС на отм. 120,0-128,0 м.

Состав композитного материала разработан ООО «Гидроспецпроект» и приведен в таблице 2.3.9-1.

2.4.2 Закачка растворов под фундаментную плиту здания ГАЭС

Закачка растворов под фундаментную плиту здания ГАЭС осуществляется с применением двух видов составов: составы, заполняющие выявленные полости под зданием ГАЭС (составы типа КМ-7 и ВНИИГ-7) и составы, закачиваемые в основание (типа БЦ-И, БЦ-О, В/Ц 0,8 и т.п.).

Составы, закачиваемые под выявленные полости характеризуются повышенной плотностью (около 2 т/м^3), расплывом стандартного конуса 40-65 см.

Состав КМ-7 приведен в табл. 2.4.2-1.; состав ВНИИГ-7 приведен в табл. 2.4.2-2.

Состав КМ-7. Табл. 2.4.2-1.

№ п/п	*Состав*	*Ед. изм*	*Расход материалов на м³*
1	Цемент ПЦ 500-Д0-Н ЗАО «Мальцовский» по ГОСТ 10178-85	кг	450
2	Минеральный порошок МП-1	кг	950
3	ЛСТП	кг	2
4	Вода водопроводная ГОСТ 23732-79	л	470
Характеристики раствора КМ-7			
1	По результатам визуальной оценки		Бетонная смесь связная удобоукладываемая, без признаков водоотделения и расслоения
2	Расплыв конуса	см	60-65
3	Плотность бетонной смеси	кг/м3	1920
4	Ориентировочная прочность на сжатие в возрасте 28 сут. при t=+20 оС	МПа	4,0 – 4,5

Состав ВНИИГ-7. Табл. 2.4.2.-2.

№ п/п	*Состав*	*Ед. изм*	*Расход материалов на м³*
1	Цемент ПЦ 500-Д0-Н ОАО «Мордовцемент»	кг	400
2	ГПМ порошок ТУ 5745-008-53268843-2007	кг	1150
3	Вода водопроводная ГОСТ 23732-79	л	450
Характеристики бетонной смеси			
1	По результатам визуальной оценки		Бетонная смесь связная удобоукладываемая, без признаков водоотделения и расслоения, не размывается при погружении в воду
2	Расплыв конуса	см	38-41
3	Плотность бетонной смеси	кг/м3	2000
4	Водоотделение	%	отсутствует
5	Растворотделение	%	отсутствует
6	Начало схватывания бетонной смеси		3 ч. 20 мин.
7	Конец схватывания бетонной смеси		5 ч. 17 мин.
8	Прочность на сжатие в возрасте 3 сут (условия твердения образцов под водой)	МПа	5,2

Закачка растворов в грунт основания фундаментной плиты здания ГАЭС осуществляется с применением составов БМ, БЦ-0-1, БЦ-И, ГС-И-9 приведенных в таблице 2.4.2-3 и 2.4.2-4.

Состав бентонито-цементных растворов БМ, БЦ-0-1, БЦ-И

Таблица 2.4.2-3.

Предназначение раствора	Обозначение р-ра	Кол-во материалов на 1 м3, кг			Технические характеристики растворов			
		Цемент Ц	Бентонитовый глинопорошок Б*	Вода В	Плотн. г/см3	Подвижность по конусу АзНИИ см	Водоотделение, %	Стаб-сть
Маточный Бентонитовый на бентоните марки ПБН	БМ	-	157	943	1,10	20	-	-
Обойменный для заполнения межтрубного пространства	БЦ-0-1	800	47	725	1,57-1,58	19	2	0,00
Инъекционный бентонито-цементный	БЦ-И	400	820	140	1,35-1,37	18-20	0	0,00

*кол-во бентонита даноиз расчёта сухого глинопорошка (влажность 0%)

Расход материалов на приготовление растворов**

Обозначение раствора	Расход материалов на 1 м^3 раствора		
	Бентонитовый раствор »БМ», л	Вода, л	Цемент, кг
БЦ-0-1	300	442	800
БЦ-И	870	-	400

** Составы подлежат корректировке на месте производства работ в зависимости от привезённых на строительство материалов и влажности

Материалы для приготовления растворов БМ, БЦ-0-1, БЦ-И:

- портландцемент ПЦ 500 Д0-Н производства «ЗАО «Мальцовский», ГОСТ 10178-85;

- глинопорошок бентонитовый марки ПБН по ТУ39-0147001-105-93

Подготовительные работы для приготовления растворов:

- монтаж растворного узла для приготовления бентонито-цементных растворов (РМ-2000, накопительных ёмкостей в количестве 2 шт. для бентонитового раствора V=30 м^3 с низкооборотными смесителями);

- изготовление в мастерской конуса АзНИИ;

- строительная лаборатория имела приборы для определения влажности бентонитового глинопорошка;

Приготовление маточного бентонитового раствора «БМ»:

- строительная лаборатория определяла влажность бентонитового порошка, и, с учётом показателя влажности глинопорошка, корректировала состав раствора;
- время приготовления раствора БМ – 30-40 мин.; приготовленная порция насосом перекачивается в накопительную ёмкость; перед перекачкой приготовленной порции замеряется ареометром плотность;
- в том же порядке готовятся остальные порции;
- приготовленный раствор в необходимом количестве для скважины готовится за 1 сутки до начала нагнетания для обеспечения технологических характеристик приготовленного бентонито-цементного раствора;
- выполняется обязательное перемешивание заготовленного бентонитового раствора низкооборотными смесителями каждые 10 мин.

Приготовление растворов «БЦ-0-1» и «БЦ-И»:

- перекачка в растворомешалку объёмом 2000 л из накопительной ёмкости бентонитового раствора для приготовления определённого типа раствора (БЦ-0-1 или БЦ-И);
- для приготовления раствора БЦ-0-1 в растворомешалку, кроме маточного бентонитового раствора, наливается фиксированное количество воды через счётчик расхода воды;
- при постоянном перемешивании засыпается необходимое количество цемента;
- перемешивание 10 мин. (после окончания загрузки цемента), подача раствора к скважине.

Состав ГС-И-9. Табл. 2.4.2-4.

№ п/п	***Состав***	***Ед. изм***	***Расход материалов на м³***
1	Цемент ЦЕМI-42,5Н	кг	300
2	Solidur 274S	кг	240
3	Вода водопроводная ГОСТ 23732-79	л	820
Характеристики бетонной смеси			
1	По результатам визуальной оценки		Бетонная смесь связная удобоукладываемая, без признаков водоотделения и расслоения, не размывается при погружении в воду
2	Подвижность по конусу АзНИИ	см	21,5
3	Плотность бетонной смеси	кг/м3	1340
4	Водоотделение (1 час)	%	2

5	Стабильность (1 час)	т/м3	0,03
6	Прочность на сжатие в возрасте 7 сут	МПа	1,2

Готовая сухая смесь добавляется в воду. Перемешивание производится на высокоскоростном смесителе (3000 об/мин) в течение 5 минут.

2.5. ОБЪЕМЫ ИНЪЕКЦИОННЫХ РАБОТ

Инъекция композитных материалов и соответствующих растворов выполняется в соответствии с требованиями раздела 2.3.2. проектный объем инъекционных работ составляет 21 751 м^3.

Распределение инъекций материалов по маркам приведено в таблице 2.5.-1.

Табл. 2.5.-1

№ п/п	Марка материала	Объем материала, м^3
1	КМ-2	2 937
2	БЦ-И	5 709,8
3	В/Ц 0,8	5 604,7
4	ГС-И-9	4 156,3
5	КМ-7	1 813,7
6	ВНИИГ-7	128,5
7	БЦ-О-1	53

2.6. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭТАПА СТАБИЛИЗАЦИИ

После выполнения работ по стабилизации здания ГАЭС был произведён ряд исследований, позволяющих оценить состояние основания.

В состав этих работ вошли геофизические исследования, выполненные методами сейсмотомографии, а также были выполнен ряд геологических скважин в зоне работ. Сведения о результатах геологических исследований приведены в Отчете об инженерно-геологических изысканиях №1938-40-094.ИГИ.

В настоящем разделе приведены результаты сейсмотомографии, полученные по состоянию на 15.04.15. На рис. 2.6-1 приведена схема расположения скважин, между которыми выполнены сейсмические

просвечивания с целью контроля качества укрепительных мероприятий в грунтах основания фундаментной плиты в соответствии с Распоряжением ОАО «Институт Гидропроект» №АВ-0023 от 01.07.14.

Между указанными скважинами выполнено сейсмическое просвечивание и получены сейсмотомографические разрезы, отражающие скоростное строение изученных целиков в изолиниях скорости продольных и поперечных волн (км/с). Кроме того во всех скважинах выполнено вертикальное сейсмическое профилирование, отражающее скоростное строение околоскважинного пространства.

Регистрация трехкомпонентным зондом «ТЭЛС» позволила уверенно выделить продольные, а также поперечные волны. Для того чтобы проследить изменение времен прихода волн по глубине, в программе RadexPro были собраны сейсмограммы по каждой из компонент.

Анализ сейсмотомографического скоростного разреза показывает, что максимальные значения скорости непосредственно под фундаментной плитой находятся в интервале от 1.6 км/с до 2.5 км/с.

Скорости продольных волн в разнозернистых обводненных песках основания фундаментной плиты в естественном состоянии до проведения инъекционных работ составляли 1.40-1.50 км/с.

Анализ данных измерений свидетельствует о широком диапазоне, в котором варьируют скорости в грунтах основания, а именно от 1.30 км/с до 2.5 км/с, что свидетельствует о существенной неоднородности свойств грунтового массива в основании фундаментной плиты.

Области с относительно высокими значениями кубиковой прочности преобладают на отметке 120 м. С понижением абсолютной отметки до 105 м в правобережной части наблюдается постепенное понижение прочностных свойств массива. На всех отметках в грунтовом массиве под центральной частью плиты преобладают относительно более высокие значения кубиковой прочности.

Анализ приведенных разрезов показывает, что относительно высокоскоростные области приурочены к центральной части фундаментной плиты, причем с понижением абсолютной отметки наблюдается уменьшение скорости в грунтах основания.

В результате анализа данных, полученных в ходе работ по межскважинному просвечиванию (сейсмотомографии) и каротажу скважин с регистрацией поперечных волн выделены продольные и поперечные волны, распространяющиеся по инъекционному материалу и водонасыщенному песку, и определены скорости выделенных типов волн. Для указанных типов волн были построены томографические скоростные разрезы между исследовательскими скважинами в изолиниях скорости.

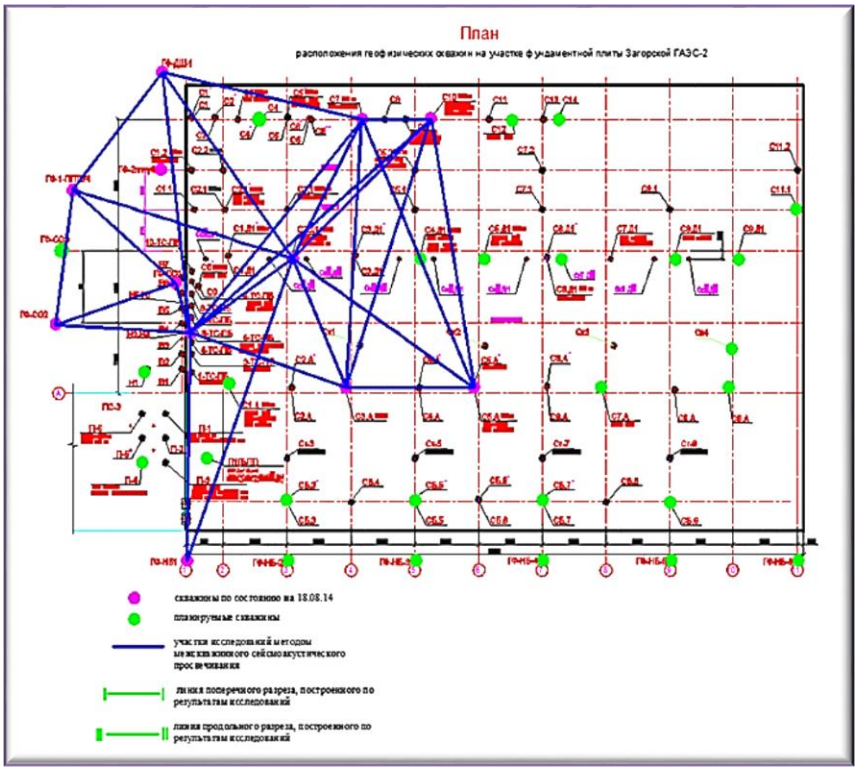


Рис. 2.6-1. Схема расположения исследовательских скважин

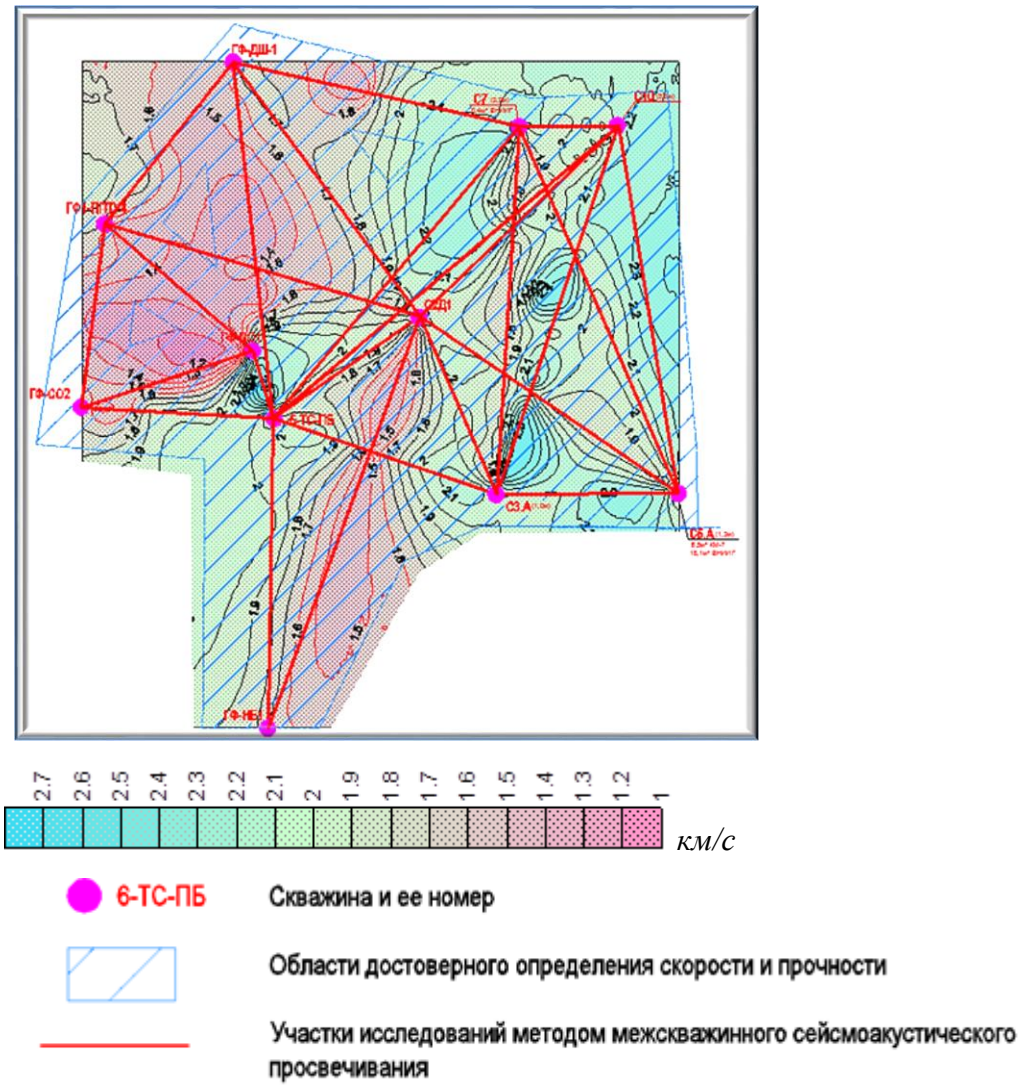


Рис. 2.6-2. Скоростное строение грунтового массива в плане на абс.отм. 120м

Выводы по результатам исследований:

1. В результате укрепительных мероприятий наблюдается значительное изменение скоростного строения исходного массива. В среднем, в зоне контакта с фундаментной плитой скорость продольных волн в грунтах основания увеличилась на 60%-70%. При этом скоростное строение грунтового массива в основании фундаментной плиты весьма неоднородно. Диапазон изменения скорости продольных волн составляет от 1.30 км/с до 2.5 км/с.

2. Соответствующее прочностное строение массива в значениях кубиковой прочности также неоднородно. В частности, кубиковая прочность грунтового массива варьирует в диапазоне от 1,0 МПа до 5,8 МПа.

3. Области с относительно высокими значениями кубиковой прочности преобладают на отметке 115 м. С понижением абсолютной отметки до 105 м наблюдается постепенное понижение прочностных свойств массива до естественных значений.

4. Значения скоростей продольных и поперечных волн были положены в основу расчетов физико-механических показателей по формулам, приведенным в СП 11-105-97 Приложение Е «Инженерно-геологические изыскания для строительства»: динамического модуля упругости, динамического коэффициента Пуассона, статического модуля деформации и угла внутреннего трения;

5. По результатам измерений скоростей упругих волн на образцах получена корреляция значений скоростей поперечных волн с кубиковой прочность на сжатие Rсж;

6. На основе значений угла внутреннего трения и кубиковой прочности на сжатие рассчитано значение сцепления С;

7. Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что разрез делится на два слоя: верхний – стабилизационный слой и нижний – естественный грунт. Стабилизационный слой был сформирован в ходе работ по стабилизации здания ГАЭС в период декабрь 2013 года – июнь 2014 года в диапазоне отметок между основанием фундаментной плиты и абсолютной отметкой 106,0 м.

Стабилизационный слой представляет собой массив, представленный естественным грунтом с включением инъекционных материалов. Естественный грунт представлен преимущественно обводненными песками с локальными включениями супесей и суглинков. Инъекционные материалы представлены цементно-бентонитово-песчаными смесями в разных пропорциях, инъецированных в процессе стабилизационных работ под фундаментную плиту здания ГАЭС последовательными ярусами с шагом 1 м до минимальной абсолютной отметки 106,0 м.

9. Проведена интерполяция полученных характеристик на трехмерную сетку с шагом по вертикальной оси в 3 м и по горизонтальным осям в 5 м. Результаты интерполяции использованы в качестве исходных данных для проведения расчётного обоснования.

10. Анализ построенных карт-срезов позволяет сделать вывод, что цементация показала существенные улучшения параметров, однако не повсеместно. Со стороны левого берега и в центральной части здания ГАЭС значения скоростей и прочности высокие и изменяются в пределах Vp=1,9-2,15 км/с, Vs=0,38-0,5 км/с, Rсж=0,38-0,54 МПа для отметки 115 м и Vp=1,55-1,8 км/с, Vs=0,46-0,56 км/с, Rсж=0,25-0,44 МПа для отметки 100 м.

11. Обратная картина наблюдается для правого берега, где значения скоростей и прочности значительно ниже: Vp=1,25-1,6 км/с, Vs=0,25-0,36 км/с, Rсж=0,08-0,26 МПа для отметки 115 м и Vp=1,25-1,7 км/с, Vs=0,25-0,36 км/с, Rсж=0,08-0,23 МПа для отметки 100 м.

Выводы по результатам стабилизации

1. Показания КИА, установленной на напорных трубопроводах, соответствует общей ситуации стабилизации на станционном узле. Осадки наблюдаемые на марках, установленным на секциях С-17 стабилизируются, их дальнейший рост незначительный.

2. Состояние отсечной перемычки реверсивного канала стабильное. Результаты измерений отметок в пьезометрических створах показывают уменьшение колебаний пьезометрических уровней и общее снижение отметки уровней, что связано с работой системы водопонижения. Максимальные отметки при колебаниях пьезометрических уровней не превосходят контрольных значений.

3. Состояние грунтовых вод котлована здания ГАЭС в целом стабилизировано, закончен процесс установления новых уровней грунтовых вод, связанных с работой системы водопонижения.

4. График осадок здания ГАЭС по маркам, установленным со стороны НБ на отм.166,40 м, показывает отсутствие изменений осадок здания ГАЭС. Состояние стабильное.

5. График осадок здания ГАЭС по маркам, установленным в ВБ на отм.149,85, показывает, что после снижения уровня воды в реверсивном канале состояние также стабилизировалось.

6. Отмечается отсутствие дальнейших осадок по маркам, установленным на стенах ПС-3-ПС-5.

7. Состояние трещиноватости конструкций здания ГАЭС сохраняется на прежнем уровне. Наблюдается уменьшение амплитуды

раскрытия трещин по всем отметкам, и они соответствуют изменению напряженно-деформируемого состояния (НДС) сооружения от температурных воздействий.

8. Показания КИА, установленной на спиральных камерах и водоводах ГА№8 и №9 соответствуют характеру трещинообразования наблюдаемому на здании ГАЭС и имеют незначительные колебания.

9. Состояние основания под фундаментной плитой здания ГАЭС характеризуется более высокими (по сравнению с исходными значениями) показателями прочности и плотности.

10. Основание здания ГАЭС при строительстве характеризовалось прочностью около 1,4 МПа. В настоящее время за счет закачки композитных материалов в районе сопряжения фундаментной плиты здания ГАЭС и основания прочность грунтов увеличилась до 5,8 МПа при сохранении естественного значения прочности основания на отметках около 105,0 м.

11. Отсутствие увеличения осадок сооружения, результаты исследований грунтов основания, результаты исследований колебаний ширин раскрытия трещин и результаты исследований внутренних усилий в конструктивных элементах здания ГАЭС (см. соответствующие разделы настоящего отчёта) позволяют считать стабилизацию здания ГАЭС выполненной.

3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

3.1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

3.1.1. Объемы выполненных работ по основным объектам Загорской ГАЭС-2 по состоянию на 20.04.2015г.

Земляной комплекс

Верхний аккумулирующий бассейн:

Объемы выполненных работ по насыпи дамбы верхнего бассейна по состоянию на 01.03.2015г приведены в таблице 3.1.1.1.

Таблица 3.1.1.1.

Участки дамбы	Проектный объём,	Выполненный объём	Остаток, тыс. м^3

	тыс. м^3	тыс. м^3	
ПК 0+00-5+00	1 400,0	1 400,0	0
ПК 5+00-10+00	2 875,0	2 826,0	49,0
ПК 10+00-15+00	4 562,0	4 545,0	17,0
ПК 15+00-18+00	1 950,0	1 950,0	0
ПК 18+00-22+00	1 850,0	1 850,0	0
ПК 22+00-26-00	1 531,0	1 531,0	0
ПК 26+00-31+00	1 975,0	1 975,0	0
ПК 31+00-33+88	560,0	498,0	62,0
Итого по ДВБ	16 703,0	16575,0	128,0

Вертикальный и горизонтальный дренаж в теле дамбы выполнен в полном объеме.

Качественная насыпь тела дамбы в полный профиль выполнена до отм. 268,00 м.

Крепление верхового откоса ПГС выполнено в полном объеме.

Сведения о выполнении крепления верхового откоса сборными железобетонными плитами и монолитным бетоном приведены в таблице 3.1.1.2.

Таблица 3.1.1.2.

Участки дамбы	Проектный объём,м^3	Выполненный объём, м^3	Остаток, м^3
ПК 5+00-9+00 Сборные ж/б плиты	3 299,0	3 299	0
ПК5+00-9+00 Монолитный бетон	5 344,0	4068	1 276
ПК 10+00-17+00 Сборные ж/б плиты	3 914,0	3 914	0
ПК 10+00-17+00 Монолитный бетон	10 450,0	9 050	1 400
Итого Сборные ж/б плиты	7 213,0	7213	0
Итого Монолитный бетон	15 794,0	13 118	2676

Выполнен комплекс работ по креплению низовых откосов и устройству поверхностноговодоотвода на ПК 18 – ПК 31(70% от проектного объёма) на площади 113 т. м2.

Нижний аккумулирующий бассейн:

По состоянию на 01.03.2015г. фактически выполненный объём выемки составляет

28 479 287 м^3, проектный 28 587 573 м^3

На участках №1, №2 полностью сформированы откосы и дно акватории в проектных отметках отм. 149,00 м – 151,50 м с устройством крепления гравием и ПГС в соответствии с проектом пускового комплекса.

- На правобережном склоне участка № 4 откосы сформированы в отм. 151 – 162,50 остаточный объём выемки 108 286 м^3, на левобережном склоне отработка откоса выполнена в полном объёме с отм. 151,0 м до 164,50 м.

- Крепление откосов ПГС на участке №4 выполнено в объёме 70 % от подготовленной площади откосов.

- Выполнено крепление откосов растительным грунтом 80% (от проектного объема)с устройством поверхностного водоотвода на бермах на отм. 164,50 м, 173,00 м, 184,00 м левобережного склона;

Остаточный объем выемки составляет около 600 т.м^3 участок №3 (район верховой плотины)

Строительство автодорог

В 2015г. запланировано производство следующих объемов работ:

- Окончание реконструкции а/д от верховой плотины до пожарного депо г. Краснозаводска;
- Окончание реконструкции а/д №3 от ПК 64+55 – 75 +56;

Новое строительство 2-х автодорог, а именно

- Автодорога от ПК №31 до ул. 40 лет Победы, г. Краснозаводска (Устройство земляного полотна и водопропускных сооружений);
- Автодорога № 23 вокруг нижнего бассейна.(Устройство земляного полотна и водопропускных сооружений).

Водоприемник

Строительная часть по Водоприемнику выполнена в объеме 98%.

Наименование	Проектный объём	Выполненный объём	Остаток
Выемка суглинка	303 т.м3	303 т.м3	0
Насыпь суглинка	227 т.м3	227 т.м3	0
Насыпь песка, ПГС	14,1 т.м3	14,1 т.м3	0
Монолитный железобетон	145 335 м3	144 575 м3	760 м3
Сборный железобетон	2 653 м3	2 653 м3	0
Монтаж металлоконструкций	1 194 тн	1 194 тн	0

- Дренаж в основании водоприемника выполнен в соответствии с проектом;

- Верхние подпорные стены I яруса возведены полностью, выполнена в полном объеме засыпка ячеек, дренажи: основания и застенный;

- Подпорные стены II яруса возведены полностью, выполнена в полном объеме засыпка ячеек и дренаж основания;

- Битумные шпонки по деформационным швам выполнены в проектном объеме.

В плане на 2015 год – завершение общестроительных работ по конструктивам:

- отвод дренажных вод от стен ЛС-1,ПС-1…ПС-3 (устройство 5-ти дренажных колодцев);

- бетонное покрытие ЛС-1…ЛС-3,ПС-1…ПС-3 (объем монолитного железобетона 715 м3);

- устройство входного павильона на отм.246.70 (объем монолитного железобетона 45 м3);

- наружные сети водопровода и канализации – комплекс работ;

- устройство сопряжения левобережного аварийного водосброса с лотком северного оврага.

В плане на 2-й квартал 2015 года:

- устройство наружных сетей водопровода и канализации.

Ведутся архитектурно-строительные работы в помещениях привлеченного персонала – кирпичная кладка перегородок на отм.263,35 ЛС-1.

Напорные водоводы

Строительная часть по Напорным водоводам выполнена в объеме 98%.

Наименование работ	Проектный объём	Выполненный объём	Остаток
Монолитный железобетон	54,683 т.м3	54,683 т.м3	0
Оголовки, ростверки и опоры	7,482 т.м3	7,482 т.м3	0
Плиты крепления полок и подпорные стенки полок	15,417 т.м3	15,417 т.м3	0
Сборный железобетон	7,243 т.м3	7,243 т.м3	0
Буронабивные бетонные сваи Д-1,2м.	23,470 т.м3	23,470 т.м3	0

Защитное покрытие бетонной поверхности водоводов	74480 м^2	59795 м^2	14685 м^2
Стальная облицовка	13600 тн	13600 тн	0
Армокаркасы	6604 тн	6604 тн	0
Металл компенсаторных переходов	1202,4 тн	1202,4 тн	0
Подвижные и неподвижные опоры	87,36 тн	87,36 тн	0
Температурные и температурно-осадочные швы	1465,2 тн	1465,2 тн	0
Обустройство водоводов (лестницы, площадки, стремянки для обслуживания)	146,7 тн	99,16 тн	47,54 тн
Служебные проезды вдоль водоводов (монолитный и сборный железобетон)	3,51т.м^3	0	3,51 т.м^3

В плане на 2015 год строительство дороги вдоль трассы напорных водоводов северная сторона.

Общестроительные работы по подготовке бетонной поверхности под гидрофобизацию и монтаж перильных ограждений на водоводах ведутся в настоящее время.

Сооружения выдачи мощности

Строительная часть Сооружений выдачи мощности выполнена в объеме 99,9%.

Наименование	**Проектный объём**	**Выполненный объём**	**Остаток**
Снятие растительного грунта	1,4 т.м^3	1,43 т. м^3	0
Выемка мягкого грунта	42,57 т. м^3	42,57 т. м^3	0
Насыпь песка, ПГС	20,0 т. м^3	20,0 т. м^3	0
Монолитный железобетон	6 760 м^3	6 760 м^3	0
Монтаж металлоконструкций	310 тн	310 тн	0

В плане на 2015 год – завершение общестроительных работ, в том числе:

- благоустройство- 2 квартал;
- дренажная система поверхностных вод- 2 квартал;

- устройство полов в вент. будках №4,6 кабельных туннелей №3,4.-1квартал (работы ведутся на данный момент времени).

Ввод объекта в эксплуатацию

Станционный узел

Строительная часть Здания ГАЭС-2 выполнена на 98%.

Наименование	Проектный объём	Выполненный объём	Остаток тыс. м^3
Выемка мягкого грунта	10,171 млн. м^3	10,171 млн. м^3	0
Насыпь суглинка	479,76 т. м^3	383,808 т. м^3	95,952т. м^3
Насыпь песка, ПГС	329,9 т. м^3	263,92 т. м^3	65,98 т. м^3
Монолитный железобетон Здания ГАЭС-2	239,65 т. м^3	236,57 т. м^3	3,08 т. м^3
Сборный железобетон Здания ГАЭС-2	0,210 т. м^3	0,066 т. м^3	0,144 т. м^3
Монолитный железобетон СПК	15,35 т. м^3	14,087 т. м^3	1,263 т. м^3
Сборный железобетон СПК	0,82 т. м^3	0 м^3	0,82 т. м^3
Монолитный железобетон реверсивного канала	26,22 т. м^3	13,44 т. м^3	12,78 т. м^3
Сборный железобетон реверсивного канала	2,64 т.м м^{3}3	0 м^3	2,64 т. м^3

- Верхние левые подпорные стенки, правые верхние подпорные стенки ПВ-1, ПВ-2, ПВ-3, ПВ-4, ПВ-5, нижние подпорные стенки ПС-7 и ПС-8 выполнены полностью, ПВ-6 частично фундаментная плита;

- Понур и рисберма выполнены полностью. Крепление откосов левого и правого берегов выполнено до отметки 164,5 м;

- Дренаж в основании Здания ГАЭС выполнен в соответствии с проектом;

- Подпорные стены ПС-3, ПС-4, ПС-5, ПС-9, ПС-10 выполнены до отметки 166,4 м3 (на ПС-3 и ПС-4 не выполнены помещения КТП и обслуживающего персонала до отм.171,05 м), выполнена засыпка ячеек;

- Временная монтажная площадка - строительная часть в бетоне выполнена полностью, кровля выполнена на 90%;

- Монтажная площадка – строительная часть в бетоне выполнена полностью;

- Напорная грань: щитовая стенка, бычки, внутренние межбычковые стенки, внешние защитные стенки, левый и правый устои выполнены на 100%;

- Зона «А»: строительная часть выполнена полностью, за исключением: блоков примыкания водоводов №9 и №10 к зданию станции и ограждающей стенки трансформатора 10 агрегата;

- Зона «Б»: строительная часть в бетоне выполнена полностью, за исключением блоков фундаментного кольца генератора агрегата № 10, ограждающих стен по осям 1/А-Д1 и 1-2/Д1. Смонтированы пролетные балки покрытия в осях 1-11, балки прогонов в осях 3-11, профнастил в осях 3-11, кровля в осях 6-11 выполнена на 95%.

- Зона «В»: строительная часть в бетоне выполнена на 98%.

- Произведена заливка асфальтовой мастикой шахт шпонок деформационных швов между сопрягающими стенами здания ГАЭС, монтажной площадки, временной монтажной площадки, СПК. Деформационные швы выполнены на 70%.

- ППТУ № 4 выполнена фундаментная плита, стены, часть перекрытия на отметке 149,75 м.

Служебно-производственный корпус:

- Вертикальные несущие элементы выполнены:

  - в осях 18-22/А-И до отметки 170,85 м, включая перекрытие;

  - в осях 23-30/Д-И до отметки 158,55 м, колонны и диафрагмы частично до отметки 166,95 м;

- Кабельные туннели № 3 и № 4 выполнены в полном объеме.

Аварийно-восстановительные работы на станционном узле Загорской ГАЭС-2

Выполненный объем работ на станционном узле Загорской ГАЭС-2 за период с сентября 2013г. по март 2015г.:

- Перемычка реверсивного канала, общий объем насыпи – 533374 м^3;
- Выполнен тепловой контур на зимний период 2013г.-2014г.,
- 2014г.-2015г.;
- Водопонижение: - восстановлены и запущены в работу 12 существующих скважин, 19 скважин водопонижения 1-го этапа и 15 скважин 2-го этапа. Отметка воды в котловане составляет 126,97 м.
- Пробурено инъекционных скважин с отм. 166,4, 149,85, 142,7, 136,3 – 60 шт., из них для геофизических исследований 11 шт.;
- Закачено композитного материала в пустоты под зданием и ПС 3 – 22540,636 м^3;
- Запущены мостовые краны (с ограничением по грузоподъемности);

  Для организации работ при проведении погрузо-разгрузочных работ в агрегатной зоне, демонтажных и ремонтно-восстановительных работ по поврежденному основному и вспомогательному оборудованию предусматривается использование в круглосуточном режиме двух мостовых кранов г/п 320/63-10тн, восстановленных после затопления 17 сентября 2013года.

- Завершена откачка воды из реверсивного канала, котлована и

помещений станционного узла;

- Убрано наносов из помещений станционного узла и полок напорных водоводов в объёме 41021,6 м^3. В настоящее время продолжается уборка наносов из спиральной камеры агрегата № 9 и концевого участка водовода № 9 с разборкой бетонной пробки;
- Выполнена очистка понура и реверсивного канала в объёме 34049 м^3 грунта, разобрано железобетонное покрытие понура, организованы съезды в котлован станционного узла со стороны нижнего бьефа с отметки 145,0 м до отметки 129,0 м, выполнено крепление откосов.

Верхний бьеф:

- засыпка пазухи между водоводами №10, №9 и правыми стенами ПВ 1,ПВ 2 – 2736 м^3;
- Демонтированы пролеты №4 верхнего и нижнего мостовых переходов;
- Выполнен демонтаж аварийных верхних подпорных стен ПВ-1, ПВ-2 до отметки 142,15м.;

Нижний бьеф:

- Осуществлена очистка и подъем сороудерживающих решеток агрегатов № 7, № 8, № 9, левой решетки агрегата № 10 и 3-х затворов (левого и правого агрегата № 9, левого агрегата № 8).
- Забита шпунтовая подпорная стенка в основание правого откоса, район отсасывающей трубы агрегата № 10. Выполнено усиление стенки, в соответствии с проектом;
- Ведутся работы по устройству стены в грунте на отметке 142,00 правобережного откоса реверсивного канала здания станции. Выполнено и сдано устройство подстилающего слоя из ПГС для укладки дорожных железобетонных плит. Уложены дорожные плиты для устройства свай стены в грунте с № 53 по № 76. Завезен буровой станок, смонтировано на него буровое оборудование (стрела, обсадки, коронки). Готовятся арматурные каркасы для свай. Ведутся работы по устройству буронабивных свай . На 20.04 забетонировано 18 свай.
- Выполняются работы по устройству массива из грунтоцементных свай на опытном участке № 3 на 20.04. 2015забетонировано 20 свай.

Временный навес на базе Технологического Оборудования ОАО «Загорская ГАЭС-2»-29,26тн.

а) изготовление-29,26тн.

б) монтаж-14,71тн.

База «ГМ» .Ангар для хранения оборудования-69,88тн.

а) бетон 50,48м3-уложено 50,48м3

б) изготовлено м/к-69,88тн.из них смонтировано 68,74тн.

в) кровля и ограждения стен 30,188тн-смонтировано 17,69тн.

3.1.2. Выводы о состоянии сооружений

Выводы о состоянии сооружений станционного узла, попавшие в зону влияния инцидента, следующие:

- График осадок здания ГАЭС по маркам показывает устойчивую стабилизацию осадок здания ГАЭС несмотря на осуществленную полную откачку воды из котлована. В настоящее время система водопонижения обеспечивает совместное с системой водоотлива снижение отметки воды в котловане здания ГАЭС.
- Состояние котлована здания ГАЭС, в целом, стабильное.
- Состояние отсечной перемычки реверсивного канала стабильное.



Рис. 3.1.1. Состояние сооружений станционного узла в ВБ от оси 11



Рис. 3.1.2. Состояние машзала здания ГАЭС на отм. 148,95 м



Рис. 3.1.3. Состояние отсечной перемычки реверсивного канала со стороны нижнего бассейна



Рис. 3.1.4. Состояние реверсивного канала со стороны нижнего бассейна

3.2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПОС

Проект организации строительства (ПОС) восстановления Загорской ГАЭС-2 основан на конструктивных решениях по восстановлению строительных конструкций и оборудования станционного узла, приведенных в соответствующих разделах. Вместе с тем, ПОС основан на применении специальных технологий выравнивания зданий, используемых в мировой практике, но не имеющих аналогов по объёмам работ и значениям строительного подъёма.

При решении задач восстановления ЗаГАЭС-2 определяющее значение имеет состояние сооружения во время всех периодов восстановления. Результаты обследования сооружения после случившихся непроектных осадок свидетельствуют о том, что усилия в конструктивных элементах сооружения в процессе осадок не привели к необратимым изменениям в конструктивной схеме и материале строительных конструкций.

После оценки состояния сооружения выполняется этап стабилизации и этап восстановления в соответствии с «Программой восстановления Загорской ГАЭС-2» №1938-40-001.

В настоящее время работы по стабилизации завершены.

Следующим этапом является этап восстановления сооружения.

Данный этап включает в себя комплекс работ по восстановлению высотного положения сооружений. При этом допускается, что в результате проведения восстановительных работ отметка сооружений может отличаться от проектной в пределах 8-10 см.

Восстановление (выравнивание) сооружения предусматривается производить с помощью компенсационного нагнетания (КН) за счет управляемой инъекции в основание сооружения специальных составов. Эта инъекция (нагнетание) позволяет увеличить объем грунта под основанием, а, следовательно, увеличить напряжения в нем. При достижении суммарных напряжений больших, чем суммарное давление сооружения на основание, происходит подъем сооружения.

Состояние сооружений к началу работ по восстановлению ЗаГАЭС-2 характеризуется следующими параметрами: вода из котлована здания ГАЭС удалена; отметка грунтовых вод в котловане здания ГАЭС в районе здания ГАЭС понижена за счет систем водопонижения до отметок 129,0 – 130,0 м; вертикальное перемещение здания ГАЭС 1,062 м по оси 1 (осадка) и 0,101 м по оси 11 (подъем); эрозионный канал в диапазоне осей здания ГАЭС 1-5 заполнен специальными составами в процессе стабилизации здания ГАЭС; отмечается отсутствие полостей под фундаментной плитой здания ГАЭС; отмечается отсутствие полости под подпорной стенкой ПС-3; определена осадка подпорных стенок ПВ-1 и ПВ-2 на 199 см и 45 см соответственно; подводными обследованиями определена ориентировочная осадка стенки ПС-7 и ее смещение в плане.

Исходными данными о состоянии сооружений и их оснований для проектирования работ по восстановлению являются материалы научно-технического сопровождения проекта: результаты дополнительных инженерно-геологических изысканий; результаты дополнительных лабораторных исследований грунтов для реализации расчетной модели методом «упрочняющегося грунта» (hardening soil); результаты геофизических съемок сейсмоакустическими методами грунтов в основании здания ГАЭС; геодезическая съемка; результаты ежедневных наблюдений за состоянием сооружений станционного узла, результаты расчетного обоснования.

Исходными данными о порядке выполнения специализированных видов работ для разработки проектной документации по восстановлению являются: материалы лабораторных исследований пропиточных и инъекционных составов по применению метода компенсационного нагнетания (КН); материалы проведения испытаний технологий нагнетания, пропиточных и инъекционных составов, методов мониторинга на опытных участках; специализированных исследований по усилению конструктивных элементов гидротехнических сооружений; материалы исследований на математических моделях прогнозных значений напряженно-деформируемого состояния выравниваемых сооружений, технологических приемов по выравниванию здания методом КН; построение математической геофильтрационной модели и, при соответствующем обосновании, исследования на физических моделях.

Для численного моделирования процессов закрепления и компенсационного нагнетания необходимо определение геологических параметров грунтов в ходе дополнительных лабораторных исследований грунтов основания для реализации расчетной модели методом «упрочняющегося грунта» (hardening soil), которые включают:

- параметры, относящиеся к прочности на разрыв, согласно критерию Мора-Кулона: дренированное сцепление (c’), внутренний угол трения (ϕ'), угол дилатации (ψ).
- параметры, связанные с деформацией: E_{50} (стандартный секущий модуль деформации трехосного дренированного испытания) E_{ur} (секущий модуль деформации разгрузки), E_{ur}^{OED} (секущий модуль деформации (касательный).
- коэффициент переуплотнения OCR.
- $K_{0,}$ υ не должны оцениваться напрямую, и принимаются на основании эмпирических зависимостей, в соответствии с приведенным ниже:

  $K_0 = 1- \sin f$

  $K_{0\,OC} = (1- \sin) OCR^{\alpha}$ Для переуплотненных грунтов: $\alpha = 0.42 \div 0.50$

  $\upsilon = 0.2$

У всех образцов, отобранных для испытаний, определяются показатели плотности, показатель минимального и максимального вакуума, и естественное содержание воды.

Для выполнения работ по определению геологических параметров грунтов в ходе дополнительных лабораторных исследований грунтов основания для реализации расчетной модели методом «упрочняющегося грунта» выполнен отбор образцов на различных глубинах под фундаментом или в непосредственной близости от здания станции в соответствии с таблицей 3.2-1.

Таблица 3.2-1.

Зона	Отметки	Описание
1	Низ фундаментной плиты здания ГАЭС – 105,0 м	Зона, с которой снята нагрузка, с возможными значительными изменениями механических характеристик
2	105,0 м – 90,0 м	Зона, в которой выполняются операции по КН
3	90,0 м – 80,0 м	Зона, находящаяся ниже компенсационного нагнетания

Материалы лабораторных исследований пропиточных и инъекционных составов по применению метода компенсационного нагнетания (КН) включают перечень исследований по разделам:

- Разработка программы лабораторных исследований пропиточного и инъекционного составов на лабораторных стендах, имитирующих однонаправленную и объемную модели.
- Лабораторные исследования пропиточного и инъекционного составов для технологии выравнивания здания станционного узла, оценка соответствия их свойств установленным требованиям:
- Определение технологических характеристик пропиточного и инъекционного составов при заданных водоцементных отношениях (вязкость, плотность и т.д.).
- Определение физико-технических характеристик пропиточного и инъекционного составов сухих смесей (тонкость помола, насыпная плотность, истинная плотность и т.д.).
- Определение физико-механических характеристик инъекционного состава (прочность на сжатие и т.д.).
- Проведение циклов опытного инъектирования пропиточного и инъекционного состава на однонаправленной и объемной моделях, с исследованием технологических свойств составов (проникающая способность, водоудерживающая способность и т.д.) при различных параметрах (объем раствора, давление подачи, скорость подачи) и влияния данных составов на свойства механических характеристик грунта (прочность, плотность и т.д.)

- Проведение комплексных исследований физико-механических свойств пропитанного грунта из однонаправленной и объемной моделей (гранулометрический состав, плотность частиц, максимальная плотность при оптимальной влажности, угол внутреннего трения φ, удельное сцепление С, угол дилатансии ψ , компрессионный модуль деформации Ек).
- Проведение комплексных фильтрационно-суффозионных исследований свойств пропитанного грунта из однонаправленной модели (коэффициент фильтрации kф, градиент напора J, устойчивость к размыву).
- Определение в лабораторной установке изменения давления в грунте основания после пропитки и инъекционного состава при различных параметрах (объем, давление подачи, и т.д.).

Материалы исследований на опытных участках, включая материалы проведения испытаний технологий нагнетания, пропиточных и инъекционных составов, методов мониторинга, включают перечень исследований по разделам:

- Предварительная оценка наиболее эффективной геометрии (трассы) системы нагнетания (сравнение горизонтального нагнетания под зданием с наклонным - вдоль фундамента здания), включая организацию строительства и безопасность, тип оборудования для бурения и нагнетания, а также последовательность выполнения нагнетания
- Предварительная оценка необходимости ограничения зоны нагнетания под фундаментом здания ГАЭС-2 для контроля эффективности нагнетания и рисков, связанных с подъемом других зданий, расположенных поблизости
- Предварительная оценка необходимости принятия контрмер против горизонтальных перемещений
- Разработка технических условий для проектирования систем: нагнетания, технологии, смесей, ограничения зоны, деформаций грунта и перемещений структуры (вертикальных и горизонтальных), системы предварительного мониторинга
- Разработка математической модели и проведение исследований опытного участка методом конечных элементов
- Анализ результатов, полученных на опытном участке и посредством обратного анализа
- Предложение вариантов состава нагнетаемой смеси в зависимости от применяемой техники подъема и от характеристик грунта - на основе результатов новой серии изысканий

- Спецификации лабораторных тестов для предлагаемых составов смесей, с последующей проверкой результатов, полученных при испытаниях. Определение проектного состава смеси
- Оценка контрмер при окончательной стабилизации (противофильтрационная защита, система активного и пассивного дренажа) в рамках глобального гидрогеологического режима на основе крупномасштабной гидрогеологической модели 3D и с учетом процессов нагнетания (изменение проницаемости под фундаментом, влияние системы ограничения, влияние контрмер против горизонтальны смещений и т.д.)
- Определение дополнительных параметров, необходимых для численного моделирования методом конечных элементов с использованием модели "Hardening Soil"
- Анализ потоков 2D для проверки воздействия неоднородности грунта (в частности, днепровско-московского горизонта) на операции по восстановлению и эксплуатации
- Риск анализ геологического/гидрогеологического характера

Материалы специализированных исследований по усилению конструктивных элементов гидротехнических сооружений предназначены для сокращения сроков и стоимости проведения работ по ремонту и реконструкции гидротехнических сооружений без дорогостоящего демонтажа элементов реконструируемого сооружения за счет применения системы внешнего армирования (СВА), усиливающей железобетонные конструкции композиционными материалами из углеродных волокон и включают перечень исследований по разделам:

- Разработка и экспериментальное обоснование технических решений по усилению железобетонных конструкций здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 посредством применения системы внешнего армирования (СВА). Изготовление и испытание серий конструкций на действие комплекса статических и температурных воздействий.
- Разработка Технологического регламента на усиление железобетонных конструкций композитными материалами
- Разработка методики расчета железобетонных конструкций, усиленных композитными материалами.
- Разработка альбома типовых технических решений по усилению железобетонных конструкций композитными материалами.
- Разработка рекомендаций по контролю качества выполнения работ по усилению железобетонных конструкций композитными материалами.

Материалы исследований на математических моделях прогнозных значений напряженно-деформируемого состояния выравниваемых сооружений включают перечень исследований по разделам:

- Разработка расчетного обоснования методом конечных элементов для определения: методики нагнетания, методов контроля за подъемом, элементов горизонтального блокирования, влияния ограничения зоны нагнетания, необходимости предварительного закрепления грунта под фундаментом здания ГАЭС-2 между отметками 106,0 и 115,0 м и ниже отметки линии нагнетания.
- Калибровка расчетного обоснования по методу конечных элементов на основе результатов, полученных на опытных участках, и разработка сетки нагнетания (комбинация времен нагнетания, теоретические объемы, теоретические давления и т.п.)
- Ретроспективный анализ на основе результатов и определение необходимых контрмер против горизонтальных перемещений и системы ограничения зоны нагнетания под конструкцией здания. Определение максимальных пределов нагружения, вращения, изгиба, вызванных нагнетанием в зону конструкции здания ГАЭС-2
- Разработка трехмерной структурной модели методом конечных элементов (Модель В – этап 1) для определения исходного состояния конструкции с учетом данных мониторинга.
- Структурные контрмеры, применяемые к конструкции здания во время процесса выравнивания.
- Проект системы мониторинга в ходе операций по выравниванию, с определением предельных значений, свыше которых необходимо применять ранее выбранные контрмеры
- Процедуры и спецификации по контролю качества выполняемых работ, включая связь с системой мониторинга.
- Проект системы окончательной стабилизации после выравнивания
- Разработка графика работ по выравниванию здания ГАЭС-2 в соответствии с технологиями КН, предусмотренными проектом
- Трехмерная реконструкция базовой геологической и гидрогеологической модели с точки зрения ее стратиграфии - на основе как колонок, получаемых от подрядчика, который выполняет изыскания, так и данных, получаемых независимым образом нашими геологами, сопровождающими изыскания. Сопоставление и проверка
- Оценка механических, гранулометрических и фильтрационных параметров, относящихся к геологической и гидрогеологической модели: разработка геотехнической и геомеханической модели на основе лабораторных испытаний. Геотехническое описание.

- Интерпретация результатов полевых испытаний в целях определения основных механических параметров грунтов. Геотехническое описание.
- Сопоставление результатов лабораторных испытаний с результатами полевых испытаний и анализ их надежности и непротиворечивости.
- Валидация результатов проведенных испытаний и оценка необходимости возможных дополнений и углубленных исследований.
- Расширение модели 2D до модели 3D в более широком масштабе с целью проверки влияния гетерогенности и анизотропности геотехнической модели на гидрогеологическое поведение на этапе выравнивания и на этапе эксплуатации
- Определение влияния операций по выравниванию (нагнетание и прочие контрмеры) на общий гидравлический режим
- Контроль возможных осадок в долгосрочной перспективе (процессы консолидации глин).

Материалы исследований на математической геофильтрационной модели включают работы по вопросам определения параметров геофильтрационных явлений во вмещаемой толще, включая определение отметок и уровней грунтовых вод, их градиентов напора, а также прогнозные значения расходов грунтовых вод при всех стадиях возведения сооружения.

После выравнивания сооружения выполняются работы по демонтажу и монтажу оборудования в соответствии с обычной практикой энергетического строительства.

4. КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК РАБОТ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ

Календарный график восстановления Загорской ГАЭС показывает порядок выполнения работ по стабилизации и восстановлению здания станции при его подъеме методом компенсаторного нагнетания.

Результатом работ является:

A. Восстановление несущей способности основания сооружений, обеспечивающей надежную эксплуатацию сооружений;

B. Восстановление высотного положения здания ГАЭС

При разработке календарного графика порядок выполнения работ назначался в соответствии с Программой восстановления, сроки работ

определены в соответствии с технологической последовательностью и временем выполнения работ по видам при принятом в проекте методе выравнивания существующих сооружений станционного узла. Проектом принят директивный срок пуска двух первых агрегатов Загорской ГАЭС-2 (ГА 7 и ГА 8) 28.12.2020 года.

Графиком восстановительных работ предусматриваются следующие ключевые события выполнения СМР по позициям и этапам

КЛЮЧЕВЫЕ СОБЫТИЯ	**Дата**
Начало работ по восстановлению Загорской ГАЭС	18.09.13
Отсыпка отсечной перемычки в реверсивном канале	07.10.13
Окончание откачки котлована здания ГАЭС до отметки 148,20 м	12.11.13
Начало работы ЗаГАЭС после перерыва	07.10.13
Начало работ по стабилизации	10.12.2013
Аварийно-спасательные работы. Стабилизация здания станции	10.10.2014
Герметизация здания станции	01.05.2014
Осушение здания станции и котлована здания ГАЭС	25.07.2014
Восстановление высотного положения сооружений, несущей способности основания сооружений по технологии компенсационного нагнетания	31.12.2019
Восстановление сооружений котлована, напорных водоводов, реверсивного канала и других сооружений,	31.12.2020

КЛЮЧЕВЫЕ СОБЫТИЯ	Дата
попавших в зону повреждения	
Затопление котлована реверсивного канала	30.10.2020
Восстановление строительной части станции, подготовительные работы для начала монтажа и ввода агрегатов	31.12.209
Восстановление оборудования	01.04.2020
Реализация схемы выдачи мощности Загорской ГАЭС. Строительство ВЛ 500 кВ Загорская ГАЭС - Ярцево 1,2	10.08.2018
Реализация схемы выдачи мощности Загорской ГАЭС. Строительство ВЛ 500 кВ Загорская ГАЭС - Трубино №2	10.08.2020
Пуск первых агрегатов ГА 7, ГА 8	28.12.2020
Пуск последних двух агрегатов ГА 9, ГА 10	28.12.2021

Сроки выполнения работ, ранее не выполнявшихся в практике гидротехнического строительства как в нашей стране, так и за рубежом, приняты исходя из общих нормативов стоимости этих видов работ при соответствующих трудозатратами производительности, применяемых машин и механизмов

Перечень этапов, по которым выполняются все необходимые мероприятия и работы восстановления существующих сооружений Загорской ГАЭС-2 следующий:

- обследование сооружений и выявление причин произошедшего инцидента;
- аварийно-спасательные работы. Стабилизацуия здания станции;
- герметизация здания станции и его осушение;

- восстановление высотного положения сооружений и несущей способности основания сооружений, включая:

1. подготовительные работы:
   - организация системы водопонижения;
   - осушение котлована реверсивного канала;
   - демонтаж разрушенных сооружений НБ;
   - демонтаж разрушенных сооружений ВБ;
   - организация съезда в котлован НБ;
   - организация съезда в котлован ВБ;
   - устройство подпорных стенок НБ;
   - устройство подпорных стенок ВБ;
   - укрепление стенки ПС-8;
   - демонтаж пролетных строений верхнего и нижнего мостовых переходов;
   - демонтаж сопрягающих сооружений;
   - устройство напорных водоводов;
   - работы в здании ГАЭС по тепловому контуру;
   - работы в здании ГАЭС по сохранению оборудования;
   - усиление конструкций здания ГАЭС на период подъема

2. работы по выравниванию здания ГАЭС в соответствии с проектом выравнивания;

- восстановление сооружений котлована станционного узла, реверсивного канала и других сооружений;
- восстановление строительной части здания;
- восстановление оборудования;
- затопление котлована реверсивного канала;
- реализация программы ввода ГА 7 и ГА 8.

Порядок и сроки выполнения работ подробно показаны на чертеже №1938-40.27-094.9-3.

5. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗДАНИЯ ГАЭС

5.1 ВЫРАВНИВАНИЕ ЗДАНИЯ ГАЭС

Восстановление (выравнивание) сооружения предусматривается производить за счет управляемого нагнетания в основание сооружения специальных составов. Это нагнетание позволяет увеличить объем грунта под основанием, а, следовательно, увеличить напряжения в нем. При достижении суммарных напряжений больших, чем суммарное давление сооружения на основание, происходит подъем сооружения.

Этот метод имеет название «компенсационное нагнетание» (КН). Он широко применяется в мировой практике при компенсации осадок, вызванных освоением подземного пространства городов. В последние годы метод КН находит свое применение в отечественной практике при проходке транспортных коммуникаций под городскими сооружениями (сохранение здания Алексеевского училища при проходке Лефортовского туннеля в Москве, подъем здания ФСКН при проходке Люблинской линии метро в Москве и проч.).

Подъем здания методом компенсационного нагнетания.

Сущность метода компенсационного нагнетания заключается в инъекции в предварительно подготовленную структуру грунта, размещённую в основании здания или сооружения, избыточного объёма медленно твердеющего раствора на минеральной основе, имеющего заданную вязкость и обладающего способностью к тиксотропному разжижению. Это позволяет сформировать расчётное напряженно-деформируемое состояний массива грунта, обеспечивающее управляемый подъём надземного сооружения, используя эффект гидродомкрата, размещённого под всей его площадью.

Сведения о практике применения метода КН приведены в проектной документации №1938-40-027.4.

Как правило, метод компенсационного условно нагнетания имеет 3 этапа:

1-й этап (предварительное нагнетание) – инъекционными методами путём пропитки его капиллярно-пористой структуры высокопроницаемым раствором, в основании сооружения формируется т.н. «матрица» с изотропными свойствами, при этом у массива по сравнению с его изначальными физико-механическими свойствами увеличивается

деформативные свойства (модуль деформации, коэф. Пуассона) за счет снижения коэф. пористости, что приводит к увеличению эффективности системы, за счет меньших потерь на сжимаемую толщу, а так же за счет увеличения коэф. бокового давления (соотв. и горизонтальных напряжений), что приводит к изменению формы нагнетаемого раствора к более обжатым;

2-й этап (компенсационное нагнетание) – нагнетание «домкратной» суспензии совмещается, обеспечивая управляемый подъём сооружения при проявлении деформаций;

3-й этап (стабилизация сооружения) – нагнетание «домкратной» суспензии выполняется по мере проявления осадочных деформаций вследствие релаксации напряжений в объёме «матрицы», что обеспечивает проектное положение сооружения.

В связи с тем, что здание претерпело неравномерные осадочные деформации основания фундамента и находится в настоящее время в непрогнозируемом напряженном состоянии, а состояние грунта в основании сооружения является крайне неоднородным, применение метода компенсационного нагнетания необходимо реализовать с учетом следующих особенностей:

- процесс подъема разделить на 5 стадий с прогнозируемым и строго контролируемым результатом по каждой стадии;
- путем нивелирования неоднородности грунта, расположенного в основании здания обеспечить получение коэффициента эффективности нагнетания около 30%;
- в процессе реализации проекта исключить риск ухудшения ситуации по какому-либо параметру основания фундамента и несущим конструкциям здания Загорской ГАЭС-2;
- применяемые инъекционные материалы должны иметь неограниченную долговечность;
- к ликвидации инъекционных скважин необходимо приступить после завершения процесса подъема с учетом времени и параметров релаксации грунта.

При выравнивании сооружения методом КН в сооружении возникают внутренние усилия, связанные с подъемом здания. Поэтому порядок выполнения работ по подъему выполняется в определенной последовательности, обеспечивающей ограничение внутренних усилий в

сооружении не более допустимых. При выполнении работ подъем сооружения делится на ступени с оценкой НДС на каждом этапе. Расчетные показания при подъеме сравниваются с результатами наблюдений и, при необходимости, выполняется корректировка процедуры подъема.

Каждый этап подъема сопровождается некоторой обратной осадкой сооружения (релаксацией грунта), которая происходит в течение определенного периода. Поэтому график выполнения работ составлен таким образом, чтобы можно было определить эту осадку и выполнить работы по корректировке положения здания.

При выполнении работ учитываются следующее основное состояние здания ГАЭС: восстановление положения здания ГАЭС, при котором оси агрегатов будут находиться в допусках 1 мм на 1 м длины оси;

В том числе подлежат решению следующие задачи:

- восстановление несущей способности основания сооружений, обеспечивающей надёжную эксплуатацию сооружений;
- восстановление горизонтального положения здания ГАЭС;
- восстановление противофильтрационного контура;
- восстановление разрушенных элементов станционного узла (стен ПС-3, ПС-7, ПВ-1, секций напорных водоводов КС-19);
- восстановление несущей способности конструкций здания ГАЭС, обеспечивающей надёжную эксплуатацию сооружений;
- восстановление деформационных швов;
- восстановление сети заземления;
- восстановление и/или замена оборудования.

После выравнивания сооружения выполняются работы по демонтажу и монтажу оборудования в соответствии с обычной практикой энергетического строительства.

Сроки выполнения работ, ранее не выполнявшихся в практике гидротехнического строительства как в нашей стране, так и за рубежом, приняты исходя из общих нормативов стоимости этих видов работ при соответствующих трудозатратами производительности, применяемых машин и механизмов

5.2 СХЕМА ВОЗВЕДЕНИЯ СООРУЖЕНИЯ

5.2.1. Общие сведения

Схема возведения сооружения (см. также Главу 4) состоит из следующих работ и процессов:

- подготовительные работы;
- работы по усилению конструктивных элементов на время выравнивания здания;
- работы по разборке сопрягающих сооружений;
- процесс выравнивания здания;
- работы по монтажу вспомогательного оборудования;
- работы по монтажу основного оборудования
- ПНР.

Итогом работ по выравниванию здания ГАЭС является:

1. Восстановление несущей способности основания сооружений, обеспечивающей надёжную эксплуатацию сооружений.

2. Восстановление высотного положения здания ГАЭС.

Выравнивание здания сопровождается непрерывным мониторингом (см. раздел 5.2.4) и выполняется в следующем порядке:

1. Подготовительные работы к бурению

В состав работ входит:

- подготовка строительной площадки, обучение персонала и ИТР;
- устройство шахт К-1 и К-2 в нижнем и верхних бьефах здания ГАЭС;
- устройство уплотняющей цементации массива основания;
- приобретение и поставка оборудования для бурения скважин;
- приобретение и поставка инъекционного оборудования;
- приобретение и поставка инъекционных материалов;
- разборка сопрягающих сооружений

2. Бурение скважин нижних ярусов.

3. Установка манжетных колонн.

4. Пропитка массива грунта нижних ярусов.

5. КН нижних ярусов.

6. Бурение скважин средних ярусов.

7. Установка манжетных колонн.

8. Пропитка массива грунта средних ярусов.

9. КН средних ярусов.

10. Бурение скважин верхних ярусов.

11. Установка манжетных колонн.

12. Пропитка массива грунта верхних ярусов.

13. КН верхних ярусов.

14. Разборка оборудования.

15. Ликвидация шахт К-1 и К-2.

Бурение скважин и установка манжетных колонн в область, находящуюся в диапазоне отметок 95,0 – 105,0 м связано с тем, что работы по стабилизации выполнялись от подошвы фундаментной плиты до отм. 106,0 м. В связи с высокой степенью неизвестности составов грунта в зоне стабилизации, принято решение о выполнении работ в зоне, не затронутой работами по стабилизации.

Работы по уплотняющей цементации выполняются в зоне отметок 117,0 – 106,0 м.

Работы по бурению, установке манжетных колонн и КН производятся захватками, параллельно по нижним, средним и верхним ярусам с соответствующим отставанием.

Выравнивание методом КН требует значительного количества дискретных нагнетаний соответствующих растворов небольшими порциями (около 60 л) под здание ГАЭС (порядка 285 000 раз), что возможно выполнить с помощью соответствующего управления и применения специального программного обеспечения.

Работы проводятся с применением специализированного программного обеспечения, позволяющего регистрировать каждую инъекцию и её параметры (положение, дата, объём, давление, расход). При применении этого ПО осуществляется анализ всех технологических параметров и параметров усилий в сооружении непосредственно в процессе работ (см. также раздел 5.2.5).

Основным требованием при применении КН является возможность доставки инъекционных составов в необходимую область. Это требование осуществляется за счет манжетной технологии нагнетания, при которой возможно с высокой точностью осуществить подачу материалов в основание здания ГАЭС.

Метод компенсационного нагнетания в песчаных грунтах требует двухстадийного нагнетания через манжеты.

На первой стадии через манжетные колонны производится пропитка грунта основания, позволяющая оптимизировать работы на втором этапе. На первом этапе напряжения в грунте увеличиваются незначительно, вертикального перемещения не происходит.

На второй стадии (этапе) в грунт закачивается инъекционный раствор, раздвигающий частицы грунта и, за счет нагнетания, увеличивающий напряжения в грунте основания, приводящие к вертикальному перемещению здания.

В связи с отсутствием мирового опыта выполнения подъема такого рода сооружений, рассматривается выполнение опытно-производственных работ на опытных участках.

Опытно-производственные работы позволят проверить возможность подъема сооружения и определить параметры этого подъема.

По результатам определения эффективности подъема, которая определяется отношением объема выравнивания к объему закачки, принимается решение о применении технологии подъема.

5.2.2. Бурение инъекционных скважин

Объемы и тип бурения инъекционных скважин определяется способом выполнения инъекционных работ. Проектом предусматривается горизонтальное поярусное бурение скважин с началом бурения из шахт верхнего и нижнего бьефов (К-2 и К-1 соответственно) для обеспечения возможности точного положения подачи растворов в грунт.

При разработке РД при определении имеющегося оборудования подрядной организации допускается иной тип бурения скважин (методом направленного бурения или вдавливания), обеспечивающий необходимую точность расположения манжет.

Процесс бурения скважин сопровождается принудительной подачей бурового раствора, состоящего из бентонита, полимеров и других добавок для обеспечения устойчивости стенок скважин и выравнивания гидростатического давления на время производства работ.

Буровой раствор может являться одновременно обойменным раствором с рекомендуемым составом: цемент/бентонит/вода в пропорции 1,0/0,4/1,6 или специальная сухая смесь «Солидур» для приготовления обойменного раствора (В/Ц = 2,0). Выдержка раствора не менее 24 часов.

После окончания работ по бурению скважины с обсадной трубой, в нее центрально устанавливается манжетная колонна и, под защитой обойменного раствора, обсадная труба извлекается. Манжетная колонна имеет глухую часть и инъекционную часть, снабженную манжетами.

Диаметр инъекционных скважин может составлять до 180 мм и внутренний диаметр манжетных труб 50-75 мм, с шагом манжет 330 – 500 мм. Настоящим проектом предусматривается использование стальных манжетных колонн наружным диаметром 83 мм с шагом манжет в инъекционной зоне 330 мм.

При начале инъекции в период менее 12 часов после установки инъектора в качестве обойменного раствора может применяться тощий цементно-песчаный раствор.

В зоне манжетной части инъектора между обсадной трубой и манжетной колонной скважина должна заполняться обойменным раствором. В зоне глухой части инъектора скважина может заполняться цементно-песчаным раствором.

При погружении манжетной колонны (инъектора) в скважину, заполненную обойменным раствором, а также при подаче обойменного раствора в скважину, колонна должна заполняться водой.

Установленная манжетная колонна (инъектор) должна закрываться заглушкой и маркироваться.

5.2.3. Технология КН с предварительной пропиткой

На первой стадии в грунт основания при невысоком давлении и высоком расходе закачивается пропиточный состав, обеспечивающий сцепление частиц грунта между собой. Этот состав имеет вязкость,

близкую к вязкости воды и при нагнетании вытесняет воду из пор грунта. Состав также имеет невысокую прочность и высокие показатели модуля упругости. После пропитки зона нагнетания становится практически водонепроницаемой, открытые поры отсутствуют.

Предварительное нагнетание (этап-I) композитного раствора КН-1 для заполнения пор и пустот производится для подготовки массива под компенсационное нагнетание с целью увеличения эффективности применяемой технологии (т.е. снижения объема нагнетания к единице подъема), а также достижения контролируемого подъема за счет точного положения и формообразования инъектируемого раствора.

Инъекционное закрепление песчаных грунтов растворами при предварительном нагнетании представляет собой искусственное, целенаправленное преобразование строительных свойств грунтов обработкой их в естественном залегании различными реагентами и осуществляется путем их пропитки специальными составами (например, водной суспензией на основе особо тонкого молотого микроцемента, см. Главу 6).

Проектные параметры закрепленного пропиткой грунта приведены в таблице 5.2.3.1 и должны быть уточнены по результатам лабораторных и полевых исследований.

Проектные значения параметров закрепленного грунта проверяются в лаборатории на образцах натурного грунта нарушенной структуры с целью подтверждения выбранных параметров или их корректировки.

Таблица 5.2.3.1 Проектные требования к пропиточному раствору

№ п/п	Наименование показателя	Требуемое значение
1	Проницаемость	Высокая (пропитка с заполнением пор и пустот, с отжатием из них воды, сохранение структуры грунта).
2	Коэффициент пористости закрепленного массива	≈0,1
3	Увеличение модуля деформации закрепленного массива, %	20
4	Увеличение удельного сцепление массива до, кН/м²	4
5	Увеличение угла внутреннего трения до, °	38

6	Максимальный радиус закрепления (м)	2
7	Увеличение прочности на сжатие,%	15
8	Прочность на растяжение, МПа	0
9	Вязкость, время измерения(мин) / время истечения 1 л суспензии из воронки Марша(сек)	0/32 30/32 60/32 90/34
10	Плотность раствора, т/м^3	1,2
11	Седиментация, время измерения(мин) /оседание частиц(%)	0/0 30/0 60/0 90/0

На опытном участке производится проверка значений выбранных параметров в натурных грунтовых условиях с последующим проведением отбора проб из закрепленных грунтовых массивов для оценки сплошности закрепления и прочности закрепленного грунта. По результатам работ на опытном участке производится уточнение проектных параметров.

Инъекции ведутся под давлением 15-25 бар с расходом до 5 л/мин. В качестве инъекционного насоса рекомендуется использовать двухплунжерный насос с постоянной подачей. Рекомендуется применение двухплунжерных инъекционных насосов непрерывной плавной подачи инъекционного состава с регулировкой интенсивности от 0 до 15 л/мин и регулированием давления.

Давление нагнетания раствора следует контролировать с учетом глубины нагнетания, т. е. с учетом веса столба раствора.

Подача раствора должна осуществляться плавно без колебаний интенсивности подачи.

Инъектирование ведется с помощью двойных пакеров в отдельные манжеты с объемом раствора на манжету за раз не более 300 л и суммарно не более 400 л.

Последовательность инъектирования определяется направлением переходов с верхних горизонтов в сторону нижних и начиная с ближних к дальним относительно котлована, что позволяет полностью заполнить поры/пустоты и отжать из массива воду.

Нагнетание суспензии через каждую зону нагнетания надлежит производить до «отказа». За «отказ» следует принимать:

- поглощение скважиной (зоной) расчетного количества инъекционной суспензии при давлении нагнетания, не превышающем проектное;

- снижение расхода инъекционной суспензии до 0,5…0,9 л/мин на инъектор (зону) с одновременным повышением давления нагнетания выше проектного;

- интенсивность инъекции (не превышая максимальное давление инъекции) не позволяет выработать проектный объем суспензии в 1 зону в течение времени годности суспензии.

При достижении «отказа» инъекция прекращается и оставшийся объем суспензии, при необходимости, добавляется к объему инъекции следующей зоны (зон) или соседнего инъектора.

В случае разрыва грунта (падение давления до значений близких к нулю или выход суспензии на поверхность) следует прекратить инъекцию на 10 мин и возобновить ее с минимальной интенсивностью. Если разрывы грунта продолжаются – зафиксировать отказ инъекции.

Расчетный объем пропиточного раствора на предварительную консолидацию грунтового массива с учетом потерь составляет 15,39 тыс.м^3.

Компенсационное нагнетание (этап-II) композитного раствора КН-2

На втором этапе в зону пропитки под высоким давлением и с небольшими расходами нагнетаются инъекционные составы (растворы). Эти составы имеют более высокую вязкость и подбираются таким образом, чтобы в каждую точку можно было бы выполнять закачки несколько раз с постепенным набором прочности. Это связано с необходимостью выполнения управляемой инъекции, при которой не происходит неконтролируемого гидроразрыва грунта с неорганизованным растеканием инъекционных растворов в грунте.

Нагнетание ведется под давлением 25-45 бар с расходом 1,5-4 л/мин. В качестве инъекционного насоса рекомендуется использовать двухплунжерный насос с постоянной подачей. Рекомендуется применение двухплунжерных инъекционных насосов непрерывной плавной подачи инъекционного состава с регулировкой интенсивности от 0 до 15 л/мин и регулированием давления.

Инъектирование ведется с помощью двойных пакеров в отдельные манжеты с объемом раствора на манжету за раз не более 80 л и суммарно не более 1200 л.

Подача суспензии должна осуществляться плавно без колебаний интенсивности подачи.

Параметры закрепленного грунта (см. таблицу 5.2.3.2) задаются проектом и проверяются в лаборатории на образцах натурного грунта нарушенной структуры с целью подтверждения выбранных параметров или их корректировки.

Таблица 5.2.3.2 Проектные требования к инъекционному раствору

№ п/п	Наименование показателя	Требуемое значение
1	Проницаемость	Низкая (раствор высокой вязкости)
2	Модуль деформации закрепленного массива на момент набора полной прочности	40 000 кН/м²
3	Удельное сцепление массива на момент набора полной прочности, кН/м²	6
4	Угол внутреннего трения массива на момент набора полной прочности, °	40
5	Начало набора прочности, мес	4
6	Конец набора прочности, мес	8
7	Прочность на сжатие, МПа	10
8	Вязкость, время измерения(мин) / время истечения 1 л суспензии из воронки Марша(сек)	0/90 30/90 60/90 90/90
9	Плотность раствора, т/м^3	1,6
10	Седиментация, время измерения(мин) /оседание частиц(%)	0/0 30/0 60/0 90/0

На опытном участке производится проверка значений выбранных параметров в натурных грунтовых условиях с последующим извлечением образцов из закрепленных грунтовых массивов для оценки сплошности закрепления и прочности закрепленного грунта. По результатам работ на опытном участке производится уточнение проектных параметров.

Последовательность инъектирования определяется направлением переходов с нижних горизонтов в сторону верхних и начиная с самых

отдаленных участков, находящихся в плане в зонах где здание имеет наибольшую осадку.

Зоны инъектирования назначаются в проекте с учетом результатов численного моделирования и корректируются в течение проведения работ по результатам измерения планово-высотного положения здания ГАЭС. По мере выполнения работ контролируется плоскостность фундаментной плиты и динамика развития растягивающих напряжений в сооружении.

Нагнетание суспензии через каждую зону инъекции надлежит производить до достижения необходимого высотного положения здания ГАЭС на каждом этапе с шагом равномерного подъема для всего здания порядка 5-8 мм.

Расчетный объем инъекционного раствора для осуществления подъем задания ГАЭС с учетом потерь составляет 30,85 тыс. м³.

5.2.4. Работы по мониторингу

При выполнении работы по выравниванию здания ГАЭС контроль состояния сооружения и грунтов основания является наиболее важной задачей, позволяющей получить достаточный объем сведений о проходящих процессах выравнивания и состояния сооружения.

При выравнивании предусматривается контроль за положением и состоянием сооружения (геодезический контроль) и состоянием грунтов основания (контроль давлений в грунтах основания).

Контроль осуществляется с помощью постоянного мониторинга за положением и состоянием соответствующих датчиков и марок. На основании этих данных принимается решение о порядке выравнивания.

Выполняемые работы по мониторингу:

1. Установка контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) и монтаж центрального центра управления и мониторинга для проведения геотехнического мониторинга на всех этапах инъектирования, ПНР.

2. Проведение работ по мониторингу в процессе выравнивания

3. Проведение работ по мониторингу после выравнивания для оценки состояния сооружения да долговременный период с последующим началом работа эксплуатационного мониторинга

Целью мониторинга является обеспечение безопасного подъема здания ГАЭС путём контроля изменения его планово-высотного положения и, при

необходимости, своевременной корректировке проектной документации, принятия оперативных решений и предотвращения возможных аварийных ситуаций.

Мониторинг (в том числе и деформационный) проводится с помощью КИА:

Датчики гидростатического нивелирования, должны быть установлены внутри здания ГАЭС установленных в несколько контуров по стенкам отсасывающих труб гидроагрегатов 10, 9, 8.

Датчики должны работать в диапазоне значений до 2 м, с погрешностью от общего значения до 0,1%; периодичность снятия данных от 5 до 60 мин.

Высокоточные электронные тахеометры, должны быть установлены со стороны верхнего и нижнего бьефа, на месте позволяющем снимать значения высотно-планового положения с марок установленных на внешней стороне конструкций здания ГАЭС на отметках от +144,2 до 166,2; шаг в поперечном направлении марок должен составлять порядка 5,5 м,. наблюдения за плановым положением деформационных марок производить тахеометром методом «полярной засечки» с точностью угловых измерений не ниже ±1”, линейных измерений не ниже 1 мм ± 1 мм/км; периодичность снятия данных от 5 до 60 мин.

Спутниковые датчики GPS, должны быть установлены по контуру в плане здания на отметке +166,2 и не должны иметь перекрытия конструкциями **сверху**, датчики носят функцию дополнительных, в связи с этим частота их установки по контуру в плане может быть ограничена шагом в 30…50 м.

Щелемеры и измерители стыков, должны быть установлены в местах выявленных дефектов или стыков, как в поперечном, так и продольном направлении. Датчики **должны** работать в диапазоне до 100 мм, с погрешностью от общего значения до 0,1%; периодичность автоматизированного снятия данных от 5 до 60 мин.

Датчики давления грунта должны быть установлены в грунте основания здания ГАЭС непосредственно под фундаментной плитой. Датчики должны работать в диапазоне давлений 50-1500 кПа, с погрешностью от общего значения до 3%; периодичность автоматизированного снятия данных от 5 до 60 мин.

Окончанием мониторинга считать момент завершения строительства здания ГАЭС или времени (если оно позднее) когда закончилась релаксация напряжений в основании. Последующий мониторинг проводить в плановом режиме предписанным для эксплуатируемого сооружения.

Периодичность циклов обследований и инструментальных наблюдений в период строительства может корректироваться в случае изменения интенсивности деформаций.

5.2.5. Разработка программного обеспечения

Специализированное программное обеспечение (СПО) должно быть разработано в рамках РД для обеспечения ведения архива инъекций, проведения оперативных расчетов напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов здания ГАЭС и разработки рекомендаций для выполнения корректирующих действий по проведению процесса выравнивания. Рекомендуется использовать СПО, разработанное на стадии опытных работ.

При разработке СПО следует разработать архив инъекций В архиве инъекций должны храниться данные по каждой точке инъекции с указанием следующих сведений:

- даты и времени каждой инъекции;
- состав раствора каждой инъекции;
- время приготовления раствора каждой инъекции;
- давление при инъецировании каждой инъекции;
- расход при инъецировании каждой инъекции;
- сведения о кратности инъецирования;
- сведений о состоянии манжет;
- сведений о возможности повторного инъецирования.

На основании данных архива инъекций и результатов мониторинга должен определяться порядок проведения инъекций по мере подъема.

Программа оперативных расчетов напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов модели здания ГАЭС должна определять НДС сооружения на основании данных мониторинга и архива инъекций. Калибровка модели осуществляется на основании данных мониторинга.

Расчеты напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов модели здания ГАЭС рекомендуется производить регулярно в процессе подъёма здания ГАЭС.

На основании регулярных расчетов напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов модели здания ГАЭС разрабатываются суточные задания по процессу подъёма.

5.2.6. Технология КН без предварительной пропитки

Компенсационное нагнетание без предварительной пропитки может выполняться только после проведения специальных работ, подтверждающих возможность выполнения выравнивания здания. Технология выполнения работ включает в себя следующие операции:

- Подготовительные работы (создание рабочей площадки с восточной стороны на отметке 126,18, расчистка и укрепление рабочей площадки с северной стороны)
- Снос ПС-3
- Сооружение фундаментных плит или котлованов для выполнения скважин бурения
- Выполнение скважин бурения
- Выполнение нагнетания для подъема здания согласно установленной схеме (бурение и нагнетание двух ярусов одновременно)
- Непрерывный мониторинг операций по подъему.

5.3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОСНОВАНИЯ И УКРЕПЛЯЮЩЕЕ НАГНЕТАНИЕ

Восстановление параметров основания выполняется в процессе работ по стабилизации сооружения. Параметры основания считаются восстановленными при отсутствии осадок здания ГАЭС после удаления воды из котлована (за исключением сезонных изменений).

По результатам изыскательских работ, до выполнения выравнивания здания может быть выявлена необходимость дополнительного предварительного сжатия грунта зоны стабилизации (укрепляющее нагнетание).

Укрепляющее нагнетание грунта производится с целью создания предварительного напряжения грунта в зоне стабилизации для уменьшения материальных затрат и затрат времени при последующих работах по выравниванию здания ГАЭС. Уменьшение затрат связано с отсутствием необходимости выполнять напряжение грунта в слое стабилизации при выравнивании.

Укрепляющее нагнетание грунта под зданием приведет также к некоторому улучшению характеристик и повышению однородности грунта основания в зоне стабилизации.

Укрепляющее нагнетание грунта под зданием ГАЭС предусматривается выполнять в диапазоне отметок между низом фундаментной плиты и отметкой 106,0 м (слой стабилизации), являющейся минимальной отметкой при выполнении инъекционных работ при стабилизации здания ГАЭС. В плане эта зона совпадает с контуром здания ГАЭС.

Укрепляющее нагнетание выполняется непосредственно под фундаментной плитой здания станции. Для него используется обычное буровое оборудование, с использованием наклонных скважин, идущих «веером» с дневной поверхности как со стороны верхнего бьефа (западной), так и со стороны нижнего бьефа (восточной).

Зона под зданием станции разделена на три подзоны, для которых применяется различная глубина обработки путем нагнетания. Эти подзоны были определены в зависимости от соответствующей степени осадки (там, где осадка была большей, требуется большая толщина слоя укрепляющего нагнетания – а именно, в южной части).

Выполнение работ по укрепляющему нагнетанию грунта настоящим проектом предусматривается с помощью компенсационного нагнетания с применением тех же технологий, материалов, машин и механизмов, что и при работах по выравниванию здания ГАЭС (за исключением буровых работ).

При соответствующем технико-экономическом обосновании выполнение работ по укрепляющему нагнетанию грунта может быть выполнено также методом уплотняющей цементации, при котором производится введение в грунт строительных растворов (массивов) через забой обсадной трубы. При перемещении забоя обсадной трубы с

необходимым шагом вдоль скважины, нагнетание выполняется несколько раз.

Для введения в грунт расширяющихся массивов методом уплотняющей цементации во время инъекции необходимо нагнетать вязкий цементный, цементо-бентонитовый или бетонный раствор, для чего требуется заметно более высокие давления, чем при применении метода компенсационного нагнетания.

5.4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗДАНИЯ ГАЭС И СООРУЖЕНИЙ СТАНЦИОННОГО УЗЛА

5.4.1. Восстановление конструктивных элементов здания ГАЭС

Работы по демонтажу и повторному возведению сооружений выполняются на основании проведенных технических обследований.

При выполнении работ по выравниванию здания ГАЭС следует обеспечить отсутствие контакта здания ГАЭС со следующими прилегающими сооружениями:

- секции КС-19 напорных водоводов;
- подпорная стенка ПВ-1, ПВ-2;
- помещение ППТУ-4;
- подпорная стенка ПС-3;
- подпорная стенка ПС-7 в области доступа

Подготовительные работы по секциям КС-19 напорных водоводов к подъёму здания ГАЭС-2 включаются в соответствии с п. 5.4.

Демонтаж правобережной подпорной стенки верхнего бьефа ПВ-1, ПВ-2 выполняется в полном объёме. Работы производятся с помощью канатного пиления тросами с алмазным напылением.

Демонтаж помещения ППТУ-4 выполняется только в зоне сопряжения между ППТУ-4 и зданием ГАЭС с помощью канатного пиления.

Демонтаж помещения подпорной стенки ПС-3 выполняется только после окончания работ по созданию предварительно напряжённого состояния в грунтовом массиве для обеспечения первой реакции здания ГАЭС на подъем.

Демонтаж помещения подпорной стенки ПС-3 выполняется в полном объёме. Работы рекомендуется производить с помощью канатного пиления тросами с алмазным напылением.

Демонтаж подпорной стенки ПС-7 на период выравнивания выполняется только в зоне сопряжения между ПС-7 и зданием ГАЭС в области доступа в районе фундаментной плиты здания ГАЭС с помощью канатного пиления.

Демонтаж подпорной стенки ПС-7 в полном объеме выполняется после окончания работ по выравниванию здания ГАЭС с устройством специального котлована и системы водопонижения.

5.4.2. Усиление конструктивных элементов здания ГАЭС

5.4.2.1. Общие сведения

По результатам проведённого обследования основных несущих строительных конструкций здания Загорской ГАЭС-2 и монтажной площадки принято решение об их усилении при помощи композитных материалов. Для устройства усиливающих элементов внешнего армирования предусмотрено использование углеродной ткани и эпоксидного связующего.

Усиление конструкций должно проводиться в два этапа:

I этап - усиление на период подъёма и выравнивания блока (здания ГАЭС-2) с учётом его напряжённо-деформируемого состояния (НДС) на момент обследования. Цель усиления – обеспечить прочность блока при его приведении в проектное положение.

II этап – усиление блока на эксплуатационный период.

Усиление конструкций здания ГАЭС на I этапе связано в необходимостью минимизировать риски при выравнивании здания ГАЭС. В соответствии с результатами работ по техническому обследованию сооружений, попавших в зону непроектных осадок, часть из них имеет трещины в бетоне различной ширины раскрытия. Расчеты показывают уменьшение внутренних усилий в сооружении после завершения выравнивания здания ГАЭС, однако, в процессе выравнивания могут появиться дополнительные неучтенные усилия на конструктивные элементы здания, связанные с особенностями производства работ. Поэтому принято решение о дополнительном усилении наиболее слабых элементов конструкции на период выравнивания как о конструктивном мероприятии.

После выравнивания и частичного закрытия трещин элементы усиления I этапа выключаются из работы, т.к. при эксплуатационных нагрузках они не обеспечат монолитность конструкций: на конечном этапе подъёма элементы усиления, работающие только на растяжение, в

связи с закрытием трещин получают сжимающие напряжения. Поэтому дальнейшее их использование становится нецелесообразным.

После подъёма и выравнивания здания ГАЭС элементы усиления I-го этапа демонтируются.

Усилению подлежат элементы следующих конструкций здания ГАЭС (см. рис.1 и 2):

1. Участок перекрытия на отм.166,40 м;
2. Участок перекрытия на отм.157,70 м;
3. Участок перекрытия на отм.149,85 м;
4. Участок перекрытия на отм.142,70 м;
5. Конструкция стаканов генераторов агрегатов №№ 7, 8;
6. Щитовая стенка в осях 2-6 с отм.149,85 м до отм.156,70 м;
7. Щитовая стенка в осях 2-10 с отм.157,70 м до отм.164,90 м.

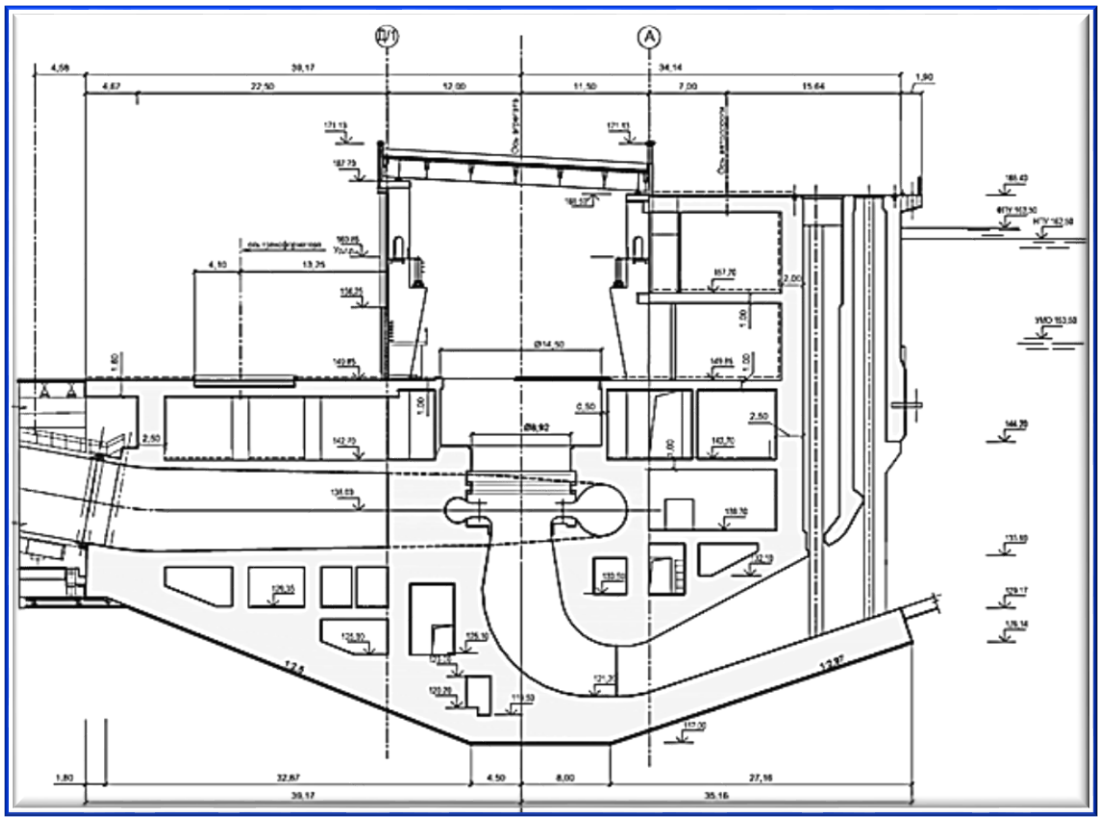


Рис. 5.4.2-1 Схема поперечного сечения здания ГАЭС с указанием мест усиления конструктивных элементов для I-ого этапа

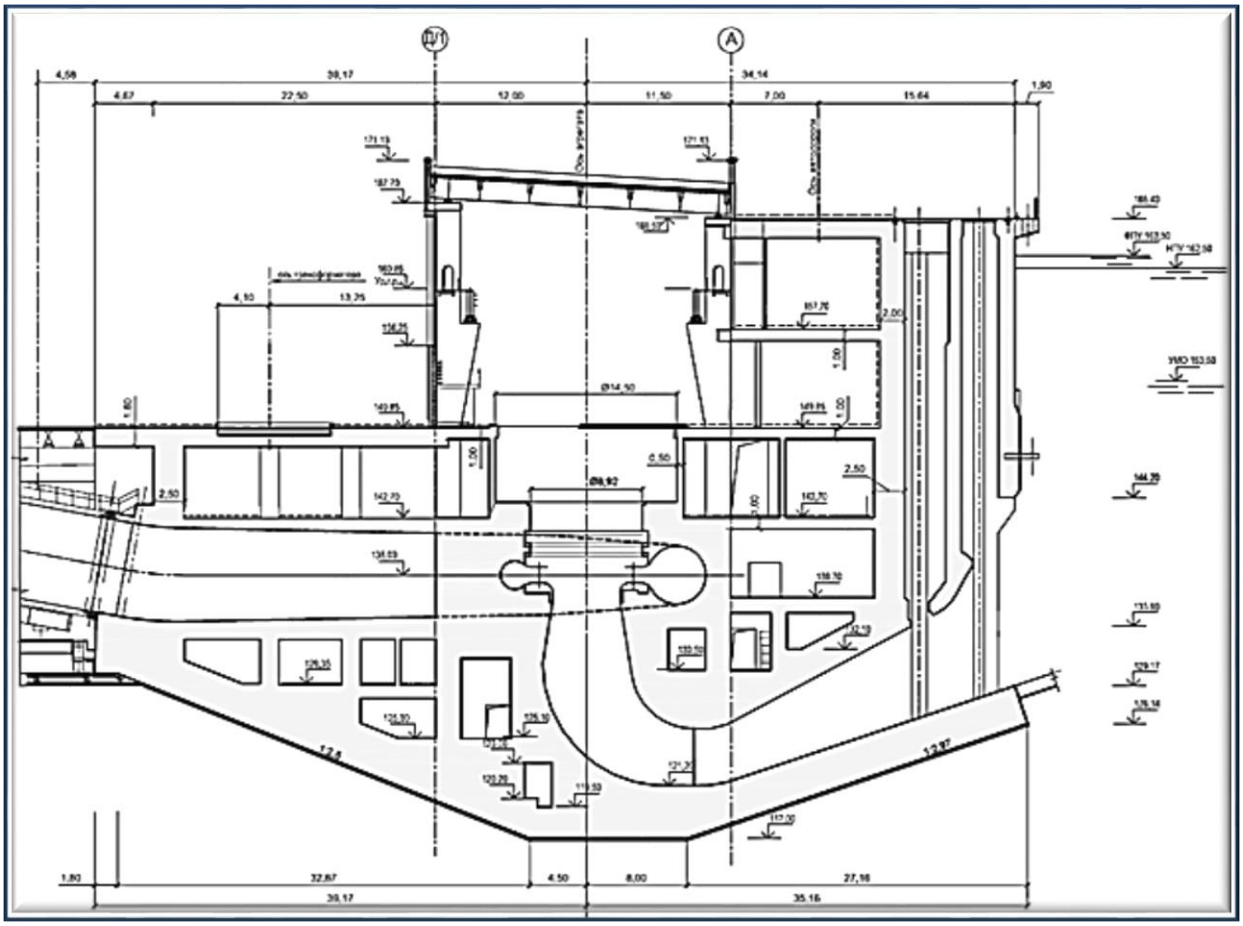


Рис.5.4.2.2 Схема поперечного сечения здания ГАЭС с указанием мест усиления конструктивных элементов для II-ого этапа

5.4.2.2 Технические решения по усилению. Общее описание конструкций.

Усиливаемые участки выполнены из монолитного железобетона и имеют толщину от 0,9 м до 1,5 м.

В настоящий момент конструкции находятся в непроектном напряженно-деформированном состоянии, наступившем вследствие просадки здания при аварии.

Для устройства усиливающих элементов внешнего армирования предусмотрено использование углеродной ткани CarbonTapeArm и эпоксидного связующего АЭ-1. Данные материалы выбраны в связи с их высокими физико-механическими характеристиками и удобством монтажа (отличная пропитываемость ткани связующим, простота прикатки и пр.).

Углепластик, сформированный и отвержденный на поверхности конструкции на основе углеродных лент CarbonTapeArm и эпоксидного

связующего АЭ-1 имеет следующие физико-механические характеристики:

- Прочность на растяжение волокна – 5 141 МПа;
- Нормативное сопротивление растяжению ткани в углепластике с обеспеченностью 95% – 3 820 МПа;
- Модуль упругости – 230 ГПа;
- Относительное удлинение при разрыве – не менее 1,7%;
- Приведенная толщина углеродного материала – 0,1666 мм для лент CarbonTapeArm с поверхностной плотностью 300 г/м^2;
- Ширина – 300 мм.

Подбор сечения усиливающих элементов «рабочего» направления осуществлялся по формуле:

$n = \frac{N}{R_{fu} t_f}$ - количество лент CarbonTapeArm, необходимое для восприятия дополнительного усилия N, равного разнице между усилием в рабочей арматуре и усилием, полученным в результате расчёта, выполненного отделом расчётных обоснований (ОРО1938-40-042 «Восстановление Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье. Расчетное моделирование выравнивания здания Загорской ГАЭС-2 методом компенсационного нагнетания с прогнозом остаточных изменений напряженно-деформированного состояния здания»). Величины напряжений, полученные из указанного расчёта, показаны в таблице 1.

Количество слоев ткани в усиливающих элементах «расчетного» направления колеблется от 2 до 5 слоёв. Количество слоев ткани в элементах «нерасчетного» направления – 2 слоя (за исключение стакана генератора, где по конструктивным соображениям принят 1 слой).

Усиливающие элементы «нерасчетного» направления являются конструктивными и обеспечивают, преимущественно, дополнительную анкеровку «основных» усиливающих элементов и перераспределение усилий между последними.

Шаг анкерующих накладок назначен по опыту проектирования усиления композиционными материалами с учетом того, что частый шаг анкерующих накладок излишне уменьшает расчетную длину «рабочих», снижая базу деформирования и препятствуя тем самым «приспосабливаемости» системы усиления.

В шаг конструктивных элементов внешнего армирования принят равным 940 мм (в свету 640 мм). При необходимости стыковки

усиливающих элементов по длине, величина нахлестки принимается не менее 300 мм. При этом стыковка должна осуществляться вразбежку - в одном сечении не более 30% стыкуемых элементов. Максимальное количество слоев ткани в углепластиковых накладках «расчетного» направления – 5 слоев.

Объёмы работ и расход материалов усиливающих конструкций, перечисленных выше, даны в таблицах 2 и 3 соответственно для I-ого и II-ого этапов.

№№ п.п.	Место для определения напряжений в арматуре методом разрезки	Напряжения в бетоне, т/ м^2		
		σ_1 Этап7	σ_2 Этап1	σ_3
1	Пол отсасывающей трубы (верх ФП) в осях 7-8	175	20	
2	Пол в «утюге» на отм. 129,35 м (пом. № 069) со стороны ВБ в осях 6-7	120	7	
3	Пол в галерее (пом. № 065 , «чистый» пол) на отм. 129,35 м в осях 8-9	85	14	
4	Пол (пом. № 050, «чистый пол») на отм. 136,30 м в осях 7-8	30	30	
5	Щитовая стена (пом. № 050) на отм. 136,30 м в осях 7-8	10	9	
6	Щитовая стена (пом. № 049) на отм. 142,70 м в осях 6-8	38	5	
7	Пол машзала («чистый» пол) на отм. 149,85 м у оси Д/1 в осях 7-8	55	9	
8	Трансформаторная площадка на отм. 149,85 м в осях 8-9	55	10	
9	Щитовая стена (пом. № 007.1) на отм. 149,85 м в осях 6-8 напротив агрегата №8	55	5	
10	Пол («чистый» пол) на отм. 157,70 м у оси 8	58	4	
11	Щитовая стена на отм. 157,70 м у оси 8	88	5	
12	Автодорога на отм. 166,40 м в осях 7-8	50	12	

№ № п.п.	Место для определения напряжений в арматуре методом разрезки	Напряжения в бетоне, т/ м^2		
		σ_1 Этап7	σ_2 Этап1	σ_3
1	Пол отсасывающей трубы (верх ФП) в осях 7-8	175	20	
2	Пол в «утюге» на отм. 129,35 м (пом. № 069) со стороны ВБ в осях 6-7	120	7	
3	Пол в галерее (пом. № 065 , «чистый» пол) на отм. 129,35 м в осях 8-9	85	14	
4	Пол (пом. № 050, «чистый пол») на отм. 136,30 м в осях 7-8	30	30	
5	Щитовая стена (пом. № 050) на отм. 136,30 м в осях 7-8	10	9	

6	Щитовая стена (пом. № 049) на отм. 142,70 м в осях 6-8	38	5	
7	Пол машзала («чистый» пол) на отм. 149,85 м у оси Д/1 в осях 7-8	55	9	
8	Трансформаторная площадка на отм. 149,85 м в осях 8-9	55	10	
9	Щитовая стена (пом. № 007.1) на отм. 149,85 м в осях 6-8 напротив агрегата №8	55	5	
10	Пол («чистый» пол) на отм. 157,70 м у оси 8	58	4	
11	Щитовая стена на отм. 157,70 м у оси 8	88	5	
12	Автодорога на отм. 166,40 м в осях 7-8	50	12	

где:

σ_1, σ_1^a – напряжения соответственно в бетоне и арматуре на момент стабилизации здания ГАЭС при уровне грунтовых вод на отм. 129,00 м;

σ_2, σ_2^a – напряжения соответственно в бетоне и арматуре после подъёма здания ГАЭС при уровне грунтовых вод на отм. 129,00 м;

σ_3, σ_3^a – напряжения соответственно в бетоне и арматуре для эксплуатационного случая при НПУ=162,50 м

Ведомость объёмов работ и расхода материалов для I-го этапа усиления здания ГАЭС-2 на момент его подъёма и выравнивания

Таблица 2

№ п/п	Наименование	Объем работ		Расходуемые материалы	Ед. изм.	Норма расхода материала на ед. объема работ	Расход материала на объем работ
Подготовительные работы							
1	Демонтаж бетона чистого пола толщиной 100 мм механическим способом	$м^2$	2624	-	-	-	
2	Обеспыливание поверхности сжатым воздухом за 3-и раза	$м^2$	4013	-	-	-	
Ремонтные работы							
3	Минимальное выравнивание поверхности ремонтными составами (Полифаст, HD-25) под наклейку углеродной ленты - средняя толщина слоя выравнивания до 2мм, средний суммарный объем ремонтируемых каверн до 2л/м2	$м^2$	4013	Полифаст	кг	3.6	14447

4	Грунтовка поверхности раствором 1:1 латексной эмульсии распылителем	м^2	4013	Примал (J-40)	л	0.15	602
5	Увлажнение поверхности бетона водой распылителем за 3 раза	м^2	4013	-	-	-	-
6	Восстановление геометрии поверхности конструкции ремонтными материалами при средней толщине слоя до 10 мм - принято 20% поверхности	м^2	803	Полифаст (HD-25, HD-50)	кг	18	14454
Работы по усилению							
7	Наклейка углеродной ленты	м^2	9782	Углеродная ткань	м^2	1.07	10467
				Связующее АЭ-1	кг	0.7	6848

Ведомость объёмов работ и расхода материалов для II-ого этапа усиления здания ГАЭС-2 на эксплуатационный случай

Таблица 3

№ п/п	Наименование	Объем работ		Расходуемые материалы	Ед. изм.	Норма расхода материала на ед. объема работ	Расход материала на объем работ
Подготовительные работы							
1	Обеспыливание поверхности сжатым воздухом за 3-и раза	м^2	1980	-	-	-	
Ремонтные работы							
2	Минимальное выравнивание поверхности ремонтными составами (Полифаст, HD-25) под наклейку углеродной ленты - средняя толщина слоя выравнивания до 2мм, средний суммарный объем ремонтируемых каверн до 2л/м2	м^2	1980	Полифаст	кг	3.6	7128
3	Грунтовка поверхности раствором 1:1 латексной эмульсии распылителем	м^2	1980	Примал (J-40)	л	0.15	297
4	Увлажнение поверхности бетона водой распылителем за 3 раза	м^2	1980	-	-	-	-

5	Восстановление геометрии поверхности конструкции ремонтными материалами при средней толщине слоя до 10 мм - принято 20% поверхности	$м^2$	396	Полиф аст (HD-25, HD-50)	кг	18	7128
Работы по усилению							
6	Наклейка углеродной ленты	$м^2$	5550	Углерод ная ткань	$м^2$	1.07	5939
				Связую щее АЭ-1	кг	0.7	3885

Работы по усилению конструктивных элементов сооружений на воздействие эксплуатационных нагрузок дополняют работы по усилению конструктивных элементов сооружений, выполненных в процессе выравнивания здания ГАЭС.

При необходимости разработки проектов работ по усилению конструктивных элементов сооружений на воздействие эксплуатационных нагрузок в местах, где ранее были расположены системы усиления на период выравнивания, последние следует предварительно демонтировать.

5.4.2.2. Требования к исследованиям

В связи с отсутствием действующей нормативной документации на усиление конструктивных элементов гидротехнических сооружений проведен комплекс исследовательских работ по определению параметров усиления конструкций в составе:

- аналитический обзор существующего отечественного и зарубежного опыта усиления конструкций;
- разработка программы работ по технологии усиления железобетонных конструкций здания Загорской ГАЭС-2 при проведении мероприятий по ликвидации последствий непроектной осадки здания ГАЭС-2;
- разработка программы проведения экспериментальных исследований СВА при действии статических нагрузок, соответствующих нагрузкам на железобетонные конструкции здания ГАЭС-2, требующих усиления;

- разработка программы составления методики расчета усиленных конструкций гидротехнических сооружений с применением систем внешнего армирования (СВА);
- разработка методики расчета конструктивных элементов здания ГАЭС на действие эксплуатационных динамических нагрузок с учетом результатов выравнивания здания ГАЭС;
- проведение натурных и расчетных исследований НДС и прочности железобетонных конструкций здания станционного узла Загорской ГАЭС-2;
- проведение комплекса инструментальных обследований железобетонных конструкций здания станционного узла Загорской ГАЭС-2, включая определение напряжений в арматуре методом разгрузки;
- экспериментальные исследования образцов железобетонных конструкций (с усилением и без усиления) при действии статических нагрузок, соответствующих нагрузкам на железобетонные конструкции здания ГАЭС-2, требующие усиления;
- проведение исследований железобетонных образцов, подвергшихся нагрузке до момента раскрытия (образования) трещин; для нагрузок рассчитанных по предельному состоянию 2-й группы;
- проведение исследований влияния различных факторов внешней среды на прочность сцепления углеволоконных лент с бетонным основанием;
- разработка технических решений и требований к производству работ по применению системы внешнего армирования (СВА) конструкций гидросооружений композиционными материалами из углеродных волокон;
- разработка методики расчета усиленных железобетонных конструкций гидросооружений на основе СВА;

- формирование нормативных требований к СВА для железобетонных конструкций гидротехнических сооружений (в зависимости от класса и области назначения);
- разработка типовых технических решений, требований и рекомендаций к производству работ по усилению СВА железобетонных конструкций гидротехнических сооружений;
- разработка регламента контроля качества выполнения работ по усилению железобетонных конструкций гидросооружений на основе применения СВА.

На основании исследовательских работ и выполнения работ по расчетному обоснованию должны быть разработаны проектные решения по усилению железобетонных конструкций композиционными материалами на основе применения технологии системы внешнего армирования для гидротехнического строительства на стадии рабочей документации.

5.4.3. Восстановление системы заземления

В результате размыва основания под фундаментной плитой здания ГАЭС-2 произошло разрушение системы заземляющего контура, уложенного в грунт по профилю котлована. По результатам водолазного обследования часть полос зависла на бетоне, часть сползла в размыв. Система заземления оказалась разломанной и оторванной от грунтов основания в зоне размыва.

С целью определения необходимых мероприятий по восстановлению заземляющего устройства (ЗУ) было проведено обследование ЗУ здания ЗаГАЭС-2 в апреле 2015 года.

В результате обследования установлено:

1. Целостность обнаруженных выводов от сетки ЗУ под зданием ЗаГАЭС-подтверждена для всех, кроме одного (около оси 10). Следовательно, сетка ЗУ под зданием ГАЭС-2 сохранилась, конфигурация ее могла измениться, но в целом она пригодна к эксплуатации.

2. Связь по ЗУ с монтажной площадкой (через деформационный шов в осях 11/12) имеется по сохранившимся шинам ЗУ на трансформаторной площадке (разрушилась одна шина в бетоне вдоль стены машзала), кабелям, металлоконструкциям.

3. Связь с ЗУ водоприемника осуществлялась через 4 водовода. Визуально произошли надломы водоводов, но измерения металлосвязи между ЗУ здания ЗаГАЭС-2 и фланцами водоводов, расположенных дальше от здания ГАЭС-2, чем надломы, показали, что металлосвязь имеется, ее

Итого, из смонтированного ранее, разрушена одна связь с ЗУ под зданием ГАЭС-2 и одна шина на трансформаторной площадке. Остальные шины сохранились и, в целом, пригодны к эксплуатации.

После подъема здания станции и восстановления деформационных швов восстанавливаются перемычки в деформационных швах № 1 и 2.

Восстановление контура заземления в деформационных швах № 1 и 2 дано в чертежах комплекта 1938-40.14-094.4.1-22 л.1…3. Вывод:

Заземляющее устройство в целом пригодно к эксплуатации.

5.4.4. Восстановление деформационных швов №1, 2

В результате осадки здания ГАЭС-2 произошло разрушение и разгерметизация деформационных швов.

Деформационные швы №1 и №5 ввиду демонтажа подпорной стены ПС-3 и прилегающих к зданию ГАЭС конструкций ППТУ-4 восстанавливаются в прежней конфигурации (черт.1938-40.14-094.4.1-20 л.1,2). Для герметичной заделки уплотнений У-18 из полосы нержавеющей стали выполняется штраба с обратным уклоном типа «ласточкин хвост» в бетоне сохранившегося сооружения , заполняется безусадочным ремонтным составом с установкой нержавеющей полосы.

Для восстановления деформационного шва №2 (черт. 1938-40.14-094.4.1-21 л.1…3) приняты следующие технические решения:

а) вертикальное уплотнение:

- полость шпонки очищается от старой асфальтовой мастики
- проверяются существующие уплотнения
- в смотровой шахте проводится расчистка полости деформационного шва на глубину 0,5 м (до уплотнения 18) с последующим заполнением полости полимерной мастикой Магнэтик-СМ Премиум и устройством нового контурного уплотнения. Контурное уплотнение представляет собой резиновую пластину (трансформаторная резина ГОСТ 12855-77) , прижимаемое к бетону двумя листами нержавеющей стали, установленными внахлёст друг с другом и прикреплённых к бетону с помощью анкеров.
- заполнение полости шва производится снизу вверх поэтапно:
- на высоту 2 м устанавливается контурное уплотнение,
- образовавшаяся полость в деформационном шве заполняется полимерной мастикой, после чего производится наращивание контурного уплотнения и таким образом ведется последовательное заполнение деформационного шва.

б) восстановление герметичности горизонтального уплотнения У-21:

- на отм 142,60 и отм. 137, 36 вырубаются колодцы размером 1,5 х 1,5 м и глубиной 2,15 м и 0,91 м соответственно (до уплотнения У-21)
- через колодцы проводится обследование шпонки У-21 и далее выполняется инъектирование консолидирующей мастикой (смола-эластомер) MC-Inject GL-95 ТХ уплотнения У-21
- восстанавливается вырезанная арматура
- колодцы вновь заполняются бетоном марки $B20_{180}$ $W6_{180}$ F150

Все оставшиеся уплотнения заменяются новыми, аналогичными по конструкции старым.

5.4.5. Восстановление подпорных стен ПВ-1, ПВ-2

По завершению восстановления высотного положения Здания ГАЭС производят восстановление демонтированных ранее подпорных стен ПВ-1, ПВ-2 (черт.1938-40.14-094.4.1-24 л.1…3).

Подпорные стены ПВ-1 и ПВ-2 расположены вдоль напорных водоводов на участке секций С18, КС-19 в примыкании к зданию ГАЭС. Подпорные стены запроектированы переменной высоты, которая уменьшается в соответствии с геометрией откоса. Максимальная высота подпорных стен составляет 19,7 м, ширина по подошве – 35,4м.

В ТЭО (проект) 2007 года стены ЛВ-1 и ПВ-1, расположенные в примыкании к зданию ГАЭС и отделенные от него деформационным швом, предусматривались уголковыми. В настоящее время, при корректировке ТЭО (Проект) при дальнейшем конструировании для этих стен была принята одноочковая рамная конструкция. Предложенная конструкция имеет более высокие коэффициенты устойчивости при расчетах на глубинный сдвиг при возможном максимальном уровне грунтовых вод со стороны засыпки на отм.140,00. Основанием верхних подпорных стен ЛВ-1, ЛВ-2 и ПВ-1 служат пески, основанием ПВ-2-глины. Между собой подпорные стены отделены деформационными швами толщиной 20 мм с устройством противофильтрационных шпонок.

В таблице объемов работ для ПВ-1 и ПВ-2 объемы восстановления стен соответствуют ТЭО (проект) 2007 года.

Обратная засыпка подпорных стен ЛВ-1выполнена из песка с Кф>1м/сут, а стен ПВ-1и ПВ-2 – из суглинка с песком. В засыпке за подпорными стенами предусмотрен пристенный дренаж, обеспечивающий понижение уровня грунтовой воды и снижение давления воды на тыловую грань. Для снижения противодавления воды под подошвами стен ПВ-1 и ПВ-2 устроен двухслойный плоский дренаж. Дренаж состоит из щебня фракции 2-10 мм и слоя песка фракции 0,5-2 мм. Вода из дренажа отводится в плоский дренаж здания ГАЭС.

На подпорные стены ЛВ-1,2 и ПВ-1,2 опираются пролеты мостового перехода для обслуживания электротехнических устройств на отм.149,85 здания ГАЭС и пролеты мостового перехода для обслуживания температурно-осадочного компенсатора напорных водоводов. В ремонтном случае фундаментная плита ПВ-1 и ЛВ-1 служит опорной конструкцией для компенсаторной секции КС-19. В нижней части

подпорных стен ПВ-2 и ЛВ-2 на лицевой консоли предусмотрены водосбросные лотки для организованного отвода поверхностных вод.

5.4.6. Восстановление подпорной стены ПС-7

Демонтаж подпорной стенки ПС-7 в полном объеме рекомендуется выполнять после окончания работ по выравниванию здания ГАЭС с устройством специального котлована и системы водопонижения.

Восстановленная подпорная стена ПС-7- массивная, бетонируется враспор со стеной из бурокасательных свай (конструкция свай по проекту №1938-40-095) переменной высотой от 17,0 до 1,5 м, длиной 47м. Ширина подошвы переменная от 10 до 15 м, по длине стена разрезана деформационными швами на 4 секции (черт. 1938-40.14-094.4.1-27 л.1…9).

В таблице объемов работ для ПС-7 объемы восстановления стены соответствуют ТЭО (проект) 2007 года.

5.4.7. Восстановление подпорной стены ПС-3

По завершению восстановления высотного положения Здания ГАЭС производят восстановление разрушенных элементов станционного узла, в т.ч. подпорной стены ПС-3 (черт.1938-40.14-094.4.1-25 л.1…3).

Подпорная стенка ПС-3 примыкает к зданию ГАЭС. Стена ячеистой конструкции, восстанавливается в прежнем объеме, с новой компоновкой технологического оборудования (черт.1938-40.14-094.4.1-25).

Высота стенки 24,4 м, ширина по подошве 28,74 м. В объеме стены со стороны ВБ скомпоновано помещение насосной пожаротушения, со стороны НБ решеткохранилище. На консоли стенки на отм. 166,40 скомпоновано помещение КТП.

В основании стены качественно уложенная смесь моренного суглинка с гравием в соотношении 40:60, также предусмотрен горизонтальный дренаж из песка толщиной 1,0 м.

Ячейки стенки заполнены балластом-песком.

На отметке гребня расположены пути козлового крана и служебный проезд.

В сопряжении со зданием ГАЭС предусмотрен деформационный шов шириной от 20 мм до 100 мм, перекрытый вертикальной шпонкой (колодец) с заполнением асфальтовой мастикой с γ=1,7-1,8 т/м3 и горизонтальной шпонкой на уровне фундаментной части.

5.4.8. Восстановление элементов понура, рисбермы, крепления откосов

В состав сооружений реверсивного канала входят подпорные стены ПС-7, ПС-8, железобетонный понур, рисберма, крепление откосов. В результате инцидента 17.09.2013 понур и его соединение со зданием ГАЭС и подпорной стеной разрушены, размыты и осели.

Проектом предусмотрены демонтаж и переустановка поврежденной плиты понура, удаление осевшей стены ПС-7 и ее дальнейшее восстановление (черт. 1938-40.14-094.4.1-27 л.1…9). Подпорная стена ПС-8 уголкового типа, переменной высотой от 17,0 до 1,5 м, длиной 47м. Ширина подошвы переменная от 18,5 до 3,5 м. по длине стена разрезана деформационными швами на 3 секции.

Железобетонный понур длиной 47 м, герметично связан по периметру с фундаментными плитами здания ГАЭС и подпорных стен ПС-7 и ПС-8 уплотнениями из нержавеющей стали. Конструкция понура состоит из нижней армированной плиты толщиной 0,75 м, оклеечной гидроизоляции поверху толщиной 10 мм и защитной армированной плиты толщиной 0,75 м. По площади понур разрезан строительными швами с противофильтрационными шпонками из нержавеющей стали.

Крепление рисбермы и откосов выполняется из железобетонных монолитных плит толщиной 0,2 м с отверстиями для дренажа, под плитами предусмотрен слой гравия фракции 5-70 мм. На длине 106 м от понура в основании рисбермы и под креплением откосов выполняется замена песчаного грунта основания на моренный суглинок толщиной 3,8-4,8 м, что дает возможность удлинения противофильтрационного контура.

Противофильтрационный контур здания ГАЭС складывается из следующих элементов:

- подземный контур здания ГАЭС	73,8 м
- железобетонный понур	47,0 м
- «удлинение понура» путем замены песчаного основания под рисбермой и откосами в реверсивном канале на моренный суглинок	106,0 м

В примыкании понура к зданию ГАЭС и в правобережном примыкании перед стенами ПС-3…ПС-5, ПС-9 выполняется защитный элемент в виде стены из буросекущих свай диметром 1,2 м глубиной 16,5-38,5 м с сопряжением ростверка с напорной гранью смежных сооружений и с понуром системой шпонок. Назначение стены из буросекущих свай заключается в максимальном снижении гидравлического градиента.

Объемы по восстановлению ПС-7, понура, рисбермы, крепления откосов левого и правого берега даны в соответствии с техническими решениями проекта 2007г. Демонтаж бетонного крепления понура, рисбермы и крепления откосов см. 1938-40-094.8.2 раздел 7.

5.4.9. Восстановление элементов подкрановых путей

5.4.9.1 Общие положения

В результате непроектной осадки здания ГАЭС-2 произошла осадка подкрановых балок и путей мостовых кранов по вертикали с увеличением их в сторону оси 1. В пределах монтажных площадок эти конструкции деформаций не получили.

Проектом предусматривается восстановление работоспособности мостовых кранов. На первом этапе, в апреле 2014 года, осуществляется пуск мостовых кранов с пониженной грузоподъемностью (35 т). Восстановление полной работоспособности мостовых кранов грузоподъемностью 320 т осуществляется во второй половине июля 2014

года, после проведения работ по выравниваю подкрановых путей по временной схеме.

После окончания работ по выравниванию здания ГАЭС осуществляется восстановление подкрановых балок в проектное положение, и с 01.01.2017 года работа мостовых кранов возобновляется в штатном режиме.

5.4.9.2 Производство работ

Для возможности работы мостовых кранов машинного зала в осях 4-12 были выполнены временные конструкции подкрановых балок, расположенные на существующих подкрановых балках. После подъёма здания станции в проектное положение эти конструкции необходимо демонтировать. Восстановление подкрановых балок дано на чертеже №1938-40.14-094.4.1-28.

Последовательность демонтажа временных подкрановых балок:

- Демонтировать конструкции крепления временных балок к колоннам и подкосы временных подкрановых балок.
- Демонтировать болты М24, соединяющие временные подкрановые балки с постоянными, и временные подкрановые балки (Б1…Б10).
- Для замены опорных столиков подкрановых балок (М1…М3) ослабить болты крепления торцевых рёбер балок, удалить детали в узлах крепления верхних поясов балок к колонне, поднять и зафиксировать балки на величину позволяющую демонтировать опорные столики.
- Демонтировать временные опорные столики (М1…М3).
- Срубить старую подливку с опорной части колонн (Δ=20мм и Δ=100мм).
- Изготовить постоянные (проектные) опорные столики (3шт.)

вместо (М1..М3).

- В опорных столиках М4 удалить металлические накладки (Δ=20мм и Δ=40мм).
- Установить постоянные (проектные) опорные столики подкрановых балок на подливку 100мм в проектное положение.
- Установить опорные столики швеллеров тормозной площадки в проектное положение.
- Установить балки и тормозные площадки в проектное положение по вертикали и по горизонтали.
- Восстановить все детали крепления балок к колоннам.
- Затянуть болты, скрепляющие торцевые рёбра балок.

5.5. ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ НАПОРНЫХ ВОДОВОДОВ

5.5.1. Состояние НКП после осадки здания ГАЭС-2

В результате размыва и выноса грунта из-под здания ГАЭС-2 произошли чрезмерные осадки опор нижних компенсаторных переходов (НКП) и нарушилась целостность всех напорных водоводов.

Сведения о порядке восстановления конструкций опорных водоводов приведены в соответствии с материалами СПКТБ «Мосгидросталь».

Смещение оси водоводов после осадки здания ГАЭС-2 составляют:

Водовод №7	11см
Водовод №8	44см
Водовод №9	89см
Водовод №10	180см

Состояние опор

Водовод №7

Левая и правая неподвижные опоры: небольшое осевое и вертикальное смещение 5-7см; опоры в удовлетворительном состоянии.

Подвижные катковые опоры: опоры не смещены, находятся в удовлетворительном состоянии.

Для дальнейшей эксплуатации необходим подъем на 200мм и смещение НКП в проектное положение, демонтаж нижних частей неподвижных опор, установка на четыре временных опоры под платформой НКП.

Водовод №8

Левая и правая неподвижные опоры: осевое и вертикальное смещение до 40-50см. Опоры в удовлетворительном состоянии.

Катковые подвижные опоры, опоры имеют осевое смещение. Требуется подъем и замена противоугонных планок катковых опор, демонтаж нижних частей неподвижных опор, установка на четыре временные опоры под платформой НКП.

Требуется подъем НКП на 500-600мм и осевое смещение.

Водоводы №9 и 10

Разрушение железобетонного основания под неподвижными опорами, вертикальное и осевое смещение НКП, размыв свайного фундамента под временными опорами, разрушение бетонных опор под катковыми опорами.

Необходимо произвести подъем НКП в месте примыкания к зданию ГАЭС-2 для водовода №9 на 95-100см, для водовода №10 на 180-190см, восстановление фундамента под постоянные катковые опоры, восстановление фундаментных плит для временных опор под платформой НКП, установить сами временные опоры и выполнить осевое смещение НКП в проектное положение.

5.5.2. Установка нижних компенсаторных переходов в проектное положение

Работы по восстановлению напорных водоводов выполняются в два этапа: первый этап до подъема здания ГАЭС-2 и второй этап после подъема и установки здания в проектное положение.

Цель первого этапа – отсоединение компенсаторных секций КС-19 от напорных водоводов и здания ГАЭС-2, подъем нижних компенсаторных переходов с секциями КС-19 в проектное положение и установку их на временные опоры, расположенные под платформой НКП.

Сначала устанавливаются временные нижние опоры под платформу НКП на водоводах №7 и №8.

Подъем НКП на первом этапе на всех водоводах производится в две очереди: сначала поднимается сторона НКП, расположенная у здания ГАЭС, опоры устанавливаются под верхнюю балку мостового перехода, затем произ-водятся работы по восстановлению опорных плит для нижних временных опор под платформой НКП, во вторую очередь устанавливаются нижние временные опоры.

Перед подъемом НКП необходимо демонтировать компенсаторы №20 и №21; демонтаж должен производиться только после установки НКП на нижние временные опоры со стороны верхнего бьефа и установки верхних временных опор на высоту, на которой НКП находятся в настоящее время после осадки сооружения.

Верхние временные опоры состоят из четырех опорных колонн, которые набираются из отдельных опорных элементов высотой 120мм и весом 40кг каждый. Две колонны служат для установки домкратов, а две другие являются опорой для компенсаторного перехода. Опорные элементы соединяются друг с другом четырьмя болтами, колонны соединяются между собой стяжками и прикрепляются к стене здания ГАЭС-2 на сварке.

Для установки верхней временной опоры с домкратами к торцу верхней балки НКП приваривается опорная площадка.

На торце платформы НКП для предотвращения сползания приваривается осевая распорка, упирающаяся в стену фундамента здания ГАЭС-2. Для восприятия осевых сил во время подъема НКП устанавливается специальное опорное устройство, которое скользит по закладной направляющей части и передает нагрузки на стену здания ГАЭС-2.

Для восприятия осевых сил на нижней опоре со стороны ОНКП также устанавливается распорка, которая упирается в стену ОНКП, а опора со стороны здания прикрепляется к забетонированному в фундаменте столбу.

После подъема НКП в проектное положение верхняя опора разбирается, удаляются две колонны, на которых располагались домкраты. Компенсаторный мост остается на верхних временных опорах до тех пор, пока не будут забетонированы фундаментные плиты под нижние временные опоры. После набора прочности бетона устанавливаются нижние временные опоры высотой 720мм со стороны здания ГАЭС-2. Поскольку фундаментная плита, на водоводах №9 и №10 по заявлению Заказчика, подвержена осадкам, периодически по мере просадок между контактными поверхностями опор и платформы НКП вставляются компенсаторные опоры h=270мм и прокладки из листовой стали толщиной 20мм.

Наращивание опоры производится до высоты 1800мм.

После проведения всех перечисленных мероприятий производится подъем здания ГАЭС-2 в рабочее положение и приступают ко второму этапу восстановления напорных водоводов.

5.5.3. Определение подъемных усилий НКП

Определяем усилия для водовода №10, имеющего наибольший угол наклона $\alpha = 16,55°$

Вес нижнего компенсаторного перехода

$G = G_б + G_о + G_м = 770 + 229 + 148 = 1147т$,

Где $G_б = 770т$ – вес бетона секции КС-19

$G_о = 229т$ – вес оболочки и арматуры

$G_м = 148т$ – вес металлоконструкции НКП

Расчетный вес НКП

$P = G \cdot n = 1147 \cdot 1,1 = 1262т$

Где $n = 1,1$ – коэффициент перегрузки

Расчетная схема

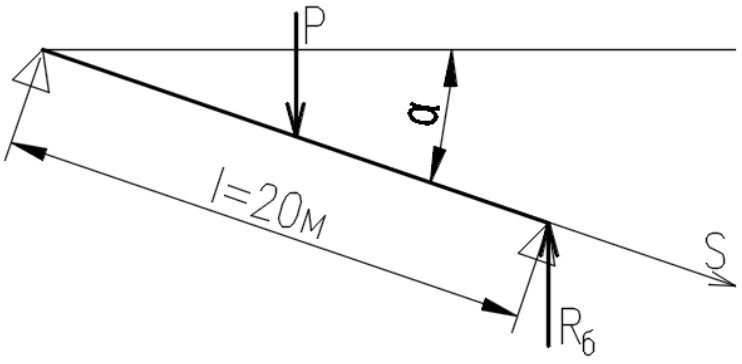


Рисунок 1

Угол наклона НКП $\alpha = 16,55°$

Осевое усилие

$S = P \cdot \sin\alpha = 1262 \cdot \sin 16,55° = 359тс$

Вертикальная составляющая осевого давления

$V = S \cdot \cos(90° - \alpha) = 359 \cdot \cos 73,45° = 102тс$

Давление на опору Б

$R_б = \frac{P}{2} + V = \frac{1261}{2} + 102 = 732,5тс$

Сила трения осевого опорного устройства по закладной направляющей части

$T = S \cdot f \cdot n = 359 \cdot 0,1 \cdot 1,2 = 43тс$,

Где $f = 0,1$ – коэффициент трения (сталь по стали со смазкой)

$n = 1,2$ – коэффициент перегрузки

Расчетное усилие в гидродомкрате при отсутствии заклинивания

$N = \frac{R_б + T}{n} = \frac{732,5 + 43}{4} = 194тс$

Где $n = 4$ – количество домкратов

Грузоподъемность одного домкрата 200т

5.5.4. Порядок выполнения подъема НКП

Работы по подъему нижних секций начинаются с водовода №8, т.к. места установки временных опор не завалены наносами и к ним имеется свободный доступ.

1. Расчистить от наносов места установки временных нижних опор под платформой НКП со стороны верхнего бьефа и временных осевых распорок в торце платформы у здания ГАЭС.

2. Приварить к двум продольным балкам платформы НКП временные осевые распорки, опирающиеся в стену фундаментной плиты здания ГАЭС-2.

3. Установить под платформой НКП на водоводах 7 и 8 со стороны верхнего бьефа две нижних временных опоры закрепить их от осевого смещения фундаментными болтами и распорками, которые опираются на стену ОНКП.

Подготовить прокладки из листового проката для установки между нижними временными опорами и НКП: поверхности верхней прокладки, соприкасающиеся с НКП, густо смазать солидолом с обеих сторон.

4. Произвести монтаж такелажной оснастки на переходном участке водоприемника, установить лебедку и подать катучие подмости в зону работ.

5. Удалить наносы и посторонние предметы из водоводов.

6. Приварить дополнительные опорные площадки на верхней балке НКП со стороны здания ГАЭС-2 для установки домкратов и временных сборно-разборных опор.

7. На стене фундаментной плиты здания ГАЭС-2 установить и закрепить фундаментными болтами два торцевых направляющих рельса для осевых упорных устройств, установленных на торце платформы.

8. На торцевой поверхности стены здания ГАЭС-2 напротив верхних временных опор установить и закрепить на анкерных болтах металлический лист для крепления опорных элементов временных опор от смещения.

9. Подготовить бетонную поверхность для установки вертикальных домкратов и верхних временных опор у здания ГАЭС.

10. Установить насосную станцию для домкратов на мосту через напорные водоводы на отметке 149,85 и собрать гидросистему.

11. На бетонную подливку под верхней балкой НКП установить, выверить и закрепить анкерными болтами две нижних металлических балки высотой 240мм, одна из которых предназначена для домкратов, а другая для временной опоры. На балку установить первый ряд наборных колонн, состоящий из четырех опорных элементов, соединить их с балками и между собой на болтах стяжками и прикрепить на сварке к закладному листу на стене здания ГАЭС.

12. Установить временные верхние опоры на высоту до соприкосновения с верхней балкой НКП.

13. Разобрать компенсаторы №20 и №21 в водоводах 7 и 8 удалить детали с помощью тележки через водоприемник. В водоводах №9 и №10 компенсатор №21 не разбирать, а отрезать часть патрубка шириной 300-400мм в месте его примыкания к забетонированному водоводу здания.

14. Нанести густую смазку (солидол) на рабочую поверхность направляющих рельсов, по которым во время подъема должны скользить осевые упоры НКП.

15. Постепенно наращивая колонны ступенями по 120мм поднять НКП на нужную высоту на 50мм выше проектного положения, соединяя при этом каждый ряд опорных элементов между собой, установить на домкраты.

В верхнем положении штока домкрата устанавливать штатные полукольца для фиксации груза в поднятом положении в течение длительного времени.

16. Для всех водоводов демонтировать неподвижные шарнирные опоры и прикрепить их к металлоконструкции перехода; демонтировать и произвести при необходимости ремонт качающихся опор.

17. При поднятом НКП восстановить дренажную систему и опорные плиты для установки временных опор под платформу НКП.

18. После набора прочности фундаментальных бетонных плит установить две нижние временные опоры h=720мм на всех водоводах.

19. Подготовить прокладки между нижними опорами и НКП; последний лист густо смазать с двух сторон солидолом.

20. Снять верхние вертикальные домкраты и разобрать верхние временные составные опоры на верхних балках НКП.

21. На нижних опорах переменной высоты водоводов №9 и №10 установить домкраты для подъема НКП при просадках фундаментных плит, поднять НКП и установить на опоры подкладные компенсаторные балочки h=270мм.

22. Отремонтировать верхние бетонные опоры.

23. Установить НКП в проектное положение, используя вертикальные и осе-вые домкраты.

24. Произвести ревизию и в случае необходимости ремонт всех штатных опор НКП.

25. Забетонировать закладные части подвижных штатных опор и установить на них НКП; нижние части неподвижных штатных опор прикрепить к верхней балке.

5.5.5. Состав оборудования для восстановления НКП

Оборудование для подъема НКП в проектное положение – см. табл. 5.5.5.1, 5.5.5.2, 5.5.5.3.

1. Металлоконструкция

Таблица 5.5.5.1

№	Наименование	Заказ	Общий вес, т
1	Усиление верхней балки НКП	640 МЮА	14,4
2	Временные верхние опоры переменной высоты и осевые упоры	640 МЮБ	33,6

3	Временные нижние опоры переменной высоты h=720-1800	640 МЮД	35,6
		Итого:	83,6

2. Гидравлические домкраты и оборудование к ним

Таблица 5.5.5.2

№	Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
1	Домкрат гидравлический 200 тн. пружинный возврат штока, ход поршня 150 мм, с плавающей опорой, полукольцами и транспортировочными ручками.	ДГ200П150	14	
2	Домкрат гидравлический 200 тн. пружинный возврат штока, ход поршня 150 мм, с плавающей опорой, предохранительной гайкой и транспортировочными ручками.	ДГ200П150	5	
3	Станция насосная с электроприводом, трехпозиционным ручным распределителем двухскоростная. При давлении первой ступени в 6,0 МПа подача рабочей жидкости 8,0 л/мин. При давлении второй ступени до 70,0 МПа, подача рабочей жидкости 0,7 л/мин. Бак 60л., 380В	НЭР6/70-8,0/0,7И60Т2	4	
4	Рукав высокого давления 10м., max рабочее давление 70МПа, разрывное давление 280 МПа. В комплекте в БРСН001	РВД10000К	18	
5	Рукав высокого давления 2м., max рабочее давление 70 МПа, разрывное давление 280 МПа. В комплекте с БРСН001	РВД2000К	14	
6	Кран распределительный двухходовой	КРАН002	3	
7	Кран распределительный трехходовой	КРАН003	5	

№	Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
8	Кран распределительный четырехходовой	КРАН004	2	
9	Быстроразъемные соединения к домкрату	БРСД001	12	
10	Быстроразъемные соединения к насосу	БРСН001	1	
11	Манометр 100МПа	М100ВД100	2	
12	Комплект уплотнений к домкратам	Ремкомплект	10	

3. Грузоподъемное оборудование

Таблица 5.5.5.3

№	Наименование	Количество
1	Автомобильный кран, 5тс	1
2	Лебедка электрическая, 3тс	1
3	Лебедка ручная рычажная, 3тс	2
4	Стропа	

5.6. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВЕРХНЕГО И НИЖНЕГО МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

Перед подъёмом здания ГАЭС-2 необходимо провести производится демонтаж пролётных строений №4 нижнего и верхнего мостовых переходов, которые опираются на стены ПВ-1 и ПВ-2 соответственно.

При выполнении работ по достройке ЗаГАЭС-2 в соответствии с решениями откорректированного ТЭО (Проект) производится демонтаж пролётного строения №1 нижнего мостового перехода, который опираются на стену ЛВ-1.

Восстановление верхнего и нижнего мостового перехода производится согласно проектной документации с учетом изменения контруктивных решений подпорных стен ПВ-1 и ЛВ-1.

5.7. ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В ЮЖНОЙ ПАЗУХЕ СТАНЦИОННОГО УЗЛА

В результате первичного замыва грунтом и последующего его осаждения оказались замыты очистные сооружения. Проект восстановления представлен в документах №1938-40-094.6 и №1938-40-094.7 настоящего комплекта документации.

5.8. ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУЖНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ В ЮЖНОЙ ПАЗУХЕ СТАНЦИОННОГО УЗЛА

Проект восстановления инженерных сетей представлен в документах №1938-40-094.6 и №1938-40-094.7 настоящего комплекта документации.

5.9. ВОССТАНОВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ЗДАНИЯ

На период восстановления станционного узла предусмотрена временная наружная система пожаротушения от пожарных гидрантов ГПН-80х16, установленных на сбросные трубопроводы системы водопонижения.

Сбросные трубопроводы стальные с условным диаметром 200 открыто проложены с отм. 168,00 по бермам, с двух сторон реверсивного канала в нижний бьеф. Два гидранта (ПГ-1 и ПГ-4) расположены перед зданием ГАЭС на отм. 149,85 со стороны верхнего бьефа, еще два (ПГ-2, ПГ-3) – с двух сторон реверсивного канала в непосредственной близости от подъездных путей.

ГПН-80х16 (конструкции Дорошевского) является гидрантом наземного исполнения, вваривается в различные диаметры пожарного водовода с различным способом обогрева. После установки гидрант находится в режиме постоянной готовности и не требует дополнительной защиты от замерзания. Также имеет дополнительный патрубок для подключения пожарной машины.

План водопонизительной системы с расстановкой пожарных гидрантов показан №1938-40.23-094.9-1, лист 1.

5.10. ВОССТАНОВЛЕНИЕ КИА

Проект восстановления КИА представлен в документах №1938-40-094.6 и №1938-40-094.7 настоящего комплекта документации.

5.11. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДРЕНАЖНОЙ СИСТЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ПЕРИОДА

Дренажная система строительного периода настоящим проектом не предусматривается.

Конструктивные особенности дренажной системы эксплуатационного периода, одного из основных возводимых новых конструктивных элементов, подробно приведены в документе №1938-40-094.3.

При восстановлении Загорской ГАЭС-2 создание многоэлементной системы дренажа в верхнем бьефе станции выполняется в следующем порядке:

- Устройство железобетонной П-образная конструкции, примыкающей к бетонному блоку фундаментной плиты и образующей галерею между подпорными стенками. Стены её включают в себя колонны моста, установленные на буробетонные сваи. В перекрытии сделаны проёмы, ограниченные балками, на которых во время монтажа компенсаторов размещены временные опоры.

Проёмы в перекрытии закрыты съёмными металлическими сетчатыми решётками, позволяющими при их снятии проведение ревизии состояния дренажа. Решётчатое перекрытие позволяет надёжно обеспечить приём дождевых (ливневых) стоков;

- устройство фильтра и укладка дренажного материала, размещённого внутри галереи и со стороны верхнего бьефа;

- 2 перфорированные трубы диаметром 1000 мм размещены внутри галереи в верхнем слое дренажа. Трубы имеют уклон в сторону ПВ-1. Отвод воды осуществляется самотёком в приёмную промежуточную ёмкость. Откуда по 2 трубопроводам перекачивается в ёмкости сбора ливневых стоков (069, 068) в блоке станции и далее в нижний бьеф;

- над промежуточной ёмкостью с внутренней стороны подпорной стенки в примыкании к стене ПТУ-4 расположено помещение, в котором установлены 2 (3) погружных насоса, работающих в автоматическом режиме. Помещение имеет вертикальный выход на отметку 149,85 м, закрытый утеплённой крышкой;

- из подошвы дренажа по фронту галереи между стенками галереи бурятся и оборудуются в шахматном порядке 38-40 штук водоприёмных разгрузочных скважин самоизлива. Глубина скважины (ориентировочно) 10,0 м;

- перфорированная шпунтовая стенка (типа Ларсен) возводится вдоль грани фундаментной плиты между стенками ПЛ1-ПЛ7.

Бетонный блок галереи отдалён от блока фундаментной плиты строительным швом для обеспечения взаимонезависимости осадок сооружений в период эксплуатации.

5.12. ВОДОПОНИЖЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОТЛОВАНОВ

5.12.1. Общие указания

Разработанная проектная документация предусматривает создание системы строительного водопонижения на период откачки воды из котлована здания ГАЭС и на период восстановления станционного узла.

В составе работ по водопонижению котлована здания ГАЭС предусматривается создание 3 ярусов в составе системы водопонижения. Первые два яруса обеспечивают понижение отметки воды в котловане здания ГАЭС до отм. 129,0-130,0 м. системы водопонижения 3 яруса

предназначена для устройства локального понижения отметки воды до отм. 114,0-115,0 м с целью обеспечения возможности выполнения работ по демонтажу стенки ПС-7.

Кроме бурения новых водопонизительных скважин СА1 в системе водопонижения используются существующие восстановленные скважин 4 и 5 ярусов строительного водопонижения, выполненные до инцидента.

5.12.2. Ярус I.

Работы по устройству системы строительного водопонижения выполняются в два этапа:

1 этап: Водопонизительная система при уровне воды в нижнем бассейне на отм.161,00 м/ уровне воды в котловане на отм.130,00м.

Первоочередные мероприятия: Устройство водопонизительных скважин на упорно-дренажной призме перемычки с отм. 154,00 м.

Мероприятия 2-ой очереди: Устройство водопонизительных скважин на рисберме с отм.145,00 м.

2 этап: Водопонизительная система при уровне воды в нижнем бассейне на отм.161,00 м/ уровне воды в котловане на отм.114,00 м.

Водопонизительная система предусматривает первоочередные работы 1-го этапа на упорно-дренажной призме перемычки с отметки 154,00 м на период восстановления станционного узла.

Совместная работа скважин и откачки воды из зоны понура обеспечивает возможность осушения котлована до отметки 145,00 м для выполнения мероприятий второй очереди.

В составе водопонизительных средств учтены:

- 19 новых водопонизительных скважин (СА1);

- 12 ранее выполненных скважин IV и V ярусов водопонижения основного котлована;

- система поверхностной откачки воды в зоне понура (ОАО «Институт Гидропроект»).

Глубина скважин, интервал установки фильтра и его длина уточняются при бурении. Не допускается установка фильтров скважин в водоупорные грунты.

Скважины СА1 оборудуются погружными скважинными насосами

ЭЦВ8-40-90 номинальной производительностью 40 м3/час, мощностью N=17кВт и оголовками для возможности контроля работы и регулирования расхода откачиваемой воды.

Сбросные трубопроводы устраиваются вдоль оси водопонизительных скважин на деревянных подпорках, устанавливаемых с шагом 3 м.

Сброс воды от системы водопонижения осуществляется в нижний бассейн ГАЭС.

При эксплуатации водопонизительной системы в зимний период необходимо выполнить утепление трубопроводов и устройство водо- и воздуховыпусков согласно чертежам проекта.

Восстановление скважин 4 и 5 ярусов водопонижения, подвергшихся затоплению, предполагает оценку их работоспособности перед включением их в работу.

Проектом предусматривается восстановление скважин: С4-1, С4-2, С4-3, С4-7, С4-8, С4-23, С4-27, С4-29, С4-30, С4-31, С5-5.

Объем восстановительных работ уточняется по результатам обследования.

Объемами работ предусмотрена замена насосов, прокачка каждой скважины элифтом в течение 2 суток, замена электрооборудования и контрольных манометров на скважинах.

Наблюдение за уровнем воды в днепрово-московском горизонте ведется по 5 пьезометрическим скважинам. Пьезометры расположены на линии водопонизительных скважин: 3 из них расположены на упорно-дренажной призме перемычки и 2 пьезометра на бортах понура. Наблюдение за уровнем воды в водно-ледниковых отложениях московского горизонта осуществляется по 2 пьезометрическим скважинам, расположенным на упорно-дренажной призме перемычки.

Настоящая пьезометрическая сеть предусмотрена для осуществления контроля и оценки эффективности работы водопонизительных скважин в рамках первоочередных мероприятий по строительному водопонижению на период откачки воды из котлована здания ГАЭС и на период восстановления станционного узла. Оценка необходимости и достаточности установившихся в результате работы строительного водопонижения уровней определяется ОАО «Институт Гидропроект» по показаниям собственной пьезометрической сети.

Электроснабжение скважин осуществляется по 2-ой категории от двух взаимно резервирующих источников по высокой и низкой сторонам согласно проекту электроснабжения N 590 - &.ЛЕ 3.110.&.ВП.ЭМ. Подключение к питанию водопонижения других потребителей не допускается. Перерыв в подаче электроэнергии допускается на время, необходимое для ручного переключения на действующий источник питания, но не более 15 минут.

Расход водопонизительных скважин, полученный методом математического моделирования составляет 760 м3/час для скважин СА1 и 480 м3/час для восстановленных скважин 4 и 5 ярусов водопонижения.

5.12.3. Ярус II

Строительное водопонижение предусматривает мероприятия 2-ой очереди 1-го этапа – водопонизительная система на рисберме с отметки 145,00 м.

Совместная работа скважин и откачка воды из зоны понура обеспечивает возможность осушения котлована до отметки 130,00 м.

В состав водопонизительных средств 1 этапа (осушение котлована до отметки 130,00 м) входит:

- 16 водопонизительных скважин (СА2) по настоящему комплекту чертежей;

- 19 водопонизительных скважин (СА1) по комплекту чертежей N590-&ЛЕ.3.110.&ВП;

- 12 ранее выполненных скважин IV и V ярусов водопонижения основного котлована.

- система поверхностной откачки воды в зоне понура (ОАО «Институт Гидропроект»).

Глубина скважин, интервал установки фильтра и его длина уточняются при бурении. Не допускается установка фильтров скважин в водоупорные грунты.

Скважины СА2 оборудуются погружными скважинными насосами ЭЦВ8-40-90 номинальной производительностью 40 м3/час, мощностью N=17кВт и оголовками, обеспечивающими возможность контроля работы и регулирования расхода откачиваемой воды.

Положение водопонизительных скважин СА2-2…СА2-8, СА2-11 уточнено в связи с проведенным «Институтом Гидропроект» обследованием по определению фактической границы участка с разрушенным бетоном крепления реверсивного канала, а также с учетом положения проездов и

подпорных «стен в грунте» на участках производства работ по разборке бетона правого берега реверсивного канала, здания станции ГАЭС-2 в рамках работ по восстановлению Загорской ГАЭС-2.

Сбросные трубопроводы устраиваются вдоль оси водопонизительных скважин на деревянных подпорках, устанавливаемых с шагом 3 м.

Сброс воды от системы водопонижения осуществляется в существующий водоотводной лоток со стороны ГАЭС-1 и в овраг – на южной границе котлована. Диаметры сбросных трубопроводов и места размещения запорной арматуры на магистральных линиях подобраны с учетом подключения к ним в дальнейшем сбросов от водопонизительной системы 2 этапа (обеспечение отметки 114,00 м).

На период эксплуатации предусмотрено утепление трубопроводов и устройство водо- и воздуховыпусков на трубопроводах.

Для осуществления контроля и определения эффективности работы водопонизительных скважин в рамках мероприятия 2 очереди 1 этапа по строительному водопонижению на период откачки воды из котлована здания ГАЭС и на период восстановления станционного узла предусмотрено устройство пьезометров. Наблюдение за уровнем воды в днепрово-московском горизонте ведется по 8 пьезометрическим скважинам. Пьезометры расположены на южном склоне котлована и на линии водопонизительных скважин.

Настоящая пьезометрическая сеть предусмотрена для осуществления контроля и оценки эффективности работы водопонизительных скважин в рамках мероприятий 2-ой очереди по строительному водопонижению на период откачки воды из котлована здания ГАЭС и на период восстановления станционного узла. Оценка необходимости и достаточности установившихся в результате работы строительного водопонижения уровней определяется

ОАО «Институт Гидропроект» по показаниям собственной пьезометрической сети.

Электроснабжение скважин осуществляется по 2-ой категории от двух взаимно резервирующих источников по высокой и низкой сторонам согласно проекту электроснабжения N 590 - &.ЛЕ 3.111.&.ВП.ЭМ. Подключение к питанию водопонижения других потребителей не допускается. Перерыв в подаче электроэнергии допускается на время, необходимое для ручного переключения на действующий источник питания, но не более 15 минут.

Расход водопонизительных скважин, полученный методом математического моделирования, составляет 640 м3/час.

5.12.4. Ярус III

Данный этап строительного водопонижения предусматривает следующие мероприятия:

- Водопонизительная система СА3 котлована для демонтажа подпорной стенки ПС-7 с отметок 135,00-129,00 м.

Совместная работа скважин 1 этапа (СА1 и СА2) обеспечивает возможность осушения котлована до отметки 129,00 – 130,00 м.

В состав водопонизительных средств СА3 для осушения котлована демонтажа подпорной стенки ПС-7 до отметки 114,00 м входят 11 водопонизительных скважин.

Скважины СА3 оборудуются погружными скважинными насосами

ЭЦВ8-40-90 номинальной производительностью 40 м3/час мощностью N=17 кВт и оголовками, обеспечивающими возможность контроля работы и регулирования расхода откачиваемой воды.

Глубина скважин, интервал установки фильтра и его длина уточняются при бурении. Не допускается установка фильтров скважин в водоупорные грунты.

Водопонизительные скважины СА3 выполняются после устройства котлована (до отм.129,00 м), проездов и подпорных «стен в грунте» (на отм. 135,00 – 142,00 м) на участках производства работ по разборке бетона правого берега реверсивного канала здания станции ГАЭС-2 в рамках работ по восстановлению Загорской ГАЭС-2.

Сбросные трубопроводы устраиваются вдоль оси водопонизительных скважин на деревянных подпорках, устанавливаемых с шагом 3 м.

Сброс воды от системы водопонижения СА3 осуществляется врезкой в существующие сбросные коллекторы водопонизительной системы 1 этапа 2 очереди в ранее предусмотренных точках. Общий сброс выполняется по существующим трубопроводам в водоотводной лоток со стороны ГАЭС-1 и в овраг – на южной границе котлована.

На период эксплуатации предусмотрено утепление трубопроводов и устройство водо-и воздуховыпусков на трубопроводах.

Для осуществления контроля и определения эффективности работы водопонизительных скважин СА3 предусмотрено устройство 4 пьезометров.

Пьезометрическая сеть предусмотрена для осуществления контроля и оценки эффективности работы водопонизительных скважин СА3. Оценка необходимости и достаточности установившихся в результате работы строительноговодопониженияСА3 уровней определяется ОАО «Институт Гидропроект» по показаниям собственной пьезометрической сети.

Электроснабжение скважин осуществляется по 2-ой категории от двух взаимно резервирующих источников по высокой и низкой сторонам согласно проекту электроснабжения N 590 - &.ЛЕ 3.114.&.ВП.ЭМ. Подключение к питанию водопонижения других потребителей не допускается. Перерыв в подаче электроэнергии допускается на время, необходимое для ручного переключения на действующий источник питания, но не более 15 минут.

Расход водопонизительных скважин, полученный методом математического моделирования, составляет 440 м3/час.

Общий контроль расхода системы водопонижения СА3 осуществляется стационарными ультразвуковыми расходомерами – счетчиками ВЗЛЕТ МР (УРСВ-520Ц), которые смонтированы на магистральных сбросных трубопроводах Д=325 мм от скважин яруса СА2 (по проекту

N 590 - &.ЛЕ 3.111.&.ВП, Изм.2).

Контрольные замеры расхода по каждой скважине выполняются переносным ультразвуковым расходомером-счетчиком ВЗЛЕТ ПРЦ

(N 590 - &.ЛЕ 3.111.&.ВП, Изм.2). Измерение расхода воды по каждой скважине выполняется 4 раза в месяц.

5.12.5. Общие указания по производству работ

Бурение новых водопонизительных скважин СА1 и восстановление существующих скважин 4 и 5 ярусов водопонижения может осуществляться параллельно.

По результатам обследования скважин 4 5 яруса и после их прокачки эрлифтом уточняется возможность их эксплуатации и необходимость выполнения дополнительных работ.

Бурение водопонизительных скважин на перемычке осуществляется после выполнения и запуска в работу скважин на бортах понура. Скважины выполняются последовательно от бортов к центру перемычки, запуск скважин в работу осуществляется сразу после их выполнения. То есть бурение выполняется под защитой снижения уровней от ранее выполненных скважин.

По окончанию бурения каждая скважина должна быть прокачана эрлифтом в течение 1 суток. При прокачке скважины необходимо

произвести замер дебита и проверить наличие суффозионного выноса фильтровой обсыпки.

Контроль изменения уровней подземных вод по пьезометрическим скважинам осуществляется не реже 2 раз в сутки. Результаты замеров передаются Заказчику не реже 1 раза в сутки.