



**Некоммерческое партнерство
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ
Единой энергетической системы»**

109044 г. Москва, Воронцовский пер., дом 2
Тел. (495) 912-1078, 912-5799, факс (495) 632-7285
E-mail: dtv@nts-ees.ru, <http://www.nts-ees.ru/>
ИНН 7717150757

УТВЕРЖДАЮ:

Президент НП «НТС ЕЭС»,
д.т.н., профессор

Н.Д. Роголёв

«10» апр 2016 г.

ПРОТОКОЛ

заседания секции «Гидроэлектростанции и гидротехнические сооружения»
НП «НТС ЕЭС» на тему:

**Рассмотрение проектных решений АО «Мособлгидропроект» по вариантам
комплексной реконструкции ГАЭС Каскада Кубанских ГЭС**

28 апреля 2016 года

г. Москва

Присутствовали:

Члены секции «Гидроэлектростанции и гидротехнические сооружения» НП «НТС ЕЭС», представители АО «Мособлгидропроект».

**По вопросу повестки дня с докладом выступил ГИП Кубанской ГАЭС
Подвысоцкий Алексей Анатольевич.**

Ниже изложены основные положения доклада.

Проектная документация (ПД) по комплексной реконструкции ГАЭС Каскада Кубанских ГЭС (ККГЭС) разработана на основе выполненных в 2011-2012 г.г. АО «Мособлгидропроект» обследований технического состояния сооружений, оборудования, инженерных систем, бетонных и земляных конструкций, гидравлических исследований и полевых инженерных и экологических изысканий.

Каскад Кубанских ГЭС (ККГЭС) включает ГАЭС на Кубанском водохранилище, две ГЭС на Большом Ставропольском канале (БСК), две ГЭС на Барсучковском сбросном канале, две ГЭС на Невинномысском канале (НК) и три ГЭС в составе подпорных гидроузлов водохранилищ на р. Егорлык. Помимо собственно зданий ГЭС и ГАЭС с оборудованием для производства и выдачи электрической энергии и мощности и собственными инженерными системами, в состав сооружений ККГЭС входят подводящие и отводящие каналы, бассейны суточного регулирования (БСР) и выравнивающие водохранилища (ВВ), водосбросные сооружения, шлюзы-регуляторы (ШР) на каналах, Барсучковский сбросной канал и начатый строительством перебросной канал от ВВ ГЭС-4 к

Невинномысскому каналу. Производство электрической энергии и мощности на ККГЭС осуществляется без изъятия водных ресурсов, на транзитном стоке, в подчиненном требованиям и интересам других участников водохозяйственного комплекса режиме.

Рассматриваемая ГАЭС входит в состав Куршавской группы ГЭС. ГАЭС расположена на ПК 468+00 Большого Ставропольского канала на территории Карачаево-Черкесской республики, работает с 1968 года. Наливное Кубанское водохранилище сезонного регулирования образовано в котловине озера Большое Соленое строительством плотины длиной по гребню 6,8 км и максимальной высотой 12 м. Проектная полезная емкость водохранилища составляет 500 млн. м³. Наполнение водохранилища осуществляется в период летнего половодно-паводочного периода (как правило, с мая по август), сработка – в период зимней межени и в переходные осенний и весенний периоды.

Основное назначение ГАЭС – работа в насосном режиме и водоснабжение нижележащих ГЭС Каскада Кубанских ГЭС (ККГЭС) и других ответственных водопотребителей, в том числе питьевые водозаборы городов Кавминвод, посредством подачи воды из водохранилища в Большой Ставропольский канал.

Выработка электроэнергии осуществляется в период с мая по август при наполнении водохранилища из БСК в турбинном режиме и составляет ориентировочно 350 млн. кВт*ч ежегодно.

Существующее здание ГАЭС эксплуатируется с 1968 года. Бетонное здание располагается в акватории Кубанского водохранилища и соединяется с берегом служебным мостом длиной 100,8 м. Подвод (отвод) воды на гидроагрегаты со стороны Большого Ставропольского канала осуществляется по двум железобетонным напорным трубопроводам длиной по 420 м при внутреннем диаметре 4,0 м. У здания ГАЭС напорные трубопроводы соединяются с развилкой, где поток распределяется по трем гидроагрегатам. Перед каждым агрегатом установлен дисковый затвор диаметром 1,8 м

В здании ГАЭС установлено 6 обратимых гидроагрегатов. Установленная мощность ГАЭС в насосном режиме 14,4 МВт, в турбинном 15,9 МВт.

В состав гидротехнических сооружений ГАЭС также входят: грунтовая плотина Кубанского водохранилища, водоприёмник, холостой водосброс, шлюз-регулятор № 1, подводящие и отводящие каналы.

В насосном режиме гидроагрегаты работают преимущественно полной мощностью, наиболее часто в работе находятся одновременно три гидроагрегата. Один из гидроагрегатов в период работы ГАЭС в насосном режиме всегда находится в резерве, что обусловлено высокой степенью ответственности подачи воды из Кубанского водохранилища в зимний период для надежного обеспечения водой населения, промышленности и энергетики Ставропольского края.

В турбинном режиме гидроагрегаты работают практически полным диапазоном мощностей, при этом со снижением напора воды наблюдается смещение нагрузки гидроагрегатов к более низким значениям.

По результатам выполненных в 2011-2012 г.г. АО «Мособлгидропроект» обследований технического состояния сооружений, оборудования и инженерных систем были даны следующие заключения:

Подводящий канал ГАЭС. Гидрографическими изысканиями выявлены несоответствия фактического профиля канала проектному, вследствие процессов размыва откосов и заиления.

Здание ГАЭС. На отметках от 610,0 м до 632,5 м здание находится в ограниченно-работоспособном состоянии. Состояние строительных конструкций эстакады мостового крана, с учётом требований сейсмостойкости и увеличения ветровой нагрузки, оценивается как неработоспособное.

Состояние напорных водоводов оценивается как ограниченно-работоспособное. Выявлено корродирование перенапряжённой кольцевой арматуры, которая может привести к хрупкому разрушению бетона и нарушению целостности трубопровода.

Сооружения водоприемника, холостого водосброса, шлюза-регулятора №1 также имеют ограниченно-работоспособное состояние и требуют в основном восстановления бетонных поверхностей, замены верхних строений и замены механического оборудования.

Основное гидросиловое оборудование ГАЭС выработало установленный ресурс. Срок службы насос-турбин (30 лет) и двигателей-генераторов (40 лет) истек. Насос-турбины, двигатель-генераторы и их вспомогательные системы не соответствуют современным требованиям, предъявляемым к гидротурбинному оборудованию и подлежат замене.

Электротехническое оборудование находится в работоспособном состоянии, но физически и морально устарело и подлежит полной замене. Кроме того, существующее расположение данного оборудования на затопляемых отметках не соответствует существующим нормативным правилам и требованиям.

Техническое состояние основного и вспомогательного механического оборудования ГАЭС оценивается как устаревшее, ограниченно-работоспособное и требующее частичной замены на новое с учетом современных требований.

Кроме того, за годы эксплуатации изменились как нормативные требования к проектированию зданий и сооружений (размещение технологического оборудования, противопожарные требования и проч.), так и условия их эксплуатации (повышение сейсмичности района размещения станции до 8-ми баллов (проектное землетрясение) по шкале МСК-64).

Все вышеперечисленные обстоятельства попадают под требование о необходимости проведения работ по реконструкции объекта согласно п. 7.1 СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003».

На предпроектном этапе в составе «Основных положений комплексной реконструкции ККГЭС» были рассмотрены варианты с сохранением существующего здания ГАЭС и вариант со строительством нового здания ГАЭС (с новыми напорными водоводами при сохранении существующего водоприемника и начального переходного участка).

При проведении работ по реконструкции с сохранением существующего здания был выявлен ряд ограничений, касающихся производства работ в условиях действующего предприятия, конструкции и технического состояния служебного моста, не позволяющих использовать его при проведении строительных и монтажных работ, а также дефицит площадей в существующем здании ГАЭС для

размещения вновь устанавливаемого технологического оборудования. Кроме того, существенные ограничения накладываются также режимами наполнения-сработки водохранилища и максимальной возможной продолжительностью полного останова агрегатов ГАЭС – не более 3,5 месяцев в году.

Учитывая ряд перечисленных выше факторов и ограничений был рассмотрен альтернативный вариант, предусматривающий строительство нового здания ГАЭС, новых напорных трубопроводов и нового подводящего канала при сохранении существующего водоприемника.

По результатам комплексного сопоставления указанных двух вариантов проектной организацией было принято решение о предпочтительности создания нового здания ГАЭС и реконструкции прочих ГТС, предусматривающую замену верхних строений, восстановление бетона в зоне переменного уровня воды, замену механического и электротехнического оборудования. Данные мероприятия одинаковы для всех вариантов оптимизации.

Стоимость данного варианта по Главе 2 ССР в ценах первого квартала 2016 года была определена 6 270,2 млн. рублей, из которых 81,6% приходится на возведение новых сооружений и 18,4% на реконструкцию существующих.

Наибольший процент от стоимости строительно-монтажных работ приходится на новое здание ГАЭС – 33 % (1,0 млрд. руб. с учетом ограждающих конструкций котлована), плотину Кубанского водохранилища – 22 % (0,7 млрд. руб.) и подводящий канал к новому зданию ГАЭС – 13 % (0,4 млрд. руб.).

Наибольшая стоимость оборудования приходится на гидросиловое оборудование производства компании «Альстом» (определено в техническом задании), которое составляет 35 % от общей стоимости реконструкции (2,7 млрд. руб.).

В дальнейшем, в целях оптимизации стоимости проектной организацией были рассмотрены предложения по сокращению стоимости реконструкции касательно обоих вариантов.

Для варианта со строительством нового здания ГАЭС было предложено импортозамещение основного и вспомогательного гидросилового оборудования компании «Альстом» на аналогичное отечественного производства, установка серийных центробежных насосов, сокращение числа агрегатов до 4-х с применением диагональных гидромашин с двойным регулированием.

Для варианта с сохранением существующего здания ГАЭС:

1 Установка оборудования, аналогичного эксплуатируемому без устройства стационарного подъезда, возведения закрытого верхнего строения, устройства пазов для сороудерживающих решёток;

2 Установка оборудования, аналогичного эксплуатируемому с устройством стационарного подъезда, возведением закрытого верхнего строения, устройством пазов для сороудерживающих решёток;

3 Установка агрегатов с асинхронизированными двигателями-генераторами (АСДГ);

4 Установка серийных центробежных насосов.

По результатам проведённых сравнений и с учетом полученных от заводов технико-коммерческих предложений для дальнейшего рассмотрения был рекомендованы следующие варианты:

1. Возведение нового здания ГАЭС, предусматривающее импортозамещение оборудования «Alstom» отечественным оборудованием. Стоимость данного варианта в ценах 1 кв.2016 г, составила предварительно 6,96 млрд. руб. с НДС.
2. Возведение нового здания ГАЭС с установкой серийных центробежных насосов. Стоимость в ценах 1 кв.2016 г, 5,96 млрд. руб. с НДС (предварительно).
3. Реконструкцию существующего здания ГАЭС с установкой оборудования, аналогичного эксплуатируемому, без устройства стационарного подъезда, с возведением закрытого верхнего строения и устройством пазов для сороудерживающих решёток. Предварительная стоимость в ценах 1 кв.2016 – 5,0 млрд. руб. с НДС.

В завершении доклада докладчиком были сделаны следующие общие выводы по вариантам оптимизации стоимости реконструкции ГАЭС:

1. ГАЭС Каскада Кубанских ГЭС играет крайне важную роль в экономике региона в первую очередь для обеспечения водой ответственных потребителей 7-8 месяцев в году (до 70 % стока Большого Ставропольского канала), а также для повышения располагаемой мощности и годовой выработки электроэнергии Каскада Кубанских ГЭС в тот же период;

2. Наиболее оптимальным вариантом по критериям соблюдения современных нормативных документов в части проектирования гидросооружений, компоновке технологического оборудования, надёжности и удобству эксплуатации является **строительство нового здания ГАЭС** с новым подводным каналом и новыми напорными трубопроводами, с установкой отечественных насосов-турбин и двигателей-генераторов производства завода «Уралгидромаш». Срок реализации проекта согласно ПД составляет 5 лет. **Стоимость варианта 6,96 млрд. руб. с НДС** в ценах 1-го квартала 2016 г.;

3. Значительное сокращение затратной части по реконструкции при строительстве нового здания ГАЭС возможно за счет применения серийных центробежных насосов производства «Уралгидромаш», но при этом станция потеряет режимы генерации электроэнергии. **Стоимость варианта 5,96 млрд. руб. с НДС** в ценах 1-го квартала 2016 г.;

4. Вариант сохранения существующего здания ГАЭС без устройства стационарного подъезда и закрытого верхнего строения можно считать как вынужденный в условиях ограниченного финансирования. Вариант связан с рядом ограничений при производстве работ на действующем предприятии, имеет прямую зависимость реконструкции от режима наполнения Кубанского водохранилища и сжатые сроки для ведения работ на затопляемых отметках рядом со зданием ГАЭС. Необходимо также возведение нового здания производственного корпуса на берегу с прокладкой электрических связей через существующий технологический мост. Срок реализации данного варианта экспертно составит 6,5 лет;

5. Эксплуатация существующего здания ГАЭС после реконструкции будет связана с повышенными аварийными рисками вследствие возможных скрытых дефектов в старых железобетонных конструкциях после 50-ти летней эксплуатации;

6. Стоимость варианта составляет **5,0 млрд. руб.** с НДС в ценах 1-го квартала 2016 г.

7. Варианты сокращения числа гидроагрегатов в новом здании ГАЭС до 4-х диагонального типа и установки серийных насосов в существующем здании ГАЭС не конкурентоспособны по причине отсутствия предложений от заводоизготовителей для диагональных гидромашин и невозможности использования существующей проточной части для серийных современных насосов соответственно. Вариант с применением АСДГ не может быть оценен ввиду отсутствия предложения от ОАО «Силовые машины»;

8. С целью оптимизации схемы финансирования, реконструкцию ГАЭС целесообразно разбить на две очереди:

1-ая очередь – пусковой комплекс в составе сооружений станционного узла (здание ГАЭС, напорные трубопроводы, подводящий канал, водоприемник);

2-я очередь – прочие сооружения (плотина, холостой водосброс, шлюз-регулятор № 1, подводящие и отводящие каналы, производственные сооружения).

Каждая очередь будет иметь свой сводный сметный расчет и может быть реализована с перерывом во времени.

Стоимость реконструкции сооружений второй очереди одинакова для всех вариантов оптимизации и составляет 1,3 млрд. руб. с НДС в ценах 1-го квартала 2016 г.

По окончании доклада с экспертным заключением по представленным материалам выступил председатель экспертной группы **Берлин Валентин Валентинович**.

Экспертом были даны характеристики состояния комплекса сооружений Кубанской ГАЭС, даны рекомендации по их реконструкции и ремонту.

Касательно основного оборудования был подтверждён вывод, что насос-турбины ГАЭС не соответствуют современным требованиям, предъявляемым к гидротурбинному оборудованию. Существующие рабочие колеса изготовлены из некоррозионно стойкой стали, что противоречит требованиям СТО 17330282.27.140.018-2008 «Гидротурбинные установки. Условия поставки. Нормы и требования» (пункты 7.2.1.15 и 7.2.1.16).

Также не соответствует требованиям СТО отсутствие регулируемого направляющего аппарата, отсутствие системы регулирования насос-турбины и виброконтроля, отсутствие системы пожаротушения двигателей-генераторов. По приведённой совокупности отсутствия или недостаточности основных систем управления и обеспечения надёжности ГАЭС, экспертом был сделан вывод о необходимости полной замены насос-турбин, двигателей-генераторов и их вспомогательных систем. В связи с этим экспертом было сказано следующее.

При анализе возможных вариантов замены силового оборудования необходимо учитывать кардинально различающиеся роли турбинного и насосного режимов. В насосном режиме вода, поднимаемая из водохранилища в канал на 14,5-31 м, проходит затем через турбины нескольких ГЭС каскада общим напором более 200 м с дополнительной годовой выработкой электроэнергии 350

- сопряжение забральной балки ВВ водоприемника с подпорными стенками;

- напорные железобетонные трубопроводы.

3. Состояние бетонных сооружений (здание ГАЭС, напорные водоводы) таково, что восстановить их до работоспособного состояния возможно, но уровень надежности этих сооружений будет существенно ниже, чем новых, возведенных с применением современных материалов и технологий.

При восстановлении необходимо внимательно подойти к формированию технического задания на ремонтные работы – для каждого вида конструкций разработать индивидуальные технологии ремонта с учетом особенностей их эксплуатации, уделить особое внимание подготовке поверхности коренного материала и обеспечению адгезии ремонтного материала с основным.

4. Основное гидросиловое оборудование подлежит замене как отработавшее нормативные сроки, устаревшее морально и физически.

5. Если придерживаться рамок комплексной реконструкции и стремиться к минимизации затрат, то из предложенных остаются для сравнения 2 вышеназванных варианта.

Вариант 1 – Строительство нового здания берегового расположения с установкой в нем серийных насосов. Прокладываются новые металлические водоводы, реконструкция проводится в независимости от режима работы водохранилища и существующего здания ГАЭС. Основное преимущество варианта это обеспечение высокого уровня надежности здания станции и напорных водоводов, построенных с соблюдением современных нормативных требований.

Недостатки данного варианта – более высокая стоимость СМР в сравнении с вариантом реконструкции старого здания, необходимость устройства котлована глубиной 19 м в слабых грунтах с применением ограждающих конструкций типа "стена в грунте", необходимость останова станции и вывода из эксплуатации существующего здания ГАЭС.

Вариант 2 – Реконструкция старого здания с установкой насос-турбин 6ЗНТВ10 и реконструкция напорных водоводов, состоящих из железобетонных колец, предварительно напряженных с использованием проволочной навивки, частично поврежденной коррозией. Восстановление разрушений бетона в подкрановых колоннах и балках эстакады на перекрытии здания.

Преимущества варианта – возможность использования существующего проточного тракта насос-турбин, замена оборудования на аналогичное с сохранением общей компоновки, минимальный объем СМР.

Недостатки: остается старое здание, без верхнего строения, со следами фильтрации на стенах, неудобное в эксплуатации из-за тесноты, в условиях плохой связи с берегом; требуется строительство нового производственного корпуса для размещения электрооборудования.

В продолжение заседания с содокладом «Технические решения реконструкции железобетонных напорных водоводов ГАЭС каскада Кубанских ГЭС с использованием композиционных материалов для обеспечения безопасной эксплуатации ГАЭС» выступил Заместитель генерального директора АО «НИИЭС» Рубин Олег Дмитриевич.

млн. кВтч и, кроме того, используется для нужд орошения, бытового и технического водоснабжения.

Преобладающая роль насосного режима отразилась в первоначальном названии станции, которая именовалась **насосно-аккумулирующей – НАЭС**.

В турбинном режиме станция работает только в месяцы летнего таяния ледников, её среднемноголетняя выработка электроэнергии составляет всего 10 млн. кВтч в год.

С учетом стоимости и соотношения ролей турбинного и насосного режимов, вариант с серийными насосами следует признать предпочтительным. Однако этот вариант применим только в варианте нового здания станции – в старом здании практически возможно только повторение ныне используемого оборудования, а именно насос-турбины 63НТВ10.

Предлагаемые заводом Уралгидромаш насосы предротацией дают возможность регулировать расход насоса до 15-20 % в сторону его уменьшения, при этом КПД снижается на 6-7 %. Насос с предротацией более дорогой, увеличивает высоту всасывающей трубы и по экспертному мнению, не дает заметных преимуществ. Частотное регулирование более эффективно, так как позволяет в широком диапазоне напоров поддерживать близкие к максимуму значения КПД и обеспечивать оптимальные условия пуска агрегата.

При сравнении стоимости вариантов следует исключить из него объемы и стоимости работ, одинаковые для всех вариантов, необходимость которых не подвергается сомнению. При всех вариантах проводятся работы по восстановлению повреждений плотины, консольного водосброса, подводящего канала, шлюза-регулятора, водоприемника и т.п. Ниже сравниваются варианты работ по зданию станции, напорным водоводам и основному гидросиловому оборудованию.

Если придерживаться рамок комплексной реконструкции и стремиться к минимизации затрат, то для сравнения возможны 2 варианта:

1. Строительство нового здания с установкой в нем серийных насосов.
2. Реконструкция старого здания с установкой аналогичных ныне действующим насос-турбин 63НТВ10.

По окончании выступления экспертом сделаны **следующие выводы**.

1. В настоящее время железобетонные конструкции гидротехнических сооружений ГАЭС подошли к периоду износа и старения и находятся, в основном, в работоспособном и ограниченно-работоспособном состоянии. В связи с наличием в них значительного количества потенциально развивающихся дефектов и отсутствием информации по техническому состоянию подводной части конструкций, их состояние следует отнести к ограниченно-работоспособному состоянию, требующему проведения определенного объема ремонтно-восстановительных работ.

2. Из всех рассмотренных ГТС наиболее дефектными следует считать:

- железобетонные плиты крепления грунтовых откосов каналов;
- лоток холостого водосброса;
- эстакаду крана грузоподъемностью 30 т на здании ГАЭС;

В ходе доклада были определены преимущества технологий с использованием композитных материалов, включающие в себя:

1. Сокращение стоимости и сроков работ по проектированию, восстановлению (ремонту) и усилению железобетонных/бетонных конструкций ГТС.

2. Возможность проведения восстановления или усиления конструкций (а также отдельных элементов конструкций) ГТС в сжатые сроки без остановки (по возможности) производственной деятельности (эксплуатации объекта).

3. Повышение надежности и безопасности конструкций зданий и сооружений гидротехнических объектов, при воздействии на них природных и техногенных факторов.

4. Возможность восстановления и усиления различных конструкций ГТС, техническое состояние которых в установленном порядке признано ограниченно-работоспособным и аварийным.

5. Возможность эффективного проведения реконструкции и технического перевооружения зданий и сооружений гидротехнических объектов.

Было отмечено, что существующая нормативная база по армированию железобетонных конструкций композитными материалами весьма ограничена.

В 2016 году институтом НИИЭС совместно с другими разработчиками был введён в действие стандарт организации СТО АО «НИИЭС» «Гидротехнические сооружения. Усиление железобетонных конструкций системой внешнего армирования из композиционных материалов на основе углеродных волокон», который устанавливает правила проектирования и расчётов подобных систем, а также регламент их устройства. Требования Стандарта обоснованы результатами исследований систем внешнего армирования на все виды нагрузок и воздействий на более чем двухстах крупномасштабных моделях и может быть использован при решении вопросов реконструкции напорных водоводов Кубанской ГАЭС.

При этом следует иметь в виду необходимость разработки специальных технических условий на реконструкцию напорных водоводов Кубанской ГАЭС с использованием композитных материалов.

В продолжение презентации были представлены краткие описания технических решений по реконструкции напорных водоводов, дано технико-экономическое сопоставление вариантов.

Отмечено, что по всем рассмотренным параметрам водоводы из композитных материалов имеют существенные преимущества перед железобетонными и металлическими водоводами. Затраты на устройство композитных водоводов оцениваются в 270-300 тыс. рублей (с учётом НДС) на погонный метр водовода. Тип композитной облицовки влияет на уровень затрат в пределах 30 тыс. рублей/м.

По окончании презентации сделан вывод, что проведённые исследования и разработки по возможности реконструкции напорных водоводов Кубанской ГАЭС с использованием композитных материалов позволяют сформулировать следующее заключение:

1. В практике гидротехнического и водохозяйственного строительства накоплен определённый опыт создания и ремонта напорных водоводов диаметром до 2 м и напорами до 37 бар с использованием композитных материалов.

2. Водоводы из композитных материалов обладают серьёзными преимуществами по сравнению с металлическими и железобетонными, а именно:

- срок службы более 60-ти лет;
- гидравлическое сопротивление ниже на 25%;
- высокая коррозионная стойкость;
- высокая стойкость внутренней поверхности к абразивному износу;
- уменьшение сроков монтажа трубопроводов, что особенно важно для Кубанской ГАЭС;
- отсутствие обрастания;
- лёгкость монтажа с применением кранов с пониженной грузоподъёмностью;
- снижение трудозатрат на монтаж в 2,5 раза.

3. Для оценки возможности реализации предлагаемых вариантов реконструкции напорных водоводов представляется необходимым:

- провести комплекс работ по обоснованию применяемых технических решений, в том числе и опытных работ на специальном полигоне;
- разработать специальные технические условия на применение композитных материалов для реконструкции напорных водоводов Кубанской ГАЭС;
- оценить уровень безопасности существующих преднапряжённых железобетонных секций трубопровода с учётом их сегодняшнего состояния и невозможности контроля их состояния и ремонта для первых двух вариантов реконструкции;
- с учётом перечисленных работ разработать проект реконструкции напорных водоводов с использованием композитных материалов.

С экспертным заключением по представленным материалам выступил эксперт **Александров А.В.**

Экспертной оценке были подвергнуты следующие предложенные технологии:

1. Реконструкция железобетонных напорных трубопроводов методом прокладки композитных труб диаметром 3000-3600 мм внутри существующих трубопроводов с сохранением требуемой пропускной способности.

2. Усиление секций напорного трубопровода углеродными композитными лентами с устройством несъемной композиционной опалубки.

3. Устройство нового бетонного трубопровода диаметром до 3500 мм, армированного композитной арматурой, внутри существующего трубопровода с применением несъемной опалубки из полимерного анкерного листа типа V-LOCK.

По итогам рассмотрения экспертом были сделаны следующие выводы:

Технология 1

- Является наиболее универсальной. В случае необходимости прокладки нового трубопровода взамен реконструкции существующего трубопровода возможно применение аналогичной трубы из композитного материала для возведения открытого трубопровода.

- Предложенное раструбное соединение стыков композитных секций

имеет преимущества перед жесткими стыками стальных или бетонных звеньев в части снижения нагрузок на трубопровод и на опоры, что имеет особое значение в сейсмоопасном районе расположения ГАЭС.

- Среди достоинств технологии №1 следует также отметить, что новая конструкция внутренней оболочки из композитной трубы толщиной стенки 15 мм и с ребрами жесткости высотой 15 мм работает самостоятельно, независимо от состояния стенок существующего железобетонного трубопровода.

- С целью снижения трудозатрат непосредственно на объекте предлагается устройство мобильного цеха площадью 1200 кв. м по производству конструкций композитных труб для напорных трубопроводов. Данное производство может быть использовано при производстве композитных труб как для реконструкции по технологии № 1, так и для нового строительства открытого трубопровода.

- После завершения устройства композитной трубы внутри существующего трубопровода по технологии №1 рекомендуется заполнить песком затрубное пространство между внутренней композитной трубой и внутренней поверхностью бетонных звеньев существующего трубопровода.

- Положительные показатели технологии №1:

- долговечность (при заданных максимальных показателях мутности воды ожидаемый срок службы до 100 лет);

- устойчивость к абразивному истиранию и неподверженность коррозии (отсутствие необходимости в местном ремонте при значительном сроке эксплуатации);

- высокотехнологичная гидроизоляция в рамках данной реконструкции;

- низкая шероховатость поверхности в условиях длительной эксплуатации (менее 0,05);

- экологичность применяемых материалов.

- положительный мировой опыт применения полимерных композитных напорных водоводов.

Технология №2.

- Среди достоинств технологии №2 следует отметить тот факт, что выполняется усиление существующей конструкции (восстановление эксплуатационных свойств), обеспечивающее дальнейшую безопасную эксплуатацию.

- Предложенная технология среди прочих является наиболее экономичной и сочетается с технологиями реконструкции аналогичных трубопроводов в Турции, Германии, Канаде, Азербайджане и др.

- После проведения реконструкции и пуска трубопровода в эксплуатацию возможен доступ внутрь трубопровода для обследования его состояния и совершенствования системы мониторинга его состояния.

Технология №3

- Учитывая, что внутренняя поверхность сборных звеньев существующих железобетонных трубопроводов подверглась сильному износу под воздействием наносов, применение полимерной облицовки из анкерного листа типа V-LOCK имеет ряд положительных эксплуатационных характеристик:
 - долговечность (при заданных максимальных показателях мутности воды ожидаемый срок службы до 100 лет).
 - устойчивость к абразивному истиранию и неподверженность коррозии.
 - высокотехнологичная гидроизоляция в рамках данной реконструкции.
 - низкая шероховатость поверхности при длительной эксплуатации, что дает гарантию сохранения максимальных эксплуатационных характеристик в течение продолжительного периода времени.

В завершение выступления экспертом сделаны следующие **замечания по Технологии №3**

1. Отсутствие опыта применения данной технологии в напорных трубопроводных конструкциях.

2. Увеличение толщины стенки действующего трубопровода на 25 см и, соответственно, массы на 3000 т (за счет веса нового бетона).

3. Неясно, каким образом обеспечивается адгезия новой конструкции со стенкой существующего трубопровода и по его работе при заданной сейсмической нагрузке в 8 баллов по шкале МСК-64. По данным ЦНИИСК им. Кучеренко и новой нормативной документации 2015 года, показатели действующей сейсмической нагрузки возрастают пропорционально увеличению массы конструкции. Могут возникнуть проблемы с допуском сооружения в эксплуатацию.

4. Неясно, какой гарантийный срок эксплуатации дает производитель на конструкцию, выполненную по технологии № 3

5. Вопросы, требующие детального исследования:

5.1. Изучение контакта «старый бетон» - «новый бетон».

5.2 Исследование гидравлических явлений неустановившегося движения при закрытии затвора.

В продолжение заседания состоялось обсуждение представленных докладов по результатам которого секция вынесла **РЕШЕНИЕ:**

1. Рекомендовать прекратить дальнейшую разработку проекта реконструкции Кубанской ГАЭС, предусматривающего возведение нового берегового здания ГАЭС в связи с более высокой, по сравнению с другими вариантами, стоимостью строительно-монтажных работ и существующими

рисками её увеличения в процессе строительства из-за сложных инженерно-геологических условий.

2. По результатам рассмотрения представленных материалов, считать оптимальным вариант проведения поэтапной модернизации комплекса сооружений Кубанской ГАЭС, включая существующее здание ГАЭС и напорные водоводы, с переводом её в статус насосно-аккумулирующей станции.

3. Рекомендовать разработать проект поэтапной модернизации комплекса сооружений Кубанской ГАЭС с выделением этапов (очередности) работ и сроков их проведения.


4. При разработке проекта рассмотреть различные варианты установки и применения основного оборудования, имея в виду размеры, количество и типы насосов. С целью оптимизации стоимости реконструкции дополнительно рассмотреть варианты и технологии возведения нового производственного корпуса и подъездной эстакады.

5. С целью снижения сроков и стоимости работ по реконструкции трубопроводов ГАЭС рекомендовать провести комплекс научно-исследовательских работ по апробированию технического решения по реконструкции трубопроводов ГАЭС с использованием композиционных материалов на опытном полигоне (участке).

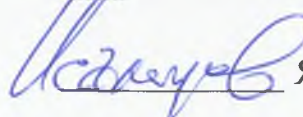
5.1. Разработать специальные технические условия на применение композитных материалов для реконструкции напорных трубопроводов Кубанской ГАЭС а также предложения по применению данной технологии на других объектах каскада.

5.2. С учётом результатов испытаний на опытном полигоне, разработать проект реконструкции железобетонных напорных трубопроводов ГАЭС Каскада Кубанских ГЭС с использованием композитных материалов.


Первый заместитель Председателя
Научно-технической коллегии
НП «НТС ЕЭС», д.т.н., профессор


В.В. Молодюк

Учёный секретарь
Научно-технической коллегии
НП «НТС ЕЭС», к.т.н.


Я.Ш. Исамухамедов

Председатель секции
«Гидроэлектростанции и
гидротехнические сооружения»
НП «НТС ЕЭС», к.т.н.


С.Я. Лащенко

Ученый секретарь секции
«Гидроэлектростанции и
гидротехнические сооружения»
НП «НТС ЕЭС»


М.Ю. Гушин