

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«КАРЕЛЬСКИЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ЦЕНТР»

КОНДОПОЖСКАЯ ГЭС
на р. Суна

Договор № 1167
от 20.02.2007г.

ПРОГРАММА
НАТУРНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.

№ 1167-07-7Т

Текст 27 листов
Таблиц 2
Приложений 18

Генеральный директор ООО «Карелгеоцентр» В.А. Гололобов



СОГЛАСОВАНО: ОАО «ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева»
Зав.отделом 110 «Центр по безопасности
гидротехнических сооружений»
к.т.н. В.С.Кузнецов

СОГЛАСОВАНО: ОАО «Инженерный центр ЕЭС» филиал
«Институт Ленгидропроект»
начальник отдела ГТО-2
Ю.В.Танхилевич



г. Петрозаводск
2007г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие сведения.....	4
2. Состав, компоновка и конструкция ГТС	4
3. Физико-географические и климатические условия района расположения Кондопожской ГЭС	12
4. Инженерно-геологическое строение участка расположения ГЭС	12
5. Обследование геодезической КИА и анализ документации по геодезическим наблюдениям за деформациями ГТС.....	14
5.1. Анализ ранее составленной проектной документации по геодезическим наблюдениям за деформациями ГТС КГЭС.....	14
5.2. Полевое обследование геодезической КИА	14
5.2.1. Высотная геодезическая основа	14
5.2.2. Геодезическая КИА на ГТС Кондопожской ГЭС	14
5.3. Краткий анализ результатов наблюдений за смещениями	15
5.3.1. Измерения смещений, выполняемые специализированными организациями	15
5.3.2. Наблюдения за смещениями, выполняемые сотрудниками Кондопожской ГЭС	16
5.4. Уточнение концепции наблюдений геодезическими методами за деформациями ГТС	16
5.4.1 Цели, основные задачи и состав натуральных наблюдений.....	16
5.4.2. О необходимой точности геодезических наблюдений за смещениями ГТС	17
5.5. Установка дополнительной геодезической КИА	18
6. Проектируемый комплекс геодезических наблюдений.....	19
6.1. Проект высотной геодезической сети.....	21
6.2. Геодезические наблюдения за вертикальными смещениями (осадками) ГТС.....	21
6.3. Метрология	23
6.4. Цикличность геодезических наблюдений	23
6.5. Отчетная документация	24
7. Организация геодезических наблюдений. Технический контроль.....	24
8. Техника безопасности	24
9. Заключение	25
Список источников информации	26

Приложения

1.	План расположения ГТС Кондопожской ГЭС	28
2.	Схема расположения основных ГТС Кондопожской ГЭС	29
3.	Схема геологического строения основания подводящего канала (план и продольный разрез по оси канала)	30
4.	Схема геологического строения основания подводящего канала (поперечные разрезы)	31
5.	Схема геологического строения основания водосброса	32
6.	Здания ГЭС 1-ой и 2-ой очередей (продольный разрез)	33
7.	Здание 1-ой очереди (поперечный разрез)	34
8.	Здание 2-ой очереди (поперечный разрез)	35
9.	Напорные трубопроводы 1-ой очереди (продольный и поперечный разрезы)	36
10.	Напорные трубопроводы 2-ой очереди (продольный и поперечный разрезы)	37
11.	Схема геологического строения основания отводящего канала (поперечный разрез)	38
12.	Схема геологического строения основания дамбы «Навда» (продольный разрез и план)	39
13.	Схема геологического строения основания дамбы «Сопоха» (поперечный разрез)	40
14.	Схема расположения геодезической КИА на основных ГТС Кондопожской ГЭС	41
15.	Схема расположения геодезической КИА на дамбе «Сопоха»	42
16.	Схема ходов гидротехнического нивелирования II разряда на ГТС Кондопожской ГЭС	43
17.	Схема ходов нивелирования III класса на дамбе «Сопоха»	44
18.	Чертежи центров пунктов высотной сети	45

1. Общие сведения

Настоящая «Программа натуральных геодезических наблюдений за деформациями гидротехнических сооружений Кондопожской ГЭС» (далее «Программа») составлена ООО «Карелгеоцентр» по договору №1167 от 20.02.2007г. с ОАО «ТГК-1» на выполнение работ по разработке Программ геодезических наблюдений за сооружениями и зданиями филиала «Карельский» ОАО «ТГК-1».

В «Программе» изложены результаты обследования геодезической контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), установленной на гидротехнических сооружениях (ГТС), результаты анализа выполненных до 2007г. геодезических наблюдений за деформациями ГТС, уточнена концепция размещения геодезической КИА с учетом необходимого и достаточного количества знаков для получения информации о горизонтальных и вертикальных смещениях ГТС Кондопожской ГЭС. Величины таких смещений будут служить основой для оценки напряженно-деформированного состояния и оценки безопасности эксплуатации ГТС. При составлении программы и разработке схем размещения КИА учитывались предложения «Института Ленгидропроект» и ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева».

Настоящая «Программа» составлена в соответствии с требованиями нормативной литературы [4-37] к организации натуральных наблюдений за деформациями ГТС на сооружениях III класса. Она является руководящим документом при проведении геодезических наблюдений за смещениями ГТС на период с 2007г. по 2017г. По истечении этого периода «Программа», при необходимости, может быть пересмотрена.

2. Состав, компоновка и конструкция ГТС

В состав Кондопожского гидроузла входят следующие гидротехнические сооружения (см. приложение 2):

- головное сооружение;
- подводящий канал;
- водосброс;
- напорный бассейн;
- напорные трубопроводы;
- здания ГЭС первой и второй очередей;
- отводящие каналы;
- дамба «Навда»;
- дамба «Сопоха».

В настоящей «Программе» предлагается производство геодезических наблюдений за всеми вышеперечисленными гидротехническими сооружениями, кроме подводящего канала, отводящих каналов и дамбы «Навда».

Головное сооружение

Головное сооружение - (см. приложения 3 и 14) водозабор докового типа с одним отверстием, перекрываемым двумя шандорами пролетом 11,0м, пропускная способность -200 м³/сек.

По железобетонным устоям головного сооружения проходит железная дорога Санкт-Петербург - Мурманск.

Сооружение водозабора построено в 1928 -1929 г.г. и предназначено для забора воды из озера Нигозеро, с которым оно соединяется каналом длиной 200м.

Перед водозабором устроен глиняный экран толщиной 1,0м, порог - железобетонная плита толщиной 2,0м, за порогом - каменное крепление толщиной 1,0м. Отметка порога - 55,30м, отметка верха - 63,09м.

Участок подводящего канала из озера Нигозеро сопрягается с головным сооружением наклонными, тонкостенными железобетонными подпорными стенками, к которым примыкает горизонтальная железобетонная плита бровки канала с ограждением. Сопрягающая стенка в основании имеет железобетонную горизонтальную плиту толщиной 50 см, длиной 90 см и упорную часть наклонной плиты. Наклонная часть подпорной стенки облицовывает переходной откос канала, но откосная часть подпорной стенки полностью подмыта и не сопрягается с земляным основанием. Идет постепенное разрушение земляного основания и подмыв железнодорожного полотна ж/д Санкт-Петербург - Мурманск. При аварийной ситуации перекрытие водозабора невозможно и создается неконтролируемый процесс излива воды с расходом 200 м³/сек.

Подводящий канал

Подводящий канал - (см. приложения 3 и 4) безнапорный, саморегулирующийся длиной 1750 м с расчетным расходом 200 м³/сек. Канал трапециевидального сечения с откосами 1,5 облицован каменной отмосткой с торкретированием.

Ширина по верху - 34,0 м,

ширина по дну - 9,6 м.

отметка дна в начале канала 55,60 м на ПК0+00,

отметка дна в конце - 54,88 м на ПК19+00,

уклон- 0,0004.

Глубина воды при расчетном расходе в начале канала 6,93 м, в конце - 7,77 м. Канал выполнен в полувыемке-полунасыпи, проходит в черте городской застройки и промышленных предприятий. Из канала осуществляется водозабор ЦБК г.Кондопоги. Подводящий канал пересекает пешеходные и автомобильные мосты, городской напорный двухниточный водовод. По гребню насыпи подводящего канала проходит автодорога АО «Кондопога» (ЦБК).

Водосброс

Водосброс (см. приложение 5) расположен в одну линию с напорным бассейном. Он был сдан в эксплуатацию в 1929 году и предназначен для сброса паводковых вод в объеме до $75 \text{ м}^3/\text{сек}$. Водосброс имеет практический профиль, переходящий в быстроток с уклоном - 0,456 с одним водосливным отверстием шириной 5,0м, высотой - 4,5м, которое перекрывается ремонтным заграждением и рабочим затвором. Водосливной пролет оборудован мостовым электрическим краном грузоподъемностью 5 т с местным управлением.

Конструктивно водосброс находится в одном узле с водоприемником и образован отдельным бычком водоприемника и левобережным береговым устьем водосброса.

Подошва водосброса расположена на скальном диабазовом основании. Длина его вместе с быстротокком - 30,55м. Отметка гребня водосброса - 58,32м; в конце водосброса выполнен трамплин с отметкой лотка - 46,10м. Дно за быстротокком расположено на диабазе и не укреплено. На расстоянии 45,5 м от быстроточка, на скальном диабазовом основании, выполнен водобойный порог с гасителями. Отметка гребня порога - 39,0м; ширина- 15,0м; длина-4,0м.

За порогом расположена водобойная плита толщиной - 0,5 м, длиной - 7,5 м. На хвостовом участке плиты расположены гасители длиной – 2.0 м, высотой - 0,5 м в один ряд по всей ширине через 0,75 м. Плита своим основанием опирается на подсыпку из рваного камня и на железобетонные опоры, отстоящие от хвостовой части плиты на 2,5 м.

В настоящее время наблюдаются незначительные протечки на пороге водосброса. Состояние бетона водосброса хорошее и он работоспособен.

Напорный бассейн

Напорный бассейн (см. приложения 2 и 10) построен в 1929 году и обеспечивает забор воды из подводящего канала для агрегатов ГЭС первой и второй очередей.

Конструктивно напорный бассейн представляет собой железобетонное, напорное сооружение с размерами:

- подводной части:

длина -	44,0м,
ширина -	18,8м,
высота -	11,5м;
отметка подошвы -	51,39м,
отметка верха массивного бетона -	62,87м.
- надводной части:

длина -	38,6м;
ширина -	12,2м;
высота -	9,0м;
отметка пола -	62,87м;

отметка конька крыши - 71,92м.

В основании напорного бассейна залегают скальные грунты (диабазы). Подводная часть напорного бассейна разделена на 6 напорных камер бычками метровой толщины. По бычкам и устоям со стороны верхнего бьефа установлена забральная балка с консолью. Со стороны нижнего бьефа, в подводной части, имеется 6 отверстий диаметром 3,2м, по два отверстия на один трубопровод диаметром 4,5м и по одному отверстию на трубопровод диаметром 3,0м. Со стороны подводящего канала напорные камеры перекрываются ремонтными металлическими шандорами с деревянным уплотнением, отметка порога - 52,84м. Перед входом в патрубки напорных водоводов камеры перекрываются рабочими, быстропадающими, катковыми, металлическими, плоскими затворами с резиновым уплотнением. Отметка порога - 53,44м. Между ремонтными шандорами и рабочими затворами установлены наклонные соросдерживающие металлические решетки высотой - 7,8м, шириной - 5,2м и отметкой порога - 53,0м.

Бетонные поверхности в зоне переменного уровня воды имеют разрушения с оголением арматуры. Наблюдается фильтрация воды через напорную стенку в помещение азрационных труб и через стенку четвертого агрегата; идет выщелачивание бетона. Наблюдается фильтрация воды в бетоне третьего и четвертого водоводов.

Напорные трубопроводы

Напорные трубопроводы (см. приложение 2, 9 и 10) предназначены для подвода воды от напорного бассейна к зданию ГЭС первой и второй очередей. Промежуточные опорные части трубопроводов и анкерные опоры располагаются на скальном основании. От напорного бассейна к зданию станции отходят четыре напорных трубопровода. В работе находится три из них - №1, №2, №3. Трубопровод №4 заглушен.

Трубопроводы №№ 1 и 2 металлические, диаметром 4,5 м с толщиной оболочки 12 мм были реконструированы в 1994 г. Расчетный расход воды через один трубопровод $52,0 \text{ м}^3 / \text{сек}$. Вода, пропускаемая через трубопровод неагрессивна по отношению к металлу. Трубопроводы имеют по два азрационных отверстия.

Отметка верхнего бьефа НПУ -	62,50 м,
отметка нижнего бьефа (отметка оси рабочего колеса) —	35,95 м.
максимальный статический напор -	28,60 м,
максимальный напор с учетом гидравлического удара -	50,23 м.

Система укладки трубопровода - разрезная с компенсатором сальникового типа на катковых промежуточных опорах. Откосы котлована напорных трубопроводов облицованы тонкой железобетонной стенкой с тепловой рубашкой в виде засыпки мелким камнем. За стенкой уложен трубчатый дренаж.

Трубопроводы №№ 3,4 железобетонные, подлежат реконструкции и замене на металлические. Железобетонный трубопровод № 3 выполнен из отдельных сцементированных между собой секций, внутренний диаметр постоянный - 3.2 м, толщина стенок в верхней части трубопровода 0,3 м, в нижней - 0.5 м. Трубопровод отходит от напорного бассейна горизонтально на длине 19 м, далее он переходит в наклонный, с углом наклона 17° к горизонту. В местах излома имеется смотровой колодец. Длина трубопровода 83.3м. Пропускная способность - 21,5 м³ /сек .

Трубопроводы №3 и №4 находятся в эксплуатации с 1929 г. Они сильно изношены, значительно понижена прочность и водонепроницаемость. В зимний период из-за обильной фильтрации происходит намораживание наледей. Нижняя фундаментальная опора железобетонного водовода подмыта и частично разрушена.

Здание ГЭС

Здание ГЭС (см. приложения 2, 6, 7, 8 и 10) Кондопожского гидроузла строилось в две очереди в 1923 - 1929 г.г. и 1936 - 1941 г.г. Оно состоит из двух зданий соединенных между собой зданием - вставкой, в котором размещен пульт управления. Машзалы зданий ГЭС имеют различную площадь, разную высоту и различное силовое и механическое оборудование. Здания гидроузла представляют собой единый архитектурный ансамбль, фасады зданий облицованы граненым гранитом.

Пропускная способность агрегатов ГЭС	120 м ³ /сек
Номинальная мощность	
одного агрегата ГЭС - 1	4,2 МВт
двух агрегатов ГЭС - 2	21,4 МВт
Максимальный напор	29,50 м
Расчетный напор	28,00 м
Минимальный напор	26,80 м
Количество агрегатов	3

Надводная часть здания ГЭС 1-ой очереди выполнена из железобетонного каркаса, состоящего из трех рам, связанных продольными балками в жесткую пространственную систему. Стены каркаса заложены кирпичом и внутренняя сторона оштукатурена цементным раствором, наружная - облицована гранитом. Размеры надводной части:

длина -	17,1м,
ширина -	19,55м,
высота -	3,4м,
отметка пола -	35,40м.

Корпус служебных помещений находится в одном уровне с машзалом и состоит из 7-этажной торцевой части здания.

К зданию со стороны верхнего бьефа примыкает здание аккумуляторных батарей постоянного тока. Под полом здания аккумуляторной к машзалу проходят два железобетонных напорных трубопровода диаметром 3,2 м и 2,0 м, один из которых заглушен.

Подводная часть здания выполнена из монолитного железобетона и опирается в основании на скальные породы (диабазы и сланцы). Фундаментом подводной части здания служит железобетонная плита толщиной 1 м. В подводной части здания расположены бетонные отсасывающие трубы агрегатов №3, бывшего - №4 и технические помещения. Размеры подводной части здания:

длина -	17,80 м,
ширина -	19,92 м,
высота -	8,85 м,
отметка верха -	35,40 м,
отметка подошвы -	26,55 м.

Здание ГЭС 2-ой очереди состоит из машинного зала, пультового помещения, распределительного устройства 6,6 кв. и монтажной площадки. Здание пульта управления имеет 5 этажей. Подводная часть здания выполнена из монолитного железобетона и расположена на железобетонной плите толщиной 2 м.

Размеры подводной части здания:

длина -	29,0 м,
ширина -	22,94 м,
высота -	11,75 м,
отметка пола машзала -	37,70 м,
отметка подошвы -	25,95 м.

Две отсасывающие трубы от агрегатов №№ 1 и 2, выполнены из бетона и облицованы металлическим листом.

Размеры надводной части здания:

длина -	58,23 м,
ширина -	22,85 м,
высота -	20,70 м.

Стены выполнены из железобетонного каркаса с кирпичным заполнением. В одном здании с машзалом находится монтажная площадка и механическая мастерская.

Со стороны нижнего бьефа над отсасывающими трубами вдоль всего здания ГЭС устроен мост грузоподъемностью 100,0 тонн, на отметке верха - 35,40 проходит рельсовый путь козлового крана, обслуживающего шандорные затворы отсасывающих труб.

Массивный бетон здания ГЭС 1-ой очереди значительно ослаблен и подвержен выщелачиванию, имеются протечки в подгенераторные помещения и трубную потерну. Весь массив бетона здания ГЭС 2-ой очереди ниже отметки пола машзала промаслен и вследствие этого ослаблена его несущая способ-

ность. Железобетонная конструкция моста в нижнем бьефе ГЭС, проходящего по бычкам отсасывающих труб, имеет незначительные разрушения бетона в зоне переменного уровня. Несущие балки моста г/п. 110 т имеют разрушения бетона в растянутой зоне, оголена рабочая арматура, которая подвергается коррозии.

Отводящие каналы

От каждого здания ГЭС отходит свой *отводящий канал* (см. приложения 2 и 11), имеющий трапецеидальное сечение. Каналы отделены друг от друга грунтовым валиком, имеют в основании моренные грунты и сланцы, и впадают в Кондопожскую губу Онежского озера.

длина отводящего канала от ГЭС-1 -	140,0 м,
ширина по дну -	26,5 м,
заложение откосов	1:1,5 и 1:3.

Крепление дна канала в начальной части на длине 35,0 м выполнено тройным и двойным мощением, толщиной 0,64 м и 0,43 м. Крепление откосов на длине 5,0 м произведено бетоном, по остальной части откосов канала осуществлено крепление каменной наброской.

Длина отводящего канала от ГЭС-2-	113,0 м,
ширина по дну -	27,0 м,
заложение откосов	1:2,5 и 1:2.

Крепление дна канала на длине 26,5 м выполнено из бетона толщиной 1,0 и 0,5 м, на длине 40,0 м - двойной и одиночной мостовой. Крепление откосов на. Длине 26,5 м выполнено бетонными ныряющими стенками, а на остальной длине - одиночной мостовой. Схема геологического основания отводящего канала (поперечный разрез) представлена в приложении 11.

Дамба «Навда»

Тип *дамбы «Навда»* - насыпная, земляная, выполнена в двух уровнях (см. приложения 1 и 12). Материалом для дамбы является песчаный грунт. Максимальный напор на дамбу при НПУ=72,50 м - 3,40 м. Основные проектные размеры дамбы:

длина по гребню -	1500 м,
ширина по гребню на отм. 74,50 м -	7,00 м,
ширина по гребню на отм. 72,90 м -	14,80 м,
ширина по подошве -	45,0 м,
наибольшая высота -	5,40 м,
отметка гребня -	74,50 м,
превышение гребня над НПУ -	2,00 м.