Институт Гидропроект

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

Заказчик:
АО «Загорская ГАЭС-2»

ДС № 64 к Договору
№ 31/13-ОПП от 17.10.2013

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

Регламенты проведения специального мониторинга состояния сооружений и их основания в период выполнения работ по выравниванию здания станционного узла Загорской ГАЭС-2

Часть 1

Регламент контрольных наблюдений за показателями состояния ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2

1938-40-544.1.ПЗ

Пояснительная записка

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
2	291-21		01.07.21
3	343-21		13.08.21

2021

0 005007 651767

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

СОГЛАСОВАНО:

Главный инженер
АО «Загорская ГАЭС-2»

_____ Ф.Н. Замалетдинов

"___"_____2021 г.

УТВЕРЖДЕНО:

Генеральный директор
АО «Институт Гидропроект»

_____ Е.Н. Беллендир

"___"_____2021 г.

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

Регламенты проведения специального мониторинга состояния сооружений и их основания в период выполнения работ по выравниванию здания станционного узла Загорской ГАЭС-2

Часть 1

Регламент контрольных наблюдений за показателями состояния ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2

1938-40-544.1.ПЗ

Пояснительная записка

ГИП восстановления
Загорской ГАЭС-2

Е.Н. Беллендир

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
2	291-21		01.07.21
3	343-21		13.08.21

2021

Список ответственных исполнителей

Фамилия И.О.	Должность	Разделы, виды работ	Подпись	Дата
Темирбулатов С.Д.	Начальник ОКИАиМ	Согласование		01.07.2021
Цовина Е.В.	Ведущий инженер ОКИАиМ	Разработка		01.07.21
Сарвин Д.А.	Ведущий инженер ОКИАиМ	Нормоконтроль		01.07.2021

Содержание

Введение 5
1 Общие сведения по объекту 8
1.1 Краткое описание Загорской ГАЭС-2 8
1.2 Информация о возведении ГТС Загорской ГАЭС-2 10
1.3 Описание контролируемых ГТС, основные результаты проведенных обследований конструкций, текущая оценка состояния по данным мониторинга 10
1.4 Краткое описание мероприятий по выравниванию здания 17
1.5 Общие решения системы мониторинга ГТС Загорской ГАЭС-2 в процессе выравнивания здания 18
2 Цели и задачи мониторинга 20
3 Перечень нагрузок и воздействий на ГТС, контролируемые показатели 21
4 Описание системы мониторинга 23
5 Проведение визуальных наблюдений 39
5.1 Состав визуальных наблюдений 39
5.2 Методика проведения визуальных наблюдений 45
5.3 Периодичность проведения визуальных наблюдений 53
5.4 Объемы визуальных наблюдений 53
5.5 Оформление результатов визуальных наблюдений 53
6 Проведение наблюдений по закладной «струнной» КИА 54
6.1 Состав инструментальных наблюдений по «струнной» КИА 54
6.2 Методика проведения инструментальных наблюдений по «струнной» КИА 54
6.3 Периодичность проведения инструментальных наблюдений по «струнной» КИА 55
6.4 Объемы инструментальных наблюдений по «струнной» КИА 55
6.5 Оформление результатов инструментальных наблюдений по «струнной» КИА ... 55
7 Проведение наблюдений по фильтрационной КИА 56
7.1 Состав фильтрационной КИА 56
7.2 Методика проведения наблюдений по фильтрационной КИА 56
7.3 Периодичность проведения наблюдений по фильтрационной КИА 56
7.4 Объемы инструментальных наблюдений по фильтрационной КИА 57
7.5 Оформление результатов наблюдений по фильтрационной КИА 57
8 Проведение наблюдений за вертикальными перемещениями (проведение нивелирования) 58
8.1 Состав КИА для наблюдений за вертикальными перемещениями 58

8.2 Методика проведения наблюдений за вертикальными перемещениями 58
8.3 Периодичность проведения наблюдений за вертикальными перемещениями 59
8.4 Объемы наблюдений за вертикальными перемещениями 60
8.5 Обработка и оформление результатов наблюдений за вертикальными перемещениями 60
9 Проведение наблюдений по трехмарочным щелемерам 61
9.1 Состав щелемеров 61
9.2 Методика проведения наблюдений по щелемерам 61
9.3 Периодичность проведения наблюдений по щелемерам 63
9.4 Объемы наблюдений по щелемерам 64
9.5 Обработка и оформление результатов наблюдений по щелемерам 64
10 Проведение наблюдений за подвижками точек откосов котлована здания ГАЭС и деформаций ГТС 65
10.1 Состав КИА для наблюдений за подвижками точек откосов котлована здания ГАЭС и деформаций ГТС 65
10.2 Методика проведения наблюдений за подвижками точек откосов котлована здания ГАЭС и деформаций ГТС 65
10.3 Периодичность проведения наблюдений за подвижками точек откосов котлована здания ГАЭС и деформаций ГТС 65
10.4 Объемы наблюдений за подвижками точек откосов котлована здания ГАЭС и деформаций ГТС 66
10.5 Оформление результатов наблюдений за подвижками точек откосов котлована здания и деформаций ГТС 66
11 Предельно допустимые значения показателей состояния ГТС станционного узла 67
12 Ведение электронной базы данных натурных наблюдений ИДС «БИНГ» 70
13 Осуществление технической поддержки, обеспечение технического обслуживания автоматизированной системы диагностического контроля и предоставление удаленного доступа к электронной базе ИДС "БИНГ" ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 71
14 Оценка состояния ГТС станционного узла 72
15 Список литературы 73
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Сводная таблица КИА на ГТС станционного узла для проведения инструментальных наблюдений 75
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Периодичность проведения визуальных наблюдений 79
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Периодичность проведения инструментальных наблюдений 81
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Объёмы по проведению инструментальных наблюдений 84
Лист регистрации изменений 86

Введение

Данная работа выполнена в рамках ДС № 64 от 25.03.2019 к Договору № 31/13-ОПП от 17.10.2013.

В составе настоящего Регламента контрольных наблюдений за показателями состояния ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 предусмотрены проведения контрольных наблюдений за ГТС в подготовительный период выравнивания здания ГАЭС в 2020 году и на период проведения непосредственного выравнивания здания станционного узла в 2021 и 2022 году.

Настоящий Регламент является составной частью разрабатываемых на этот период регламентов контрольных и специальных наблюдений. В состав Регламентов проведения специального мониторинга состояния сооружений и их основания в период выполнения работ по выравниванию здания ГАЭС входят:

- Часть 1. Регламент контрольных наблюдений за показателями состояния ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 № 1938-40-544.1 (локальная смета № 1 к ДС);
- Часть 2. Регламент специальных наблюдений за напряженно-деформированным состоянием здания ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 № 1938-40-544.2 (локальная смета № 2 к ДС);
- Часть 3. Регламент специальных наблюдений за пространственным положением ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 № 1938-40-544.3 (локальная смета № 3 к ДС);
- Часть 4. Регламент специальных наблюдений за напряженно-деформированным состоянием основания здания ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 № 1938-40-544.4 (локальная смета № 4 к ДС);
- Часть 5. Регламент геофизических наблюдений за изменением свойств основания здания ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 № 1938-40-544.5 (локальная смета № 5 к ДС);
- Регламент контрольных наблюдений за состоянием дамбы верхнего бассейна, водоприемника, напорных водоводов, склона расположения напорных водоводов и территории нижнего бассейна Загорской ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 № 1834-40-392.

Объемы настоящего Регламента распространяются на:

- сооружения станционного узла (в т.ч. здание ГАЭС с сопрягающими подпорными стенами и понуром, монтажная площадка, временная монтажная площадка, ППТУ-4, СПК, прилегающая территория ГТС;
- площадка расположения КРУЭ (включая здание КРУЭ и ППУ) и прилегающую территорию;
- перемычка реверсивного канала станционного узла.

В объемы настоящего Регламента не входят наблюдения за состоянием системы строительного водопонижения котлована здания ГАЭС. Регламент эксплуатации системы строительного водопонижения приведен в документе № 2028-590-&.ЛЕ.1.315.ВП.РЭ.

В объёмы настоящего Регламента (а также в Регламенты №№ 1938-40-544.2…544.5 и 1834-40-392) не входят трудозатраты на работу Подразделения мониторинга (подготовка и выдача ежедневных справок с результатами анализа для Подразделения оперативных расчетов и Подразделения оперативного управления), входящего в состав Рабочей группы по организации инъекционных работ (учтено в документе «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Программа работ по сопровождению выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 № 1938-40-559»).

Задачами Подразделения мониторинга в состав Рабочей группы является обработка и предоставление результатов инструментальных наблюдений по зданию ГАЭС для управления и контроля за производством работ (корректировка инъектирования, расчетное сопровождения процессов нагнетания и пр.).

Перечень и методика контрольных наблюдений, заложенных в настоящем Регламенте, определены на подготовительный период к выравниванию здания ГАЭС и на непосредственный период выравнивания здания ГАЭС.

Объёмы контрольных наблюдений, заложенных в настоящем Регламенте, определены на:

- один год контрольных наблюдений в подготовительный период выполнения работ по выравниванию здания ГАЭС;
- полтора года контрольных наблюдений в период выравнивания здания ГАЭС (по май 2022 года).
- месяц контрольных наблюдений в период стабилизации здания ГАЭС после выполнения работ по выравниванию (по июнь 2022 года).

Указанные объемы проведения натурных наблюдений для 2021 года (при условии установленной всей доп. проектной КИА и работоспособности АСДК КИА) могут быть сохранены для последующих годов проведения наблюдений в период выравнивания здания ГАЭС.

Настоящий Регламент состоит из двух частей: Пояснительная записка № 1938-40-544.1.ПЗ и графическая часть № 1938-40-544.1.ГЧ. Пояснительную записку необходимо читать совместно с графической частью. В Графической части Регламента контрольных наблюдений за показателями состояния ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 приведены:

- схемы размещения контрольно-измерительной аппаратуры (проектной, работоспособной и вышедшей из строй или не имеющей доступа) на контролируемых данным Регламентом ГТС станционного узла и перемычки реверсивного канала;
- схемы нивелирования II и III классов марок и планово-высотных знаков, установленных на ГТС станционного узла, перемычки и прилегающей территории;
- образцы полевых журналов записей натурных наблюдений.

Проведение мониторинга по остальным ГТС Загорской ГАЭС-2 и их прилегающей территории в подготовительный период и в период выравнивания здания ГАЭС отражены в Части 6.

Для контроля за состоянием всех ГТС Загорской ГАЭС-2 в подготовительный период и в период выравнивания здания ГАЭС, обеспечения безопасности и надежности ГТС, необходимо единовременно руководствоваться всеми шестью Регламентами натурных наблюдений.

Мониторинг гидротехнических сооружениях должен проводиться постоянно в соответствии с требованиями Федерального закона от 21.07.1997 г. № 117-ФЗ [1], Постановления Правительства РФ № 1108 [2], правил технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ [3], а также нормативных документов [4-11].

Настоящий Регламент учитывает отмеченные выше основные требования нормативной документации и включает общие положения, цели и задачи наблюдений, перечень контролируемых нагрузок и воздействий, перечень контролируемых и диагностических показателей, сведения о составе и периодичности контрольных натурных наблюдений за работой и состоянием ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2, а также объемы работ.

Состав и периодичность натурных наблюдений определены исходя из требований нормативной документации в части обеспечения необходимого контроля за надежностью и безопасностью гидротехнических сооружений, с учетом фактического состояния ГТС, установленной по состоянию на III квартал 2019 года контрольно-измерительной аппаратуры (в рамках проекта основного строительства до 17.09.2013 и в рамках проекта аварийно-восстановительных работ) и предусмотренной к установке в 2020 году по РД № 1938-34-51 дополнительной контрольно-измерительной аппаратуры.

Учитывая уникальность выполнения работ по выравниванию здания ГАЭС станционного узла Загорской ГАЭС-2, разработанный Регламент может быть впоследствии откорректирован в соответствии с результатами проводимых работ, а также состоянием системы мониторинга.

1 Общие сведения по объекту

1.1 Краткое описание Загорской ГАЭС-2

1.1.1 Створ основных сооружений Загорской ГАЭС-2 располагается в 2,4 км от устья реки Куньи в районе пос. Богородское Московской области, Сергиево-Посадского муниципального района и на расстоянии ≈ 900 м к югу от створа основных сооружений Загорской ГАЭС.

Строительство Загорской ГАЭС-2 началось в 2007 году.

Назначение гидроузла – энергетика (выработка электрической энергии для покрытия пиковой части графика нагрузки энергосистемы и её использование на внутреннем энергетическом рынке Московского региона).

Установленная мощность электростанции (4 обратимых агрегата):

- в турбинном режиме – 840 МВт;
- в насосном режиме – 1000 МВт.

Средняя многолетняя выработка электроэнергии 1000 млн. кВт·ч.

В составе гидроузла Загорской ГАЭС-2 имеются нижний и верхний бассейны, расположенные на разных уровнях (Н = 113 м). Нижний бассейн, является общим для Загорской ГАЭС и Загорской ГАЭС-2, расположен в русле р. Кунья и ее пойме и предназначен для накопления стока реки, используемого для работы обеих ГАЭС. Подпор в нижнем бассейне образован низовой плотиной. Верхний бассейн образован насыпной дамбой из суглинка.

1.1.2 В состав основных сооружений Загорской ГАЭС-2 входят:

- грунтовая дамба, образующая верхний аккумулирующий бассейн, которая примыкает к существующей дамбе верхнего бассейна Загорской ГАЭС;
- водоприемник, встроенный в тело ограждающей дамбы верхнего бассейна, расположен в восточной его части и имеет конструкцию, аналогичную водоприемнику Загорской ГАЭС. Сопряжение водоприемника и дамбы верхнего бассейна осуществлено с помощью верхних и нижних подпорных стен;
- четыре нитки сталежелезобетонных открытых напорных водоводов, сопрягающие водоприемник и здание ГАЭС.
- 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 [17].

1.1.3 После инцидента 17.09.2013 и последующей деформации основания станционного узла Загорской ГАЭС-2, приведшему к изменению положения здания ГАЭС по отношению к проектному, по проекту АО «Институт Гидропроект», в реверсивном канале Загорской ГАЭС-2 была выполнена временная перемычка с целью отсечения акватории существующего общего нижнего бассейна Загорской ГАЭС и строящейся Загорской ГАЭС-2 от котлована здания ГАЭС [18-23].

1.1.4 На период выравнивания здания ГАЭС-2 установлены допустимые (максимальные) отметки наполнения нижнего и верхнего бассейнов, и составляют 161,000 м и 250,000 м соответственно [24].

Длина сооружений напорного фронта Загорской ГАЭС-2 верхнего бассейна, при допустимой отметке уровня воды 250,000 м, составляет ~ 1100 м, в том числе длина водоприёмника - 78,7 м.

Длина сооружений напорного фронта Загорской ГАЭС-2 в нижнем бассейне при допустимой отметке уровня воды 161,000 м составляет - 471 м.

1.1.5 Класс сооружений: дамба верхнего бассейна, реверсивный водоприемник, здание ГАЭС-2 – II, напорные водоводы – I, временная отсечная перемычка – IV.

1.1.6 Район Загорской ГАЭС-2 относится к центральной климатической области равнинной части европейской территории России.

Район расположения Загорской ГАЭС-2 приурочен к северному склону Клинско-Дмитровской гряды, являющейся одним из орографических элементов Смоленско-Московской возвышенности. Она протягивается в субширотном направлении и представляет собой ряд отдельных холмистых и платообразных массивов, значительно переработанных эрозией. На одном из них, отчлененном долинами Дубны и Куньи с притоками, размещается верхний бассейн Загорской ГАЭС-2. Для создания нижнего бассейна использована глубокая долина р. Куньи.

Абсолютные отметки поверхности платообразного водораздела составляют 250,000-260,000 м и возвышаются на 100-110 м над днищами долин. Склоны водораздела прорезают многочисленные глубокие овраги. В тальвегах многих из них существуют временные водотоки. Широко развитая эрозионная сеть определяет общую резкую расчлененность рельефа. Она также обеспечивает условия для стока поверхностных вод и дренирования верхних водоносных горизонтов во всех направлениях, за исключением южного, где находятся истоки Куньи со слабо разработанной долиной.

Длина р. Куньи – 46 км, общая площадь водосбора – 203 км², площадь водосбора в створе низовой плотины – 194 км². Водный режим р. Куньи характеризуется резко выраженным весенним половодьем, во время которого проходит около 50 % годового объема.

Минимальные расходы воды наблюдаются в период летне-осенней и зимней межени. Минимальные средние месячные расходы воды летне-осенней и зимней межени составляют 0,20-0,40 м^3/с.

Инженерно-геологический разрез площадки основных сооружений Загорской ГАЭС-2 представлен (снизу-вверх): нижнемеловыми апт-альбскими K_1ap-al и песками с прослоями глин, парамоновскими глинами – K_1al_3 песчаными отложениями сеноманского яруса - K_2cm, которые частично перекрываются зеленоцветными породами сантонского яруса - K_2 st (глины, песчаники, опоки, пески). Выше залегают породы богородской свиты неогена – N_2bg, водно-ледниковые отложения- fglQ$_{II}$ms, и московская морена -glQ$_{II}$ms, представленная красно-коричневыми суглинками, супесями с включениями гальки и гравия, прослоями песков и песчано-гравийных отложений. С поверхности залегают пылеватые покровные суглинки –dprQ$_{III-IY}$, озерно-ледниковые глины и суглинки иловатые, заторфованные с прослоями песков -l,plsQ$_{II}$mk. Непосредственно основанием здания ГЭС являются мелкие и тонкие пески древней долины – f1lgQ$_{II}$dn-ms.

Гидрогеологические условия участка характеризуются наличием объединённого водоносного комплекса, состоящего из нескольких горизонтов: внутриморенного,

приуроченного к линзам песков и песчано-гравийных отложений, подморенного, включающего воды, заключённые во флювиогляциальных отложениях московского горизонта (fglQIIms), песчано-галечниковых грунтах богородской свиты (N_2bg) и песках сеноманского яруса (K_2cm). Водоупором служат парамоновские глины - K_1al_3, под которыми залегает апт-альбский (подпарамоновский) водоносный горизонт - K_1ap-al. В пределах древней долины парамоновский водоупор размыт, и врез заполнен мелкими песками днепровско-московского возраста (flgQIIdn-ms). Между водоносными горизонтами в апт-альбских песках и в отложениях древней долины существует естественный барраж в виде оползневых блоков парамоновских глин.

1.2Информация о возведении ГТС Загорской ГАЭС-2

1.2.1 Общестроительные работы по достройке ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 и их ввода в эксплуатацию временно приостановлены до восстановления здания ГАЭС-2, исключение составляет достраиваемая территория верхнего и нижнего бассейна, а также работы по планировки участков склона напорных водоводов. По состоянию на III квартал 2019 года частично выполнены работы, предусмотренные аварийно-восстановительными работами и консервацией.

1.2.2 Информация о возведении основных сооружений Загорской ГАЭС-2 по состоянию на III квартал 2019 года следующее:

- строительная часть здания ГАЭС-2 выполнена на 98%;
- строительная часть по служебно-производственному корпусу выполнена на 40%;
- КРУЭ-500 - строительная часть и монтаж оборудования выполнены в объеме 100%;
- объемы работ по насыпи дамбы верхнего бассейна выполнены на 98%. Работы по креплению откосов и устройству поверхностного водоотвода выполнены на 60%;
- строительная часть по водоприемнику выполнена в объеме 98%. Монтаж оборудования выполнен на 90% в объеме первого пускового комплекса;
- строительная часть по напорным водоводам выполнена в объеме 98% до инцидента 17.09.2013. Разрушенные конструкции под секциями С-18 и КС-19 напорных водоводов не восстановлены;
- выполненный объём выемки на участках № 3 и № 4 территории нижнего бассейна составляет 98%. Работы по креплению откосов и устройству поверхностного водоотвода на участках № 3 и № 4 выполнены на 85%. Участок № 4 нижнего бассейна в настоящее время изолирован от общего аккумулирующего бассейна обеих ГАЭС;
- перемычка реверсивного канала возведена полностью в соответствии с проектом. Перемычка работает в эксплуатационном режиме (акты рабочей комиссии о приемке перемычки реверсивного канала от 30.09.2013 и от 06.10.2013).

1.3 Описание контролируемых ГТС, основные результаты проведенных обследований конструкций, текущая оценка состояния по данным мониторинга

1.3.1 В состав наблюдаемых гидротехнических сооружений станционного узла

входит (см. рисунок 1.3.1):

- здание ГАЭС с понуром;
- монтажная площадка и временная монтажная площадка;
- служебно-производственный комплекс (СПК);
- подпорные стены ПС-3, ПС-4, ПС-5, ПС-8, ПС-9, ПС-10, ПВ-3÷ПВ-4, ЛВ-1÷ЛВ-6 (ПВ-1 и ПВ-2 демонтированы до отм. 140,176 м, по ПВ-6 возведена только фундаментная плита, ПС-7 после инцидента 17.09.2013 деформирована);
- помещение пускового тиристорного устройства № 4 (ППТУ № 4), рисберма, откосы котлована здания ГАЭС, площадка размещения КРУЭ-500 (включая здание КРУЭ и ППУ), а также прилегающая территория данных сооружений;
- перемычка реверсивного канала.

1.3.2 Станционный узел располагается в нижней части левобережного склона долины р. Кунья. С севера к склону примыкает вторая надпойменная терраса, естественный рельеф которой в отдельных местах перекрыт отвальными грунтами. Склон до глубины 15,0-30,0 м сформирован дислоцированной мореной (dp(glQIIms)), с многочисленными водосодержащими прослоями и линзами песчано-гравийного состава. Подошва морены поднимается к югу от отметок 150,000 м до 168,300 м. Морену подстилает пачка мощностью 10,0-25,0 м флювиогляциальных песков московского горизонта (fgQIIms) с линзами моренных суглинков. По простиранию она замещается песчаными и грубообломочными отложениями богородской свиты (N2bg). Подошва песков прослеживается на отметках 136,900 –161,300 м. В средней части склона древним эрозионным размывом вскрывается пласт парамоновских глин (KIal3). В основании изученного разреза залегает монотонная толща днепровско-московских отложений смешанного происхождения, заполняющих древний врез Пра-Куньи (fgl,lqlQIIdn-ms).

1.3.3 Здание станции представляет собой сооружение деривационного типа с пространственной железобетонной неразрезной конструкцией. Длина здания поперек потока 106,8 м, вдоль потока 74,3 м, высота от подошвы фундаментной плиты до кровли машинного зала – 54,13 м. В здании ГАЭС-2 предусмотрена четыре обратимых гидроагрегата, суммарной пропускной способностью при расчетном напоре 100 м: в турбинном режиме – 946 м^3, в насосном режиме – 856 м^3. Слева от здания ГАЭС-2, считая по течению воды в турбинном режиме, расположено помещение монтажной площадки, представляющее собой ячеистую железобетонную конструкцию. Длина помещения – 35,0 м, ширина – 45,24 м, высота – 30,0 м.

Рисунок 1.3.1 – Схема размещения контролируемых ГТС, и зона прилегающей территории ГТС

Здание ГАЭС-2 выполнено из сборно-монолитных железобетонных конструкций,

фундаментная плита – из монолитного железобетона, бычки и другие вертикальные элементы – с использованием армопанелей, в которых расположена рабочая арматура. Перекрытия выполнены с использованием тавровых сборных балок, армокаркасов с омоноличенным нижним поясом и из монолитного железобетона, криволинейные элементы (шахты генераторов, торы отсасывающих труб) – из сборных и сборно-монолитных конструкций. В основании здания ГАЭС-2 залегают пески с частыми прослоями и линзами суглинков.

Машинный зал расположен на отм. 149,850 м, обслуживается (вместе с монтажной площадкой) двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 320 т, пролетом 18 м.

Со стороны нижнего бассейна в здании ГАЭС-2 расположено щитовое отделение, включающее пазы сороудерживающих решеток и пазы аварийно-ремонтных затворов. Маневрирование решетками будет осуществляться двухконсольным козловым краном грузоподъемностью 80 т.

Конструкции монтажной площадки, временной монтажной площадки и здания СПК выполняются из монолитного железобетона.

Для снижения фильтрационного напора в основании здания ГАЭС-2 со стороны нижнего бассейна выполнен железобетонных понур, толщиной ≈1,50 м, переходящий в рисберму.

Верховые и низовые подпорные стены здания ГАЭС-2 уголкового профиля, железобетонные (ЛВ, ПВ, ПС-7 и ПС-8). Основанием верховых подпорных стен здания ГАЭС-2 ЛВ-1…ЛВ-2; ПВ-1…ПВ-2 служат пески, а основанием секции ЛВ-3 – ЛВ-6 и ПВ-3…ПВ-6 служат глины. Основанием подпорных стен ПС-7 и ПС-8 служит качественная насыпь из песчано-гравийной смеси.

17.09.2013 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 162,000 м, соответствующей уровню воды в нижнем бассейне ГАЭС в это время. Помимо затопления верховой части котлована ГАЭС-2, утром 18.09.2019 обнаружена деформация положения здания станции (рисунок 1.3.3, [25]).

Проведены работы по заполнению пустот под зданием ГАЭС в рамках работ по стабилизации здания ГАЭС. В рамках работ по стабилизации здания ГАЭС выполнены работы по зданиям ГАЭС:

- 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;

- 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;

- 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;

- на площадке перед зданием ГАЭС со стороны нижнего бьефа на отм. 166,400

выполнено утепление павильонов выхода из лестниц № 2, 3, 5. Аналогично утеплены павильоны выходов вентиляционных шахт № 1, 2, 3, 4, расположенные на той же отметке;

- к машзалу по оси А примыкают на отм. 157,600 в помещении 0-24 вентцентр, на отм. 149,750 в помещениях 0-07, 0-08 воздухосборники и компрессорные. В стене имеются многочисленные проемы. Для уменьшения объемы отапливаемых помещений выполнено закрытие данных проемов сэндвич-панелями;

- 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;

- в перекрытии машзала на отм. 149,750 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 142,700;

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

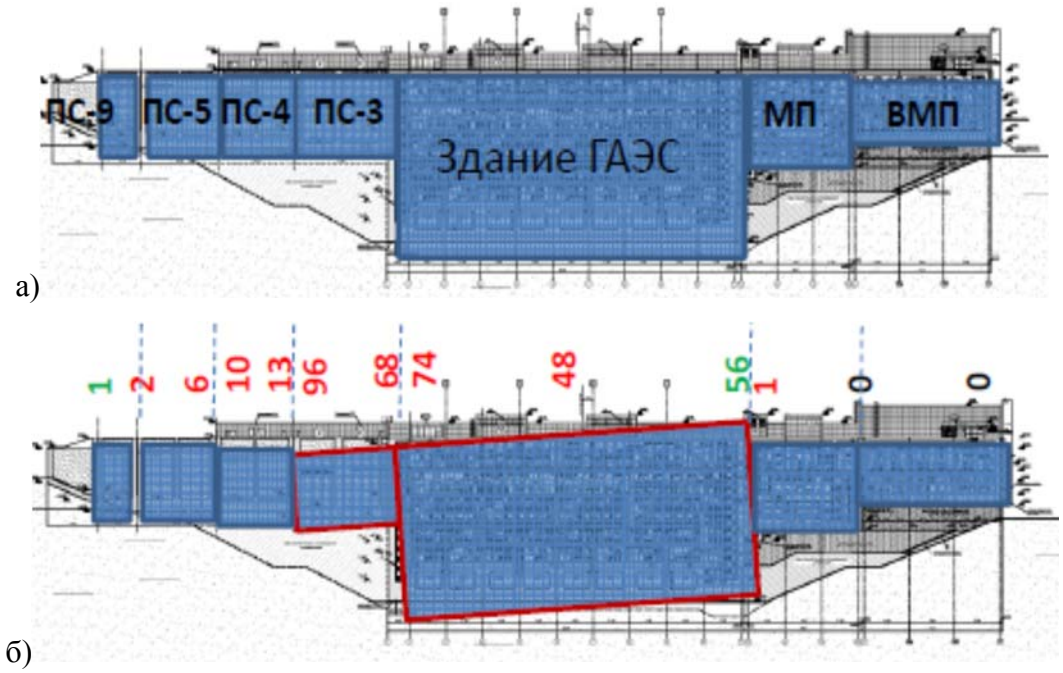


Рисунок 1.3.3 - Деформации здания ГАЭС и ПС-3. Масштаб искажен. Размеры представлены в см:
а) - положение до инцидента (13.09.2013); б) - положение после инцидента (18.09.2013)

- 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;

- выполнено закрытие деформационного шва в здании ГАЭС со стороны нижнего бьефа в осях 11-12 на отм. 156,700, 160,200 в помещениях 026, 029, 033;

- выполнено закрытие деформационного шва в здании ГАЭС со стороны нижнего бьефа в осях 11-12 на отм. 166,400. На участке 9 м шов перекрыт железобетонными плитами (в месте проезда), по бокам шов закрыт щитами из ламинированной фанеры, зашитой профилированным листом;

- предусматривается выполнение утепления крышек над ремонтными затворами здания ГАЭС, расположенными со стороны нижнего бьефа на отм. 166,400;

- в здании ГАЭС на отм. 142,600 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.

- проведен частичный демонтаж подпорных стен ПВ-1 и ПВ-2.

1.3.4 Верховые и низовые подпорные стены здания ГАЭС-2 уголкового профиля, железобетонные (ЛВ, ПВ, ПС-7 и ПС-8). Основанием верховых подпорных стен здания ГАЭС-2 ЛВ-1…ЛВ-2; ПВ-1…ПВ-2 служат пески, а основанием секции ЛВ-3…ЛВ-6 и ПВ-3…ПВ-6 служат глины. Основанием подпорных стен ПС-7 и ПС-8 служит качественная насыпь из песчано-гравийной смеси. В настоящий период времени подпорные стены ПВ-1 и ПВ-2 демонтированы до отм. 140,176 м, а подпорная стена ПС-7 после инцидента находиться в разрушенном состоянии. У ПВ-6 выполнена только фундаментная плита

1.3.5 Объединённое здание КРУЭ располагается на левом берегу нижнего бьефа между существующей станцией Загорской ГАЭС и строящейся Загорской ГАЭС-2 и занимает площадь 125 м х 68,5 м с учетом выхода трех ВЛ 500 кВ. Место расположения объединённого КРУЭ определилось главным образом заходом воздушных выводов от блоков Б1 и Б2 существующей ЗаГАЭС. Объединённое КРУЭ 500 кВ скомпоновано по схеме «4/3 выключателя на присоединение» с однорядным расположением выключателей. Выход присоединений из здания КРУЭ проектируемой ЗаГАЭС 2 осуществляется токопроводами 500 кВ. Элегаз в токопроводах, расположенных на улице, имеет специальную добавку от незамерзания. Вводы «элегаз-воздух» 500 кВ устанавливаются на площадке РУ 500 кВ вдоль здания КРУЭ. Переход на воздушную линию выполняется спусками из трех сталеалюминевых проводов АС 300/39 в фазе.

1.3.6 Перемычка реверсивного канала возведена как временное сооружение на период выполнения работ по стабилизации и восстановлению здания ГАЭС. Функциональное назначение отсечной перемычки заключается в ограждении реверсивного канала станционного узла Загорской ГАЭС-2 от воды нижнего бассейна и в удержании его напора.

Особенностью условий работы отсечной перемычки, в силу работающей Загорской ГАЭС (ежесуточная закачка агрегатами воды из нижнего бассейна и ее последующий обратный сброс), является постоянное воздействие на ее верховой откос ежесуточных изменений положения уровня воды в нижнем бассейне в диапазоне отметок 153,500 – 161,000 м.

Перемычка расположена в пределах древнего вреза Прадолины Куньи, глубоко (примерно на 120 м) врезанной в коренные породы и унаследованной современной речкой. Древний врез заполнен песчаными отложениями смешанного водно- и озерноледникового происхождения (fgl,lglQIIdn-ms). В верхней части песчаная толща

размывалась при формировании более молодых эрозионных циклов – верхнечетвертичного (alQIII) и современного (alQIV) и частично заполнялась их осадками. Кроме того, в пределах древней долины опускаются «языки» моренных отложений, находящиеся во вторичном залегании и выделенных в разрезе участка как «смещенная морена» - dp(glQIIms). Перечисленные особенности строения обуславливают неоднородность грунтового основания перемычки.

Перемычка возведена пионерным способом – отсыпкой грунта в воду. Работы по возведению перемычки были начаты 18.09.2013 и к концу 2013 года были выполнены основные строительные работы по ее возведению (акты рабочей комиссии о приемке перемычки реверсивного канала от 30.09.2013 и от 06.10.2013).

Возведение тела перемычки производилось в 2 очереди:

- I очередь - насыпь с отметки 149,250 м до отметки 157,000 м. Готовность I очереди перемычки обеспечила возможность работы Загорской ГАЭС при максимальном уровне нижнего бассейна УНБ=155,000 м;

- II очередь - насыпь с отметки 157,000 м до отметки 162,200 м. До начала эксплуатации II очереди на перемычке было выполнено крепление верхового откоса с отметки 155,000 м до отметки 162,200 м, после чего был поднят уровень нижнего бассейна до отметки 161,000 м. Готовность II очереди перемычки обеспечила возможность работы Загорской ГАЭС при максимальном уровне нижнего бассейна УНБ=161,000 м.

Отметка гребня перемычки составляет 164,000 м. Расчетная глубина промерзания грунта тела перемычки составляет 1,4 м.

В нижней части низового откоса перемычки предусмотрено устройство дренажной завесы, выполненной в виде ряда скважин Ду=400 мм, заполненных гравием фракцией 5-20 мм.

В основании перемычки залегают различные слои супесчаных и песчаных грунтов. В основании тела перемычки предусмотрено устройство противофильтрационного зуба.

Крепление откосов перемычки выполнено послойным с различной толщиной слоев из гравийного и каменного материалов. Тело перемычки примыкает к береговым откосам реверсивного канала, фильтрация воды через которые зависит от геологического строения и напоров со стороны нижнего бассейна.

После осушения 21.05.2014 реверсивного канала станционного узла Загорской ГАЭС-2 были выполнены работы по планировке нижней части низового откоса отсечной перемычки. В августе-сентябре 2017 году выполнены работы по устройству лотков на низовом откосе перемычки с целью организованного отвода поверхностного стока.

1.3.5 По результатам накопленных данных натурных наблюдений за ГТС станционного узла и перемычки реверсивного канала за 2014-2019 гг. [26], техническое состояние и уровень безопасности ГТС оцениваются следующим образом:

- техническое состояние монтажной площадки, временной монтажной площадки, служебно-производственного корпуса, подпорных стен ЛВ-1-6, ПВ-3-5, ПС-4, 5, 6, 8, 9, 10, оценивается как исправное, а уровень их безопасности оценивается как пониженный;

- техническое состояние здания ГАЭС, подпорной стены ПС-3 оценивается как ограниченно работоспособное, т.к. необходимо выполнение мероприятий по

устранению выявленных дефектов и повреждений, вызванных инцидентом 17.09.2013, а также мероприятий по их усилению (работы по восстановлению станции). Уровень безопасности здания ГАЭС и ПС-3 оценивается как пониженный;

- техническое состояние площадки размещения КРУЭ (включая здание КРУЭ и ППУ) оценивается как исправное, уровень ее безопасности – нормальный;

- техническое состояние временной перемычки реверсивного канала оценивается как исправное (работоспособное), а уровень ее безопасности оценивается как нормальный.

1.4 Краткое описание мероприятий по выравниванию здания

1.4.1 Основной задачей является восстановление существующего здания станции до состояния, пригодного для монтажа и последующей эксплуатации всего технологического оборудования.

В состав работ этапа восстановления входят работы по выравниванию здания ГАЭС с подъемом правобережной части здания на величины около 1,45 м. В результате анализа вариантов восстановления к дальнейшей разработке рекомендуется метод подъема здания ГАЭС нагнетанием под высоким давлением в грунт основания вмещающего материала с образованием разрывов в грунте, создающих дополнительный объем в условиях заполненного водой котлована здания ГАЭС. При этом допускается, что в результате проведения восстановительных работ фактическая отметка выравненных сооружений может несколько отличаться от проектной.

1.4.2 Выравнивание здания предусматривается производить за счет управляемого компенсационного 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.

Сущность метода управляемого компенсационного нагнетания заключается в инъекции в предварительно подготовленную структуру грунта, расположенную в основании здания, избыточного объёма медленно твердеющего раствора на минеральной основе. Это позволяет сформировать расчётное напряженно-деформируемое состояние массива грунта, обеспечивающее управляемый подъём надземного сооружения.

1.4.3 При выравнивании здания в нем возникают внутренние усилия, поэтому порядок выполнения работ по подъему осуществляется в определенной последовательности, обеспечивающей не превышение внутренних усилий в сооружении над допустимыми. При выполнении работ подъем сооружения делится на ступени с оценкой НДС на каждой ступени. Расчетные показания при подъеме сравниваются с результатами наблюдений и, при необходимости, выполняется корректировка процедуры подъема.

1.4.4 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.

Подробнее о процессе восстановления приведено в проекте № 1938-40-094 изм.4.

В соответствии с дорожной картой выполнения работ по выравниванию здания ГАЭС, предусмотрено 4 этапа:

– Этап I. Бурение скважин 8 и 7 ярусов. Нагнетание пропиточных и инъекционных составов 8 и 7 ярусов;

– Этап II. Бурение скважин 6 и 5 ярусов. Нагнетание пропиточных и инъекционных составов 6 и 5 ярусов;

– Этап III. Бурение скважин 4 и 3 ярусов. Нагнетание пропиточных и инъекционных составов 4 и 3 ярусов;

– Этап IV. Бурение скважин 2 и 1 ярусов. Нагнетание пропиточных и инъекционных составов 2 и 1 ярусов.

1.5 Общие решения системы мониторинга ГТС Загорской ГАЭС-2 в процессе выравнивания здания

1.5.1 В таблице 1.5.1 приведена структурная схема системы мониторинга ГТС Загорской ГАЭС-2 на период проведения работ по выравниванию здания ГАЭС согласно шести Регламентам проведения наблюдений.

Таблица 1.5.1 – Структурная схема системы мониторинга ГТС Загорской ГАЭС-2 на период проведения работ по выравниванию здания ГАЭС

Наименование Регламента	Перечень контролируемых сооружений	Виды наблюдений	Перечень КИА	Наличие автоматизации
1. Регламент контрольных наблюдений за показателями состояния ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 № 1938-40-544.1 (пояснительная записка и графическая часть)	1. Следующие ГТС станционного узла и прилегающие территории данных сооружений: - здание ГАЭС; - монтажная и временная монтажная площадка; - служебно-производственный комплекс; - подпорные стены ПС-3, ПС-4, ПС-5, ПС-8, ПС-9, ПС-10, ПВ-3÷ПВ-5, ЛВ-1÷ЛВ-6; - ППТУ № 4; - перемычка реверсивного канала; - площадка размещения КРУЭ-500	1. Визуальные наблюдения за сооружениями и прилегающей к ним территории; 2. Инструментальные наблюдения: - по закладной струнной КИА; - по фильтрационной КИА; - за вертикальными перемещениями сооружений (нивелирование II и III классов); - за вертикальными перемещениями грунта в зоне здания ГАЭС (нивелирование III класса); - по трехмарочным щелемерам; - по планово-высотным знакам	Труба-марки, марки поверхностные бетонные, свето-дальномерные знаки, преобразователи давления струнные, пьезометры закладные, преобразователи температуры струнные, преобразователи силы арматурные струнные, преобразователи линейных деформаций струнные, марки бетонные стеновые, трехмарочные щелемеры, опускные пьезометры, марки поверхностные грунтовые, планово-высотные знаки	Предусмотрена частичная АСДК КИА (вся струнная КИА здания ГАЭС кроме спиральных камер ГА № 8 и № 9)
2. Регламент специальных наблюдений за напряженно-деформированным состоянием здания ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 № 1938-40-544.2	1. Здание ГАЭС	1. Визуальные наблюдения за зданием (отм. 166,400 м, отм. 142,700 м, отм. 125,400 м); 2. Инструментальные наблюдения по закладной струнной КИА спецконтроля за НДС	Преобразователи силы арматурные струнные, преобразователи линейных перемещений струнные, преобразователи температуры струнные, преобразователи линейных деформаций струнные	Предусмотрена АСДК КИА
3. Регламент специальных наблюдений за пространственным положением ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 № 1938-40-544.3	1. Следующие ГТС станционного узла и прилегающие территории данных сооружений: - здание ГАЭС; - монтажная и временная монтажная площадка; - подпорные стены ПС-3, ПС-4, ПС-5, ПС-8, ПВ-3÷ПВ-4, ЛВ-1÷ЛВ-6; - перемычка реверсивного канала; - склон напорных водоводов и прилегающая территория ГТС станционного узла	1. Инструментальные наблюдения: - автоматизированными тахеометрами за марками, планово-высотными знаками, гидронивелирами; - за изменением температуры наружного воздуха и атмосферного давления	Марки автоматизированного тахеометра, планово-высотные знаки, GPS, датчики гидростатического нивелирования, метеостанция	
4. Регламент специальных наблюдений за напряженно-деформированным состоянием основания здания ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 № 1938-40-544.4	1. Здание ГАЭС и его основание; 2. Прилегающая территория здания ГАЭС, ПС-8, ПС-3, ПВ-1…ПВ-6, МП и ВМП	1. Визуальные наблюдения за прилегающей территорией здания ГАЭС, ПС-8, ПВ-1…ПВ-6; 2. Инструментальные наблюдения: - по закладной струнной КИА	Грунтовые динамометры	Предусмотрена АСДК КИА (кроме инклино-метрических скважин)
5. Регламент геофизических наблюдений за изменением свойств основания здания ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 № 1938-40-544.5	1. Основание здания ГАЭС	Инженерно-геофизические изыскания	Геофизические скважины	Не предусмотрена на период выравнивания
6. Регламент контрольных наблюдений за состоянием дамбы верхнего бассейна, водоприемника, напорных водоводов, склона расположения напорных водоводов и территории нижнего бассейна Загорской ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 № 1834-40-392 (пояснительная записка и графическая часть)	1. Дамба верхнего аккумулирующего бассейна и задамбовая территория; 2. Здание водоприемника с понуром и сопрягающимися подпорными стенами ПВ, ЛВ, ПС, ЛС, ПН, ЛН; 3. Напорные водоводы №№ 7…10; 4. Склон размещения напорных водоводов; 5. Территория нижнего бассейна	1. Визуальные наблюдения за сооружениями и прилегающей к ним территории; 2. Инструментальные наблюдения: - по закладной струнной КИА; - по фильтрационной КИА; - за вертикальными перемещениями сооружений (нивелирование II и III классов); - по трехмарочным щелемерам; - за подвижками точек слона и деформаций сооружений; - по обратным отвесам; - за стабильностью плановой и высотной опорных геодезических сетей	Труба-марки, марки поверхностные бетонные, свето-дальномерные знаки, преобразователи давления струнные, пьезометры закладные, преобразователи температуры струнные, преобразователи силы арматурные струнные, преобразователи линейных деформаций струнные, марки бетонные стеновые, трехмарочные щелемеры, опускные пьезометры, марки поверхностные грунтовые, обратные отвесы, мерные водосливы, водомерная рейка, планово-высотные знаки, глубинные марки	

2 Цели и задачи мониторинга

2.1 Контрольные натурные наблюдения представляют систематические инструментальные и визуальные наблюдения, проводимые на сооружении в целях изучения основных параметров работы, комплексного анализа его состояния и оценки эксплуатационной надежности.

Основными задачами наблюдений за гидротехническими сооружениями являются: комплексное изучение их основных показателей работы; проверка соответствия этих показателей проектным предпосылкам, критериям безопасности и нормативным требованиям; объективная оценка эксплуатационной надежности и безопасности сооружений. Для решения указанных задач гидротехнические сооружения станционного узла должны быть в достаточном количестве оснащены контрольно-измерительной аппаратурой.

2.2 Контрольные наблюдения за состоянием ГТС станционного узла в подготовительный период и в период выравнивания здания ГАЭС проводятся с целью:

- получения фактических значений количественных и качественных контролируемых показателей, с помощью которых выполняется оперативная оценка состояния сооружений, выявляются отклонения в работе сооружений от проектных параметров и от нормального эксплуатационного состояния;

- своевременного принятия мер для предотвращения повреждения сооружений и аварийных отказов в работе сооружений;

- своевременного и в оптимальном объёме выполнения ремонтных работ по восстановлению необходимого при эксплуатации уровня безопасности сооружений;

- с целью получения научных данных для проверки и уточнения методов расчётов сооружений и их конструкций;

- изучения влияния процессов производства работ по выравниванию здания ГАЭС на остальные сопрягающиеся сооружения станционного узла (монтажная и временная монтажная площадка, СПК, подпорные стены ПС-3, ПС-4, ПС-5, ПС-8, ПС-9, ПС-10, ПВ-3÷ПВ-4, ЛВ-1÷ЛВ-6, ППТУ № 4) и прилегающую территорию котлована здания, т.к. работы по выравниванию здания ГАЭС с подъемом правобережной части на величины около 1,5 м, не имеют аналогов, как в отечественном, так и зарубежном гидротехническом строительстве.

2.3 В задачи контрольных наблюдений за ГТС станционного узла должны входить следующие основные работы:

- проведение визуальных и инструментальных натурных наблюдений;

- ведение электронной базы данных натурных наблюдений информационно-диагностической системы «БИНГ» ГТС станционного узла и перемычки реверсивного канала;

- осуществление удаленного доступа к базе данных натурных наблюдений информационно-диагностической системы «БИНГ» и технической поддержки;

- осуществление анализа и оценки состояния ГТС станционного узла и перемычки реверсивного канала.

3 Перечень нагрузок и воздействий на ГТС, контролируемые показатели

3.1 Постоянные и временные (длительные и кратковременные) нагрузки и воздействия на ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2:

- собственный вес конструкций и сооружений;
- давление воды непосредственно на поверхность сооружения и основания; силовое воздействие фильтрующейся воды, включающее объемные силы фильтрации и взвешивания в водонасыщенных частях сооружения и основания и противодавление на границе водонепроницаемой части сооружения;
- вес грунта и его боковое давление; давление грунта, возникающее вследствие деформации основания и конструкции, вызываемой внешними нагрузками и температурными воздействиями;
- нагрузки, вызванные избыточным поровым давлением незавершенной консолидации в водонасыщенном грунте при нормальном подпорном уровне и нормальной работе противофильтрационных и дренажных устройств;
- температурные воздействия строительного и эксплуатационного периодов, определяемые для года со средней амплитудой колебания среднемесячных температур наружного воздуха;
- нагрузки и воздействия от ледяного покрова максимальной толщины и прочности с частой повторяемостью;
- снеговые нагрузки.

3.2 Особые нагрузки и воздействия на ГТС станционного узла:

- давление грунта на подошву здания ГАЭС, возникающее вследствие проведения работ по закачке инъекционных составов в основание здания ГАЭС;
- нагрузки от силового воздействия ПС-3, монтажной площадки, компенсаторных секций КС-19 и ППТУ-4;
- фильтрационные процессы в основании здания ГАЭС, вызванные режимом изменения уровня в нижнем бассейне и работы системы строительного водопонижения котлована здания ГАЭС-2.

3.3 Перечень контролируемых показателей состояния ГТС станционного узла приведен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Перечень контролируемых показателей состояния ГТС станционного узла:

Диагностируемые состояния	Контролируемые показатели	Вид наблюдений (тип КИА)
1.Температурный режим ГТС	температура бетона в отдельных характерных конструктивных элементах	Инструментально (ПТС)
2.НДС ГТС	напряжения (деформации) в бетоне в характерных конструктивных элементах	Инструментально (ПЛДС, ПСАС, ПЛПС)
	напряжения (усилия) в арматуре, в наиболее ответственных и характерных конструктивных ж/б элементов	
	напряжения в металлической оболочке в спиральных камерах гидроагрегатов № 8 и № 9 здания ГАЭС	
3.Монолитность ж/б ГТС	раскрытие строительных швов блоков бетонирования здания в характерных точках	Инструментально (ПЛПС)
	наличие и состояние трещин, включая раскрытия существующих наиболее характерных трещин на стенах и перекрытиях здания	Визуально и инструментально (ПЛПС, одноосные щелемеры)
4.Целостность и устойчивость перемычки, прилегающей территории ГТС	вертикальные перемещения перемычки	Инструментально (МПГ)
	плановые перемещения откосов котлована	Инструментально (ПВЗ)
	устойчивость откосов, оползней, осыпей	Визуально
4.Фильтрационный режим в теле и основании ГТС	пьезометрические уровни в основании ГТС	Инструментально (ПО, ПДС)
	водопроявления на бетонных поверхностях и наличие продуктов выщелачивания	Визуально
	мутность фильтрационных вод и химический состав откачиваемых вод системой водопонижения котлована здания ГАЭС	Инструментально
	положение кривой депрессии в теле перемычки, градиенты напора в основании перемычки	Инструментально (ПО, ПДС)
	пьезометрические уровни в грунтовом массиве прилегающей территории станционного узла и площадки размещения КРУЭ-500	Инструментально (ПО)
5. Перемещения и деформации ж/б ГТС	вертикальные и плановые перемещения	Инструментально (МПБ, МТ МБС, СДЗ)
	раскрытие деформационных швов	Инструментально (ЩМ)

4 Описание системы мониторинга

4.1 Система мониторинга состояния ГТС станционного узла на подготовительный период и на период проведения работ по выравниванию здания ГАЭС (без учёта КИА специального контроля) состоит из:

- закладной струнной КИА (на период выравнивания предусмотрена автоматизированная система диагностического контроля ИДС «БИНГ»);
- фильтрационной КИА;
- КИА за деформациями и перемещениями (на период выравнивания предусмотрена дополнительная КИА).

4.2 В состав закладной струнной КИА входят:

а) ПСАС - преобразователи силы арматурные струнные;

б) ПЛПС - преобразователи линейных перемещений струнных;

в) ПТС - преобразователи температуры струнные;

г) ПЛДС - преобразователи линейных деформаций струнные;

д) ПДС – преобразователи давления струнные.

Преобразователи силы арматурные струнные применяются для измерения сжимающих и растягивающих усилий в рабочей арматуре ж/б конструкций сооружений (рисунок 4.2.1).

а)



б)

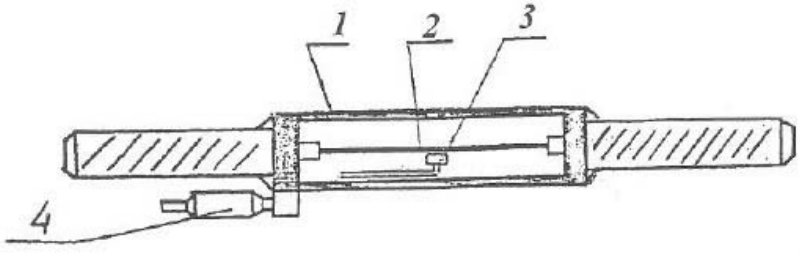


Рисунок 4.2.1 – ПСАС: а) – общий вид; б) – схема конструкций: 1 – упругий элемент; 2 – струнный резонатор; 3 – передающий преобразовательный элемент; 4 – кабельный ввод

ПСАС содержит чувствительный элемент (термостабилизированный металлический корпус) со встроенным в него соосно струнным виброчастотным преобразовательным элементом и удлинители. При измерении усилий в арматуре изменяется усилие в чувствительном элементе и струне, а соответственно и частота её собственных колебаний. Технические характеристики, предусмотренных ПСАС на ГТС станционного узла приведены в таблице 4.2.1.

ПСАСы предусмотрены проектом: в здании ГАЭС; подпорных стенах ПС-3, ПВ-1 и ПВ-2 (до демонтажа стенок), ЛВ-1 и ЛВ-2, ПС-7 (до инцидента); в монтажной и временной монтажной площадках; в СПК.

Таблица 4.2.1 - Технические характеристики ПСАС на ГТС станционного узла

Наименование	Тип	Пределы измерений	Основная относительная погрешность, %	Примечание
Преобразователь силы арматурный струнный	ПСАС-28р	-30-240 кН	2,0	для установки в рабочую арматуру диаметров от 18 до 22 мм
	ПСАС-28	0-160 кН		для установки в рабочую арматуру диаметров от 25 до 32 мм
	ПСАС-40	0-320 кН		для установки в рабочую арматуру диаметров от 36 до 45 мм
	ПСАС-40с	-200 - +280 кН		

Преобразователи линейных перемещений струнные (рисунок 4.2.2) применяются для дистанционного измерения статических линейных деформаций растяжения элементов сооружения (раскрытие строительных швов и трещин).

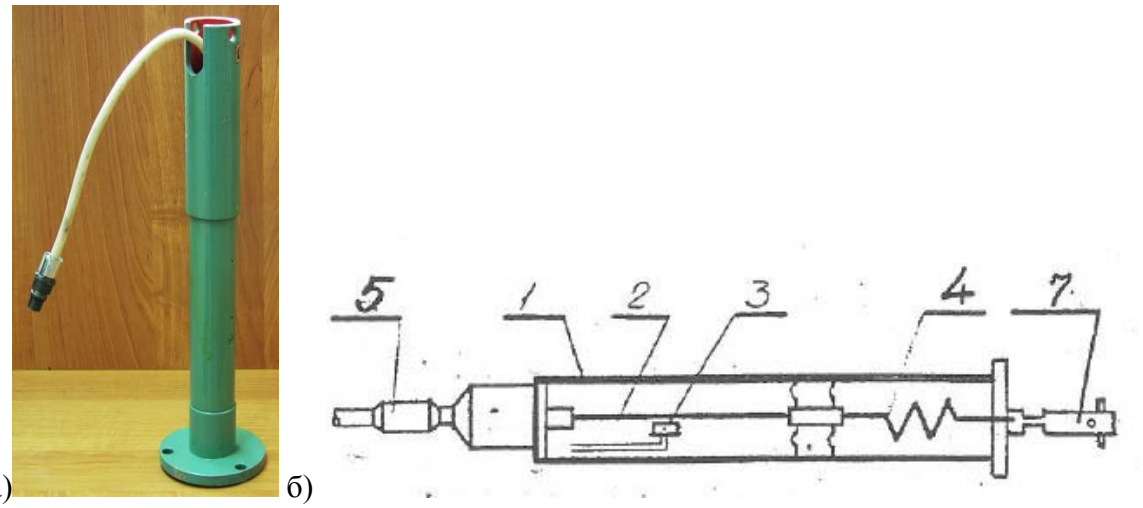


Рисунок 4.2.2 – ПЛПС: а) – общий вид; б) – схема конструкций: 1 – корпус; 2 – струнный резонатор; 3 – передающий преобразовательный элемент; 5 – кабельный ввод; 6 – фланец; 7 – удлинитель штока с анкером

ПЛПС содержит струнный виброчастотный преобразовательный элемент, присоединенный с одной стороны к корпусу, а с другой – к масштабной пружине, свободный конец которой прикреплен к перемещаемому относительно корпуса штоку. Перемещение штока вызывает изменение растягивающего усилия в струне и частоты её

собственных колебаний. Технические характеристики, предусмотренных ПЛПС на ГТС станционного узла приведены в таблице 4.2.2.

ПЛПСы предусмотрены проектом в здании ГАЭС и подпорных стенах ПВ-1 и ПВ-2 (до демонтажа стенок).

Таблица 4.2.2 - Технические характеристики ПЛПС на ГТС станционного узла

Наименование	Тип	Пределы измерений	Основная относительная погрешность, %
Преобразователь линейных перемещений струнный	ПЛПС-3	0-3 мм	2,0
	ПЛПС-10	0-10 мм	

Преобразователи температуры струнные предназначены для измерения температуры в массиве ж/б сооружения (рисунок 4.2.3).

а)



б)

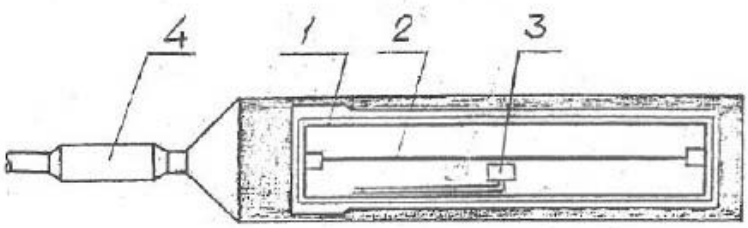


Рисунок 4.2.3 – ПТС: а) – общий вид; б) – схема конструкций: 1 – упругий элемент; 2 – струнный резонатор; 3 – передающий преобразовательный элемент; 4 – кабельный ввод

ПТС содержит в герметичном корпусе трубчатый чувствительный элемент и закрепленный в нем соосно струнный виброчастотный преобразовательный элемент. Чувствительный элемент и струна выполнены из материалов с различными коэффициентами линейного расширения. При изменении температуры в струне возникает дополнительное усилие, вызывающее изменение частоты ее собственных колебаний. Техническая характеристика, предусмотренных ПТС на ГТС станционного узла приведена в таблице 4.2.3.

ПТСы предусмотрены проектом: в здании ГАЭС; подпорных стенах ПС-3, ПВ-1 и ПВ-2 (до демонтажа стенок), ЛВ-1 и ЛВ-2, ПС-7 (до инцидента); в монтажной и временной монтажной площадках; в СПК.

Таблица 4.2.3 - Технические характеристики ПТС на ГТС станционного узла

Наименование	Тип	Пределы измерений	Основная относительная погрешность, %
Преобразователь температуры струнный	ПТС-60	-20…+60 Cº	2,0

Преобразователи линейных деформаций струнные предназначены для измерения относительных линейных деформаций сжатия или растяжения в бетонных конструкциях сооружения, а также для измерения деформаций металлических облицовок спиральных камер здания ГАЭС (рисунок 4.2.4).

а)



б)

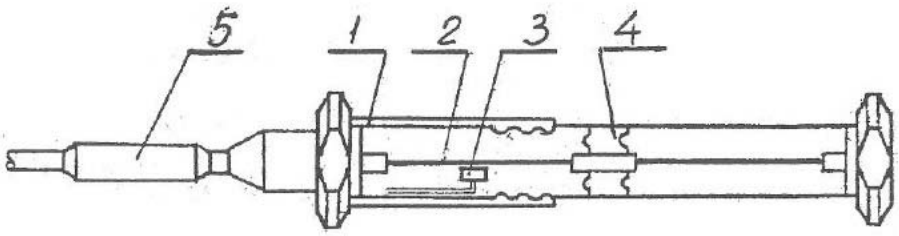


Рисунок 4.2.4 – ПЛДС: а) – общий вид; б) – схема конструкций: 1 – упругий элемент; 2 – струнный резонатор; 3 – передающий преобразовательный элемент; 4 – промежуточная опора; 5 – кабельный ввод

ПЛДС содержат анкер, закрепленный между ними струнный виброчастотный преобразовательный элемент и защитный телескопический кожух. Измеряемая деформация вызывает относительное перемещение анкеров и соответствующее ему дополнительное усилие в струне, изменяющее частоту её собственных колебаний. Техническая характеристика, предусмотренных ПЛДС на ГТС станционного узла приведена в таблице 4.2.4.

Таблица 4.2.4 - Технические характеристики ПЛДС на ГТС станционного узла

Наименование	Тип	Пределы измерений	Основная относительная погрешность, %
Преобразователь линейных деформаций струнный	ПЛДС-150	0-0,4 мм	2,0

ПЛДСы предусмотрены проектом в здании ГАЭС.

Преобразователи давления струнные предназначены для измерения гидростатического давления воды в конструкциях и основаниях сооружений (рисунок 4.2.5).

а)



б)

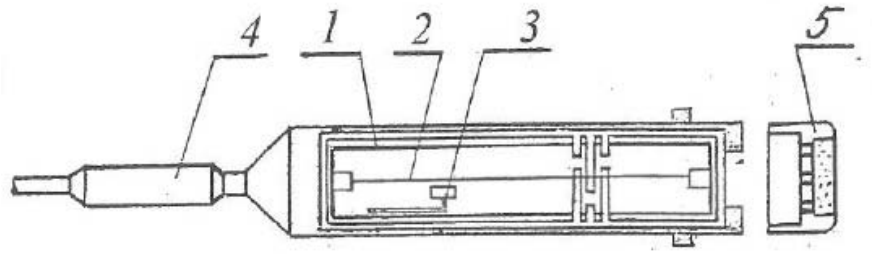


Рисунок 4.2.5 – ПДС: а) – общий вид; б) – схема конструкций: 1 – упругий элемент, 2 – струнный резонатор, 3 – передающий преобразовательный элемент, 4 – кабельный ввод, 5 – пористый фильтр

ПДС содержит чувствительный элемент, выполненный в виде цилиндра, внутри которого установлен встроенный преобразовательный элемент. Измеряемое давление передается через диафрагму на чувствительный элемент, сжимает его и, снижая натяжение струны, изменяет частоты её собственных колебаний. Технические характеристики, предусмотренных ПДС на ГТС станционного узла приведены в таблице 4.2.5.

Таблица 4.2.5 - Технические характеристики ПДС на ГТС станционного узла и перемычке реверсивного канала

Наименование	**Тип**	**Пределы измерений**	**Основная относительная погрешность, %**
Преобразователь давления струнный	ПДС-3П	0-0,3 МПа	2,0
	ПДС-10П	0-1,0 МПа	

ПДСы предусмотрены проектом: в основании здания ГАЭС; в обратных засыпках и в основании подпорных стен ПВ и ЛВ; в основании СПК; в теле перемычки реверсивного канала.

4.3 В состав фильтрационной КИА входят:

а) ПО – пьезометры опускные;

б) ПЗН – пьезометры закладные напорные.

Пьезометры опускные предназначены для наблюдений за уровенным режимом грунтовых вод в водоносных горизонтах прилегающей территории ГТС станционного узла, площадки размещения КРУЭ-500, наблюдений за положением кривой депрессии в теле перемычки реверсивного канала и изменением гидростатического давления в основании перемычки, а также за уровнями воды в дренажной системе. Пьезометры опускные предусмотрены проектом на прилегающей территории ГТС станционного узла, площадке КРУЭ-500 и на перемычке реверсивного канала (рисунок 4.3.1).



Рисунок 4.3.1 – Вид на оголовок пьезометра опускного

Пьезометры закладные напорные предназначены для наблюдений за гидростатическим давлением воды в основании сооружений. ПЗН предусмотрены проектом в здании ГАЭС и СПК (рисунок 4.3.2).



Рисунок 4.3.2 – Вид на оголовок пьезометра закладного напорного

4.4 В состав КИА за деформациями и перемещениями входят:

а) ТМ - труба-марки;

б) МПБ - марки поверхностные бетонные;

в) МБС - марки бетонные стеновые;

г) МПГ - марки поверхностные грунтовые;

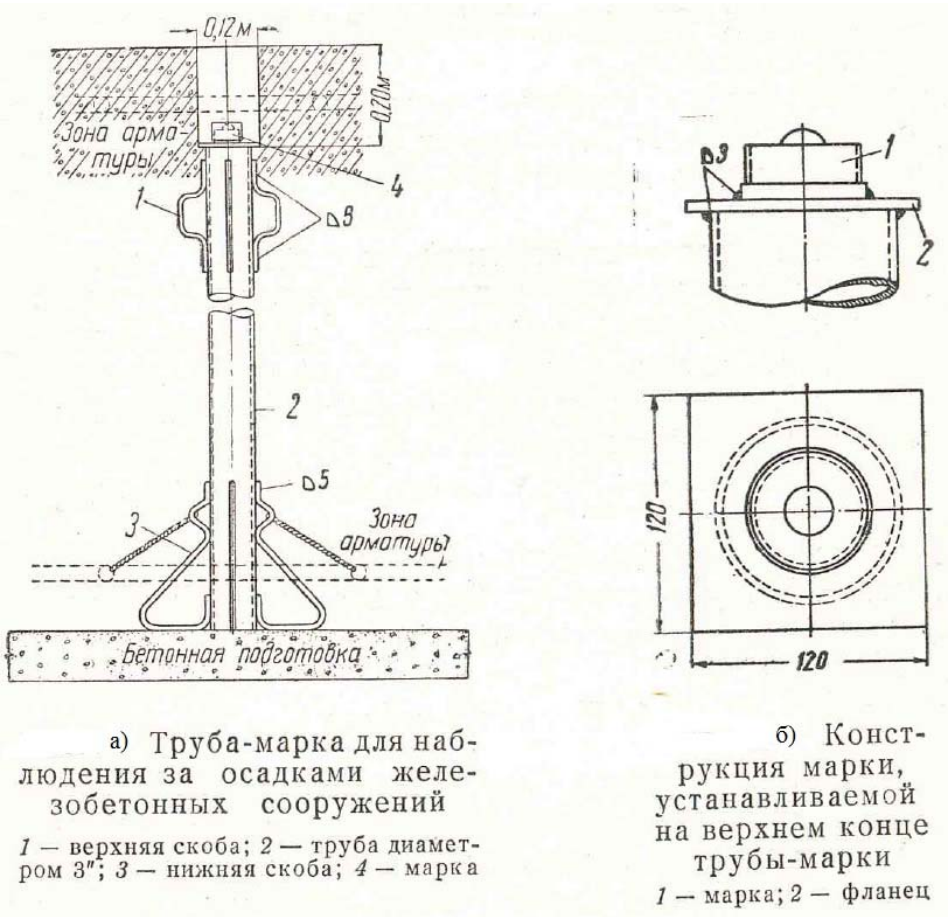
д) МПГв – марки поверхностные грунтовые временные (предусмотрены на период выравнивания здания ГАЭС);

е) СДЗ - свето-дальномерные знаки;

ж) ЩМ - трехмарочные щелемеры;

з) ПВЗ – планово-высотные знаки (предусмотрены на период выравнивания здания ГАЭС и на последующую эксплуатацию).

Труба-марки предназначены для наблюдений за вертикальными перемещениями ж/б конструкций сооружений с момента кладки бетона. Конструкция труба-марки представляет собой железную трубу, заполненную бетоном, верхний конец трубы оборудуется маркой, на которую при нивелировке устанавливается рейка (рисунок 4.4.1). Конструкция труба-марки позволяет сохранять преемственность первоначальных показаний при возведении самого сооружения. ТМ предусмотрены проектом в здании ГАЭС и в СПК.



а) Труба-марка для наблюдения за осадками железобетонных сооружений

1 — верхняя скоба; *2* — труба диаметром 3"; *3* — нижняя скоба; *4* — марка

б) Конструкция марки, устанавливаемой на верхнем конце трубы-марки

1 — марка; *2* — фланец

Рисунок 4.4.1 – Конструкция труба-марки

Марки поверхностные бетонные предназначены для наблюдений за вертикальными перемещениями ж/б конструкций сооружений, которые устанавливаются на горизонтальной поверхности конструкции по окончании кладки бетона. Конструктивно состоит из стального цилиндра с фланцем, верхняя поверхность которой имеет полушаровый выступ на который устанавливается рейка при

невилировании (рисунок 4.4.2). МПБ предусмотрены проектом: в здании ГАЭС; подпорных стенах ПС-3, ПС-4, ПС-5, ПС-6, ПС-8, ПВ-1 и ПВ-2 (до демонтажа стенок), ПВ-3…ПВ-5, ЛВ-1…ЛВ-6; в монтажной площадке; в СПК; на ППТУ № 4.



Рисунок 4.4.2 – Марка поверхностная бетонная

Марки бетонные стеновые предназначены для наблюдений за вертикальными перемещениями ж/б конструкций сооружений, которые устанавливаются на вертикальной поверхности конструкции по окончании кладки бетона (рисунок 4.4.3). МБС предусмотрены проектом в СПК.



Рисунок 4.4.3 – Марка бетонная стеновая

Марки поверхностные грунтовые (рисунок 4.4.4) предназначены для наблюдений за вертикальными перемещениями грунтового сооружения. МПГ предусмотрены проектом на гребне перемычки реверсивного канала.



Рисунок 4.4.4 – Марка поверхностная грунтовая

Марки поверхностные грунтовые временные предназначены для наблюдений за вертикальными перемещениями поверхности грунта в зоне здания ГАЭС в период выравнивания здания. Конструкция МПГв приведена на рисунке 4.4.5.

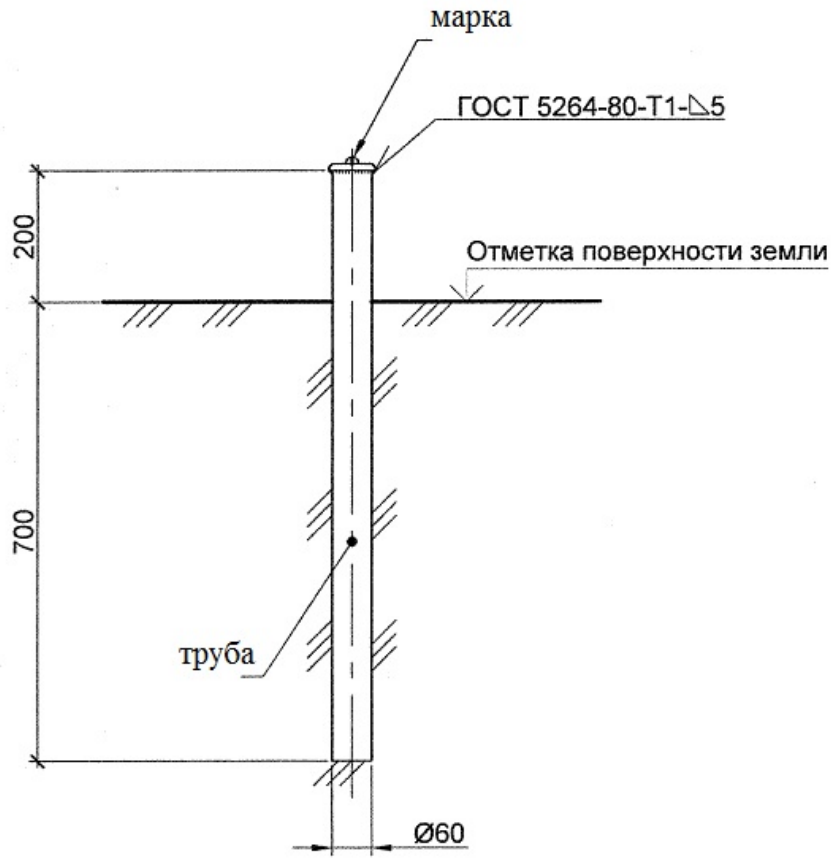


Рисунок 4.4.5 – Марка поверхностная грунтовая временная

Свето-дальномерные знаки (плановые знаки) предусмотрены для наблюдений за плановыми перемещениями сооружений. Конструкция СДЗ приведена на рисунке 4.4.6. СДЗ предусмотрены проектом на здании ГАЭС и монтажной площадке.

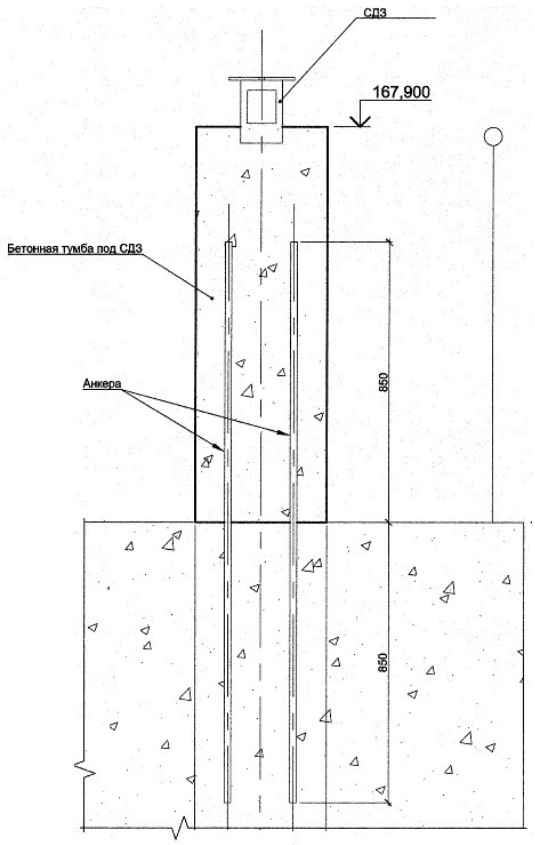


Рисунок 4.4.6 – Свето-дальномерный знак

Трехмарочные щелемеры (рисунок 4.4.7) предназначены для наблюдений раскрытием/закрытием деформационных швов между сопрягающими сооружениями, а также для контроля за взаимными смещениями сооружений (секций). ЩМ предусмотрены проектом на деформационных швах между подпорными стенами ПВ-3, ПВ-4, ПВ-5, ЛВ-1, ЛВ-2, ЛВ-3, ЛВ-4, ЛВ-5 и ЛВ-6.

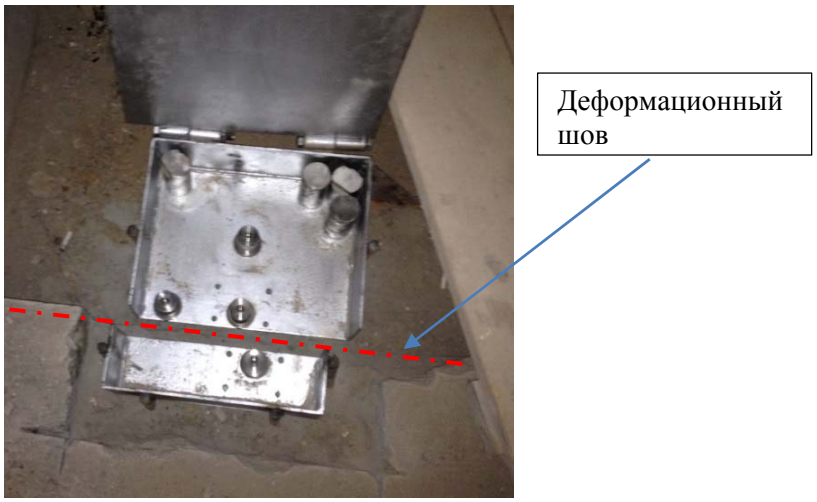


Рисунок 4.4.7 – Трехмарочный щелемер

Планово-высотные знаки (ПВЗ) предусмотрены для наблюдений за деформациями и перемещениями склона напорных водоводов, котлована здания ГАЭС и откосов реверсивного канала. Конструкция ПВЗ приведена на рисунке 4.4.8.

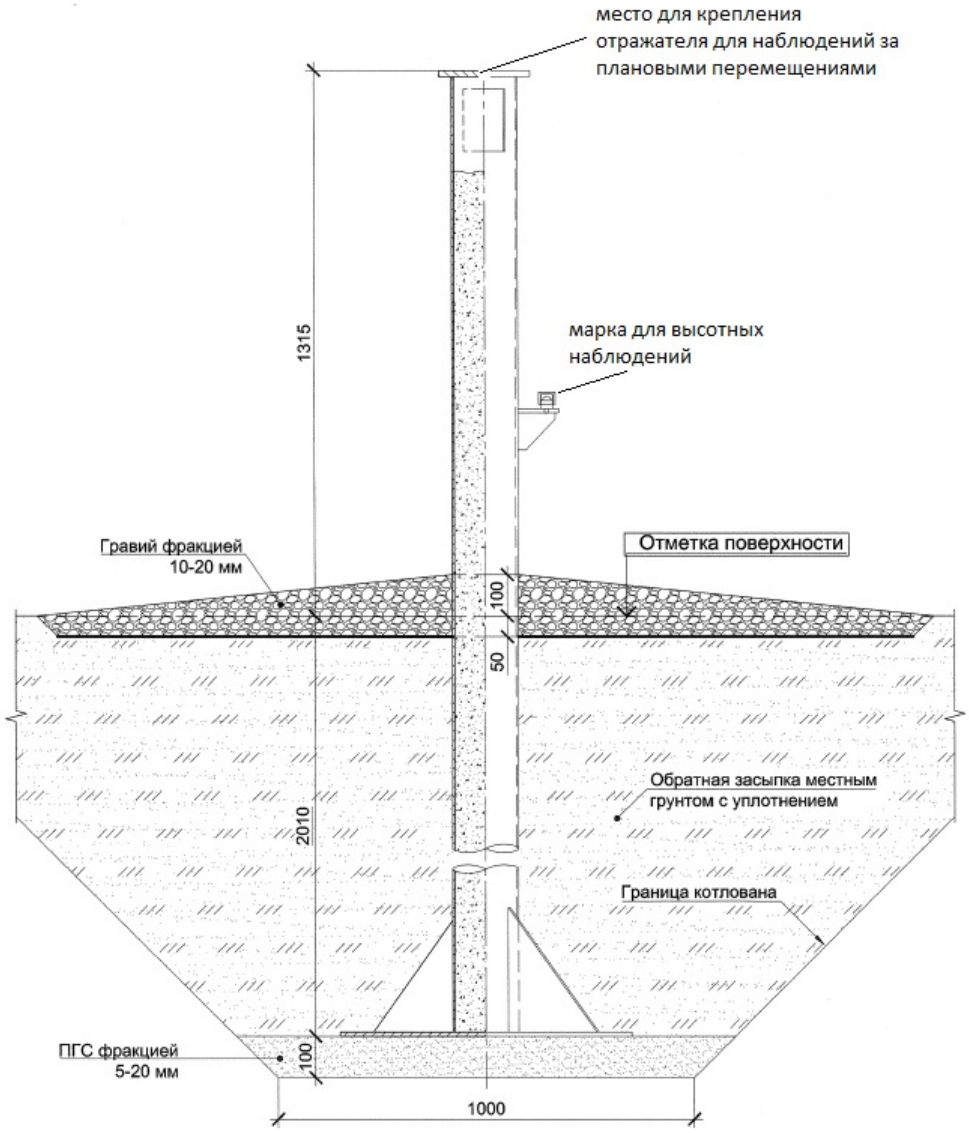


Рисунок 4.4.8 – Конструкция планово-высотного знака

4.5 Схемы с размещением описанной выше контрольно-измерительной аппаратуры на ГТС станционного узла и перемычки реверсивного канала приведены в графической части № 1938-40-544.1 ГЧ в Приложении А.

Наименование и количество предусмотренной проектом контрольно-измерительной аппаратуры на ГТС станционного узла и перемычки реверсивного канала на подготовительный период проведения работ по выравниванию здания ГАЭС и период проведения работ по выравниванию здания ГАЭС приведены в Приложении А настоящей пояснительной записки.

Паспортные характеристики установленной КИА с самого начала строительства ГТС и по 2019 год, приведены в составе ежеквартального технического отчета по мониторингу ГТС станционного узла и перемычки реверсивного канала Загорской ГАЭС-2 № 1938-40-551, Том 3 [26].

4.6 На период проведения работ по выравниванию здания ГАЭС-2, предусмотрена автоматизированная система диагностического контроля (АСДК) ГТС станционного узла № 1938-34-52. Она состоит из первичных средств измерения —

струнных измерительных преобразователей (СИП), встроенных в сооружения, и аппаратуры для опроса, коммутации, периодического измерения сигналов от СИП, их преобразования в физическую величину, периодического обновления, хранения и передачи информации по запросу в системы мониторинга.

Автоматизированная система осуществляет периодические циклы опроса подключенных к ней групп струнных измерительных преобразователей (СИП) с последовательной выдачей на них электрических импульсов для возбуждения гармонических затухающих колебаний струны и последующих измерений в цифровой форме периодов колебаний напряжения в катушке электромагнитной головки, возникающего в результате колебаний струны в каждом преобразователе.

4.7 АСДК в период выполнения работ по выравниванию здания ГАЭС-2 представляет собой интегрированную систему, включающую в себя автоматизированную систему опроса КИА (АСО КИА) здания ГАЭС-2.

АСО КИА включает в себя:

- всю закладную струнную КИА в здании ГАЭС (за исключением КИА НДС, размещенных в спиральных камерах гидроагрегатов № 8 и № 9).

- КИА за пространственным положением ГТС станционного узла и прилегающей территории (марки автомат. тахеометра, ПВЗ, датчики гидростатического нивелирования).

АСО КИА Загорской ГАЭС-2 включает в себя следующие струнные измерительные преобразователи (СИП):

- ГД-15 - 31 шт.;
- ПДС - 5 шт.;
- ПЛДС - 12 шт.;
- ПЛПС - 50 шт.;
- ПСАС - 146 шт.;
- ПТС - 12 шт.;

Всего СИП - 256 шт.

Все СИП объединяются в коммутационных шкафах КШ-24 (рисунок 4.7.1). КШ способен собрать до 24 СИП.



Рисунок 4.7.1 - Коммутаторный шкаф КШ-24

Предназначен КШ для подключения струнных измерительных преобразователей (СИП) к переносному периодомеру (МПП, ПС и др., см. рисунок 4.7.2) и к МПТ при построении автоматизированных систем измерения. Периодомер специализированный предназначен для работы с установленными на ГТС преобразователями измерительными струнными с импульсным возбуждением. Он обеспечивает измерение периода струнного датчика и индикацию измерений. По средствам многожильного телефонного кабеля объединяются в многоканальные программируемые терминалы МПТ (рисунок 4.7.3).

МПТ – это ядро системы автоматизированного сбора, обработки, хранения и оценки информации о состоянии ГТС. Работает в локальной сети под управлением компьютера, в который инсталлируется специальное программное обеспечение и архив. Обеспечивает:

- последовательный опрос измерительных каналов сигнала от первичных измерительных преобразователей вибрационно-частотных, в том числе струнных;
- первичную статистическую обработку измерений сигнала при опросе;
- преобразование статистически обработанного сигнала в цифровую форму;
- передачу информации на центральный компьютер для преобразования в физическую величину, образования базы данных и архивирования.

МПТ рассчитан на обработку 120 СИП. Всего МПТ - 3 шт. (1 шт. на отм. 166,400 м, 2 шт. на отм. 142,700 м и 1 шт. на отм. 125,100 м). Многоканальные программируемые терминалы объединяются последовательно между собой по средствам кабеля и далее кабель идет до ЦП АСДК. Согласно исходным данным ЦП АСДК подключается к станционной интернет сети. В качестве резервной связи интернет, ЦП АСДК оборудован GSM антенной. В помещении с ЦП АСДК расположены два автоматизированных рабочих места (АРМ).



Рисунок 4.7.2 - Периодомер специализированный ПС



Рисунок 4.7.3 - Многоканальный программируемый терминал

Информационная диагностическая система (БИНГ-3) предназначена для сбора, хранения, обработки, визуализации и анализа информации о состоянии, режимах работы и безопасности ГТС по результатам данных натурных наблюдений и периодических обследований. Система предоставляет пользователю наглядную графическую, табличную и текстовую интерпретацию результатов инструментальных и визуальных натурных наблюдений. Система имеет математический аппарат для аппроксимации, экстраполяции и статистического анализа результатов инструментальных измерений с применением различных аналитических функций и логических процедур.

АСДК решает следующие задачи:

- сбор, первичная обработка и анализ показателей состояния здания ГАЭС и части ГТС станционного узла;
- наглядное отображение поступающей информации в реальном масштабе времени в формализованном виде (графики, эпюры, таблицы, текстовая информация);
- оперативная диагностика состояния сооружения путем определения соответствия диагностических показателей состояния гидротехнического сооружения их критериальным значениям;
- архивирование собранной информации и вывод ее из архива по запросам пользователей в формах таблиц, графиков и протокола событий;
- архивирование информации на центральном сервере сбора данных для её санкционированного использования другими программами и пользователями;
- диагностика датчиков и технических средств АСДК.

Структурная схема АСДК приведена на рисунке 4.7.4.

План расположения центрального пункта АСДК и автоматизированного рабочего места приведен на рисунке 4.7.5.

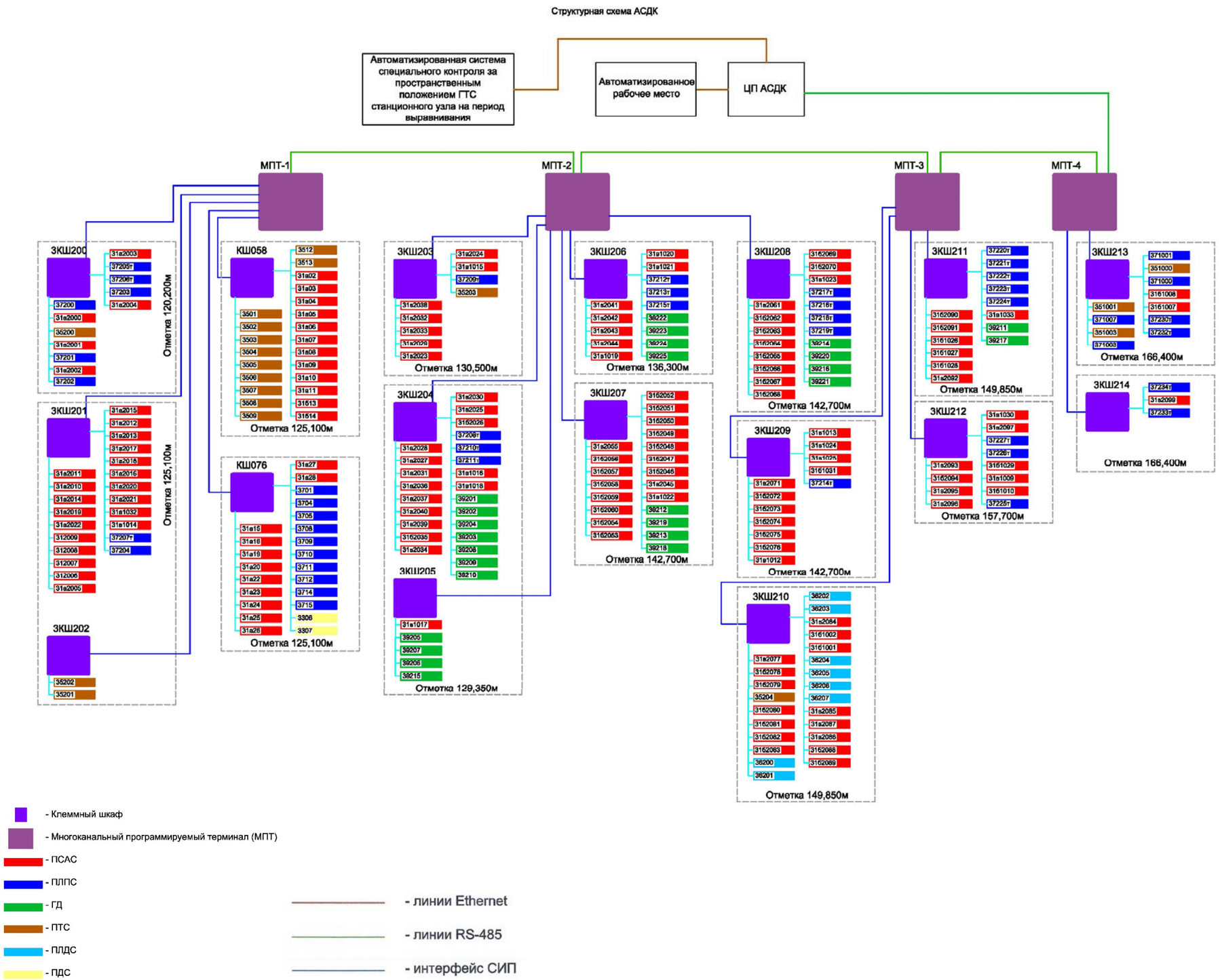


Рисунок 4.7.4 – Структурная схема АСКДК ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 на период выравнивания здания

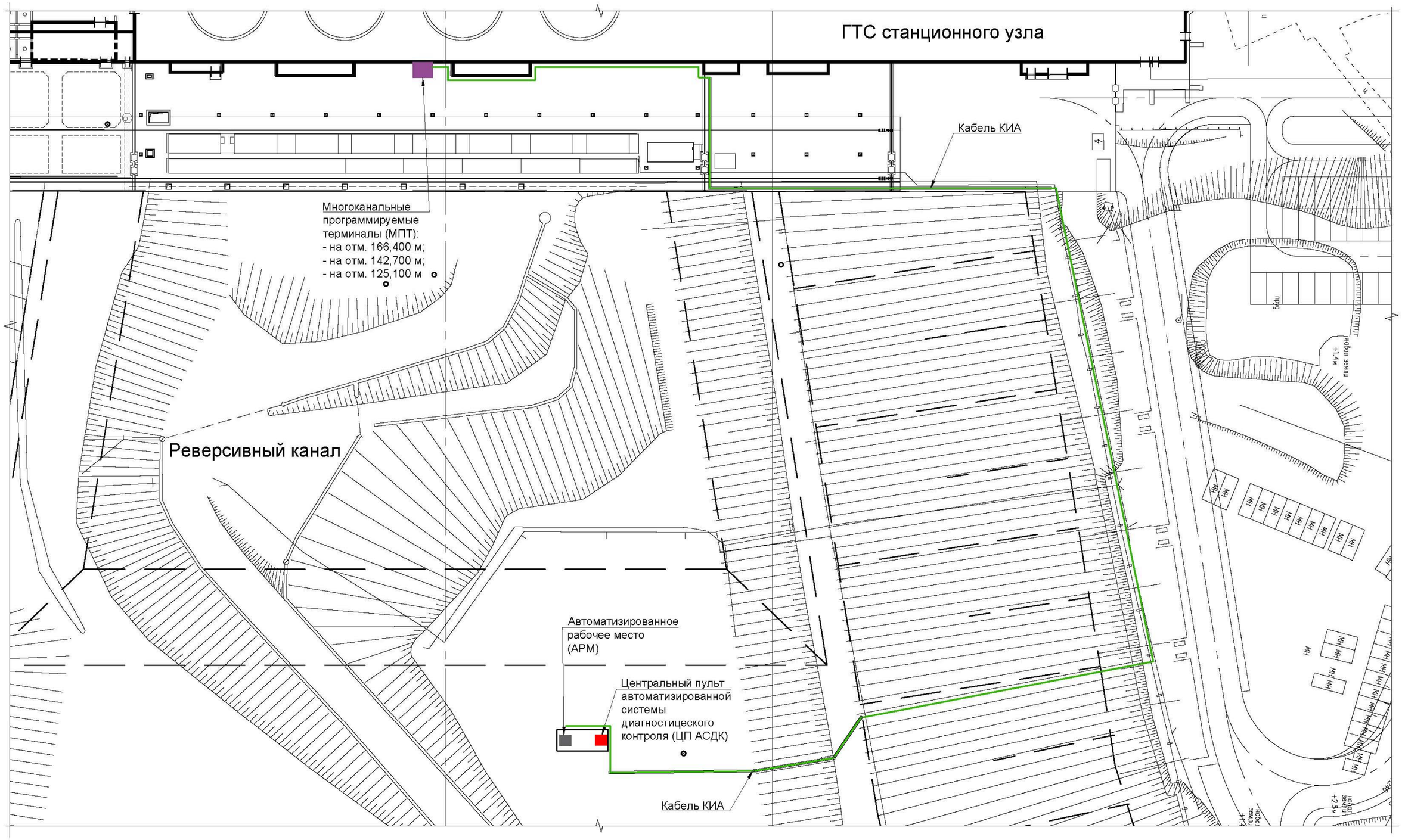


Рисунок 4.7.5 – План расположения центрального пункта АСДК и автоматизированного рабочего места

5 Проведение визуальных наблюдений

5.1Состав визуальных наблюдений

5.1.1 Визуальные наблюдения являются важнейшим средством контроля работы и состояния ГТС станционного узла и прилегающей территории. Они позволяют выявить начало нежелательных или даже опасных явлений и процессов, обнаружить дефекты, снижающие эксплуатационную надежность сооружений; своевременно принять меры для их ликвидации, а также определить в случае необходимости состав инструментальных наблюдений. Визуальные наблюдения заключаются в систематических осмотрах ГТС станционного узла, перемычки реверсивного канала и прилегающей территории ГТС. Визуальные наблюдения проводятся специалистами путём детальных осмотров сооружений и их конструктивных элементов с применением простейших измерительных приборов, приспособлений и других методов распознания.

5.1.2 В состав сооружений и прилегающей к ним территории, подлежащих визуальным наблюдениям как в подготовительный к выравниванию здания ГАЭС период, так и в период проведения непосредственных работ по выравниванию здания ГАЭС, входят:

- сооружения станционного узла (в т.ч. здание ГАЭС с сопрягающими подпорными стенами и понуром, монтажная и временная монтажная площадка, ППТУ-4, СПК, прилегающая территория ГТС);
- площадка расположения КРУЭ (включая внешний визуальный осмотр здания КРУЭ и ППУ);
- перемычка реверсивного канала станционного узла.

5.1.3 На железобетонных сооружениях (здание ГАЭС с сопрягающими подпорными стенами и понуром, монтажная площадка, временная монтажная площадка, ППТУ-4, СПК) визуальные наблюдения проводятся за:

- выявлением и оценкой механических, коррозийных и химических повреждений и разрушений бетона сооружения и его ответственных элементов;
- регистрацией образований и оценкой характера трещин в бетонной кладке и в несущих нагрузку элементах, вызванных различными факторами (в т.ч. замеры раскрытия/закрытия существующих трещин на поверхности бетона);
- состоянием деформационных швов между сооружениями (замеры раскрытия/закрытия деформационных швов, где не установлены щелемеры; наличие/отсутствие воды в смотровых колодцах; наличие/вытекание битумной мастики из швов);
- выявлением и оценкой повреждений защитного слоя бетона;
- оценкой процесса коррозии и механических повреждений арматуры;
- регистрацией очагов и оценкой интенсивности процессов выщелачивания бетона (вымывание извести фильтрующейся водой);
- контролем протечек воды через швы, трещины, бетон (в т.ч. протечки в помещения сооружений через кровлю, оконные и дверные проёмы, где нарушен тепловой контур);
- контролем уровней воды в приямке сливной потерны здания ГАЭС;

- за состоянием КИА (оголовки пьезометров, марки, СДЗ, щелемеры, кабельные трасы, ящики коммутации и пр.), установленной на данных сооружениях.

5.1.4 Объекты визуальных наблюдений на железобетонных сооружениях на период проведения работ по подготовке ГТС к выравниванию здания и на сам период выравнивания представлены в таблице 5.1.4.1.

По результатам многолетних натурных наблюдений за зданием ГАЭС, отмечены и проводятся наблюдения по характерным трещинам. Данные трещины оборудованы одноосными щелемерами (см. рисунок 5.2.2.4). До момента удаления части одноосных щелемеров вследствие выполнения усилений конструкций здания ГАЭС, наблюдения по ним необходимо вести в полном объёме, как в подготовительный к выравниванию здания ГАЭС период, так и в период непосредственного выравнивания здания (по тем щелемерам, что останутся в работе). Перечень и места работоспособных щелемеров на здании ГАЭС на 2021 год приведен в таблице 5.1.4.2.

5.1.5 На грунтовом сооружении и прилегающей территории визуальные наблюдения проводятся с целью:

- выявления и оценки не контролируемых выходов фильтрации через сооружение, основание, береговые сопряжения;
- регистрации и оценки очагов фильтрационно-суффозионных выносов грунта из перемычки, основания, береговых и пойменных массивов, примыкающих к перемычке;
- контроля работы и состояния дренажей, водоотводящих выпусков, канав и кюветов;
- контроля общих деформаций и фильтрации в зонах сопряжения перемычки с бетонными креплениями откосов реверсивного канала;
- фиксирования мест заболачивания территории;
- выявления и оценки местных деформаций откосов, гребня и берм перемычки, а также береговых склонов в примыканиях;
- выявления, регистрации и оценки развития всевозможных трещин на гребне, откосах и бермах;
- контроля состояния креплений верхового и низового откосов, крепления берегов;
- наблюдений за эрозией верхового откоса перемычки;
- выявления признаков морозного выветривания материалов тела перемычки;
- наблюдений за развитием древесно-кустарниковой растительности, травяного покрова и поведением землеройных животных на перемычке и прилегающей территории ГТС станционного узла;
- состояния КИА (оголовки опускных пьезометров, марки поверхностные грунтовые, ПВЗ, ящики коммутации от струнной КИА).

Таблица 5.1.4.1 - Объекты контрольных визуальных наблюдений на железобетонных сооружениях

Сооружение	Объект (конструктивный элемент, помещение, отметка)
1. Здание ГАЭС	1.1. Помещение на отметке 119,000 м (сливная потерна)
	1.2. Отсасывающие трубы гидроагрегатов №№ 7-10 на отметках ~121,200 м - 125,100 м, помещения на отм. 125,500 м
	1.3. Помещения на отметке 129,350 м
	1.4. Помещения на отметке 130,500 м
	1.5. Помещения на отметках 135,100 м и 136,300 м
	1.6. Помещения на отметке 142,700 м
	1.7. Машзал и помещения на отметке 149,850 м
	1.8. Помещение на отметке 157,700 м
	1.9. Перекрытие и стена машзала на проектной отметке 149,750 м (площадка прокатки трансформаторов)
	1.10. Перекрытие и стена кровли на отметке 166,400 м
	1.11. Верховая грань со стороны компенсаторных переходов КС-19 напорных водоводов №№ 7…10
	1.12. Напорная грань
2. Монтажная площадка и временная монтажная площадка	2.1. Перекрытие и стена кровли на отметке 166,400 м
	2.2. Помещения на отметке 149,850 м
	2.3. Помещения на отметке 142,700 м
	2.4. Верховые и низовые грани
3. Служебно-производственный комплекс	3.1. Помещения на 1-ом, 2-ом и 3-ем этажах
	3.2. Поверхность наружных стен по периметру СПК
4. Подпорные стены ПС-3, ПС-4, ПС-5, ПС-8, ПС-9, ПС-10	4.1. Поверхность стен ПС-3, ПС-4, ПС-5, ПС-9 и ПС-10 на отметке 166,400 м
	4.2. Поверхность стены ПС-8 на отметке 144,800 м
	4.3. Открытые верховые и низовые грани наружных стен ПС-3, ПС-4, ПС-5, ПС-9 и ПС-10 (со стороны реверсивного канала и со стороны склона напорных водоводов)
	4.4. Грань стены ПС-8 (со стороны реверсивного канала)
5. Подпорные стены ПВ-1÷ПВ-6, ЛВ-1÷ЛВ-6	5.1. Поверхность стен ПВ-3÷ПВ-5 и ЛВ-1÷ЛВ-6 на отм. 149,850 м
	5.2. Грань стен ПВ-1÷ПВ-6 и ЛВ-1÷ЛВ-6 со стороны напорных водоводов
6. ППТУ № 4	6.1. Поверхность на отм. 149,750 м
	6.2. Грань со стороны склона напорных водоводов

Таблица 5.1.4.2 – Общее количество работоспособных щелемеров в здании ГАЭС для контроля за раскрытием наиболее характерных существующих трещин*

№ пп.	№ щелемера	Место установки щелемера	Состояние на октябрь 2019 г.
Здание ГАЭС, отм. 166,400 м (перекрытие)			
1	1Щ1н	оси 9-10	исправен
2	1Щ2-3н	оси 8-9	исправен
3	1Щ11нн	оси 7-8	исправен
4	1Щ21н	оси 2-3	исправен
5	1Щ22	оси 1-2	исправен
6	1Щ23	оси 1-2	исправен
7	1Щ28	оси 2-3	исправен
8	1Щ33	оси 4-5	исправен
9	1Щ36	оси 6-7	исправен
10	1Щ37	оси 6-7	исправен
11	1Щ40	оси 7-8	исправен
12	1Щ44	оси 8-9	исправен
13	1Щ16-1н	оси 6-7	исправен
14	1.1ЩТ.38	оси 6-7	исправен
Здание ГАЭС, отм. 157,700 м (перекрытие)			
15	1.1ЩТ.17	оси 6-7	исправен
16	1.1Щ6	оси 4-5	исправен
17	1.1Щ9	оси 4-5	исправен
18	1.1Щ10	оси 4-5	исправен
19	1.1Щ11	оси 3-4	исправен
20	1.1Щ12	оси 2-3	исправен
21	1.1Щ13	оси 2-3	исправен
22	1.1Щ14	оси 2-3	исправен
23	1.1Щ15	оси 6-7	исправен
Здание ГАЭС, отм.157,700-164,900 м (щитовая стена)			
24	1.1сЩ27	оси 3-4 (отм.157,700-159,700 м)	исправен
25	1.2ЩС.1	оси 2-3 (отм.159,700-160,800 м)	исправен
26	1.1сЩ71	оси 6-7 (отм.157,700-159,700 м)	исправен
27	1.1сЩ84	оси 7-8 (отм.157,700-159,700 м)	исправен
28	1.1сЩ94	оси 8-9 (отм.157,700-159,700 м)	исправен
29	1.1сЩ101	оси 9-10 (отм.157,700-159,700 м)	исправен
30	1.ЩТ.94	оси 8-9	исправен
Здание ГАЭС, отм. 149,750-156,700 м (щитовая стена)			
31	1.2сЩ17	оси 3-4 (отм.149,850-151,100 м)	исправен
32	1.2сЩ27	оси 3-4 (отм.149,850-151,100 м)	исправен
33	1.2сЩ60	оси 5-6 (отм.149,850-151,100 м)	исправен
34	1.2ЩС.78	оси 7-8 (отм.151,950 м)	исправен
35	1.3ЩС.57	оси 5-6 (отм.149,850 м)	исправен
36	1.2сЩ61	6-7	исправен
Здание ГАЭС, отм. 149,750 м (перекрытие)			
37	1.2Щ13	оси 5-6	исправен
38	1.2ЩТ.35	оси 7-8	исправен
39	1.2ЩТ.40	оси 8-9	исправен

№ пп.	№ щелемера	Место установки щелемера	Состояние на октябрь 2019 г.
40	1.5ЩТ.1	оси 8-9	исправен
41	1.5ЩТ.2	оси 8-9	исправен
42	1.2Щ1	оси 8-9	исправен
43	1.2Щ10	оси 6-7	исправен
44	1.2Щ11	оси 6-7	исправен
45	1.2Щ14**	оси 4-5	исправен
46	1.2Щ15**	оси 4-5	исправен
47	1.2Щ16**	оси 4-5	исправен
48	1.2Щ17**	оси 4-5	исправен
49	1.2Щ2	оси 8-9	исправен
50	1.2Щ3*	оси 7-8	исправен
51	1.2Щ4	оси 7-8	исправен
52	1.2Щ5	оси 7-8	исправен
53	1.2Щ6	оси 7-8	исправен
54	1.2Щ7	оси 6-7	исправен
55	1.2Щ8	оси 6-7	исправен
56	1.2Щ9	оси 6-7	исправен
Здание ГАЭС, отм. 144,390 м (щитовая стена)			
57	1.3сЩ1	оси 6-7	исправен
Здание ГАЭС, отм. 143,740 м (щитовая стена)			
58	1.3сЩ2	оси 6-7	исправен
Здание ГАЭС, отм. 142,600 м (перекрытие)			
59	1.3Щ1	оси 8-9	исправен
60	1.3ЩТ.78	оси 7-8	исправен
61	1.3ЩТ.89	оси 8-9	исправен
Здание ГАЭС, отм. 137,250 м (щитовая стена)			
62	1.4сЩ1	оси 7-8	исправен
Здание ГАЭС, отм. 136,690 м (щитовая стена)			
63	1.5сЩ2	оси 8-9	исправен
Здание ГАЭС, отм. 136,300 м (перекрытие)			
64	1.4Щ1	оси 7-8	исправен
65	1.4Щ.1	оси 7-8	исправен
Здание ГАЭС, отм. 135,100 м (перекрытие)			
66	1.5Щ1	оси 8-9	исправен
Здание ГАЭС, от 135,100 м (стена)			
67	1.5сЩ1	водовод № 7	исправен
68	1.5сЩ3	водовод № 8	исправен
69	1.5сЩ4	водовод № 8	исправен
Здание ГАЭС, отм. 131,950 м (щитовая стена)			
70	1.6сЩ3	оси 8-9	исправен
Здание ГАЭС, отм. 130,500 м (перекрытие)			
71	1.6Щ5	оси 7-8	исправен
72	1.6Щ6	оси 7-8	исправен
Здание ГАЭС, отм. 129,350 м (перекрытие)			
73	1.6Щ1	оси 8-9	исправен
74	1.6Щ2	оси 8-9	исправен

№ пп.	№ щелемера	Место установки щелемера	Состояние на октябрь 2019 г.
75	1.6Щ4	оси 6-7	исправен
76	1.6Щ3	оси 8-9	исправен
Здание ГАЭС, отм.129,350 м (стена)			
77	1.6сЩ1	оси 8-9	исправен
78	1.6сЩ2	оси 8-9	исправен
79	1.6сЩ4	оси 8-9	исправен
Здание ГАЭС, отм. 125,500 м (перекрытие)			
80	1.7Щ1	оси 8-9	исправен
Здание ГАЭС, отм. 121,200 м (перекрытие)			
81	1.9ЩТ.1	оси 7-8	исправен
Здание ГАЭС, отм. 119,500 м (пол помещения сливной потерны)			
82	1.9ЩТ.2	оси 8-9	исправен
Здание ГАЭС, отм.119,100 – 120.200 м (сливная потерна)			
83	СПЩ.1	оси 8-9	исправен
84	СПЩ.2	оси 8-9	исправен
85	СПЩ.3	оси 8-9	исправен
86	СПЩ.4	оси 8-9	исправен
87	СПЩ.5	оси 8-9	исправен
88	СПЩ.6	оси 8-9	исправен
89	СПЩ.7	оси 8-9	исправен
90	СПЩ.8	оси 8-9	исправен

Примечание: данное количество одноосных щелемеров может быть уменьшено в процессе выполнения работ по усилению участков конструктива здания ГАЭС в 2020 г.

Объекты визуальных наблюдений на грунтовом сооружении и прилегающей территории на период подготовки ГТС к выравниванию здания ГАЭС, а также на период выравнивания здания представлены в таблице 5.1.5.

Таблица 5.1.5 - Объекты визуальных наблюдений на грунтовом сооружении и прилегающей территории ГТС станционного узла

Сооружение/ территория	Объект (конструктивный элемент, отметка)
Перемычка реверсивного канала	Надводный участок верхового откоса, в т.ч. в зоне переменного уровня (отметки 153,500 м – 161,000 м)
	Гребень на отметке 163,300 м (дорога) и на отметке 164,000 м
	Низовой откос и бермы на нём (отметки 151,250 м, 154,200 м, 158,200 м)
	Левобережные и правобережные сопряжения перемычки с бортами реверсивного канала (со стороны нижнего бассейна и со стороны реверсивного канала)
Прилегающая территория ГТС станционного узла	Площадка размещения КРУЭ-500 (расположена на территории Филиала ПАО «РусГидро» - «Загорская ГАЭС»)
	Дно реверсивного канала, левобережный и правобережный откосы реверсивного канала
	Откосы и бермы котлована здания ГАЭС со стороны склона напорных водоводов (южная и северная пазухи, зона КС-19)

5.2 Методика проведения визуальных наблюдений

5.2.1 Общие положения

В основе визуальных наблюдений лежит осмотр ГТС станционного узла, перемычки реверсивного канала и прилегающей территории с применением измерительных инструментов, и приборов (бинокли, фотоаппараты, рулетки, штангенциркули, щупы, микроскопы и прочее).

Основными принципами методики и техники выполнения визуальных наблюдений следует считать: тщательность осмотров сооружений, их элементов и прилегающей территории; систематичность наблюдений во времени; сравнимость результатов, полученных на различных (по времени) стадиях наблюдений. Исходя из этого, маршруты обхода должны обеспечивать полный осмотр (вплоть до каждого кв. метра) и строго соблюдаться. Все повреждения или неблагоприятные явления, выявленные на сооружении, маркируются, фотографируются, заносятся в журнал наблюдений и отображаются на картах-развертках.

Сравнение результатов начального и последующих циклов визуальных наблюдений за тем или иным дефектом, явлением или процессом должно производиться регулярно путем сопоставления численных значений или качественных показателей контролируемых параметров, а также методом наложения чертежей, рисунков, схем, фотографий, полученных для одного и того же объекта при различных циклах, но в идентичных условиях съемки и масштабности. При этом основные построения, цифровые и качественные показатели рекомендуется наносить на карты-развертки сооружения или карты соответствующих его фрагментов.

При проведении наблюдений следует строго соблюдать правила безопасности при обслуживании гидротехнических сооружений и гидромеханического оборудования энергоснабжающих организаций.

Следовать к месту проведения наблюдений и обратно следует строго по безопасным маршрутам. В целях обеспечения безопасности при выполнении обхода сооружений, состав группы обходчиков должен состоять не менее чем из двух сотрудников. Осмотр дренажно-смотровых колодцев должен выполнять после проверки их газоанализатором.

5.2.2 Осмотр железобетонных сооружений

При организации и проведении визуальных наблюдений за состоянием и работой железобетонных сооружений необходимо исходить из следующих принципиальных положений:

- сооружения разбиваются на участки осмотра и маркируются;
- на участках осмотра выявляются и фиксируются все повреждения и неблагоприятные явления, возникающие во время строительства и эксплуатации сооружения;
- на каждый участок осмотра составляется карта-развёртка поверхностей (план-схема), на которую наносятся все обнаруженные повреждения или неблагоприятные явления (пример карты-развёртки приведён на рисунке 5.2.2.1).

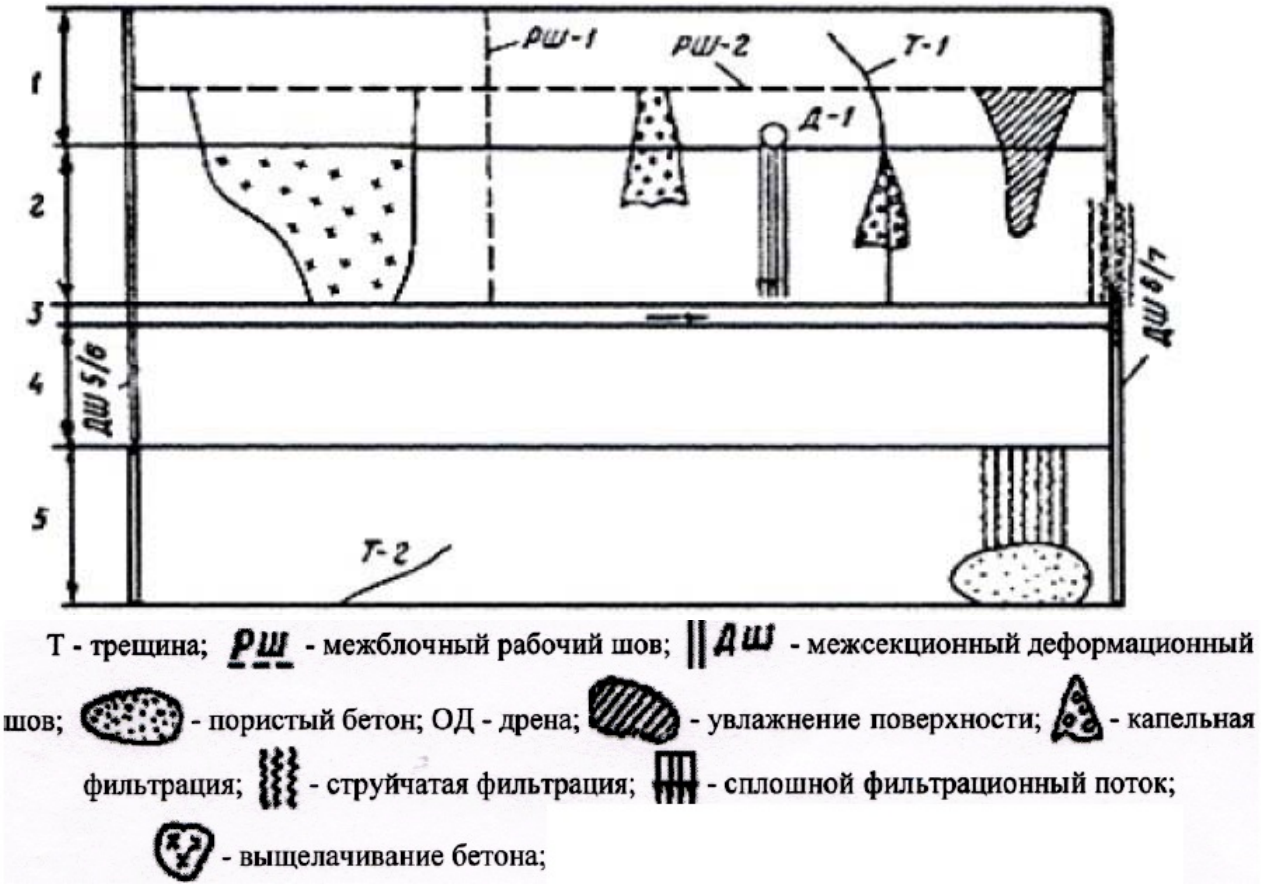


Рисунок 5.2.2.1 – Пример карты-развертки с нанесенными дефектами в галереи

Визуальные маршруты обхода сооружения должны обеспечивать полный их осмотр и должны строго соблюдаться.

Результаты визуальных наблюдений оформляются в журнале визуальных наблюдений на основании анализа материалов наблюдений производиться оперативная оценка состояния сооружений (образец журнала приведен в приложении Д графической части Регламента).

Строительные дефекты и повреждения, не оказывающие влияния на надёжность и безопасность сооружений (нефильтрующие раковины и каверны, отколы бетона, обнажённая арматура, места непроработанного бетона, неснятая опалубка и т.п.), при первом цикле визуальных наблюдений заносятся в специальную ведомость дефектов. Эти дефекты не нуждаются в систематическом наблюдении и должны устраняться по возможности.

Все имеющиеся дефекты (карты-развертки с трещинообразованиями, сколами и отслоениями бетона, выщелачивания и пр.) на ж/б ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2, образованные в строительный период, в результате инцидента 17.09.2013 и позднее, представлены в отчетной документации по обследованию ГТС станционного узла [27].

В недоступных местах (потолок, участки стен и колонн выше человеческого роста) осмотры осуществляются с помощью бинокля.

Границы участков осмотра наружных и внутренних поверхностей бетонных

сооружений доступных осмотру, целесообразно установить по деформационным швам; маркировать участки осмотра следует в соответствии с принятой нумерацией секций. Кроме того, отмечаются и маркируются на месте дренажные скважины основания, места установки измерительного оборудования (водосборники, лотки, мерные водосливы, щелемеры, маяки, и т.п.).

На участках осмотра бетонных сооружений выявляются и фиксируются на месте все повреждения или неблагоприятные явления (трещины, явления деформационного характера, очаги фильтрации воды и т.п.). Наиболее крупные повреждения фотографируются, а фотографии прикладываются. Фотосъемка производится с одного и того же места, с идентичным расположением кадра, одинаковым увеличением. Фотосъемку желательно производить в одни и те же дни месяца, при одинаковом освещении.

На картах-развёртках участков осмотра поверхностей сооружения условными обозначениями в соответствии с принятой маркировкой наносятся конструктивные элементы, установленные КИА, а также повреждения или неблагоприятные явления. Протекающие дрены, швы, трещины, фильтрующие участки фиксируются с указанием интенсивности их излива, характеризуемой следующим образом:

- влажные пятна – бетон на ощупь сырой;
- мокрые пятна – рука увлажняется;
- сочащиеся участки поверхности – без течи, но покрытые каплями воды;
- малые течи – стекающие капли, средние стекающие струйки;
- большие течи - наличие сплошного слоя текущей по бетону воды;
- свищи – отдельные струи, отрывающиеся от бетона;
- потёки – налёты продуктов выщелачивания на поверхности бетона.

На участке осмотра персонал должен передвигаться от повреждения к повреждению согласно их нумерации, фиксируя изменения, происшедшие со времени их последнего осмотра, обращая внимание на возможность появления нового повреждения или неблагоприятного явления.

Приблизительную оценку прочности бетона при визуальном осмотре следует делать путём простукивания молотком и опробованием зубилом. Глухой звук, вмятины при ударе и слабое сопротивление отколу указывает на снижение прочности бетона. Если при этом на значительных участках обнаруживаются дефекты, то на этих участках производится определение прочности бетона в поверхностном слое механическими методами – с помощью диска Губера или шарикового молотка И.А. Физделя, К.П. Кашкарова и др. Эти исследования выполняются по указанию и с участием научно-исследовательской организации. В случае необходимости производятся лабораторные испытания выбуренных образцов бетона или исследования неразрушающими методами контроля с целью разработки мероприятий для восстановления монолитности сооружения.

При записях в журнале визуальных наблюдений указываются характеристики повреждений или неблагоприятных явлений, например:

- деформационные швы – характер фильтрации воды, повреждения кромок, следы вытекания заполнителя, состояние уплотнений;
- трещины и швы – размеры с указанием раскрытия;

- пятна – степень влажности;

- течи – интенсивность;

- раковины – глубина, обнажённость арматуры, наличие или отсутствие фильтрации, потёков;

- отслаивание и другие местные повреждения бетона – обнажение арматуры, выкраивание углов и ребер, общая характеристика данного дефекта;

- налёты и потёки – площадь, толщина, цвет, влажность или сухость, наличие фильтрации.

Трещины, возникающие в элементах гидротехнических сооружений, подразделяются на усадочные, температурные и эксплуатационные.

Усадочные - появляются в период твердения бетона при его сжатии, вызванном усадочными явлениями материала.

Осадочные – возникают при строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений в результате неравномерных осадок или подъемов. Они чаще всего пронизывают значительную часть сооружения или всю его толщу. Осадочные трещины наиболее опасные.

Температурные трещины образуются также в периоды твердения бетона и эксплуатации при изменении температурных и температурно-влажностных воздействий.

Эксплуатационные (силовые) – возникают также в результате перегрузок отдельных элементов или всего сооружения в период эксплуатации. Они также относятся к категории наиболее опасных и со временем могут изменять свои геометрические параметры.

В зависимости от характера развития трещины подразделяют на прогрессирующие (активные), увеличивающиеся с течением времени; стабилизирующиеся (затухающие), развитие которых уменьшается; неактивные (пассивные), имеющие практически стабильные размеры.

Наблюдения за трещинами заключаются в изучении закономерностей их поведения во времени, определении их длины и степени раскрытия. Длина трещины и ее местоположение определяется с помощью рулетки с точностью до 0,1 м. Для качественного определения состояния трещины необходимо использовать специальные гипсовые или стеклянные маяки, устанавливаемые на трещину. Для определения количественной величины ее раскрытия применяется либо штрих-шаблон с нанесенными штрихами разной толщины через 0,1 мм, либо переносная лупа с мерными делениями, либо микроскоп Бринелля МПБ-2 с ценой деления 0,05 мм. Наиболее крупные трещины необходимо оборудовать щелемерами.

При обнаружении новой трещины необходимо выполнить следующее:

- проследить визуально трещину на всем ее протяжении;

- след трещины от ее начала до конца отметить;

- сфотографировать трещину в продольном ее направлении и в местах с максимальным ее раскрытием, положив поперек трещины какой-либо предмет для масштабности (коробок, авторучку, блокнот, линейку и т.п.);

- через определенные интервалы, например, через 2-3 м или через 5-10 м, в зависимости от общей длины трещины, тщательно измерить ширину раскрытия трещины с максимально возможной точностью (если между гранями трещины есть

уступы - их следует также замерить), результаты измерений записать в журнал (заранее следует присвоить трещине какой-либо порядковый номер - Тр.№ 1, Тр.№ 2 и т.д.);

- тщательно нанести трещину на масштабную карту-развертку перекрытия и стены здания;

- в местах измерений раскрытия трещины и уступов на карте обозначить цифрами полученные величины;

- на карте-развертке необходимо четко обозначить трещину присвоенным ей номером и пометить дату, когда она обнаружена;

- организовать систематические наблюдения за поведением трещины (изменениями ее раскрытия и протяженности, см. рисунок 5.2.2.2).

Наблюдения за раскрытием/закрытием существующих и новых трещин на поверхности бетона выполняются при помощи микроскопа Бринелля МПБ-2 или МПБ- 3 (рисунок 5.2.2.3), а также при помощи существующих одноосных щелемеров (рисунок 5.2.2.4, таблица 5.1.4.2).

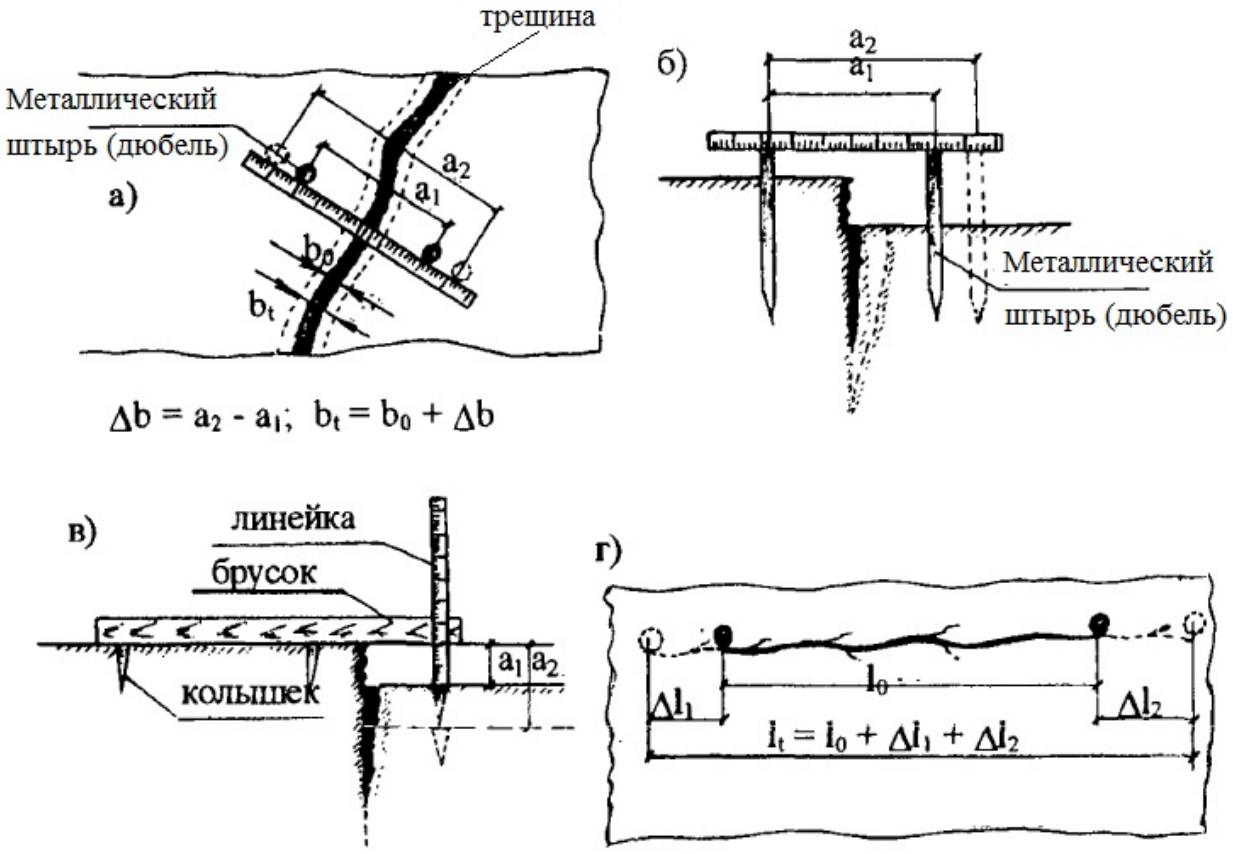
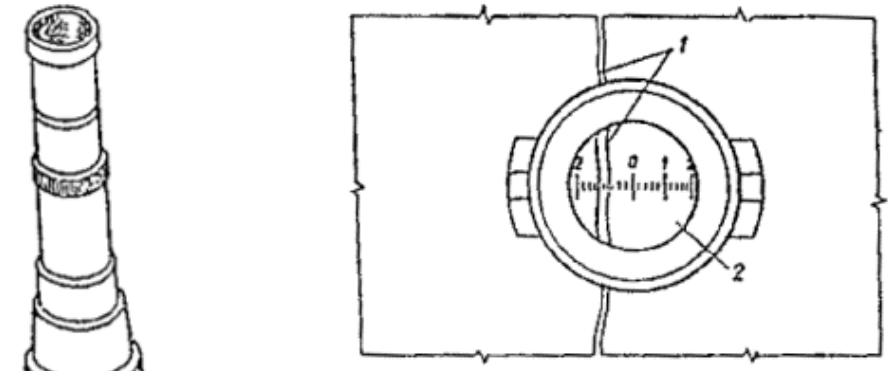


Рисунок 5.2.2.2 – Контроль раскрытия трещины



а — отсчетный микроскоп МПБ-2

б — измерение ширины раскрытия трещины лупой: 1 — трещина; 2 — деление шкалы лупы

в — щуп

Рисунок 5.2.2.3 – Замер трещины при помощи микроскопа Бринелля

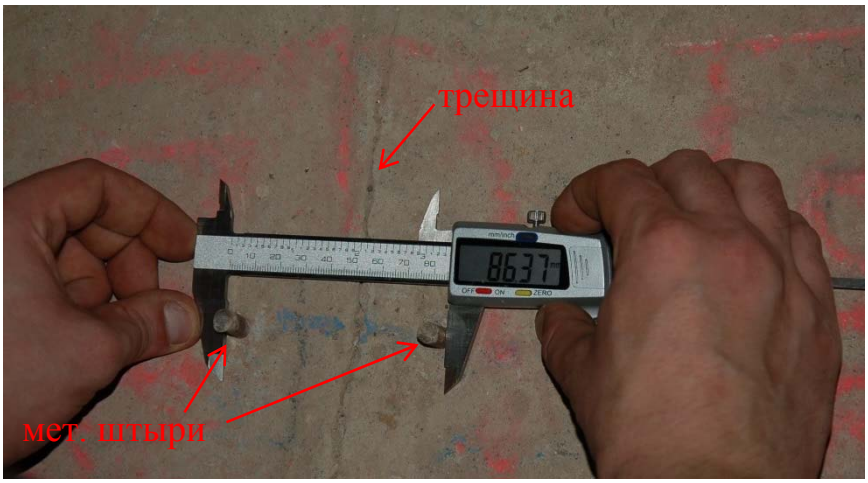


Рисунок 5.2.2.4 – Замер раскрытия трещины при помощи штангенциркуля и одноосных щелемеров

Раскрытие трещин анализируют совместно с интенсивностью фильтрации через нее. Повышенная фильтрация свидетельствует об увеличении раскрытия трещины или, если размеры не изменились, на интенсивное выщелачивание бетона. Уменьшение фильтрации может быть вызвано кольматацией (самозалечивание) трещины или раскрытого шва.

При наблюдениях за трещинами оценивают их расположение относительно направлений максимальных растягивающих напряжений. Трещины обычно развиваются перпендикулярно направлению растяжения.

5.2.3 Осмотр грунтового сооружения и прилегающей территории ГТС

Визуальные наблюдения на перемычке реверсивного канала проводятся:

- на гребне, где контролируется появление и характер развития трещин различной направленности и происхождения; чрезмерные неравномерные осадки и просадки, в том числе в примыканиях к бортам реверсивного канала. Возможные проявления морозного пучения грунта;

- на верховом откосе в зоне переменного уровня контролируются участки переработки откоса, качество отмостки из крупногабаритных камней, подверженных выветриванию в результате многократного смачивания, промерзания, оттаивания и нагревания, появление различного рода просадок;

- на низовом откосе следует выявлять признаки потери устойчивости: оползание откоса, наличие промоин и просадочных воронок на поверхностях откосов, появление выходов фильтрации воды в виде мало интенсивного рассредоточенного высачивания или намокания откоса, образование наледей. Следует особо обратить внимание на зоны сопряжения перемычки с правым и левым берегом, так как в этих зонах возможно проявление контактной фильтрации в виде отдельных сосредоточенных выходов воды. Состояние заиления и деформаций системы отвода поверхностного стока (лотки, колодцы).

На прилегающей территории ГТС станционного узла контролируются водоотводящие и водосбросные канавы, естественные и искусственные понижения поверхности, неорганизованные зоны высачивания грунтовых вод на поверхность, взаимное смещение блоков пород, провальные явления в виде воронок карстового происхождения, наличие трещин и заколов на откосах котлована здания ГАЭС.

В местах выявленных наиболее крупных нарушений (трещины, просадки, грифоны, суффозия) или аномальных проявлений организуются соответствующие инструментальные наблюдения. О выявленных дефектах делается запись в журнале визуальных наблюдений, при необходимости производится фотографирование дефектных мест, а фото вклеивается в журнал.

При выполнении визуальных наблюдений надлежит также проверять состояние доступной для осмотра КИА (оголовки пьезометров; геодезические знаки; водомерные посты и коммутационные шкафы и пр.).

При обнаружении дефектов и негативных моментов, они должны наноситься на соответствующую карту-развертку. Пример оформления карты-развертки для грунтовой плотины приведен на рисунке 5.2.3 [11].

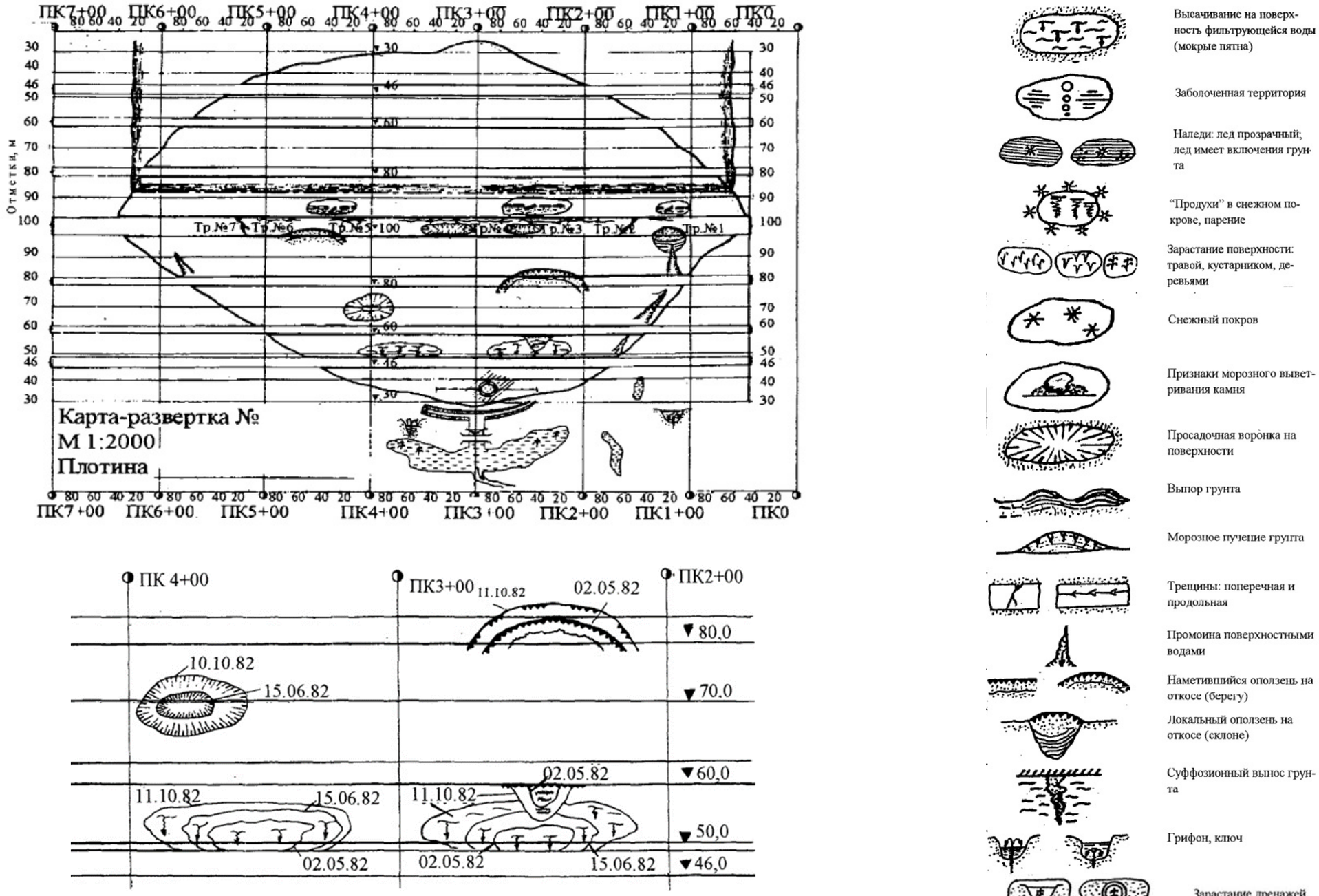


Рисунок 5.2.3 - Пример оформления карты-развертки для грунтовой плотины с указанием условных обозначений дефектов

5.3 Периодичность проведения визуальных наблюдений

5.3.1 Периодичность проведения визуальных наблюдений по ГТС станционного узла, перемычке реверсивного канала и прилегающей территории в период подготовки станции к выравниванию здания ГАЭС и в период непосредственного выравнивания здания ГАЭС представлена в Приложении Б в таблице Б.1.

На период выравнивания здания ГАЭС по ряду отметок предусматривается дополнительные к существующим циклы осмотров, объемы которых заложены в Регламенте № 1938-40-544.2, а также дополнительные циклы по прилегающей территории ГТС, объемы которых заложены в № 1938-40-544.4.

5.3.2 ***Один раз в год в весенний период (март-апрель) должен проводится сплошной осмотр (контроль) всех сооружений***, включающий:

- доскональный осмотр всех поверхностей на предмет выявления новых дефектов и негативных моментов (включая осмотры при помощи биноклей поверхностей потолков, участков стен и колонн выше человеческого роста);
- уточнение изменения параметров существующих дефектов (замер раскрытия всех трещин (в т.ч. с применением микроскопа), сколов, отслоений, выщелачиваний, промоин, заколов и пр.);
- составление новых и уточнение существующих карт-разверток с нанесенными дефектами и негативными моментами.

5.3.3 Принятая периодичность проведения контрольных наблюдений определена исходя из текущего технического состояния ГТС (оценка по данным натурных наблюдений), предусматриваемых к выполнению работ по усилению ряда конструкций, внедрения дополнительной КИА и её автоматизации. При этом, обращает на себя внимание, что настоящая периодичность проведения контрольных наблюдений на разных помещениях, отметках и сооружениях ГТС станционного узла, а также по прилегающей территории ГТС может быть при соответствующем обосновании изменена исходя из необходимости, условий производства работ, погодных условий, особенностей производства работ по выравниванию здания и пр.

5.4 Объемы визуальных наблюдений

5.4.1 Объем визуальных наблюдений определяется на основе длин ходов визуальных осмотров по отметкам ГТС станционного узла, перемычки реверсивного канала, прилегающей территории и количества циклов по ним за отчетный год (год проведения подготовительных работ и год проведения работ по выравниванию здания).

5.5 Оформление результатов визуальных наблюдений

5.5.1 Соответствующая информация по обнаруженным дефектам должны быть приложена к журналу визуальных наблюдений и/или занесены в электронную базу данных информационно-диагностической системы БИНГ.

5.5.2 Форма полевого журнала визуальных наблюдений за ГТС приведена в графической части настоящего Регламента.

6 Проведение наблюдений по закладной «струнной» КИА

6.1 Состав инструментальных наблюдений по «струнной» КИА

6.1.1 В состав инструментальных наблюдений по закладной струнной КИА размещенной на ГТС станционного узла входит ручной съём показаний в 2020-2021 годах со следующей КИА:

- преобразователи силы арматурные струнные;
- преобразователи линейных перемещений струнных;
- преобразователи температуры струнные;
- преобразователи линейных деформаций струнные;
- преобразователи давления струнные.

6.1.2 В состав инструментальных наблюдений по закладной струнной КИА размещенной на перемычке реверсивного канала входит ручной съём показаний с преобразователей давления струнных в 2020-2021 годах.

6.1.3 В состав контрольных наблюдений, заложенных в настоящем Регламенте входит «струнная» КИА, установленная в сооружениях в рамках проекта основного строительства (до 17.09.2013) и в рамках проекта аварийно-восстановительных работ (после 17.09.2013).

6.1.4 На прилегающей территории ГТС станционного узла и площадке размещения КРУЭ-500 струнной закладной КИА не предусмотрено.

6.1.5 В Приложении А (таблицы А.1-А.3) приведена информация по закладной струнной КИА:

- на подготовительный период для проведения работ по выравниванию здания ГАЭС (2020 год);
- на период проведения работ по выравниванию здания ГАЭС (с 2021 года по май 2022 года);
- для проведения контрольных наблюдений в период стабилизации здания ГАЭС после выполнения работ по выравниванию (с конца мая по конец июня 2022 года).

Схемы размещения закладной струнной КИА на подготовительный период и период выравнивания представлены в графической части настоящего Регламента.

6.2 Методика проведения инструментальных наблюдений по «струнной» КИА

6.2.1 Для контроля показателей напряженно-деформированного состояния, фильтрационного режима гидротехнических сооружений установлены закладные датчики измерения показателей состояния «струнного» типа.

6.2.2 Проведение наблюдений по «струнной» контрольно-измерительной аппаратуре (ПТС, ПДС, ПЛПС, ПЛДС, ПСАС) производиться с помощью переносных считывающих устройств (периодомеров, см. рисунок 4.7.2), в соответствии с инструкцией к нему. Снятие показаний преобразователей производится в следующем порядке:

- с помощью проводов с зажимами типа «крокодил» последовательно подключают периодомер к выводам кабеля от преобразователей;

- показания преобразователя, высвечиваемые на табло периодомера, сравнивают между собой при 3…4 импульсах вызова. Если при этом изменяются только цифры после запятой (десятые доли мкс) или изменяются на ±1…2 единицы целые значения (единицы мкс), то замер считается нормальным и записывается в журнал наблюдений. Если показания изменяются на большую величину и к тому же скачкообразно, следует проверить кабельные коммуникации преобразователя.

6.3 Периодичность проведения инструментальных наблюдений по «струнной» КИА

6.3.1 Периодичность проведения инструментальных наблюдений по ГТС станционного узла и перемычки реверсивного канала определена на подготовительный период (2020 год) и на период выравнивания здания ГАЭС (2021 год).

6.3.2 Периодичность ручных съёмов показаний со струнной КИА на 2020 год – I÷II квартал 2021 года представлена в Приложении В (таблица В.1).

6.3.3 В период выравнивания здания ГАЭС периодичность ручных съёмов показаний со струнной КИА определена (сокращена) исходя из установленной всей дополнительной КИА и введенной в эксплуатацию автоматизированной системы диагностического контроля (РД № 1938-34-52). Периодичность представлена в Приложении В (таблица В.2).

6.3.4 Принятая периодичность проведения контрольных наблюдений определена исходя из текущего технического состояния ГТС (оценка по данным натурных наблюдений), предусматриваемых к выполнению работ по усилению ряда конструкций, внедрения дополнительной КИА и её автоматизации. При этом, обращает на себя внимание, что настоящая периодичность проведения контрольных наблюдений на разных помещениях, отметках и сооружениях ГТС станционного узла, а также по прилегающей территории ГТС может быть при соответствующем обосновании изменена исходя из необходимости, условий производства работ, погодных условий, особенностей производства работ по выравниванию здания и пр.

6.4 Объемы инструментальных наблюдений по «струнной» КИА

6.4.1 Объемы инструментальных наблюдений по закладной КИА приведены в Приложении Г исходя из количества установленной «струнной» КИА на ГТС и периодичности съёма показаний с неё в 2020 году и в 2021 году.

6.5 Оформление результатов инструментальных наблюдений по «струнной» КИА

6.5.1 Данные выполненных ручных замеров со «струнной» КИА должны заносится в полевые журналы натурных наблюдений (образец полевого журнала по дистанционной КИА приведен в Приложении графической части настоящего Регламента), а также в минимально возможные сроки в электронную базу данных информационно-диагностической системы БИНГ Загорской ГАЭС-2.

7 Проведение наблюдений по фильтрационной КИА

7.1 Состав фильтрационной КИА

7.1.1 Для контроля показателей фильтрационного режима в теле и основании гидротехнических сооружений предусмотрены пьезометры опускные и пьезометры закладные напорные.

7.1.2 В Приложении А (таблицы А.1-А.3) приведена информация по фильтрационной КИА:

- на подготовительный период проведения работ по выравниванию здания ГАЭС (2020 год);
- на период проведения работ по выравниванию здания ГАЭС (2021 год).

Схемы размещения фильтрационной КИА на подготовительный период и период выравнивания представлены в графической части настоящего Регламента.

7.2 Методика проведения наблюдений по фильтрационной КИА

7.2.1 Измерение уровней воды в опускных пьезометрах осуществляется с помощью рулетки и лота, оснащённого хлопушкой, свистком или электроконтактным прибором.

7.2.2 Измерения давления воды в напорных пьезометрах осуществляется с помощью образцовых манометров, устанавливаемых на оголовок напорного пьезометра.

7.2.3 Измерение уровня воды выполняется два раза и при расхождении замеров свыше 2 см производится дополнительный контрольный замер. Среднее значение двух близких замеров принимается в качестве измеряемой величины.

7.3 Периодичность проведения наблюдений по фильтрационной КИА

7.3.1 Периодичность ручных съёмов показаний с фильтрационной КИА на 2020 год – I÷II квартал 2021 года представлена в Приложении В (таблица В.1).

7.3.2 В период выравнивания здания ГАЭС периодичность ручных съёмов показаний с фильтрационной КИА определена (сокращена) исходя из установленной всей дополнительной КИА и введенной в эксплуатацию автоматизированной системы диагностического контроля (РД № 1938-34-52). Периодичность представлена в Приложении В (таблица В.2).

7.3.3 Принятая периодичность проведения контрольных наблюдений определена исходя из текущего технического состояния ГТС (оценка по данным натурных наблюдений), предусматриваемых к выполнению работ по усилению ряда конструкций, внедрения дополнительной КИА и её автоматизации. При этом, обращает на себя внимание, что настоящая периодичность проведения контрольных наблюдений на разных помещениях, отметках и сооружениях ГТС станционного узла, а также по прилегающей территории ГТС может быть при соответствующем обосновании изменена исходя из необходимости, условий производства работ, погодных условий, особенностей производства работ по выравниванию здания и пр.

7.4 Объемы инструментальных наблюдений по фильтрационной КИА

Объемы инструментальных наблюдений по фильтрационной КИА приведены в Приложении Г исходя из количества установленной фильтрационной КИА на ГТС и периодичности съёма показаний с неё в 2020 году и в 2021 году.

7.5 Оформление результатов наблюдений по фильтрационной КИА

7.5.1 Данные выполненных фильтрационных наблюдений должны заносится в полевые журналы натурных наблюдений (образец полевого журнала по фильтрационной КИА приведен в Приложении графической части настоящего Регламента), а также в минимально возможные сроки в электронную базу данных информационно-диагностической системы БИНГ Загорской ГАЭС-2.

7.5.2 Необходимо учитывать дополнительные трудозатраты для замера уровней воды в опускных пьезометрах, размещенных на площадке КРУЭ-500, которая расположена на территории филиала ПАО «РусГидро» - «Загорская ГАЭС» (требуется допуск на объект и подъезд).

8 Проведение наблюдений за вертикальными перемещениями (проведение нивелирования)

8.1 Состав КИА для наблюдений за вертикальными перемещениями

8.1.1 Для контроля показателей вертикальных перемещений (осадок) гидротехнических сооружений установлены марки бетонные стеновые, марки поверхностные бетонные, марки поверхностные грунтовые, труба-марки, планово-высотные знаки.

8.1.2 В Приложении А (таблицы А.1-А.3) приведена информация по геодезической КИА:

- на подготовительный период проведения работ по выравниванию здания ГАЭС без учёта установленной дополнительной КИА и с учётом установленной дополнительной КИА (МПГ) по РД № 1938-34-51;
- на период проведения работ по выравниванию здания ГАЭС с учётом установленной всей дополнительной КИА и введённой в эксплуатацию автоматизированной системы диагностического контроля (2021 год);
- на период проведения контрольных наблюдений в период стабилизации здания ГАЭС после выполнения работ по выравниванию (по июнь 2022 года).

Схемы размещения геодезической КИА на подготовительный период и период выравнивания представлены в графической части настоящего Регламента.

8.2 Методика проведения наблюдений за вертикальными перемещениями

8.2.1 Наблюдения за осадками сооружений проводятся путем периодического геометрического нивелирования высотных марок, расположенных на сооружениях, от исходной высотной геодезической сети, расположенной за пределами сооружений, в соответствии с инструкцией по нивелированию.

8.2.2 Для определения осадок бетонных гидротехнических сооружений и их оснований от кустов исходных реперов прокладывают нивелирные ходы 2 разряда, которые образуют единую нивелирную сеть, опирающуюся на опорные (рабочие) реперы сети. Эта сеть уравнивается по специальной программе на компьютере.

8.2.3 Для определения осадок перемычки реверсивного канала, прилегающей территории ГТС станционного узла и склона прокладывают нивелирные ходы 3 класса в одном направлении, при этом ход должен быть замкнутым.

8.2.4 Схемы нивелирования и подсчёты объёмов работ приведены в графической части настоящего Регламента, а именно:

- схема и подсчет объемов работ по нивелированию II класса марок, установленных на сооружениях станционного узла отм. 166,400 м, представлена в Приложении В.1 графической части;
- схема и подсчет объемов работ по нивелированию II класса марок, установленных на сооружениях станционного узла отм. 149,850 м (здание ГАЭС,

монтажная площадка, подпорные стены ЛВ-1-5, ПВ-3-5, ППТУ № 4), представлена в Приложении В.2 графической части;

- схема и подсчет объемов работ по нивелированию II класса марок, установленных в машинном зале здания ГАЭС и монтажной площадки на отм. 149,850 м, представлена в Приложении В.3 графической части;

- схема и подсчет объемов работ по нивелированию II класса марок, установленных в служебно-производственном корпусе, представлена в Приложении В.4 графической части;

- схема и подсчет объемов работ по нивелированию II класса марок, установленных в здании ГАЭС на отм. 142,700 м, представлена в Приложении В.5 графической части;

- схема и подсчет объемов работ по нивелированию II класса марок, установленных в здании ГАЭС на отм. 125,000 м, представлена в Приложении В.6 графической части;

- схема и подсчет объемов работ по нивелированию II класса марок, установленных в ПС-8, представлена в Приложении В.7 графической части;

- схема и подсчет объемов работ по нивелированию III класса марок, установленных на перемычке реверсивного канала, представлена в Приложении В.8 графической части;

- схема и подсчет объемов работ по нивелированию III класса марок поверхностных грунтовых временных, установленных по периметру ГТС станционного узла, представлена в Приложении В.9 графической части;

- схема и подсчет объемов работ по нивелированию III класса планово-высотных знаков, установленных на откосах котлована здания ГАЭС и склоне, представлена в Приложении В.10 графической части.

8.2.5 В соответствии со «Справочником базовых цен на инженерные изыскания для строительства. Инженерно-геодезические изыскания при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений»:

- условия выполнения рекогносцировки и наблюдений за вертикальными перемещениями (нивелирование) относятся к III категории сложности.

- расстояния по внутреннему транспорту связанные с перевозкой изыскателей, оборудования и материалов от места базирования изыскательской организации до участка изысканий и обратно, а также непосредственно на участке работ относится к категории от 10 до 15 км.

- расстояния по внешнему транспорту, связанные с проездом работников и перевозкой изыскательского оборудования и грузов от постоянного местонахождения организации до места базирования относится к категории от 100 до 300 км.

8.3 Периодичность проведения наблюдений за вертикальными перемещениями

8.3.1 Периодичность нивелирных ходов на 2020 год представлена в Приложении В (таблица В.1).

8.3.2 В период выравнивания здания ГАЭС периодичность нивелирных ходов

определена (сокращена) исходя из введенной в эксплуатацию автоматизированной системы контроля за пространственным положением ГТС станционного узла и откосов котлована здания ГАЭС (РД № 1938-34-47). Периодичность представлена в Приложении В (таблица В.2).

8.3.3 Принятая периодичность проведения контрольных наблюдений определена исходя из текущего технического состояния ГТС (оценка по данным натурных наблюдений), предусматриваемых к выполнению работ по усилению ряда конструкций, внедрения дополнительной КИА и её автоматизации. При этом, обращает на себя внимание, что настоящая периодичность проведения контрольных наблюдений на разных помещениях, отметках и сооружениях ГТС станционного узла, а также по прилегающей территории ГТС может быть при соответствующем обосновании изменена исходя из необходимости, условий производства работ, погодных условий, особенностей производства работ по выравниванию здания и пр.

8.4 Объемы наблюдений за вертикальными перемещениями

Объем наблюдений по контрольно-измерительной аппаратуре для наблюдений за осадками определяется на основе длины нивелирного хода (количества штативов) и количества циклов наблюдений в год. Объёмы нивелирования определены на подготовительный период до установки дополнительной геодезической КИА (первое полугодие 2020 года), на подготовительный период с учётом установленной дополнительной геодезической КИА (второе полугодие 2020 года), а также на период выравнивания здания ГАЭС с учётом введенной в эксплуатацию системы за автоматизированным контролем пространственного положения ГТС станционного узла.

Объемы наблюдений за вертикальными перемещениями по контрольно-измерительной аппаратуре представлены в Приложении Г.

8.5 Обработка и оформление результатов наблюдений за вертикальными перемещениями

Регистрация наблюдений выполняется в памяти инструмента (нивелира) без ведения полевого журнала.

Результаты выполненных наблюдений за вертикальными перемещениями заносятся в соответствующие журналы наблюдений и в электронную базу данных информационно-диагностической системы БИНГ. Форма журнала инструментальных наблюдений за вертикальными перемещениями представлена в Приложении графической части настоящего регламента.

9 Проведение наблюдений по трехмарочным щелемерам

9.1 Состав щелемеров

Для контроля относительных горизонтальных смещений гидротехнических сооружений, а также контроля раскрытия трещин установлены трехосные (трехмарочные) щелемеры.

Состав и количество щелемеров на 2020-2021 годы наблюдений приведены в Приложении А (таблицы А.1-А.3). В настоящий период трехмарочные щелемеры установлены только на верхних подпорных стенах ЛВ-1…ЛВ-6 и ПВ-3…ПВ-5, на остальных ГТС станционного узла до момента окончания работ по выравниванию здания ГАЭС установка трехмарочных щелемеров не предусмотрена.

9.2 Методика проведения наблюдений по щелемерам

9.2.1 Перемещения в межсекционных швах являются параметрами относительных перемещений секций.

9.2.2 На верховых подпорных стенах ПВ и ЛВ ГТС станционного узла используются трехмарочные щелемеры (ЩМ), которые состоят из четырех стальных цилиндрических марок (см. рисунок 4.4.7, 9.2.2), обеспечивающих измерение с помощью штангенциркуля плановых перемещений смежных секций друг относительно друга: вдоль и поперек плоскости шва. Три марки (1–3) расположены на одной из секций по двум взаимно перпендикулярным направлениям, соответствующим направлениям измеряемых перемещений. Одна марка (4) расположена на смежной секции. Процесс измерения заключается в прикладывании штанги штангенциркуля к соответствующей паре марок (1, 2 или 1, 3) и снятии отсчета при положении губок штангенциркуля прижатыми к внешним образующим цилиндров марки (4) и марки (1). Перемещения (мм) смежных секций друг относительно друга вычисляются как разница между текущим (F) и начальным (A) отсчетами:

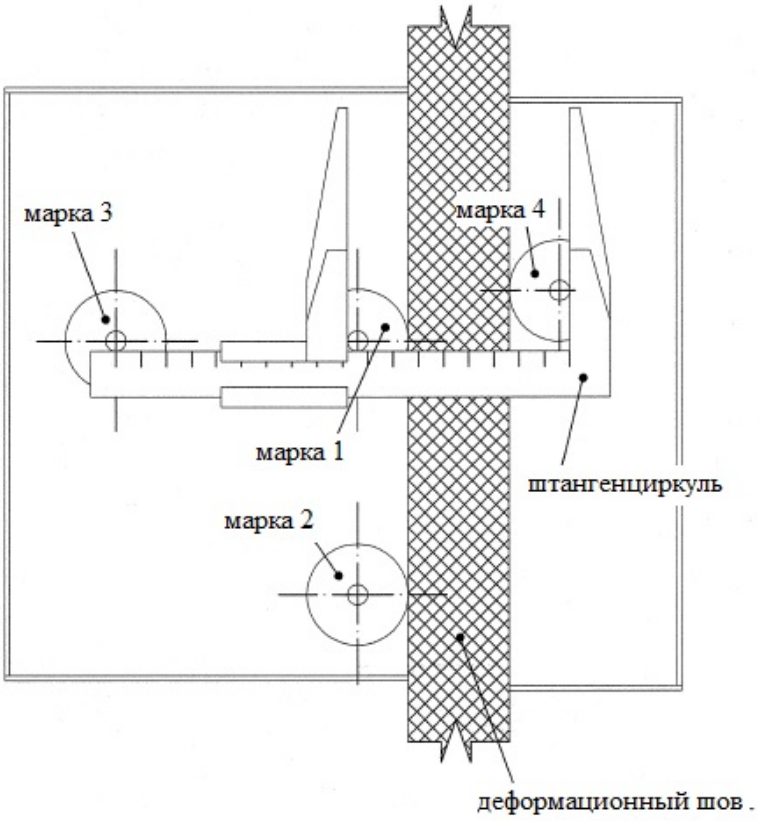
$$Y = F - A, \qquad (1)$$

Для перемещений поперек плоскости шва положительные значения, вычисляемые по зависимости (1), характеризуют величины раскрытия шва между секциями, а отрицательные – величины закрытия его относительно состояния шва во время снятия начального отсчета.

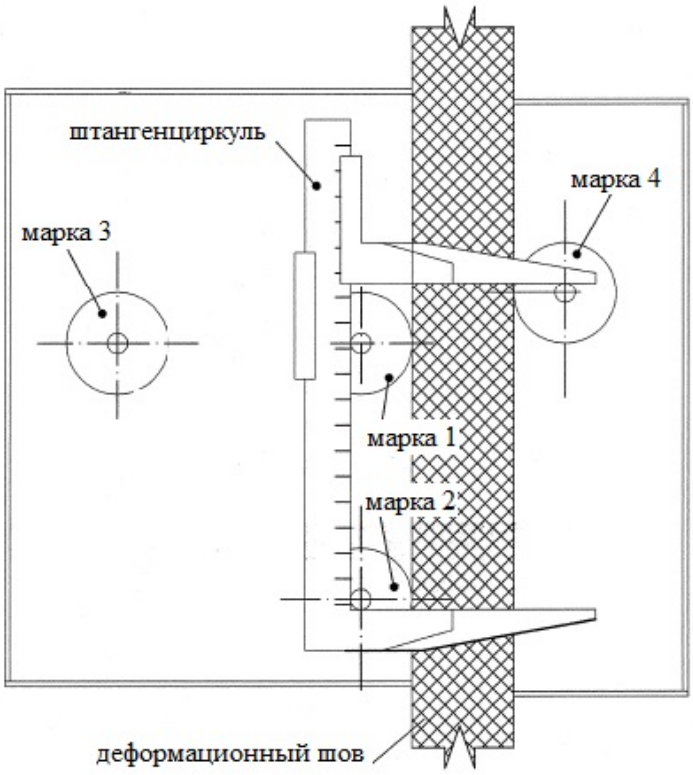
Знак перемещений вдоль плоскости шва зависит от положительного направления осей координат и от положения марки (4) относительно марок (1) и (2). В качестве положительного направления плановых относительных перемещений принято перемещение секции с большим номером относительно секции с меньшим номером в сторону нижнего бьефа. Значит, если измеряется увеличение расстояния между марками (1) и (4) и направление измеряемого смещения совпадает с указанным выше положительным направлением, то для пересчета используется формула (1), если же этого совпадения не наблюдается, то используется формула (2):

$$Y = A - F, \qquad (2)$$

Кроме того, при измерениях необходимо учитывать положение марки (4) относительно марок (1) и (2) (см. рисунок 9.2.2).



а)



б)

Рисунок 9.2.2 - Схема измерения штангенциркулем плановых относительных перемещений секций сооружений с помощью щелемера:
а) измерение раскрытия шва; б) измерение относительного смещения смежных блоков

На рисунке показано положение марки (4), соответствующее положительному значению F . Если марка (4) будет расположена между марками (1) и (2), т. е. по другую сторону оси, проходящей через марки (1) и (3), значение F примет отрицательное значение.

Основная погрешность описанных измерений оценивается ± 0,2 мм.

Таким образом, с помощью одного щелемера измеряются две компоненты перемещений.

Кроме перемещений смежных секций, значения которых получаются в результате обработки показаний выше перечисленных измерительных устройств, могут вычисляться также относительные перемещения целого ряда секций.

9.2.3 Наблюдения по щелемерам выполняют с помощью штангенциркуля с удлиненными губками (см. рисунок 9.2.3). При проведении наблюдений измеряются две компоненты смещений смежных секций друг относительно друга: вдоль и поперек плоскости шва.

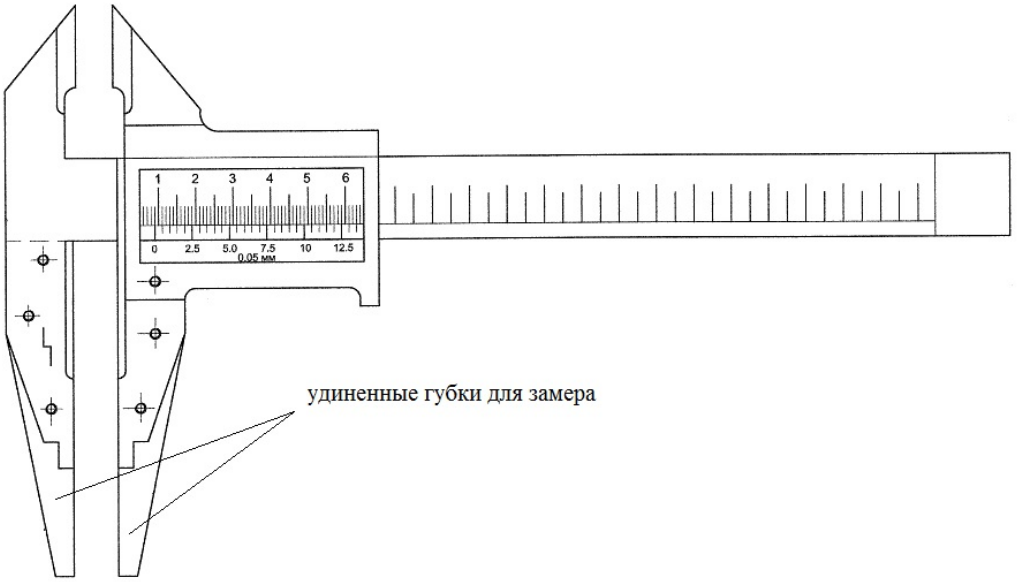


Рисунок 9.2.3 – Штангенциркуль для измерения смещений смежных секций друг относительно друга (вдоль и поперек плоскости шва) по трехмарочным щелемерам

9.2.4 В соответствии со «Справочником базовых цен на инженерные изыскания для строительства. Инженерно-геодезические изыскания при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений»:

- условия выполнения наблюдений по трехосным щелемерам относятся к I категории сложности.

9.3 Периодичность проведения наблюдений по щелемерам

Периодичность проведения наблюдений по щелемерам на 2020-2021 годы представлена в Приложении В (таблицы В.1-В.2).

9.4 Объемы наблюдений по щелемерам

Объем наблюдений по щелемерам определяется на основе количества щелемеров и количества циклов наблюдений по ним в год (подготовительный период 2020 года и на период выравнивания здания на 2021 год).

Объем наблюдений по щелемерам представлен в Приложении Г.

9.5 Обработка и оформление результатов наблюдений по щелемерам

9.5.1 Перемещения (мм) смежных секций друг относительно друга вычисляются как разница между текущим и начальным отсчетами (1 и 2). По результатам щелемерных наблюдений для обоих направлений строятся:

- графики раскрытия шва (замеры поперек шва);
- графики относительных смещений секций (замеры вдоль шва).

9.5.2 Результаты выполненных наблюдений по щелемерам заносятся в соответствующие журналы наблюдений и в электронную базу данных информационно-диагностической системы БИНГ. Форма журнала наблюдений по щелемерам представлена в Приложении графической части настоящего Регламента.

10 Проведение наблюдений за подвижками точек откосов котлована здания ГАЭС и деформаций ГТС

10.1 Состав КИА для наблюдений за подвижками точек откосов котлована здания ГАЭС и деформаций ГТС

10.1.1 Для контроля за горизонтальными перемещениями (подвижками), предусмотрены свето-дальномерные знаки, метки отражающей пленки (до момента установки системы контроля пространственного положения ГТС), планово-высотных знаков.

10.1.2 В Приложении А (таблицы А.1-А.3) приведена информация по геодезической КИА:

- на подготовительный период проведения работ по выравнивания здания ГАЭС без учёта установленной дополнительной КИА (первое полугодие 2020 года) и с учётом установленной дополнительной КИА (МПГ) по РД № 1938-34-51 (второе полугодие 2020 года);

- на период проведения работ по выравниванию здания ГАЭС с учётом установленной всей дополнительной КИА и введённой в эксплуатацию автоматизированной системы диагностического контроля (2021 год).

Схемы размещения геодезической КИА на подготовительный период и период выравнивания представлены в графической части настоящего Регламента.

10.2 Методика проведения наблюдений за подвижками точек откосов котлована здания ГАЭС и деформаций ГТС

Определение координат соответствующих геодезических знаков (СДЗ, МТ, ПВЗ) выполняется методом линейно-угловых измерений тахеометром с временных точек и от пунктов плановой сети. Инструмент центрируется на точке съемки и ориентируется на соответствующие пункты плановой сети, на марку же устанавливается мини-призма. Линейно-угловые измерения проводится способом круговых приемов (двумя приемами) с измерением расстояний при каждом наведении на визирную цель.

Все работы по наблюдениям за светодальномерным знакам должны проводится в пасмурную погоду с ветром 2-4 м/сек или в период со спокойным изображением, допускается проведение наблюдений в ночной период времени суток.

В соответствии со «Справочником базовых цен на инженерные изыскания для строительства. Инженерно-геодезические изыскания при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений»:

- условия выполнения наблюдений за подвижками точек склона и деформаций зданий и сооружений относятся к II категории сложности.

10.3 Периодичность проведения наблюдений за подвижками точек откосов котлована здания ГАЭС и деформаций ГТС

10.3.1 Периодичность за горизонтальными перемещениями (подвижками) на 2020 год – I÷II квартал 2021 года представлена в Приложении В (таблица В.1).

10.3.2 В период выравнивания здания ГАЭС периодичность наблюдений за

горизонтальными перемещениями (подвижками) определена исходя из введенной в эксплуатацию автоматизированной системы контроля за пространственным положением ГТС станционного узла и откосов котлована здания ГАЭС (РД № 1938-34-47). Периодичность представлена в Приложении В (таблица В.2).

10.3.3 Принятая периодичность проведения контрольных наблюдений определена исходя из текущего технического состояния ГТС (оценка по данным натурных наблюдений), предусматриваемых к выполнению работ по усилению ряда конструкций, внедрения дополнительной КИА и её автоматизации. При этом, обращает на себя внимание, что настоящая периодичность проведения контрольных наблюдений на разных помещениях, отметках и сооружениях ГТС станционного узла, а также по прилегающей территории ГТС может быть при соответствующем обосновании изменена исходя из необходимости, условий производства работ, погодных условий, особенностей производства работ по выравниванию здания и пр.

10.4 Объемы наблюдений за подвижками точек откосов котлована здания ГАЭС и деформаций ГТС

Объем наблюдений за горизонтальными перемещениями (подвижками) определяется на основе количества плановых и геодезических знаков и количества циклов наблюдений по ним в год (подготовительный период 2020 года и на период выравнивания здания на 2021 год).

Объем наблюдений за горизонтальными перемещениями (подвижками) представлен в Приложении Г.

10.5 Оформление результатов наблюдений за подвижками точек откосов котлована здания и деформаций ГТС

Регистрация наблюдений выполняется в памяти инструмента (тахеометра) без ведения полевого журнала.

Результаты выполненных наблюдений за горизонтальными перемещениями (подвижками) заносятся в соответствующие журналы наблюдений и в электронную базу данных информационно-диагностической системы БИНГ. Форма журнала наблюдений за горизонтальными перемещениями (подвижками) представлена в Приложении графической части настоящего Регламента.

11 Предельно допустимые значения показателей состояния ГТС станционного узла

11.1 При выравнивании здания в нем будут возникать внутренние усилия, поэтому порядок выполнения работ по подъему осуществляется в определенной последовательности, обеспечивающей не превышение внутренних усилий в сооружении над допустимыми. 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. Расчеты НДС здания ГАЭС в процессе выравнивания будут корректироваться постадийно по ходу выполнения работ.

11.2 До наличия актуальных расчетных значений в зависимости от стадии выравнивания здания, в качестве контрольных значений необходимо использовать предельные нормативные значения по напряжениям в бетоне и арматуре, а также по ширине раскрытия трещин (как для ранее зафиксированных, так и для вновь выявленных трещин в процессе выравнивания здания).

11.3 Для ГТС станционного узла, прилегающей территории и площадки размещения КРУЭ-500 на подготовительный период (2020 год) и на период выравнивания здания ГАЭС (2021 год) критериальных значений не предусмотрено. Оперативная оценка (экспресс-анализ) состояния сооружений станционного узла должна выполняться путем сравнения полученных данных натурных наблюдений с требованиями нормативной и проектной документации.

11.4 При проведении оперативной оценки (экспресс-анализ) состояния перемычки реверсивного канала на подготовительный период (2020 год) и на период выравнивания здания ГАЭС (2021 год) предусмотрены зарегистрированные в 2016 году Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору «Критерии безопасности гидротехнических сооружений Загорской ГАЭС-2» № 16-16(02)0033-00-ГАЭС (Этап строительства) [24].

В таблицах 11.4.1-11.4.5 приведен перечень количественных диагностических показателей состояния перемычки реверсивного канала и назначенные качественные и количественные диагностируемые показатели.

Таблица 11.4.1 - Перечень количественных диагностических показателей состояния перемычки реверсивного канала

№ пп.	Наименование показателя, размерность	Наименование измерительного устройства	Место наблюдений	Количество диагностических показателей
1	Осадки перемычки, мм	марка поверхностная грунтовая	гребень на отм. 164,000	4
2	Пьезометрические уровни в теле перемычки	пьезометр опускной	Тело перемычки ПК 2+04 (Створ 2а), ПК 2+88 (Створ 3б)	4

№ пп.	Наименование показателя, размерность	Наименование измерительного устройства	Место наблюдений	Количество диагностических показателей
3	Средние градиенты напора в основании перемычки	пьезометр опускной	основание ПК 1+00 (створ 1), ПК 2+84 (створ 3а), ПК 3+90 (створ 5)	3

Таблица 11.4.2 - Критериальные значения осадки гребня перемычки (вертикальные перемещения марок поверхностных грунтовых)

№ пп.	Место установки КИА	Тип и номер КИА	К1, мм/мес	К2, мм
1	Гребень перемычки ПК 1+00	Марка поверхностная грунтовая **П.МГ1**	±50	±500
2	Гребень перемычки ПК 2+00	Марка поверхностная грунтовая **П.МГ2**	±50	±500
3	Гребень перемычки ПК 2+80	Марка поверхностная грунтовая **П.МГ3**	±50	±500
4	Гребень перемычки ПК 3+60	Марка поверхностная грунтовая **П.МГ4**	±50	±500

Таблица 11.4.3 - Критериальные значения положения поверхности депрессии в теле перемычки

№ пп.	Место установки КИА	Тип и номер КИА	К1, м	К2, м
1	Тело перемычки Створ 2а ПК 2+04	Пьезометр опускной **П.ПО14**	158,800	160,230
2		Пьезометр опускной **П.ПО13***	155,400	156,100
3	Тело перемычки Створ 3б ПК 2+88	Пьезометр опускной **П.ПО18**	158,800	160,230
4		Пьезометр опускной **П.ПО17***	155,400	156,100

Примечание:

* - по Акту № 1 от 20.08.2019, до момента выполнения дополнительной гидроизоляции устьев пьезометров П.ПО13 и П.ПО17 в первом полугодии 2020 г., временно не сопоставлять показания пьезометров П.ПО13 и П.ПО17 с критериальными значениями

Таблица 11.4.4 - Критериальные значения градиентов напора в основании перемычки

№ пп.	Место установки КИА	Тип и номер КИА	К1	К2
1	Основание перемычки ПК 1+00	Пьезометр опускной **П.ПО 3 - П.ПО 2**	0,59	-

№ пп.	Место установки КИА	Тип и номер КИА	К1	К2
2		Пьезометр опускной **П.ПО 2 - П.ПО 1**	0,42	-
3	Основание перемычки ПК 2+84	Пьезометр опускной **П.ПО16 - П.ПО15**	0,43	-
4	Основание перемычки ПК 3+90	Пьезометр опускной **П.ПО20 - П.ПО19**	1,29	-

Таблица 11.4.5 - Критериальные значения качественных диагностических показателей состояния перемычки

Объект контроля	Уровень критериального значения	Диагностический показатель состояния
Верховой откос (верховая призма)	**К1**	- появление локальных участков просадки, выпора грунта более 0,5 м
	К2	- просадка, выпор грунта более 1,0 м
Гребень перемычки	**К1**	- появление локальных участков просадки более 0,3 м, появление продольных и поперечных трещин
	К2	- просадка грунта более 0,5 м, развитие трещин со смещением (уступом)
Низовой откос, бермы низового откоса	**К1**	- появление локальных участков просадки, промоин глубиной более 0,5 м образование трещин - появление локальных участков намокания, рассредоточенных выходов воды на откос
	К2	- просадка, развитие промоин и размывов глубиной более 1,0 м, развитие трещин со смешением (уступом), возникновение признаков оползания - появление источников сосредоточенного выхода воды, вынос и отложение частиц грунта, оплывание откоса
Зона берегового сопряжения перемычки и бетонного крепления откосов реверсивного канала	**К1**	- деформации плит крепления, локальные просадки, промоины, трещины, намокание откосов
	К2	- образование пустот под плитами, деформации и разрушении плит, просадка и оползание откосов - появление сосредоточенной выходов воды, вынос, отложение грунта, оплывание откоса
Прилегающий к перемычке реверсивный канал (рисберма)	**К1**	- осадка и смещения плит, разрушение уплотнений швов, появление трещин
	К2	- вынос грунта подготовки, образование пустот под плитами, просадка и разрушение плит - появление сосредоточенных выходов воды, с взвешенными частицами грунта

12 Ведение электронной базы данных натурных наблюдений ИДС «БИНГ»

12.1 Данные выполненных визуальных наблюдений (записи о обнаруженных дефектах с их привязкой и параметрами, фотографии дефектов, обновленные карты-развертки), а также инструментальные наблюдения (ручной съем показаний с закладной КИА, с фильтрационной КИА, с КИА за осадками и деформациями), должны в минимально возможные сроки заноситься Исполнителем в электронную базу данных натурных наблюдений ИДС.

12.2 В состав информации вводимой в базу данных входит:

- формирование паспорта контрольно-измерительной аппаратуры;
- схемы размещения контрольно-измерительной аппаратуры;
- данные наблюдений по установленной контрольно-измерительной аппаратуре;
- данные визуальных наблюдений;
- критерии безопасности гидротехнических сооружений (при наличии);
- другая информация.

Ввод показаний наблюдений осуществляется не позднее 2 дней после выполнения наблюдений и/или камеральной обработки.

12.3 В период подготовки ГТС к выравниванию здания ГАЭС (2020 год) и в период выравнивания здания ГАЭС (2021 год) по результатам ведения базы данных информационно-диагностической системы «БИНГ» составляется информационный отчет (информация о внесённых в базу БИНГ результатах визуальных наблюдениях и инструментальных наблюдений за отчетный квартал), представляемый Заказчику ежеквартально.

13 Осуществление технической поддержки, обеспечение технического обслуживания автоматизированной системы диагностического контроля и предоставление удаленного доступа к электронной базе ИДС "БИНГ" ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2

13.1 В целях выполнения оперативной оценки состояния ГТС станционного узла в подготовительный период (2020 год) и в период проведения работ по выравниванию здания ГАЭС (2021 год), лицам ответственным за анализ и контроль состояния ГТС должен предоставляться онлайн доступ к базе данных натурных наблюдений ИДС «БИНГ» Загорской ГАЭС-2.

Онлайн доступ к базе данных ИДС «БИНГ» обеспечивается путем предоставления удаленного доступа к web-ресурсам ИДС «БИНГ».

13.2 Обеспечение технической поддержки и предоставление удаленного доступа к информационно-диагностической системе «БИНГ» должны обеспечивать возможность круглосуточного доступа к ИДС «БИНГ» не менее 10 пользователям одновременно. При отсутствии доступа к информационно-диагностической системе «БИНГ», Исполнитель направляет 1 раз в неделю оперативную информацию о контролируемых показателях состояния, за период не менее 2-х последних месяцев, на электронную почту в соответствии с адресами рассылки, указанными Заказчиком.

13.3 Не реже чем в конце каждого отчетного года должно выполняться резервное копирование электронной базы данных ИДС «БИНГ» Загорской ГАЭС-2 и предоставляться в адрес Генпроектировщика и Заказчика.

13.4 Состав и объёмы работ по обеспечению работоспособности автоматизированной системы диагностического контроля отражены в документе «Автоматизированная система диагностического контроля ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 на период выравнивания здания. Техническая поддержка № 1938-34-52/АСДК/ТО.

13.5 Состав и объём работ по обеспечению работоспособности системы специального контроля пространственного положения ГТС станционного узла в период выравнивания здания ГАЭС в 2021 году и требования к сервисному обслуживанию приведены в Регламенте специальных наблюдений за пространственным положением ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 в период выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 в 2021 году № 1938-40-544.3.

14 Оценка состояния ГТС станционного узла

14.1 Оценка состояния ГТС включает оперативное решение вопросов, связанных с выявленными в процессе проведения наблюдений негативными явлениями, дефектами, отклонениями от проектных значений, превышений критериальных значений, включая подготовку и представление Заказчику заключения с анализом сложившейся ситуации, предложениями и рекомендациями, а также формирование и выдачу периодических отчетов с результатами анализа, и оценки состояния гидротехнических сооружений, выводами и рекомендациями.

14.2 Проведение оперативной оценки (экспресс-анализ) показателей состояния ГТС выполняется путем сопоставления значений наблюдаемых диагностических показателей с их критериальными значениями (или проектными расчетными значениями).

В случае выявления превышения качественных критериальных значений Исполнитель осуществляет оповещения Заказчика в соответствии с «Порядком оповещения о превышении критериальных значений на сооружениях Загорской ГАЭС- 2» (приведено в Приложении Д графической части настоящего Регламента).

14.3 Результаты оценки состояния гидротехнических сооружений в период подготовки ГТС к выравниванию здания ГАЭС (2020 год) и в период выравнивания здания ГАЭС (2021 год) представляются в виде ежеквартального технического отчета о состоянии гидротехнических сооружений Загорской ГАЭС-2, включающего:

- информацию о ходе выполнения работ по выравниванию здания;
- анализ и оценка достаточности действующей контрольно-измерительной аппаратуры;
- анализ и оценка показателей состояния гидротехнических сооружений, выявленных неблагоприятных процессов, явлений и тенденций в работе;
- оценка технического состояния гидротехнических сооружений и их соответствия требованиям норм, проектным положениям и критериям безопасности;
- рекомендации по обеспечению надежности и безопасности гидротехнических сооружений.

14.4 На период выравнивания здания ГАЭС (2021 год) в рамках задач Рабочей группы по организации работ по управлению выравниванием предусмотрены отдельные ежедневные информации об изменениях отдельных показателей состояния здания ГАЭС, связанных с процессами нагнетания инъекционных состав в основание здания. Данные объёмы заложены в документе «Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Программа работ по сопровождению выравнивания здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 № 1938-40-559».

15 Список литературы

1. Федеральный закон РФ № 117-ФЗ от 21.07.1997 «О безопасности гидротехнических сооружений» (с изменениями на 29.07.2018).

2. Постановление Правительства РФ от 27.10.2012 № 1108 «О федеральном государственном надзоре в области безопасности гидротехнических сооружений» (с изменениями на 04.08.2017) об утверждении Положения о Федеральном государственном надзоре в области безопасности гидротехнических сооружений (с изменениями на 04.08.2017).

3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации (СО 153-34.20.501-2003) - Утверждены: приказом Минэнерго России от 19.06.2003 № 229.

4. ГОСТ Р22.1.02-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Введен в действие постановлением Госстандарта России от 21.12.1995 № 625.

5. СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003» (с Изменением № 1) – Утвержден: приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 29.12.2011 № 623.

6. СТО 70238424.27.140.035-2009. Гидроэлектростанции. Мониторинг и оценка технического состояния гидротехнических сооружений в процессе эксплуатации. Нормы и требования – УТВЕРЖДЕН: приказом НП "ИНВЭЛ" от 04.12.2009 № 88.

7. СТО 70238424.27.140.026–2009 «Гидроэлектростанции. Оценка и прогнозирование рисков возникновения аварий гидротехнических сооружений. Нормы и требования». Стандарт организации НП «ИНВЭЛ» - Утвержден: приказом НП "ИНВЭЛ" от 04.12.2009 № 88.

8. СТО 17330282.27.140.003-2008 «Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования».

9. СТО 17330282.27.140.016-2008 «Здания ГЭС и ГАЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования».

10. РД-03-259-98 «Инструкция о порядке ведения мониторинга безопасности гидротехнических сооружений предприятий, организаций, подконтрольных органам Госгортехнадзора России», утвержденная постановлением Госгортехнадзора России от 12.01.98 № 2 и зарегистрированная Минюстом России 02.04.98 № 1467.

11. Рекомендации по проведению визуальных наблюдений и обследований на грунтовых плотинах П72-2000 – С.П.: ОАО «ВНИИГ», 2000.

12. СП 23.13330.2018 «Основания гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.02-85» - Утвержден: приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 13.08 2018 № 513/пр.

13. СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84* (с Изменениями № 1, 2, 3)» - Утвержден: приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 29.12.2011.

14. СП 40.13330.2012 «Плотины бетонные и железобетонные. Актуализированная редакция СНиП 2.06.06-85» (с Изменением № 1) – Утвержден: приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 29.12.2011 № 618.

15. СП 41.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.06.08.-87» (с Изменением №1) – Утвержден: приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 29.12.2011 № 635/13.

16. СП 38.13330.2012 (Актуализированная редакция СНиП 2.06.04-82*) «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения».

17. Проектная документация «Корректировка ТЭО (проект) строительства Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье» № 1963 – М.: ОАО «Институт Гидропроект», 2015.

18. Рабочая документация № 1938-56-12 «Восстановление Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье. Аварийно-спасательные работы. Реверсивный канал. Конструкция перемычки» - М.: ОАО «Институт Гидропроект», 2014.

19. Рабочая документация № 1938-56-2 «Восстановление Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье. Аварийно-спасательные работы. Реверсивный канал. Перемычка. Крепление верхового откоса» - М.: ОАО «Институт Гидропроект», 2014.

20. Рабочая документация № 1938-56-3 «Восстановление Загорской ГАЭС-2. Реверсивный канал. Перемычка. II очередь возведения (до отм. 162,20)» - М.: ОАО «Институт Гидропроект», 2013.

21. Рабочая документация № 1938-56-4 «Восстановление Загорской ГАЭС-2. Реверсивный канал. Перемычка. Крепление верхового откоса. I очередь крепления» - М.: ОАО «Институт Гидропроект», 2013.

22. Рабочая документация № 1938-56-8 «Восстановление Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье. Аварийно-спасательные работы. Реверсивный канал. Перемычка. Конструкция упорно-дренажной призмы» - М.: ОАО «Институт Гидропроект», 2013.

23. Рабочая документация № 1938-56-11 «Восстановление Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье. Аварийно-спасательные работы. Реверсивный канал. Перемычка. Конструкция гребня и крепление низового откоса» - М.: ОАО «Институт Гидропроект», 2014.

24. Критерии безопасности гидротехнических сооружений Загорской ГАЭС-2 (Этап строительства), зарегистрированные в 2016 году Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору №16-16(02)0033-00-ГАЭС – М.: АО «Институт Гидропроект», 2016.

25. Ликвидация последствий осадки здания станционного узла Загорской ГАЭС-2 и восстановительные работы. Разработка проектной документации – М.: АО «Институт Гидропроект», 2015.

26. Ежеквартальный технический отчет о состоянии гидротехнических сооружений станционного узла и перемычки реверсивного канала Загорской ГАЭС-2 за II квартал 2019 года № 1938-40-551.1 – М.: АО «Институт Гидропроект», 2019.

27. Технический отчет «Обследование гидротехнических сооружений станционного узла Загорской ГАЭС-2» - М.: АО «Институт Гидропроект», 2018.

ПРИЛОЖЕНИЕ А.
Сводная таблица КИА на ГТС станционного узла для проведения инструментальных наблюдений

Таблица А.1 – Сводная таблица КИА на ГТС станционного узла для проведения инструментальных наблюдений на период подготовки ГТС к выравниванию без учёта доп. КИА (I полугодие 2020 г.)

№ пп.	Наименование КИА		Здание ГАЭС	Монтажная и временная монтажная площадка	Служебно-производствен-ный корпус	Подпорные стены ПС-3, 4, 5, 9, 10	Подпорная стена ПС-8	Подпорные стены ПВ-1…ПВ-6 ЛВ-1…ЛВ-6	ППТУ № 4	Площадка размещения КРУЭ-500	Прилегаю-щая территория к ГТС	Перемычка	Общее кол-во КИА
	полное	сокращенное											
КИА для контроля за осадками и перемещениями													
1	труба-марка	ТМ	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	**4**
2	марка поверхностная бетонная	МПБ	29	4	-	11	5	15	8	-	-	-	**72**
3	марка бетонная стеновая	МБС	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	**6**
4	марка поверхностная грунтовая	МПГ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	**4**
5	светодальномерный знак	СДЗ	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	**3**
6	марка плановая (анкер)	МТ	3	4	-	7	5	-	-	-	-	-	**19**
7	трехмарочный щелемер модернизированный	ЩМ	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	**7**
КИА для контроля за фильтрационным режимом													
8	преобразователь давления струнный	ПДС	7	-	8	-	-	6	-	-	-	8	**29**
9	пьезометр закладной напорный	ПЗН	8	-	6	-	-	-	-	-	-	-	**14**
10	пьезометр опускной	ПО	-	-	-	-	-	-	-	4	8	20	**32**
КИА напряженно-деформированного состояния													
11	преобразователь температуры струнный	ПТС	51	3	9	3	-	7	-	-	-	-	**73**
12	преобразователь силы арматурный струнный	ПСАС	130	9	11	6	-	2	-	-	-	-	**158**
13	преобразователь линейных деформаций струнный	ПЛДС	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**64**
14	преобразователь линейных перемещений струнный	ПЛПС	18	-	2	-	-	2	-	-	-	-	**22**
15	одноосный щелемер	Щ	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**90**

Таблица А.2 – Сводная таблица КИА на ГТС станционного узла для проведения инструментальных наблюдений на период подготовки ГТС к выравниванию с учётом доп. КИА (II полугодие 2020 г.)

№ пп.	Наименование КИА		Здание ГАЭС	Монтажная и временная монтажная площадка	Служебно-производствен-ный корпус	Подпорные стены ПС-3, 4, 5, 9, 10	Подпорная стена ПС-8	Подпорные стены ПВ-1…ПВ-6 ЛВ-1…ЛВ-6	ППТУ №4	Площадка размеще-ния КРУЭ-500	Прилегаю-щая территория к ГТС	Перемычка	Общее кол-во КИА
	полное	сокращенное											
КИА для контроля за осадками и перемещениями													
1	труба-марка	ТМ	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	**4**
2	марка поверхностная бетонная	МПБ	29	4	-	11	5	15	8	-	-	-	**72**
3	марка бетонная стеновая	МБС	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	**6**
4	марка поверхностная грунтовая	МПГ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	**7**
5	светодальномерный знак	СДЗ	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	**3**
6	марка плановая (анкер)	МТ	3	4	-	7	5	-	-	-	-	-	**19**
7	марка поверхностная грунтовая временная	МПГв	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	**12**
8	трехмарочный щелемер модернизированный	ЩМ	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	**7**
9	планово-высотный знак	ПВЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	**20**
КИА для контроля за фильтрационным режимом													
10	преобразователь давления струнный	ПДС	7	-	8	-	-	6	-	-	-	8	**29**
11	пьезометр закладной напорный	ПЗН	8	-	6	-	-	-	-	-	-	-	**14**
12	пьезометр опускной	ПО	-	-	-	-	-	-	-	4	8	20	**32**
КИА напряженно-деформированного состояния													
13	преобразователь температуры струнный	ПТС	51	3	9	3	-	7	-	-	-	-	**73**
14	преобразователь силы арматурный струнный	ПСАС	130	9	11	6	-	2	-	-	-	-	**158**
15	преобразователь линейных деформаций струнный	ПЛДС	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**64**
16	преобразователь линейных перемещений струнный	ПЛПС	18	-	2	-	-	2	-	-	-	-	**22**
17	одноосный щелемер	Щ	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**90**

Таблица А.3 – Сводная таблица КИА на ГТС станционного узла для проведения наблюдений на период выравнивания здания ГАЭС (с 2021 года по май 2022 года), а также для проведения контрольных наблюдений в период стабилизации здания ГАЭС после выполнения работ по выравниванию (с конца мая по конец июня 2022 года)

№ пп	Наименование КИА		Здание ГАЭС	Монтажная и временная монтажная площадка	Служебно-производствен-ный корпус	Подпорные стены ПС-3, 4, 5, 9, 10	Подпорная стена ПС-8	Подпорные стены ПВ-1…ПВ-6 ЛВ-1…ЛВ-6	ППТУ №4	Площадка КРУЭ-500	Прилегаю-щая территория к ГТС	Перемычка	Общее кол-во КИА
	полное	сокращенное											
КИА для контроля за осадками и перемещениями													
1	труба-марка	ТМ	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	**4**
2	марка поверхностная бетонная	МПБ	29	4	-	16	5	15	8	-	-	-	**72**
3	марка бетонная стеновая	МБС	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	**6**
4	марка поверхностная грунтовая	МПГ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	**7**
5	светодальномерный знак	СДЗ	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	**3**
6	марка поверхностная грунтовая (врем.)	МПГв	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	**12**
7	трехмарочный щелемер модерн.	ЩМ	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	**7**
8	планово-высотный знак	ПВЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	**20**
КИА для контроля за фильтрационным режимом													
9	преобразователь давления струнный	ПДС	7	-	8	-	-	6	-	-	-	8	**29**
10	пьезометр закладной напорный	ПЗН	8	-	6	-	-	-	-	-	-	-	**14**
11	пьезометр опускной	ПО	-	-	-	-	-	-	-	4	8	20	**32**
КИА напряженно-деформированного состояния													
12	преобразователь температуры струнный	ПТС	51	3	9	3	-	7	-	-	-	-	**73**
13	преобразователь силы арматурный струнный	ПСАС	130	9	11	6	-	2	-	-	-	-	**158**
14	преобразователь линейных деформаций струн.	ПЛДС	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**64**
15	преобразователь линейных перемещений струн	ПЛПС	18	-	2	-	-	2	-	-	-	-	**22**
16	одноосный щелемер	Щ	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**90**

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.
Периодичность проведения визуальных наблюдений

Таблица Б.1 – Периодичность проведения визуальных наблюдений в подготовительный период проведения работ (2020 г.), в период непосредственного выравнивания здания ГАЭС (2021 – 2022 гг.) и в период стабилизации здания ГАЭС после выполнения работ по выравниванию (июнь 2022 года)

Сооружение	Объект (конструктивный элемент, помещение, отметка)	Периодичность осмотра
1. Здание ГАЭС	1.1. Помещение на отметке 119,000 м (сливная потерна)*	1 раз в неделю
	1.2. Отсасывающие трубы гидроагрегатов №№ 7-10 на отметках ~121,200 м - 125,100 м	1 раз в месяц
	1.3. Помещения на отметке 125,500 м*	1 раз в неделю
	1.4. Помещения на отметке 129,350 м	
	1.5. Помещения на отметке 130,500 м	
	1.6. Помещения на отметке 135,100 м	
	1.7. Помещения на отметке 136,300 м	
	1.8. Помещения на отметке 142,700 м*	
	1.9. Машзал и помещения на отметке 149,850 м	
	1.10. Помещение на отметке 157,700 м	
	1.11. Перекрытие и стена машзала на отметке 149,750 м (площадка прокатки трансформаторов)	
	1.12. Перекрытие и стена кровли на отметке 166,400 м*	
	1.13. Грань со стороны компенсаторных переходов КС-19 напорных водоводов №№ 7…10**	
	1.14. Напорная грань	
2. Монтажная площадка и временная монтажная площадка	2.1. Перекрытие и стена кровли на отметке 166,400 м	
	2.2. Помещения на отметке 149,850 м	
	2.3. Помещения на отметке 142,700 м	
	2.4. Верховые и низовые грани	
3. Служебно-производственный комплекс	3.1. Помещения на 1-ом, 2-ом и 3-ем этажах	1 раз в месяц
	3.2. Поверхность наружных стен по периметру СПК	
4. Подпорные стены ПС-3, ПС-4, ПС-5, ПС-8, ПС-9, ПС-10	4.1. Поверхность ПС-3, ПС-4, ПС-5, ПС-9 и ПС-10 на отметке 166,400 м	1 раз в неделю
	4.2. Поверхность стены ПС-8 на отметке 144,800 м	
	4.3. Открытые верховые и низовые грани наружных стен ПС-3, ПС-4, ПС-5, ПС-9 и ПС-10 (со стороны реверсивного канала и со стороны склона напорных водоводов)	
	4.4. Грань стены ПС-8 (со стороны реверсивного канала)	
5. Подпорные стены ПВ-1÷ПВ-6, ЛВ-1÷ЛВ-6	5.1. Поверхность стен ПВ-3÷ПВ-5 и ЛВ-1÷ЛВ-6 на отм. 149,850 м**	
	5.2. Грань стен ПВ-1÷ПВ-6 и ЛВ-1÷ЛВ-6 со стороны напорных водоводов**	
6. ППТУ №4	6.1. Поверхность на отм. 149,750 м	
	6.2. Грань со стороны склона напорных водоводов**	
7. Перемычка реверсивного канала	7.1. Надводный участок верхового откоса, в т.ч. в зоне переменного уровня (отметки 153,500 м – 161,000 м)	3 раза в неделю (при мин УНБ)
	7.2. Гребень на отметке 163,300 м (дорога) и на отметке 164,000 м	3 раза в неделю
	7.3. Низовой откос и бермы на нём (отметки 151,250 м, 154,200 м, 158,200 м)	
	7.4. Левобережные и правобережные сопряжения перемычки с бортами реверсивного канала (со стороны нижнего бассейна и со стороны реверсивного канала)	
8. Прилегающая территория ГТС станционного узла	8.1. Площадка размещения КРУЭ-500	1 раз в неделю
	8.2. Понур, рисберма, откосы реверсивного канала**	
	8.3. Откосы и бермы котлована здания ГАЭС со стороны склона напорных водоводов	

* - в период выравнивания здания ГАЭС по данным отметкам предусмотрены дополнительные циклы наблюдений, объемы заложены в Регламенте № 1938-40-544.2

** - в период выравнивания здания ГАЭС по данным отметкам предусмотрены дополнительные циклы наблюдений, объемы заложены в регламенте №1938-40-544.4

ПРИЛОЖЕНИЕ В.
Периодичность проведения инструментальных наблюдений

Таблица В.1 – Периодичность проведения инструментальный наблюдений по ГТС станционного узла на период проведения работ по выравниванию здания ГАЭС (2020 год – I÷II квартал 2021 года)

Вид наблюдений	Наименование КИА	Служебно-производственный корпус	Монтажная и временная монтажная площадка	Здание ГАЭС	Подпорные стены ПС-3, ПС-4, ПС-5, ПС-9, ПС-10	Подпорные стены ЛВ-1…ЛВ-6	Подпорные стены ПВ-1…ПВ-6	ППТУ № 4	Подпорная стена ПС-8	Откосы и прилегающая территория	Площадка размещения КРУЭ	Перемычка
Наблюдения за раскрытием трещин	Щелемер одноосный (Щ)	-	-	1 р/месяц	-	-	-	-	-	-	-	-
	Преобразователь линейных перемещений (ПЛПС)	-	-	3 р/неделю	-	-	-	-	-	-	-	-
Наблюдения за температурным режимом	Преобразователь температуры (ПТС)	1 р/неделю		3 р/неделю	1 р/неделю			-	-	-	-	-
Наблюдения за НДС	Преобразователь линейных перемещений, деформаций и силы арматуры (ПЛПС, ПЛДС, ПСАС)	1 р/неделю		3 р/неделю	1 р/неделю			-	-	-	-	-
Наблюдения за фильтрационным режимом	Преобразователь давления (ПДС)	1 р/неделю	-	3 р/неделю	-	1 р/неделю		-	-	-	-	3 р/неделю (при max уровне в НАБ)
	Пьезометр закладной напорный, боковой (ПЗН, ПЗНБ)	1 р/неделю	-	3 р/неделю	-	-			-	-	-	-
	Пьезометр опускной (ПО)	-	-	-	-	-	-	-	-	1 р/неделю		3 р/неделю (при max уровне в НАБ)
Наблюдения за вертикальными перемещениями	Марка поверхностная грунтовая, марка поверхностная бетонная, марка бетонная стеновая, труба-марка, планово-высотный знак (МПГ, МПБ, МСБ, ТМ, ПВЗ)	1 р/квартал	1 р/неделю 1 р/квартал (помещение на отм. 149,750 м)	1 р/неделю 1 р/квартал (помещения на отм. 149,750 м, 142,000 м, 125,000 м)	1 р/неделю	1 р/неделю	1 р/неделю	1 р/неделю	3 р/месяц	1 р/месяц (МПГ)* 1 р/квартал (ПВЗ)*	-	2 р/месяц
Наблюдения за горизонтальными перемещениями	Светодальномерный знак, марка бетонная, метка отражающая пленка (СДЗ, МБ, МТ)	-	1 р/месяц		-		-	3 р/месяц		1 р/квартал (ПВЗ)*	-	-
Наблюдения за относительными перемещениями (смещениями)	Щелемер 3-х марочный (ЩТМ)	-	-	-	-	1 р/неделю		-	-	-	-	-

Примечание: * - наблюдения по МПГ и ПВЗ предусмотрены после установки КИА

Таблица В.2 – Периодичность проведения инструментальный наблюдений по ГТС станционного узла на период проведения работ по выравниванию здания ГАЭС (III÷IV квартал 2021 год – I÷II квартал 2022 года)

Вид наблюдений	Наименование КИА	Служебно-производственный корпус	Монтажная и временная монтажная площадка	Здание ГАЭС	Подпорные стены ПС-3, ПС-4, ПС-5, ПС-9, ПС-10	Подпорные стены ЛВ-1…ЛВ-6	Подпорные стены ПВ-1…ПВ-6	ППТУ № 4	Подпорная стена ПС-8	Откосы и прилегающая территория	Площадка размещения КРУЭ	Перемычка
Наблюдения за раскрытием трещин	Щелемер одноосный (Щ)	-		1 р/месяц	-	-	-	-	-	-	-	-
	Преобразователь линейных перемещений (ПЛПС)	-			-	-	-	-	-	-	-	-
Наблюдения за температурным режимом	Преобразователь температуры (ПТС)	1 р/неделю			1 р/неделю			-	-	-	-	-
Наблюдения за НДС	Преобразователь линейных перемещений, деформаций и силы арматуры (ПЛПС, ПЛДС, ПСАС)	1 р/неделю			1 р/неделю			-	-	-	-	-
Наблюдения за фильтрационным режимом	Преобразователь давления (ПДС)	1 р/неделю	-		-	1 р/неделю		-	-	-	-	3 р/неделю (при max уровне в НАБ)
	Пьезометр закладной напорный, боковой (ПЗН, ПЗНБ)	1 р/неделю	-	1 р/неделю	-	-			-	-	-	-
	Пьезометр опускной (ПО)	-	-	-	-	-	-	-	-	1 р/неделю		3 р/неделю (при max уровне в НАБ)
Наблюдения за вертикальными перемещениями	Марка поверхностная грунтовая, марка поверхностная бетонная, марка бетонная стеновая, труба-марка, планово-высотный знак (МПГ, МПБ, МСБ, ТМ)	1 р/квартал	1 р/месяц 1 р/квартал (помещение на отм. 149,750 м)	1 р/месяц 1 р/квартал (помещения на отм. 149,750 м, 142,000 м, 125,000 м)	1 р/месяц					1 р/месяц (МПГ) 1 р/квартал (ПВЗ)	-	1 р/месяц
Наблюдения за горизонтальными перемещениями	Светодальномерный знак, марка поверхностная бетонная, планово-высотный знак (СДЗ, МПБ, ПВЗ)	-	1 р/месяц		-	-	-	-	1 р/месяц	1 р/квартал (ПВЗ)	-	-
Наблюдения за относительными перемещениями (смещениями)	Щелемер 3-х марочный (ЩМ)	-	-	-	-	1 р/месяц		-	-	-	-	-

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.
Объёмы по проведению инструментальных наблюдений

Таблица Г.1 – Ведомость объёмов работ по проведению инструментальных наблюдений за ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 в 2020-2022 году

№ пп.	Наименование работ	Ед. изм.	Наименование КИА	Всего объем за 2020-2022 гг.	ГТС станционного узла, перемычка реверсивного канала, прилегающая территория												
					Всего на 2020 год	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	Всего на 2021 год	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	Всего на 2022 год	1 кв.	2 кв.
1	Проведение наблюдений по закладной "струнной" КИА	точек	ПДС	6216	**3128**	782	782	782	782	**2326**	782	782	381	381	**762**	381	381
			ПТС	14790	**9276**	2319	2319	2319	2319	**5076**	2319	2319	219	219	**438**	219	219
			ПЛПС	4872	**3072**	768	768	768	768	**1668**	768	768	66	66	**132**	66	66
			ПСАС	35124	**22152**	5538	5538	5538	5538	**12024**	5538	5538	474	474	**948**	474	474
			ПЛДС	16032	**10176**	2544	2544	2544	2544	**5472**	2544	2544	192	192	**384**	192	192
			Итого:	**77034**	**47804**	**11951**	**11951**	**11951**	**11951**	**26566**	**11951**	**11951**	**1332**	**1332**	**2664**	**1332**	**1332**
2	Проведение наблюдений за фильтрационным режимом	точек	Пьезометр опускной	9540	**3816**	954	954	954	954	**3816**	954	954	954	954	**1908**	954	954
			Пьезометр закладной напорный	2698	**1588**	397	397	397	397	**740**	185	185	185	185	**370**	185	185
			Итого:	**12238**	**5404**	**1351**	**1351**	**1351**	**1351**	**4556**	**1139**	**1139**	**1139**	**1139**	**2278**	**1139**	**1139**
3	Проведение нивелирования	станция	Рекогносцировка	2966	**1 559**		652	943		**938**		469	469		**469**		469
			Рекогносцировка, неблагоприятный период	3021	**1 614**	712			920	**938**	469			469	**469**	469	
		штатив	Ход нивелирования 2 класса	3305	**2 186**		1093	1093		**746**		373	373		**373**		373
			Ход нивелирования 2 класса, неблагоприятный период	3605	**2486**	1243			1243	**746**	373			373	**373**	373	
			Ход нивелирования 3 класса	2679	**930**		210	792		**1 130**		619	619		**619**		619
			Ход нивелирования 3 класса, неблагоприятный период	2489	**740**	180			596	**1 130**	619			619	**619**	619	
4	Наблюдения одно-трехосных щелемеров	точек	Щелемер одноосный	3600	**1 440**	360	360	360	360	**1 440**	360	360	360	360	**720**	360	360
			Щелемер 3-х марочный и щелемер одноосный	540	**372**	93	93	93	93	**112**	28	28	28	28	**56**	28	28
			Итого:	**4140**	**1 812**	**453**	**453**	**453**	**453**	**1 552**	**388**	**388**	**388**	**388**	**776**	**388**	**388**
5	Наблюдения за подвижками точек склона и деформациями зданий и сооружений	точек	СДЗ, ПВЗ, МПБ, МТ	728	**464**	116	116	116	116	**176**	44	44	44	44	**88**	44	44
			Итого:	**728**	**464**	**116**	**116**	**116**	**116**	**176**	**44**	**44**	**44**	**44**	**88**	**44**	**44**

Лист регистрации изменений

ИЗМЕНЕНИЕ		ИЗМЕНЕННЫЕ ЛИСТЫ			Ф.И.О. и подпись
Номер	Дата	Общее кол–во	Номер листа	Краткое описание изменения	
1	16.07.2020	1	87	Корректировка ведомости объёмов работ по проведению наблюдений за ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 в 2020-2021 году	Бушуев Д.А.
2	01.07.2021	86	все	Корректировка количества КИА, периодичности проведения инструментальных наблюдений и ведомости объёмов работ по проведению наблюдений за ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 на период проведения работ по выравниванию здания ГАЭС	Цовина Е.В.
3	13.08.2021	3	34, 85, 86	Уточнение количества ПСАС и объёмов работ по проведению инструментальных наблюдений за ГТС станционного узла Загорской ГАЭС-2 в 1 и 2 квартале 2021 года	Перетятько И.Б.