Российское открытое акционерное общество энергетики и электрификации
«ЕЭС России»

СТАНДАРТ
ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО РАО «ЕЭС РОССИИ»

СТО
17330282.27.140.019-2008

ГИДРОГЕНЕРАТОРЫ. УСЛОВИЯ ПОСТАВКИ. НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ

Дата введения – 2008 - 07 - 30

Издание официальное

ОАО РАО «ЕЭС России»
2008

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184 – ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения Стандарта организации – ГОСТ Р 1.4 – 2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения»

Сведения о стандарте

1. РАЗРАБОТАН РАЗРАБОТАН НП «Гидроэнергетика России», ОАО «Ленгидропроект ГидроОГК»

2. ВНЕСЕН НП «Гидроэнергетика России»

3. ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом ОАО РАО «ЕЭС России» от 30.06.2008 № 320

4. ВВОДИТСЯ ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ОАО РАО «ЕЭС России»

Содержание

	Введение	IV
1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	2
3	Термины и определения	4
4	Обозначения и сокращения	8
5	Основные требования и положения	10
	5.1 Природные условия нахождения объекта	10
	5.2 Основные характеристики ГЭС	11
	5.3 Требования к параметрам гидрогенератора	11
	5.4 Требования к конструкции гидрогенератора и его технологическим системам	16
	5.5 Требования к системе возбуждения	23
	5.6 Требования надежности	35
	5.7 Требования ремонтопригодности	35
	5.8 Требования безопасности и охраны труда	35
	5.9 Эргономические и эстетические требования	36
	5.10 Требования по монтажу и эксплуатации	37
	5.11 Требования к маркировке, упаковке транспортированию и хранению	38
6	Комплектность поставки	40
7	Документация, передаваемая заказчику	42
8	Порядок приемки и контроля	42
9	Гарантии Изготовителя	46
10	Оценка соответствия	46
	Приложения:	
	Приложение А (справочное). Структура условного обозначения гидрогенератора	48
	Приложение Б (обязательное). Допустимые перегрузки гидрогенератора по току статора	49
	Приложение В (обязательное). Количество и места установки термопреобразователей сопротивления и термометров манометрических в системе теплоконтроля гидрогенератора	50
	Приложение Г (обязательное). Перечень аппаратуры контроля и управления гидрогенератора	51
	Приложение Д (обязательное). Требования к конструкциям гидрогенераторов и их технологических систем	53
	Библиография	58

Введение

Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России» «Гидрогенераторы. Условия поставки. Нормы и требования» (далее – Стандарт) разработан в соответствии с требованиями Федерального закона №184-ФЗ «О техническом регулировании».

Стандарт является корпоративным нормативным техническим документом и предназначен для реализации современных требований технического регулирования в процессе заказа (выбора поставщика), разработки, изготовления и приемки в эксплуатацию гидрогенераторов для гидроэлектростанций при новом строительстве и реконструкции с целью создания надежного и конкурентоспособного оборудования, соответствующего высокому уровню безопасности при эксплуатации.

Стандарт входит в группу стандартов «Гидроэлектростанции».

Стандарт должен быть пересмотрен в случаях ввода в действие новых технических регламентов и национальных стандартов, содержащих требования, неучтенные в проекте Стандарта, а также при необходимости введения новых требований и рекомендаций, обусловленных развитием новой техники.

СТАНДАРТ ОРГАНИЗЦИИ ОАО РАО «ЕЭС РОССИИ»

Гидрогенераторы. Условия поставки. Нормы и требования

Дата введения 30 июля 2008 г.

1 Область применения

1.1 Стандарт регламентирует процессы организации заказа и поставки гидрогенераторов для ГЭС и ГАЭС. Требования и нормы Стандарта реализуются при заказе и изготовлении гидрогенераторов, их приемке от изготовителя (поставщика) и имеют целью обеспечение эффективной, надежной и безопасной эксплуатации поставляемого оборудования.

1.2 Стандарт устанавливает требования и нормы к условиям поставки гидрогенераторов для ГЭС и ГАЭС.

1.3 Стандарт распространяется на следующее оборудование гидроэлектростанций:

- трехфазные синхронные явнополюсные вертикальные гидрогенераторы с воздушной и водяной системой охлаждения, предназначенные для соединения с гидравлическими турбинами;
- генераторы-двигатели частотой 50 Гц, предназначенные для соединения с гидравлическими обратимыми насосами-турбинами;
- основные технологические системы (система возбуждения, охлаждения, маслоснабжения, торможения) гидрогенераторов.

1.4 Стандарт предназначен для формирования гидрогенерирующими компаниями и эксплуатирующими организациями технических требований (технического задания) при организации поставок гидрогенераторов и генераторов-двигателей для электростанций.

1.5 Стандарт определяет состав и порядок работ при проведении испытаний и приемке оборудования в эксплуатацию, минимально необходимых для оценки соответствия техническим требованиям поставляемого оборудования, а также для принятия решений о проведении дополнительных натурных испытаний по специальным программам.

1.6 Стандарт устанавливает основные требования и не учитывает все возможные особенности применения этих требований при поставке оборудования для отдельных гидроэлектростанций. В развитие Стандарта каждый заказчик (собственник, эксплуатирующая организация, инвестор) может для применения на создаваемой им гидроэлектростанции (или техническом перевооружении действующей гидроэлектростанции) в установленном порядке разработать конкретные требования, учитывающие особенности создаваемого (перевоору-

жаемого) объекта и не противоречащие и не снижающие уровень требований действующих нормативных документов и данного Стандарта.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие законы, стандарты и иные нормативные правовые документы:

Федеральный Закон РФ от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

ГОСТ 4.167-85. СПКП. Машины электрические вращающиеся крупные свыше 355 габарита. Номенклатура показателей.

ГОСТ Р 12.4.026-2001. ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики.

ГОСТ Р 51317.4.1-2000. Совместимость технических средств электромагнитная. Испытания на помехоустойчивость. Виды испытаний.

ГОСТ 2.601-2006. ЕСКД. Эксплуатационные документы.

ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

ГОСТ 12.1.004-91.ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.2.007.0- 75. ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.007.1-75. ССБТ. Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности.

ГОСТ 12.2.049-80.ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

ГОСТ 12.3.019-80. ССТБ. Испытания и измерения электротехнические. Общие требования безопасности.

ГОСТ 15.005-86. Создание изделий единичного и мелкосерийного производства, собираемых на месте эксплуатации.

ГОСТ 183-74. Машины электрические вращающиеся. Общие технические требования.

ГОСТ 5616-89 Генераторы и генераторы-двигатели электрические гидротурбинные. Общие технические условия.

ГОСТ 8865-93 Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация.

ГОСТ 9972-74 «Масла турбинные с присадками».

ГОСТ 10169-77 Машины электрические трехфазные синхронные. Методы испытаний.

ГОСТ 11828-86 Машины электрические вращающиеся. Общие методы испытаний.

ГОСТ 16772-77. Трансформаторы и реакторы преобразовательные. Общие технические условия.

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействий климатических факторов внешней среды.

ГОСТ 17494-87. Машины электрические вращающиеся. Классификация степеней защиты, обеспечиваемых оболочками вращающихся электрических машин.

ГОСТ 17516.1-90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам.

ГОСТ 18620-86. Изделия электротехнические. Маркировка.

ГОСТ 21130-75. Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры.

ГОСТ 21558-2000. Системы возбуждения турбогенераторов, гидрогенераторов и синхронных компенсаторов. Общие технические условия.

ГОСТ 23216-78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний.

ГОСТ 26772-85. Машины электрические вращающиеся. Обозначения выводов и направление вращения.

ГОСТ 27471-87. Машины электрические вращающиеся. Термины и определения.

ГОСТ 30546.1-98. Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости.

СО 153-34.20.501-2003 (РД 34.20.501-95). Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации: /Утв. Приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 19 июня 2003 г. № 229; зарегистрированы Минюстом России рег. № 4799 от 20 июня 2003 г.

П р и м е ч а н и е: При пользовании Стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании Стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **возбудитель:** устройство, являющееся составной частью системы возбуждения и предназначенное для питания постоянным током обмотки возбуждения гидрогенератора и представляющее электрическую машину постоянного тока либо полупроводниковый преобразователь в комплексе с источником питания переменного тока. Источником питания переменного тока могут быть электрическая машина переменного тока, трансформатор или сочетание ряда различных трансформаторов или дополнительная обмотка переменного тока в возбуждаемой машине, а также различные сочетания выше указанных источников питания.

3.2 **возбуждение вращающейся электрической машины:** Создание магнитного потока во вращающейся электрической машине током в какой-либо из ее обмоток или постоянными магнитами.

3.3 **гашение поля:** Принудительное монотоннное или колебательное снижение до нуля тока возбуждения гидрогенератора.

3.4 **генеральный проектировщик:** Проектная организация, ответственная за выполнение комплекса проектных и изыскательских работ по проектируемому объекту на основании договора с Заказчиком

3.5 **гидравлическая турбина (гидротурбина):** Турбина, в которой в качестве рабочего тела используется вода

3.6 **гидроагрегат:** Агрегат, состоящий из гидравлической турбины и электрического гидрогенератора

3.7 **гидрогенератор:** Синхронный генератор, приводимый во вращение от гидравлической турбины.

3.8 **гидроэлектростанция, ГЭС:** Электростанция, преобразующая механическую энергию воды в электрическую энергию

3.9 **заказчик:** Лицо, являющееся стороной в договоре на оказание услуг и имеющее право требования по такому договору (не обязательно являющееся потребителем услуг)

3.10 **здание ГЭС:** Сооружение, подземная выработка или помещение в плотине, в котором устанавливается гидросиловое, электротехническое и вспомогательное оборудование ГЭС.

3.11 **изготовитель**: Организация независимо от ее формы собственности, а также индивидуальный предприниматель, производящие товары для реализации потребителям (в целях настоящего стандарта - завод-изготовитель гидрогенератора)

3.12 **испытания:** Экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него при его функционировании, при моделировании объекта и (или) воздействий

3.13 **индуктор синхронной машины:** Статор или ротор синхронной машины, на котором размещены постоянные магниты или обмотка возбуждения.

3.14 **колесо рабочее гидравлической турбины:** Рабочий орган гидравлической турбины, преобразующий энергию потока в механическую.

3.15 **кратность форсировки возбуждения по напряжению:** Потолочное установившееся напряжение системы возбуждения гидрогенератора, выраженное в долях номинального напряжения возбуждения.

3.16 **кратность форсировки возбуждения по току:** Потолочный ток системы возбуждения гидрогенератора, выраженный в долях номинального тока возбуждения.

3.17 **маховой момент инерции ротора:** Сумма произведений масс всех частиц ротора на квадраты диаметров их вращения

3.18 **момент инерции (динамический момент инерции) ротора:** Сумма произведений масс всех частиц ротора на квадраты расстояний от оси его вращения.

3.19 **направление вращения правое:** Направление вращения по часовой стрелке вращающейся электрической машины с односторонним приводом, определяемое со стороны присоединения к первичному двигателю или рабочему механизму.

3.20 **недовозбуждение синхронной машины:** Режим работы синхронной машины, при котором магнитный поток, создаваемый продольной составляющей магнитодвижущей силы обмотки якоря, совпадает по направлению с потоком обмотки возбуждения

3.21 **номинальное значение параметра:** Значение параметра, определяемое его функциональным назначением и служащее началом отсчета отклонений

3.22 **обмотка вращающейся электрической машин:** Совокупность витков или катушек, образующих электрическую цепь или часть цепи во вращающейся электрической машине.

3.23 **обмотка вращающейся электрической машины успокоительная:** Обмотка вращающейся электрической машины, обычно короткозамкнутая, предназначенная для успокоения быстрых изменений сцепленного с ней потока.

3.24 **отношение короткого замыкания:** Отношение тока возбуждения синхронной машины, соответствующего ее номинальному напряжению при холостом ходе, к току возбуждения при трехфазном коротком замыкании с номинальным током в обмотке якоря.

3.25 **паспорт изделия:** Эксплуатационный документ, содержащий сведения, удостоверяющие гарантии изготовителя, значения основных параметров и характеристик (свойств) изделия, а также сведения о сертификации и утилизации изделия

3.26 **перевозбуждение синхронной машины:** Режим работы синхронной машины, при котором магнитный поток, создаваемый продольной составляющей магнитодвижущей силы обмотки якоря, направлен навстречу потоку обмотки возбуждения.

3.27 **перегружаемость статическая синхронной машины:** Отношение максимально-возможного значения ее активной мощности по условию сохранения статической устойчивости к величине ее номинального значения.

3.28 **поставщик:** Организация, предоставляющая продукт потребителю.

3.29 **постоянная времени синхронной машины по продольной оси при разомкнутой обмотке якоря переходная:** Электромагнитная постоянная времени, определяемая параметрами обмотки возбуждения синхронной машины по поперечной оси.

3.30 **превышение температуры вращающейся электрической машины:** Разность между температурой какой-либо части вращающейся электрической машины и температурой окружающей среды.

3.31 **рабочая конструкторская документация:** Конструкторская документация, разработанная на основе технического задания или проектной конструкторской документации и предназначенная для обеспечения изготовления, контроля, приемки, поставки, эксплуатации и ремонта изделия; совокупность конструкторских документов, предназначенных для изготовления, контроля, приемки, поставки, эксплуатации и ремонта изделия

3.32 **развозбуждение:** Принудительное снижение тока возбуждения гидрогенератора до заданного значения.

3.33 **расфорсировка возбуждения:** Принудительное снижение напряжения и тока возбуждения гидрогенератора от потолочного значения до заданного.

3.34 **ротор:** Вращающаяся часть электрической машины.

3.35 **самосинхронизация:** Синхронизация, при которой машина, вращающаяся с частотой близкой к синхронной, после включения ее в сеть и подаче постоянного тока в обмотку возбуждения сама входит в синхронизм.

3.36 **синхронизация синхронной машины:** Процесс, при котором синхронная машина приводится к синхронной и синфазной работе с другой, механически не связанной с нею, синхронной машиной или сетью.

3.37 **система возбуждения:** Комплекс оборудования, устройств, аппаратов и сборочных единиц, предназначенных для возбуждения автоматически регулируемым током гидрогенераторов в нормальных и аварийных режимах.

3.38 **система возбуждения независимая:** Система возбуждения гидрогенератора, в которой возбудитель получает энергию от источника, не связанного с напряжением и током статора возбуждаемой синхронной машины или сети, на которую она работает.

3.39 **система самовозбуждения параллельная**: Система самовозбуждения гидрогенератора, в которой источником энергии является напряжение статора возбуждаемой синхронной машины или сети, на которую она работает.

3.40 **система возбуждения статическая**: Система возбуждения гидрогенератора, в состав которой входят только статические источники энергии и статические преобразователи переменного тока в постоянный.

3.41 **сопротивление нулевой последовательности синхронной машины полное:** Отношение напряжения основной гармоники нулевой последовательности в обмотке якоря синхронной машины к току нулевой последовательности той же частоты в той же обмотке.

3.42 **сопротивление по поперечной оси индуктивное сверхпереходное:** Отношение начального значения основной гармоники электродвижущей силы, индуктируемой в обмотке якоря синхронной машины полным магнитным потоком, обусловленным составляющей тока в этой обмотке по поперечной оси, к начальному значению этой составляющей тока при ее внезапном изменении, наличии успокоительных контуров по поперечной оси и синхронной частоте вращения.

3.43 **сопротивление по поперечной оси индуктивное синхронное:** Отношение установившегося значения основной гармоники электродвижущей силы, индуктируемой в обмотке якоря синхронной машины полным магнитным потоком, обусловленным составляющей тока в этой обмотке по поперечной оси, к этой составляющей тока при синхронной частоте вращения.

3.44 **сопротивление по продольной оси индуктивное переходное:** Отношение начального значения основной гармоники электродвижущей силы, индуктируемой в обмотке якоря синхронной машины полным магнитным потоком, обусловленным составляющей тока в этой обмотке по продольной оси, к начальному значению этой составляющей тока при ее внезапном изменении, отсутствии успокоительных контуров, наличии замкнутой обмотки возбуждения по продольной оси и синхронной частоте вращения.

3.45 **сопротивление по продольной оси индуктивное сверхпереходное:** Отношение начального значения основной гармоники электродвижущей силы, индуктируемой в обмотке якоря синхронной машины полным магнитным потоком, обусловленным составляющей тока в этой обмотке по продольной оси, к начальному значению этой составляющей тока при ее внезапном изменении, наличии успокоительных контуров по продольной оси и синхронной частоте вращения.

3.46 **сопротивление по продольной оси индуктивное синхронное:** Отношение установившегося значения основной гармоники электродвижущей силы, индуктируемой в обмотке якоря синхронной машины полным потоком, обусловленным составляющей тока в этой обмотке по продольной оси, к этой составляющей тока при синхронной частоте вращения.

3.47 **сопротивление рассеяния индуктивное:** Отношение электродвижущей силы, индуктируемой в обмотке якоря синхронной машины магнитным потоком рассеяния, обусловленным током в ней, к этому току.

3.48 **сопротивление синхронное полное:** Отношение векторной разности между электродвижущей силой и напряжением на выводах обмотки якоря синхронной машины к току этой обмотки в установившемся режиме.

3.49 **срок службы:** Календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после ремонта до его перехода в предельное состояние.

3.50 **статор вращающейся электрической машины:** Часть электрической машины, которая включает неподвижный магнитопровод с обмоткой.

3.51 **техническая документация:** Совокупность документов, необходимая и достаточная для непосредственного использования на каждой стадии жизненного цикла продукции.

3.52 **техническая характеристика:** Величина, отражающая функциональные, геометрические, деформационные, прочностные и др. свойства конструкции и/или материалов,

3.53 **технический контроль:** Осмотры, измерения и обследования, осуществляемые на регулярной основе с целью оценки технического состояния и безопасности эксплуатации объекта.

3.54 **техническое обслуживание:** Комплекс мероприятий по инженерному надзору за состоянием объекта и своевременному устранению выявляемых дефектов, повреждений конструкций и отклонений от проектного режима их эксплуатации. Техническое обслуживание предусматривает проведение систематических наблюдений за объектами контроля и ремонтно-восстановительных работ.

3.55 **точная синхронизация синхронной машины**: Синхронизация, при которой напряжение, частота и фаза регулируются так, чтобы они были как можно ближе к соответствующим значениям питающей сети или машины, с которой осуществляется синхронизация.

3.56 **турбина гидравлическая:** Турбина, в которой в качестве рабочего тела используется вода.

3.57 **устойчивость термическая ротора:** Величина, характеризующая способность гидрогенератора кратковременно выдерживать несимметричные короткие замыкания, численно равная квадрату действующего тока обратной последовательности в относительных единицах на допустимую длительность короткого замыкания в секундах.

3.58 **форсировка возбуждения:** Переход системы возбуждения в режим выдачи максимального напряжения и тока возбуждения гидрогенератора.

3.59 **частота вращения синхронная (номинальная):** Частота вращения ротора, вращающейся машины переменного тока, равная частоте вращения магнитного поля, определяемого частотой сети и числом ее полюсов.

3.60 **частота вращения угонная**: Максимальная частота вращения, достигаемая вращающейся электрической машиной при отсутствии нагрузки и при номинальном напряжении.

3.61 **шефмонтаж**: Техническое руководство (консультирование, координация работ, надзор за их выполнением), осуществляемое специалистами поставщика при выполнении монтажных работ специалистами Заказчика.

4 Обозначения и сокращения

4.1 В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

GD^2 - маховой момент генератора

$P_{ном}$ - мощность номинальная

$W_п$ - перегружаемость статическая

T_{d0} - постоянная времени синхронной машины по продольной оси при разомкнутой обмотке якоря переходная

x"q - сверхпереходное индуктивное сопротивление по

поперечной оси

x"d - сверхпереходное индуктивное сопротивление по продольной оси

xq - синхронное индуктивное сопротивление по поперечной оси

xd - синхронное индуктивное сопротивление по продольной оси

x'd - переходное индуктивное сопротивление по продольной оси

I_2^2t - устойчивость термическая ротора

n - частота вращения синхронная

4.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АГП - автомат гашения поля

АРВ - автоматический регулятор возбуждения

АСУ ТП - автоматизированная система управления технологическим процессом

БДУ - блок дистанционного управления

ВБ - верхний бьеф

ВГ - вспомогательный генератор

ВО - воздухоохладитель

ГАЭС - гидроаккумулирующая электростанция

ГГ - главный генератор

ГСС - генератор сигналов скорости

ГЭС - гидроэлектростанция

ЗИП - запасные инструменты и принадлежности

ИОТ - интенсивность отказа тиристора

КПД - коэффициент полезного действия

КРУ - комплектное распределительное устройство

НБ - нижний бьеф

ОКЗ - отношение короткого замыкания

о.е. - относительные единицы

ОТК - отдел технического контроля

ПЗ - проектное землетрясение

ПИ - пропорционально-интегральный

ПИД - пропорционально-интегрально-дифференциальный

САУ -система автоматического управления гидроагрегатом

СВ-ВГ - система возбуждения вспомогательного генератора

СВ-ГГ - система возбуждения главного генератора

СУР - система управления и регулирования

СИФУ - система импульсно-фазового управления

УЗО - устройство защитного отключения

ЦПУ - центральный пульт управления
ЭМП - эластичное металлопластмассовое покрытие
ЭГР -электрогидравлический регулятор
IGBT модули - силовые модули на основе биполярных транзисторов
RC-цепи - активно-емкостные цепи

5 Основные требования и положения

5.1 Природные условия нахождения объекта

При составлении требований на поставку генераторов (конкурсной или тендерной документации) Заказчиком должна быть предоставлена исходная информация, на основании которой участники торгов будут готовить свои предложения, а Изготовитель – проектировать, изготовлять, испытывать, выбирать условия транспортировки, учитывать сейсмические характеристики района строительства ГЭС (ГАЭС) и другие необходимые данные:

- Местонахождение объекта _____
- Район строительства ГЭС (ГАЭС) _____
- Климат района:
- Среднегодовая температура воздуха составляет:
- самого холодного месяца, ^{0}C _____
- самого теплого месяца, ^{0}C . _____
- абсолютный максимум температуры воздуха, ^{0}C _____
- абсолютный минимум температуры воздуха, , ^{0}C _____
- Средняя температура воды в водохранилище в летний период, ^{0}C___
- Среднегодовая скорость ветра, м/сек _____
- Химический состав воды в реке _____
- Содержание взвеси, г/м^3 _____
- Расчетная сейсмичность ПЗ района строительства ГЭС по шкале MSK-64, баллы _____

Подрядчик несет ответственность за интерпретацию этой информации.

5.2 Основные характеристики ГЭС

Требования на поставку генераторов (конкурсной или тендерной документации) должны быть составлены с учетом требований [1] для конкретных условий и характеристик строящейся (реконструируемой) ГЭС или ГАЭС с указанием следующих данных:

1. Наименование ГЭС _____
2. Наименование реки (канала), на которой расположена ГЭС _____

3. Установленная мощность ГЭС, МВт. _____
4. Среднегодовая выработка энергии, млн. кВтч _____
5. Количество агрегатов, шт. _____
6. Тип здания ГЭС (русловое, совмещенное, приплотинное, подземное, с закрытым/открытым машинным залом) _____
7. Температура воздуха в здании ГЭС в местах установки гидрогенераторного оборудования, плюс °С
   максимальная температура воздуха в машзале, °С _____
   минимальная температура воздуха в машзале, °С _____
8. Отметка расположения гидрогенератора над уровнем моря (пола машзала), м _____
9. Нулевая отметка (нижней плоскости фундамента), м _____
10. Отметка монтажной площадки над уровнем моря, м _____
11. Запыленность охлаждающего воздуха не более, г/м^3 _____
12. Максимальная температура технической охлаждающей воды, °С __
13. Тип гидротурбины (осевая, радиально-осевая, диагональная, ковшовая, насос-турбина) _____
14. Размеры подгенераторной шахты, м _____
15. Режим работы ГЭС (базовый, пиковый, полупиковый) _____
16. Схема выдачи мощности _____
17. Схема присоединения генератора к повышающему трансформатору (к сборным шинам генераторного напряжения, укрупненному блоку, и т.д.) _____
18. Параметры повышающего трансформатора (тип, напряжение короткого замыкания) _____
19. Гидрогенератор и его технологические системы должны обеспечивать работу агрегата без постоянного обслуживающего персонала (да/нет) _____

5.3 Требования к параметрам гидрогенератора

Гидрогенератор должен иметь следующие основные параметры, приведенные в таблице 5.1.

Таблица 5.1

	Наименование параметров гидрогенератора	Параметры (нужное указать)
1	Тип гидрогенератора (приведен в приложении А)	Вертикальный синхронный Генератор-двигатель (для ГАЭС)
2	Мощность номинальная, кВА/кВт	В соответствии с типом и параметрами гидротурбины

Продолжение таблицы 5.1

3	Напряжение номинальное для генератора номинальной мощностью, кВ:	
	- 5-6 МВА	6,3
	- 10-25 МВА	6,3 – 10,5
	- 25-50 МВА	10,5 – 13,8
	- 50-150 МВА	13,8 – 15,75
	- 150-500 МВА	15,75 – 18,0
	- 500 МВА и более	18,0 – 20,0
4	Коэффициент мощности для генератора номинальной мощностью, о.е.:	
	- 125 МВА и ниже	0,85
	- от 125 до 360 МВА	0,85-0,9
	- более 360 МВА	0,9
5	Частота номинальная электрического тока, Гц	50
6	Направление вращения по ГОСТ 27471-87 (если смотреть со стороны турбины)	(как правило, левое)
7	Частота вращения, об/мин:	определяется Изготовителем гидротурбины
	- номинальная	
	- угонная	
8	Относительное повышение частоты вращения ротора агрегата при сбросе номинальной нагрузки, %	не более 160 (подтверждается Изготовителем гидротурбины)
9	Ток возбуждения номинальный, А	определяются Изготовителем гидрогенератора
	Ток возбуждения при коротком замыкании и номинальном токе статора, А	
	Ток возбуждения при холостом ходе, А	
10	Кратность пусковых токов в двигательном режиме, о.е.	
11	Напряжение возбуждения номинальное, В	
12	Кратность форсировки возбуждения по напряжению и по току, о.е.	определяется Заказчиком (Генпроектировщиком ГЭС)
13	Нагрузка осевая на подпятник от турбины, (гидравлическое усилие и масса вращающихся частей), кН (тс)	определяется Изготовителем гидротурбины
14	Маховой момент GD^2, $тм^2$,не менее	определяются Изготовителем гидрогенератора, согласовывается с Изготовителем гидротурбины

Продолжение таблицы 5.1

15	Класс изоляции по ГОСТ 8865-93:	
	- статора	(не ниже класса F)
	- ротора	(не ниже класса F)
		определяется Изготовителем генератора, согласовывается Заказчиком
16	Синхронное индуктивное сопротивление по продольной оси xd, %	определяются Изготовителем гидрогенератора из условия создания его оптимальной конструкции при отсутствии специальных требований по условиям устойчивости работы энергосистемы и условию исключения процесса самовозбуждения гидрогенератора при работе на холостую линию
17	Синхронное индуктивное сопротивление по поперечной оси xq, %	
18	Переходное индуктивное сопротивление по продольной оси x'd, %	
19	Сверхпереходное индуктивное сопротивление по продольной оси x"d, %	
20	Сверхпереходное индуктивное сопротивление по поперечной оси x"q, %	
21	Отношение короткого замыкания ОКЗ, о.е	определяются Изготовителем гидрогенератора
22	Постоянная времени синхронной машины по продольной оси при разомкнутой обмотке якоря переходная T_{d0}, с	
23	Статическая перегружаемость $W_п$,о.е.	не менее 1,5
24	Термическая устойчивость ротора, с:	
	- при косвенном воздушном охлаждении	40
	- при форсированном воздушном и непосредственном водяном охлаждении	20
25	КПД гидрогенератора	
25.1	КПД гидрогенератора, %, не менее:	
	- мощностью от 10 до 25 МВА, при частоте вращения, об/мин:	
	50-93,76	95,9-96,6
	100-187,5	96,0-96,7
	200-300	95,8-96,4
	333,3-600	96,1-96,3
25.2	- мощностью от 25 до 50 МВА, при частоте вращения, об/мин:	
	50-93,76	96,6-97,3
	100-187,5	96,7-97,3
	200-300	96,4-97,2
	333,3-600	96,5-97,0

Продолжение таблицы 5.1

25.3	- мощностью от 50 до 100 МВА, при частоте вращения, об/мин:	
	50-93,76	97,3-98,0
	100-187,5	98,0-98,2
	200-300	97,2-97,7
	333,3-600	97,0-97,6
25.4	- мощностью от 100 до 250 МВА, при частоте вращения, об/мин:	
	50-93,76	98,0-98,3
	100-187,5	98,2-98,6
	200-300	97,7-98,4
	333,3-600	97,6-98,4
25.5	- мощностью свыше 250 МВА, при частоте вращения, об/мин:	
	50-93,76	98,3-98,7
	100-187,5	98,6-98,9
	200-300	98,2-98,5
	333,3-600	более 98,5
26	Параметры, определяемые особенностями режимов работы ГЭС (ГАЭС) в энергосистеме:	
26.1	работа в режиме СК предусматривается, да/нет	определяется Заказчиком (Генпроектировщиком ГЭС), согласовывается Изготовителем гидрогенератора
26.2	наибольшая емкостная нагрузка гидрогенератора, квар	
26.3	допустимая длительность наибольшей емкостной нагрузки (если есть ограничение), с	
26.4	наибольшая индуктивная нагрузка гидрогенератора при номинальном токе возбуждения, квар	
26.5	количество пусков в год, не менее:	
	- гидрогенератора	700
	- генератора-двигателя	1400
26.6	способ включения генератора в сеть:	
	- в нормальных эксплуатационных режимах	точная синхронизация
	- в аварийных режимах	самосинхронизация
26.7	способ пуска генератора-двигателя в режиме двигателя:	по согласованию между Изготовителем генератора и Заказчиком
	- генератора-двигателя мощностью более 100 МВт	с помощью статического преобразователя частоты
	- генератора-двигателя мощностью менее 100 МВт	может рассматриваться прямой пуск

Продолжение таблицы 5.1

27	В аварийных режимах гидрогенератор и его технологические системы должны допускать пуск и включение генератора в сеть при отсутствии напряжения в сети собственных нужд переменного тока	
28	Уровень шума (средний уровень звука) гидрогенератора на расстоянии 1 м от верхней крестовины не должен превышать, дБА	85
29	Массы и габариты: - общая масса гидрогенератора, т - наибольшая монтажная масса и ее габариты: - масса ротора, т - габаритные размеры ротора, см - масса разъемной части ротора (при разъемном роторе), т - габаритные размеры разъемной части ротора, см - наибольшая транспортная масса и ее габариты	определяются Изготовителем гидрогенератора, согласовываются с Заказчиком (Генпроектировщиком ГЭС)
30	Гидрогенераторы должны сохранять номинальную мощность при номинальном коэффициенте мощности и предельном отклонении напряжения на выводах на ±5%, а частоты на ±2% номинальных значений. При этом при работе с повышенным напряжением и пониженной частотой сумма абсолютных значений отклонений напряжения и частоты не должна быть выше 5%.	по ГОСТ 5616-89
31	Гидрогенераторы должны допускать длительную работу при предельном отклонении напряжения от номинального значения, не превышающем ±10%. При отклонениях напряжения от ±5% до ±10% допустимые нагрузки гидрогенераторов должны быть снижены.	по ГОСТ 5616-89
32	Гидрогенераторы должны допускать кратковременные перегрузки в аварийных условиях по току статора при кратности тока относительно его номинального значения в соответствии с приложением Б при числе перегрузок предельной длительности не более двух в год.	по ГОСТ 5616-89

Окончание таблицы 5.1

33	Ротор гидрогенератора должен допускать двукратный номинальный ток возбуждения длительностью не менее 50 с для гидрогенераторов с косвенным воздушным охлаждением и не менее 20 с для гидрогенераторов с форсированным воздушным или непосредственным водяным охлаждением обмотки ротора. Допускается по согласованию с Заказчиком изготовление гидрогенераторов с длительностью двукратного номинального тока возбуждения, отличной от указанной. Для генераторов-двигателей под номинальным током следует понимать наибольший из его значений в генераторном и двигательном режимах.	По ГОСТ 5616-89
34	Гидрогенератор должен выдерживать горизонтальные и вертикальные ускорения, обуславливаемые расчетной сейсмичностью района расположения ГЭС, указанной в пункте 5.1. При этом параметры генератора после воздействия упомянутых ускорений должны оставаться без изменений.	По ГОСТ 30546.1-98

5.4 Требования к конструкции гидрогенератора и его технологическим системам

В технической части конкурсной документации на поставку гидрогенераторного оборудования требования к конструкции гидрогенератора и его технологических систем должны быть представлены в обобщенном виде в соответствии с приложением Д, при этом следует иметь в виду следующее:

5.4.1 Вертикальные гидрогенераторы подразделяются на два основных типа: зонтичный, с расположением подпятника под ротором на нижней крестовине или подставке на крышке турбины и подвесной, с подпятником, установленным над ротором, на верхней крестовине.

Выбор конструктивного исполнения вертикального синхронного гидрогенератора производится Заказчиком по частоте вращения и мощности гидрогенератора на основании следующих показателей: габаритов агрегата, массы, коэффициента полезного действия и стоимости гидрогенератора.

Как правило, для гидроагрегатов с частотой вращения до 200 об/мин и диаметром рабочего колеса свыше 4,5 м применяется зонтичное исполнение _анератора с опорой подпятника на крышку гидравлической машины.

Для гидроагрегатов с частотой вращения более 200 об/мин применяется подвесное исполнение генератора с опорой подпятника на верхнюю крестовину.

В диапазоне частоты вращения от 150 до 333,3 об/мин вид конструктивного исполнения электрической машины рекомендуется выбирать на основании технико-экономического расчета.

Применение электрической машины зонтичного исполнения с опорой подпятника на нижнюю крестовину должно быть обосновано.

5.4.2 Группа механического исполнения по ГОСТ 17516.1 должна быть:

- гидрогенератора мощностью не более 2,5 МВт – М2;
- гидрогенератора мощностью более 2,5 МВт – М6.

5.4.3 На валу гидрогенератора для питания измерительной части регулятора скорости вращения гидравлической турбины должен быть установлен регуляторный генератор, либо предусмотрено место для установки устройства формирования сигналов (зубчатки) и датчиков частоты вращения, или другого устройства (например, инкрементального энкодера).

Генератор регуляторный, входящий в состав гидрогенератора, должен быть выполнен на частоту 50 Гц. Изготовитель генератора должен указать его мощность, ВА, и напряжение, В.

Для устройства формирования сигналов (зубчатки) и датчиков частоты вращения Изготовитель генератора предусматривает место установки на валу. Устройство формирования сигналов и датчики поставляются, как правило, Изготовителем гидротурбины**.**

5.4.4 Конструкция статора должна отвечать требованиям максимальной монтажной готовности и высокой надежности.

5.4.4.1 Обмотка статора должна иметь соединение в звезду, обеспечивать симметрию фазных напряжений генератора относительно земли (напряжение смещения нейтрали обмотки статора не должна превышать 0,75% фазного напряжения, измеренного по первой гармонике). Число выводов обмотки статора гидрогенератора должно быть не менее 6, в том числе 3 главных и не менее 3 нейтральных (открытая схема по ГОСТ 26772-85).

Порядок следования фаз статора должен быть согласован с Генпроектировщиком ГЭС.

5.4.4.2 При наружном диаметре до 4,0 м статор должен изготавливаться бесстыковым и собираться на месте изготовления.

Статор более 4,0 м по условиям транспортировки должен быть выполнен разъемным, состоять из секторов, соединяемых с помощью стыковых плит и стягивающих шпилек при монтаже на ГЭС. Количество секторов определяет Изготовитель генератора.

Для вновь строящихся ГЭС применение статоров бесстыковой конструкции должно рассматриваться для уникальных по мощности или габаритам гидрогенераторов, работающих в режиме частых пусков, с целью повышения их эксплуатационной надежности.

На действующих ГЭС при реконструкции генераторов следует рассматривать перешихтовку сердечника статора в бесстыковое кольцо независимо от мощности гидроагрегата.

5.4.5 Конструкция ротора определяется условиями его прочности и транспортирования, при этом должно быть обеспечено выполнение следующих требований:

5.4.5.1 Гидрогенератор должен выдерживать угонную частоту вращения гидротурбины (для поворотно-лопастных гидравлических турбин при сохранении комбинаторной связи). При этом максимальные расчетные напряжения материалов вращающихся частей гидрогенератора не должны превышать 2/3 предела текучести примененных материалов, а деформация частей ротора вследствие уменьшения натяжения его обода должна быть менее размера воздушного зазора. Допускается по согласованию Изготовителя с Заказчиком повышение расчетных напряжений материалов вращающихся частей гидрогенератора, но не более чем до 95% предела текучести.

После аварийного режима, сопровождающегося достижением угонной частоты вращения, перед включением в сеть требуется проведение ревизии _анератора.

Гидрогенератор при исправной работе системы регулирования и регулятора частоты вращения должен допускать после сброса номинальной нагрузки включение в сеть без осмотра и проверки.

5.4.5.2 Изоляция катушек и сердечника ротора должна быть изготовлена из материала, не содержащего асбест. Класс изоляции *F*.

Междуполюсные соединения должны быть болтовыми.

5.4.5.3 Гидрогенераторы должны иметь продольно-поперечную успокоительную систему. Допускается по согласованию Изготовителя с Заказчиком исполнение гидрогенераторов мощностью до 4 МВ·А без успокоительных систем, при этом требования по допустимой длительности несимметричной нагрузки гидрогенераторов устанавливают в технических условиях или техническом задании на гидрогенераторы конкретных типов.

5.4.5.4 На малоагрегатных электростанциях (до четырех агрегатов) целесообразно рассматривать применение гидрогенераторов с отъемным остовом ротора с целью снижения грузоподъемности и количества кранов машинного зала.

5.4.5.5 Расточка отверстий в ступице ротора под соединительные болты фланца вала осуществляется Изготовителем генератора по кондуктору Изготовителя турбины. Способ соединения согласовывается между Изготовителями. Выверка общей линии вала агрегата должна выполняться на монтаже монтирующей организацией по инструкциям Изготовителей турбины и генератора.

5.4.6 Конструкции подпятника и подшипников должны удовлетворять следующим основным требованиям:

5.4.6.1 Подпятник должен быть рассчитан на вертикальную нагрузку от веса вращающихся частей генератора и турбины, осевого давления проточной воды турбины в номинальном режиме агрегата, а также при пуске и останове.

В современных гидрогенераторах должны применяться подпятники на жесткой регулируемой винтовой опоре, состоящие из вращающейся диска-пяты

и неподвижных самоустанавливающихся сегментов, лежащих на тарельчатой опоре.

5.4.6.2 Подпятники и подшипники генераторов-двигателей с обратимым насосом-турбиной должны быть реверсивными.

5.4.6.3 Подпятники должны быть оснащены эластичными _азначпластмассовыми сегментами (ЭМП-сегментами), облицованными фторопластом.

5.4.6.4 Подпятники и подшипники гидрогенераторов во всех исполнениях должны иметь изоляцию, предотвращающую протекание электрического тока через поверхности скольжения.

5.4.6.5 Масло, заливаемое в ванны подпятника и подшипника, должно иметь одинаковую марку с маслом, используемым в системе регулирования гидротурбин по ГОСТ 9972.

5.4.7 Система охлаждения должна обеспечивать высокое использование гидрогенератора в отношении электромагнитных нагрузок и устанавливаться по согласованию Изготовителя и Заказчика. При формировании требований на поставку гидрогенератора следует иметь в виду:

5.4.7.1 Для охлаждения гидрогенераторов мощностью не более 5 МВт наряду с замкнутой может быть применена разомкнутая система вентиляции воздуха.

Для гидрогенераторов мощностью от 5 до 300 – 500 МВт применяется система косвенного воздушного охлаждения с циркуляцией охлаждающего воздуха по замкнутому контуру. Охлаждение нагретого воздуха осуществляется водовоздушными воздухоохладителями.

В системах косвенного воздушного охлаждения по требованию Заказчика может быть предусмотрен отбор горячего воздуха для отопления машинного зала ГЭС в объеме до 20% от расхода воздуха через охладители. При этом на входе воздуха в стакан генератора должны устанавливаться пылеулавливающие фильтры

Для гидрогенераторов мощностью более 300 – 500 МВт могут применяться наряду с воздушными, смешанные системы охлаждения с непосредственным водяным охлаждением обмоток статора. При этом охлаждение других активных частей генератора (обмотки ротора и сердечника статора) может быть применено как непосредственное водяное, так и косвенное воздушное. Выбор вида охлаждения принимается на основании технико-экономического сопоставления вариантов систем охлаждения.

5.4.7.2 Охлаждение масла ванн подпятника и подшипников вертикальных синхронных гидрогенераторов и генераторов – двигателей должны осуществляться трубчатыми маслоохладителями, по которым протекает техническая вода.

Воздухоохладители и маслоохладители гидрогенераторов должны быть рассчитаны на давление воды до 0,5 Мпа. Конкретное значение давления следует устанавливать в техническом задании или технических условиях на гидрогенераторы конкретных типов.

5.4.7.3 Гидрогенераторы в вертикальном исполнении с косвенной системой охлаждения должны допускать длительную работу с номинальной нагрузкой:

- при отключении одного воздухоохладителя при числе воздухоохладителей в гидрогенераторе 12 и более;
- при температуре охлаждающей воды 28 °С;
- при отключении двух из 12 охладителей или одного из восьми при температуре охлаждающей воды не более 20 °С.

5.4.7.4 Общестанционная система водоподготовки для гидрогенераторов с непосредственным водяным охлаждением должна обеспечивать удельное сопротивление заливаемого в обмотку статора дистиллята не менее 2000 Ом·м. Система непосредственного водяного охлаждения обмотки статора должна обеспечивать удельное сопротивление дистиллята 2000-4000 Ом·м. Гидрогенераторы должны допускать работу в течение одних суток при снижении удельного сопротивления дистиллята до 500 Ом·м. Система водяного охлаждения генератора должна обеспечивать контроль температуры, давления, расхода и удельного сопротивления дистиллята и содержать устройства автоматического поддерживания температуры дистиллята в необходимых пределах при изменениях нагрузки генератора и температуры воды на входе в теплообменник.

Оборудование системы охлаждения дистиллированной водой, размещаемые вне генератора (баки, насосы, теплообменники и фильтры), должны входить в поставку генератора.

5.4.8 Система смазки подпятников и направляющих подшипников вертикальных гидрогенераторов должна осуществляться без циркуляции масла вне его масляных ванн. По согласованию Изготовителя с Заказчиком допускается применение выносных маслоохладителей подпятников и подшипников.

По согласованию Изготовителя с Заказчиком допускается в подпятниках генераторов – двигателей применять принудительную подачу масла к поверхностям трения под давлением при пусках и остановах генератора.

5.4.9 Система отвода паров масла. Для предотвращения загрязнения гидрогенератора масляные ванны подпятника и подшипников должны иметь уплотнения, исключающие попадание масла в генератор и должна предусматриваться возможность отвода, при необходимости, паров масла из зоны уплотнения масляных ванн. Устройство для отвода паров масла поставляется с генератором.

5.4.10 Торможение гидрогенератора и генератора-двигателя должно быть автоматизировано и производится при плановых (нормальных) остановах агрегата электрическим методом (для ГАЭС с выдачей электрической энергии в сеть), а при снижении частоты вращения до 5% - механической системой – тормозами, работающими от сжатого воздуха при избыточном давлении ($0,7 \pm 0,1$) Мпа, забираемого из общестанционной магистрали. В аварийных режимах торможение агрегата обеспечивается механической системой, подключение которой должно осуществляться при снижении частоты вращения ниже 30%. Количество сжатого воздуха на одно торможение, в $м^3$, должно быть указано Изготовителем генератора.

На гидрогенераторах мощностью менее 50 МВт электрическое торможение не используется.

Подъем ротора на тормозах должен производиться подачей масла от передвижной маслонасосной установки под давлением 10 Мпа на высоту, не более указываемой Изготовителем турбины. Тормоза-домкраты должны быть снабжены стопорными гайками для фиксации ротора в поднятом положении и оснащены датчиками положения, цепи которых необходимо вывести на внешний ряд зажимов. Маслонасосная установка входит в поставку генератора и должна отключаться при действии конечного выключателя при достижении допустимой высоты подъема ротора на тормозах.

На многомашинные станции (с числом агрегатов более 6) по требованию Заказчика могут поставляться 2 и более маслонасосных установки (из расчета 1 МНУ на 6 агрегатов).

5.4.11 Теплоконтроль. Контроль и измерение температуры сегментов подпятника и направляющего подшипника, масла в ваннах, обмотки статора, сердечника статора, охлаждающего воздуха гидрогенератора должны производиться с помощью термопреобразователей сопротивления и термометров манометрических, которые устанавливаются в количестве не меньшем, чем указано в ГОСТ 5616-89. Количество и места установки первичных датчиков приведены в приложении В.

Термопреобразователи сопротивления должны иметь трех-или четырехпроводную схему подключения, быть выполненными из меди или платины, иметь номинальные статические характеристики преобразования 50М или 100П соответственно, и быть одинаковыми с применяемыми в системе теплоконтроля турбины.

Контроль за температурой должен осуществляться автоматической системой, формирующей предупредительные и аварийные сигналы при превышении допустимой температуры в любой контролируемой точке, с выводом этой информации к устройствам управления, отображения и регистрации.

Первичные датчики и приборы должны входить в поставку Изготовителя гидрогенератора и обеспечивать возможность автоматизации контроля параметров гидрогенератора с использованием микропроцессорной системы управления гидроагрегатом.

Система теплового контроля в поставку Изготовителя гидрогенератора не входит.

5.4.12 Для реализации задач диагностики генератор должен быть оснащен средствами мониторинга отдельных узлов. Помимо температуры активных частей, подшипниковых узлов и охлаждающих сред (п.5.4.11), должны контролироваться следующие параметры:

- давление воды на входе в воздухо- и маслоохладители;
- расход воды в воздухо- и маслоохладителях;
- уровень масла в маслованнах;
- уровень вибраций.

Перечень первичных датчиков приведен в приложении Г.

5.4.12.1 Система мониторинга и диагностики гидрогенератора, _азначениием которой является предупреждение аварий на нем, должна являться составной частью общестанционной системы диагностики и мониторинга.

5.4.12.2 Преобразователи (датчики) электрических и неэлектрических величин должны иметь унифицированный выходной сигнал 0-5мА либо 4-20мА.

5.4.12.3 Преобразователи, выполняющие одни и те же функции на генераторе и турбине, как правило, должны быть однотипны.

5.4.12.4 Мощные уникальные генераторы и генераторы-двигатели, а также генераторы мощностью более 10 МВт, имеющие номинальную частоту вращения 500 об/мин и более, а также генераторы на ГЭС без постоянного обслуживающего персонала должны быть оборудованы системой виброконтроля, состоящей из 4 – 6 датчиков контроля вибрации узлов по ГОСТ 5616-89 (п.2.37) в вертикальном и горизонтальном направлениях.

По требованию Заказчика система виброконтроля в указанном выше или большем объеме может быть установлена на гидрогенераторе с измерением следующих величин:

- вибрация направляющих подшипников (2-3 канала),
- вибрация вала (2 канала),
- вибрация корпуса подпятника (1канал),
- вибрация сердечника статора (каналов – по количеству секторов статора),
- вибрация корпуса статора (2 канала),
- вибрация лобовых частей обмотки статора (5-10 каналов).

Также по требованию Заказчика на гидрогенераторе может быть осуществлен контроль величины воздушного зазора

Места установки датчиков определяются Изготовителем генератора в соответствии с требованием Заказчика количества контролируемых узлов гидрогенератора.

Система виброконтроля должна содержать устройства по сбору и обработке информации о состоянии отдельных узлов, а также анализу этой информации и выработке предложений для действия персонала.

5.4.13 Гидрогенератор мощностью более 0,5 МВА должен быть оборудован автоматической системой выявления пожара и пожаротушения распыленной водой. На подводящих магистралях должны быть установлены быстродействующие запорные устройства. При использовании материалов, не поддерживающих горение, допускается по согласованию Изготовителя и Заказчика изготовление генератора без системы пожаротушения, а также без устройства для ручного управления системой пожаротушения.

Кольцевые трубопроводы пожаротушения с разбрызгивателями, датчики пожаротушения, подводящие трубы в пределах шахты генератора и быстродействующие запорные устройства поставляются Изготовителем гидрогенератора.

5.4.14 Система обогрева остановленного генератора. Для поддержания требуемого качества изоляции обмоток генератора на остановленном агрегате должна быть предусмотрена установка электронагревателей в шахте гене-

ратора. Поставка электронагревателей осуществляется Изготовителем генератора

Необходимость установки системы обогрева определяет Заказчик исходя из местных климатических условий.

5.4.15 Аппаратура контроля и управления должна удовлетворять следующим условиям:

- аппаратура контроля и управления должна обеспечивать полную автоматизацию работы генератора
- конструкция генератора и аппаратура контроля и управления должны обеспечивать возможность работы агрегата без постоянного обслуживания
- в аппаратуре контроля и управления должны использоваться серийные датчики с дискретными выходными сигналами, а также датчики и преобразователи с унифицированными выходными сигналами 4-20 мА
- перечень аппаратуры контроля и управления приведен в приложении Г.

Приводы вспомогательных устройств должны быть рассчитаны на питание:

- трехфазным переменным током напряжением 380 В;
- однофазным переменным током напряжением 220 В;
- постоянным током напряжением 220 В;

5.4.16 Степень защиты гидрогенераторов принимается по ГОСТ 17494:

- IP00 для генераторов с разомкнутой воздушной системой охлаждения,
- IP43 для гидрогенераторов с замкнутой воздушной системой охлаждения и непосредственным водяным охлаждением обмотки статора.

5.4.17 Краткое изложение частных конструктивных требований к гидрогенератору и генератору-двигателю приведено в приложении Д.

5.5. Требования к системе возбуждения гидрогенераторов

5.5.1 Система возбуждения должна обеспечивать работу гидрогенератора (генератора-двигателя) во всех эксплуатационных режимах без вмешательства дежурного персонала и отвечать требованиям, указанным в таблице 5.2.

Т а б л и ц а 5.2

№ п/п	Требование	Выбрать и указать нужное в требованиях на поставку
1	Начальное возбуждение от собственных нужд ГЭС и резервное – от аккумуляторной батареи ГЭС	
2	Холостой ход генератора	

Окончание таблицы 5.2

3	Подгонка напряжения генератора к напряжению сети при включении генератора в сеть методом точной синхронизации	
4	Обеспечение включения генератора в сеть методом _амосинхронизации	
5	Обеспечение пуска обратимого генератора в двигательный режим	
6	Поддержание напряжения генератора в соответствии с заданной уставкой при работе агрегата в энергосистеме	
7	Работа в энергосистеме с нагрузками и перегрузками в соответствии с требованиями ГОСТ 5616-89	
8	Устойчивая работа в переходных и аварийных режимах (набросы и сбросы нагрузки, короткие замыкания)	
9	Работа генератора в режиме синхронного компенсатора с выдачей и потреблением реактивной мощности (при токах статора и ротора не выше номинальных значений)	
10	Форсировка возбуждения с заданной кратностью по напряжению и току (Табл.5.1) при нарушениях в энергосистеме, вызывающих снижение напряжения на шинах станции	
11	Развозбуждение при нарушениях в энергосистеме, вызывающих увеличение напряжения на шинах станции	
12	Автоматическое и ручное управление возбуждением при останове генератора, включая режим электроторможения	
13	Гашение поля генератора в аварийных режимах	
14	Гашение поля генератора при нормальных остановах агрегата	
15	Гашение поля генератора при нормальных остановах агрегата с последующим автоматическим вводом в работу схемы электрического торможения генератора	
16	Разгрузка генератора по реактивной мощности до величины, близкой к нулю, при плановом останове агрегат	

5.5.2 Система возбуждения должна быть изготовлена с использованием современной элементной базы. Аппаратура регулирования, управления и защиты должна быть выполнена с применением современных, преимущественно, микропроцессорных технологий, иметь необходимое оборудование для ее ло-

кального управления и для интеграции в АСУ ТП ГЭС, быть надежной и простой в эксплуатации, соответствовать требованиям [2], ГОСТ 21558-2000, ГОСТ Р. 507.46-2000, ГОСТ Р. 51317.4.1.-2000, ГОСТ 30546.1-98. При этом высокая надежность работы систем возбуждения должна быть обеспечена в первую очередь за счет тщательной приработки и многократной проверки всех узлов, а также внутреннего резервирования.

5.5.3 Поставщик несет полную ответственность за работоспособность системы возбуждения и обеспечивает поставку всего необходимого для её работы оборудования, даже если оно не упомянуто в требованиях и условиях поставки.

5.5.4 К поставке должно приниматься оборудование, имеющее подтверждение соответствия нормативным требованиям. В частности, АРВ должен иметь экспертное заключение по результатам испытаний на электродинамической модели.

5.5.5 Система возбуждения может быть выполнена согласно параметрам, приведенным в таблице 5.3:

Таблица 5.3

	Наименование параметров	Параметры (нужное указать)
1	**Система возбуждения**	
1.1	Тип системы (нужное указать) для:	
	А). Генератор мощностью более 500 МВА	А) Независимое возбуждение
	Генератор ГЭС, занимающих определяющее место в энергосистеме	
	Генератор бесщеточный	
	Б). Генератор-двигатель	Б) Самовозбуждение
	Гидрогенератор мощностью менее 500 МВА	
	Вспомогательный генератор	
1.2	**Выпрямитель** (нужное указать)	- управляемый - неуправляемый
	- степень резервирования (нужное указать)	- одноканальное исполнение по способу N-1 - двухканальное с одним или несколькими мостами в _аннале
1.3	**Схема выпрямления**	- мостовая (указывается число фаз) - другое

Продолжение таблицы 5.3

1.4	**Источник питания выпрямителя** (нужное указать): А) рабочей группы Б) форсировочной группы В) для одногрупповой схемы Г) в режиме электроторможения	А) – отпайка обмотки статора ВГ, - отпайка трансформатора возбуждения Б) – обмотка статора ВГ, - трансформатор возбуждения В) – отпайка обмотки статора ВГ; - трансформатор возбуждения, подключаемый к шинопроводу генераторного напряжения; - дополнительная обмотка возбудителя; - агрегатные собственные нужды переменного тока; -другое Г) – КРУ 6 (10) кВ; - агрегатные собственные нужды
1.5	**Охлаждение выпрямителя** (нужное указать)	- естественное воздушное; - принудительное воздушное; - форсированное воздушное; - водяное
1.6	**Автоматический регулятора возбуждения** (нужное указать)	- пропорционального действия; -сильного действия; -одноканальный; - двухканальный; -наличие системного стабилизатора
1.7	**Система управления и регулирования** (нужное указать):	- одноканальная; - двухканальная; - наличие технологического контроллера; -запись осциллограмм аварийных событий системы возбуждения на встроенный

Продолжение таблицы 5.3

		осциллограф; - возможность записи осциллограмм при наладке.
1.8	**Комплекс защит системы возбуждения должен включать** (нужное указать):	- максимальную токовую защиту ВГ; - дифференциальную защиту ВГ; - защиту от короткого замыкания между шинами постоянного тока ВГ и ГГ; - защиту от повышения напряжения статора ВГ, ГГ в режиме холостого хода; - защиту от понижения напряжения статора ВГ; - защиту от перегрузки ротора ГГ с интегрально – зависимой характеристикой; - защиту от потери возбуждения ГГ; - защиту ротора от перенапряжений в переходных аварийных режимах; - защиту от снижения частоты на холостом ходу генератора; - защиту от замыкания землю цепей возбуждения; - максимальную токовую защиту выпрямительного трансформатора ВГ; - токовую отсечку выпрямительного трансформатора ВГ; - при отказе обоих каналов регулирования ВГ, ГГ; - при неуспешном инвертировании ГГ - защита от перегрузки в режиме электроторможения; - защиту от тока ротора более двухкратного; - защиту от превышения длительности форсировки; - защиту от несимметричного

Продолжение таблицы 5.3

		режима работы тиристорного преобразователя; - защиту от перегрева тиристоров; - защиту от снижения расхода дистиллята через тиристорный преобразователь; - защиту при не успешном начальном возбуждении.
2	**Номинальные параметры системы возбуждения**	(указать значения)
2.1	Ток номинальный системы возбуждения, А	
2.2	Напряжение номинальное системы возбуждения, В	
2.3	Длительность форсировки, с	20 или 50
2.4	Кратность форсирования:	
	- по напряжению, при номинальном токе обмотки возбуждения, о.е.:	2,5 … 4,0
	- по току, о.е.	2,0
2.5	Пределы изменения коэффициента усиления основного канала регулирования в установившихся режимах, ед.возб.ном./ед.н.	0….200
2.6	Точность поддержания напряжения на шинах генератора, %	±0,5…. ± 1
2.7	Частота напряжения питания сети, Гц	50
	Допустимое изменение частоты питания, Гц:	
	- длительно	+2,-3
	- кратковременно, не более 50 с	+40,-10
2.8	Напряжение питания цепей переменного тока собственных нужд ГЭС, В	380
2.9	Допустимое длительное отклонение напряжения питания постоянного тока, %	+10,-15
2.10	Напряжение питания цепей постоянного тока собственных нужд, В	220
	Допустимое длительное отклонение напряжения питания постоянного тока, %	+10,-15
2.11	Номинальное напряжение цепей измерения напряжения статора (действующее значение), В	100

Продолжение таблицы 5.3

2.1	Номинальный ток по цепям измерения тока статора и ротора (действующее значение), А	5
2.14	Испытательное напряжение силовых цепей и потенциально связанных с ними, В	
3	**Основные характеристики трансформатора возбуждения**	(указать значения)
3.1	Тип	
3.2	Мощность, номинальная, кВА	
3.3	Напряжение номинальное первичное, В	
3.4	Напряжение номинальное вторичное, В	
3.5	Ток номинальный первичный, А	
3.6	Ток номинальный вторичный, А	
3.7	Изоляция	Класс (F H)
3.8	Частота номинальная, Гц	50
3.9	Группа соединения обмоток	Y/Δ-11
3.10	Напряжение короткого замыкания, %	
3.11	Наличие проходных трансформаторов тока во вводах высокого напряжения	(да/нет)
	- класс точности обмотки для измерения (указать нужное)	0,2s , 0,5s другое
	- класс точности обмотки для защиты (указать нужное)	5p , 10p другое
	- электродинамическая стойкость, кА, не менее	(указать величину)
3.12	Нагрузочная способность по ГОСТ 16772-77	Класс перегрузок 7
3.13	Направление выводов высокого напряжения	(указать направление и тип подключения: кабель или токопровод)
3.14	Направление выводов низкого напряжения	(указать направление)
4	**Основные характеристики трансформатора электроторможения:**	(указать значения)
4.1	Мощность номинальная, кВА	
4.2	Напряжение номинальное первичное, В	
4.3	Напряжение номинальное вторичное, В	
4.4	Ток номинальный первичный, А	
4.5	Ток номинальный вторичный, А	
4.6	Изоляция	Класс (B F H)
4.7	Частота номинальная, Гц	50
4.8	Группа соединения обмоток	Y/Δ-11

Продолжение таблицы 5.3

4.9	Напряжение короткого замыкания, %	
4.10	Нагрузочная способность по ГОСТ 16772-77	Класс перегрузок 7
4.11	Направление выводов высокого напряжения	(указать направление и тип подключения: кабель или токопровод)
4.12	Направление выводов низкого напряжения	(указать направление)
5	**Объем поставки системы возбуждения** (нужное указать)	- Щит возбуждения главного генератора - Щит возбуждения вспомогательного генератора - Трансформатор возбуждения -Трансформатор электроторможения - Шкаф теплообменника - Теплообменник - Комплект защитных сопротивлений - Пусковое тиристорное устройство - Комплект ЗИП одиночный к щиту возбуждения - Групповой комплект запасных частей к щиту -Комплект принадлежностей для наладки и испытаний щита возбуждения -Эксплуатационная документация
5.1	Щит возбуждения должен состоять из шкафов, устанавливаемых на единую раму на месте монтажа системы возбуждения.	
5.2	Соединения между шкафами должно быть выполнено шинами и кабельными разъемными перемычками, входящими в комплект поставки.	
5.3	Необходимо задать изготовителю направление выводов силовых шин шкафов и способ их подключения.	

Продолжение таблицы 5.3

5.4	Изготовитель должен указать габаритные размеры и вес комплектующих шкафов, трансформаторов и сопротивлений.	
5.5	Комплект заводской технической документации должен включать: - полный комплект принципиальных электрических схем на всю аппаратуру; - полный комплект электромонтажных схем на всю аппаратуру; - технические описания на всю аппаратуру; - технические паспорта на всю аппаратуру; - инструкцию по эксплуатации системы возбуждения; - инструкцию по эксплуатации тиристорного выпрямителя; - инструкцию по эксплуатации системы управления и регулирования, в том числе документацию по техническому и программному обеспечению.	
5.6	В контроллеры шкафа управления, регулирования и сигнализации должно быть загружено соответствующее программное обеспечение	

5.5.6 Выбор схемы системы возбуждения зависит от параметров гидрогенератора и положения ГЭС в энергосистеме:

5.5.6.1 Система возбуждения уникального по мощности гидрогенератора, а также генератора ГЭС, занимающих определяющее место в энергосистеме, может выполняться по схеме независимого возбуждения.

При этом система возбуждения должна состоять из двух взаимосвязанных систем: системы возбуждения главного генератора (ГГ) и системы возбуждения вспомогательного генератора (ВГ).

При кратности форсировки 3,5 и более СВ-ГГ может содержать две группы тиристорных выпрямителей: рабочую и форсировочную. Выпрямители рабочей и форсировочной групп должны подключаться соответственно к отпайкам и полной обмотке статора ВГ.

Система возбуждения ВГ должна быть выполнена по схеме самовозбуждения. Трансформатор возбуждения должен подключаться к отпайкам обмотки статора ВГ.

СВ-ВГ должна быть выполнена с двумя автономными и равноценными преобразовательно-регулирующими каналами.

5.5.6.2 Для высокоскоростных гидрогенераторов может быть использована бесщеточная система независимого возбуждения. Выпрямитель подвозбудителя при этом может выполняться как управляемым, так и неуправляемым, а регулирование тока возбуждения возбудителя может осуществляться в последнем случае, например, с использованием силовых модулей на основе биполярных транзисторов (IGBT модули).

5.5.6.3 Для остальных гидрогенераторов и генераторов-двигателей должна быть использована статическая тиристорная система возбуждения по схеме параллельного самовозбуждения.

5.5.7 Одногрупповая система возбуждения предполагает использование одного или нескольких автономных выпрямителей, включенных параллельно на стороне постоянного тока, имеющих одинаковое напряжение питания и равные углы открытия вентилей во всех режимах работы генератора.

При выборе схемы возбудителя определяющим, как правило, является критерий обеспечения показателей надежности самого генератора. При этом показатель надежности выпрямителя определяется надежностью тиристора, поскольку вспомогательные элементы (например, защитные RC-цепи) должны выбираться таким образом, чтобы интенсивность их отказов была значительно меньше интенсивности отказа тиристора.

Применение избыточного числа параллельных ветвей в плече выпрямителя обеспечивает загрузку тиристоров существенно меньшим допустимого током. При этом температура полупроводниковой структуры тиристоров снижается, максимальное напряжение не превышает допустимого значения, а наработка на отказ тиристора существенно возрастает. По этой причине системы возбуждения со 100% резервированием тиристорных выпрямителей, а также системы возбуждения с одним выпрямителем, имеющим избыточные параллельные ветви в плече, и выпрямитель с резервным единичным мостом с точки зрения надежности являются равноценными. Безусловно, выпрямители при этом будут иметь разные габариты и стоимости.

5.5.8 Для всех видов систем возбуждения генераторов малой мощности, укомплектованных выпрямителем с одной ветвью в плече, должно быть оговорено время восстановления работоспособности системы возбуждения.

5.5.9 При неисправностях автоматического регулятора возбуждения (АРВ) большинство эксплуатируемых в России систем возбуждения переключаются на резервное управление (БДУ), действующее по пропорциональному закону с малыми коэффициентами усиления. Недопустимость потери агрегата, а также ухудшенные электромагнитные параметры мощных генераторов усложняют условие обеспечения устойчивости при передаче номинальной мощности. Эту проблему можно решить только с помощью сильного регулирования. Если же машина работает на резервном регуляторе, и в этот момент произойдет авария в энергосистеме, то сильно возрастает риск нарушения синхронизма, поскольку не будет обеспечено демпфирование колебаний. А поскольку при работе на таком резервном регуляторе выведены из работы и ограничители предельных режимов, то существует реальная возможность повреждения самого генератора. Следовательно, предпочтительнее, чтобы резервный канал регулятора

обеспечивал также сильное регулирование, т.е. реализовывал пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) закон или пропорционально-интегральный (ПИ).

5.5.10 При вводе на генераторе системы самовозбуждения должна быть предусмотрена возможность снятия его характеристик, для чего необходимо выбрать независимый источник питания роторных цепей, обеспечивающий на зажимах генератора $1{,}3U_{Н}$ в режиме холостого хода. В качестве такого источника на ГЭС может быть использован отдельный трансформатор, подключаемый к линейной ячейке КРУ 6(10) кВ, или иной источник. Однако если технологический процесс на ГЭС предполагает использование при нормальных остановах генератора электрического торможения, реализация которого также требует независимого источника питания цепей ротора, целесообразно мощность источника при этом выбирать такой, чтобы был обеспечен также режим снятия характеристик генератора, что позволит отказаться от установки дополнительной линейной ячейки, дополнительного трансформатора и шлангового кабеля.

5.5.11 Способ охлаждения силовых тиристорных мостов в зависимости от величины тока возбужения может быть:

- до 1000А – естественным воздушным;
- от 1000А до 2000А – принудительным воздушным по замкнутому циклу;
- от 2000А – принудительным воздушным по замкнутому циклу с водяным (технической водой) воздухоохладителем либо водяным охлаждением дистиллированной водой.

Использование дистиллята для охлаждения тиристоров выпрямителя требует наличия на ГЭС системы водоподготовки. При этом для системы возбуждения должны быть указаны температура и расход охлаждающей воды, а также перепад давления. Контроль за расходом и давлением охлаждающей воды должен быть выполнен на основе современных электронных технических средств, не требующих затрат на обслуживание и работающих во взаимосвязи с системой управления возбуждением.

Использование форсированного воздушного охлаждения с водяным воздухоохлаждением (технической водой) оправдано лишь при повышенном содержании пыли в воздухе машзала, невозможностью обеспечения охлаждения дистиллятом, требованием по степени защиты шкафов системы возбуждения IP54 и выше, а также сложными климатическими условиями.

5.5.12 Комплекс защит системы возбуждения должен быть выполнен на микропроцессорной базе и состоять из двух независимых комплектов.

5.5.13 Система возбуждения должна обеспечивать пуск гидроагрегата в условиях отсутствия напряжения переменного тока в системе собственных нужд ГЭС.

5.5.14 В системе возбуждения гидроагрегата должна быть предусмотрена аппаратура измерения напряжения и тока статоров главного и вспомогательного генераторов, тока и напряжения роторов главного и вспомогательного генераторов с выходным сигналом 4÷20мА, для выдачи информации на приборы измерения тока ротора главного генератора на ЦПУ.

5.5.15 Заводские испытания и приемка оборудования системы возбужде-

ния.

Все поставляемое оборудование системы возбуждения должно быть испытано на заводе-изготовителе. Вид инспекции (службой ОТК завода-изготовителя, Заказчиком или независимой инспекционной организацией) при приемке оборудования подлежит взаимному согласованию. Полный объем испытаний должен быть представлен Изготовителем. Обязательный объем испытаний приведен ниже.

1. Шкафы с силовым оборудованием	а) Проверка сопротивления и электрической прочности изоляции силовой цепи, цепей, связанных электрически с силовой цепью цепей вторичной коммутации. б)*Проверка включения, отключения выключателя гашения поля. в)*Проверка работы цепи защиты от перенапряжений. г)*Проверка работы цепи начального возбуждения. д)Проверка функционирования цепей управления, защиты и сигнализации моделированием условий их работы.
2.Тиристорный выпрямитель	а)Проверка сопротивления и электрической прочности изоляции силовых цепей и цепей управления и сигнализации. б)*Проверка импульсов управления на управляющих электродах тиристоров, снятие фазовых характеристик управления. в)*Проверка работы цепей контроля, защиты и сигнализации. г)*Проверка напряжения на тиристорах. д)*Проверка выпрямителя при номинальном токе (при пониженном напряжении). е)*Проверка распределения тока по параллельным ветвям (при номинальном токе). ж)Проверка на нагрев при номинальном токе.
3. Шкаф регулятора возбуждения	а)Проверка сопротивления изоляции и электрической прочности цепей. б)Проверка компонентов системы управления и регулирования по отдельным программам испытаний. в)*Проверка источников питания. г)*Проверка входных и выходных дискретных сигналов. д)*Проверка системы импульсно-фазового управления тиристорами (измерение минимального и максимального углов управления, противофазную и междуфазную асимметрию импульсов управления). е)*Проверка функционирования СУР совместно с модельным генератором (возбуждение, гашение, работа на холостом ходу генератора, работа совместно с сетью). ж)*Испытания на помехоустойчивость (на соответствие

оборудования требованиям ГОСТ Р 51317.4.1-2000).

Пункты перечня, помеченные знаком *, должны выполняться в присутствии Заказчика.

5.6 Требования надежности

Значения показателей надежности гидрогенераторов со вспомогательными системами по ГОСТ 27.002 и ГОСТ 4.167 должны устанавливаться в техническом задании, но быть не менее указанных в ГОСТ 5616-89:

Коэффициент готовности	0,996
Средняя наработка на отказ, ч	27000
Ресурс между капитальными ремонтами, лет	7
Срок службы, лет	40

5.7 Требования ремонтопригодности

Гидрогенераторы с внутренним диаметром сердечника 3 м и более должны удовлетворять требованиям ремонтопригодности: допускать замену стержней обмотки статора и полюсов ротора без выемки ротора гидрогенератора и съема верхней крестовины, обеспечивать профилактический осмотр лобовых частей обмотки и спинки сердечника статора и установку при необходимости при этих элементах вибродатчиков и датчиков температуры без демонтажа воздухоохладителей и воздухоразделяющих щитов

Внутренний диаметр сердечника статора должен допускать выемку крышки и рабочего колеса турбины, а также нижней крестовины генератора при ее наличии.

Контактные кольца со щеточным аппаратом должны быть легко доступны и расположены на специальной подставке с широкими проемами для легкого и безопасного доступа к щеточному аппарату.

В гидрогенераторах с непосредственным водяным охлаждением обмоток статора необходимо предусмотреть возможность проведения замеров сопротивления обмотки статора без разборки коллектора по воде.

5.8 Требования безопасности и охраны труда

5.8.1 Требования безопасности гидрогенераторов должны выполняться по классу 01 ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.2.007.1, ГОСТ 12.1.003, ГОСТ 12.1.004.

5.8.2 Корпус генератора, фундаментные плиты и трубопроводы систем охлаждения должны быть снабжены элементами заземления по ГОСТ 21130.

Корпус статора должен иметь два элемента заземления, расположенных в диаметрально противоположных местах.

Значение сопротивления между заземляющими элементами и каждой доступной прикосновению частью, которая может оказаться под напряжением, не должно превышать 0,1 Ом.

5.8.3 Пожарная безопасность генератора и его элементов должна обеспечиваться как в нормальных, так и в аварийных режимах.

Расчетное значение вероятности возникновения пожара в (от) генераторе (а) не должно превышать 10^{-6} в год по ГОСТ 12.1.004.

5.8.4 При испытаниях и измерениях должны выполняться требования безопасности по ГОСТ 12.3.019.

5.8.5 В конструкции генератора должны быть предприняты меры для предотвращения возникновения внешних электромагнитных полей промышленной частоты от корпуса гидрогенератора в соответствии с требованиями [3].

5.8.6 Конструкция гидрогенератора не должна содержать источников ультразвука и инфразвука в соответствии с требованиями [4].

5.8.7 В конструкции генератора необходимо минимизировать количество материалов, содержащих вредные вещества.

5.8.8 Конструкция гидрогенератора должна исключать случайное прикосновение к вращающимся частям и частям, находящимся под напряжением, отвечать требованиям [5].

5.9 Эргономические и эстетические требования

5.9.1 Компоновка гидрогенератора должна быть выполнена с учетом требований эргономики по ГОСТ 12.2.049-80.

5.9.2 Внешний вид гидрогенератора должен соответствовать современным требованиям промышленной эстетики и согласован с генеральным проектировщиком.

5.9.3 Контрольно-измерительные приборы и аппаратура управления должны быть расположены на видных местах и легко доступны в соответствии с ГОСТ 12.2.049-80.

5.9.4 Цвета сигналов, размеры, форма и цвет знаков безопасности должны соответствовать ГОСТ Р 12.4.026-2001.

5.9.5 Во всех необходимых местах внутри корпуса и стакана гидрогенератора должно быть обеспечено освещение.

Рабочее освещение в камере рабочего воздуха может быть выполнено переменным током напряжением 220В. Во всех остальных конструктивных узлах рабочее освещение должно быть выполнено переменным током напряжением 36В, 12В. При этом освещение выполняется трехпроводным с фазным, нулевым и защитным проводниками, с устройством защитного отключения УЗО в цепи, имеющим ток срабатывания не более 30 мА.

Аварийное освещение должно быть выполнено постоянным током 220 В.

Переносное ремонтное освещение, включая штепсельные розетки и переносные лампы, должно иметь напряжение 12 В или 36 В.

Внутренняя электропроводка должна быть выполнена в жестких оцинкованных трубах. Электропроводка должна быть выполнена таким образом, чтобы во время демонтажа гидрогенератора не было необходимости в ее удалении. В местах разъема следует предусмотреть клеммные коробки.

5.10 Требования по монтажу и эксплуатации

5.10.1 К началу монтажа гидрогенератора вал турбины должен быть надежно закреплен в вертикальном положении по оси агрегата, при этом его фланец должен располагаться на 15-20 мм ниже своей проектной отметки.

5.10.2 Монтаж гидрогенератора должен производиться монтажной организацией, имеющей соответствующие сертификаты на проведение монтажных работ, в соответствии с требованиями инструкции по монтажу Изготовителя по рабочим чертежам Изготовителя и Генпроектировщика.

5.10.3 Соединение гидрогенератора с турбиной и проверка общей линии вала должна выполняться монтажной организацией по инструкциям Изготовителей турбины и генератора.

5.10.4 Монтирующий и эксплуатационный персонал должен соблюдать правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок и при выполнении отдельных видов строительных и монтажных работ. Допуск посторонних лиц к гидрогенератору запрещается.

5.10.5 Производство каких-либо работ на действующем генераторе не разрешается, за исключением частных случаев, устанавливаемых руководством монтирующей организации (до сдачи агрегата в эксплуатацию) и руководством станции (после сдачи в эксплуатацию).

5.10.6 Работы в цепях обмотки статора должны производиться с соблюдением правил работ с цепями, находящимися под напряжением выше 1000 В.

Работы в цепях обмотки возбуждения должны проводиться с соблюдением правил работы с цепями, находящимися под напряжением выше 1000 В.

Работы в цепях аппаратуры автоматики и теплового контроля должны производиться с соблюдением правил работ с цепями, находящимися под напряжением до 1000В.

5.10.7 Осмотр внутренних полостей остановленного генератора и какой-либо их ремонт разрешается только при заторможенном и застопоренном роторе.

5.10.8 Корпус статора гидрогенератора, шкаф и панель теплоконтроля, щит торможения должны быть надежно заземлены.

5.10.9 При работе с химреактивами и, в частности, с эпоксидными смолами, необходимо соблюдать санитарные правила и технику безопасности.

5.10.10 Эксплуатация гидрогенератора должна производиться в соответствии с инструкцией Изготовителя, требованиями [2], [6], [7].

5.10.11 Скорость набора и изменения активной и реактивной нагрузок гидрогенераторами не должна быть ограничена. Скорость набора активной нагрузки определяют условиями работы гидравлической турбины.

5.10.12 При повышении температуры охлаждающего воздуха более номинального значения нагрузки гидрогенератора ограничивают.

При снижении температуры охлаждающего воздуха нагрузку гидрогенераторов с косвенным и форсированным воздушным охлаждением обмоток повышают.

Допустимые режимы работы гидрогенераторов при температурах охлаждающего воздуха, отличных от номинального значения, устанавливают в инструкциях по эксплуатации.

5.10.13 В течение срока службы гидрогенератора Изготовитель сохраняет за собой право наблюдения за условиями и показателями эксплуатации гидрогенератора, для чего Заказчик обязан по требованию Изготовителя предъявить ему необходимые материалы, характеризующие работу гидрогенератора.

5.11 Требования к маркировке, упаковке, транспортированию и хранению

5.11.1 Маркировка гидрогенераторов, возбудителей, регуляторных генераторов, воздухоохладителей, маслоохладителей и охладителей дистиллята выполняется по ГОСТ 26772 и ГОСТ 18620.

5.11.2 На корпусе каждого гидрогенератора, возбудителя , регуляторного генератора, каждой секции воздухоохладителя, маслоохладителя и охладителя дистиллята должна быть укреплена фирменная табличка.

5.11.3. На табличке гидрогенератора должны быть указаны:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- тип гидрогенератора;
- номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- номинальная мощность, МВА, и коэффициент мощности;
- номинальная частота, Гц;
- номинальное линейное напряжение статора, В;
- номинальная частота вращения, об/мин;
- год выпуска.

Допускается объединять табличку гидрогенератора с табличкой гидравлической турбины.

5.11.4 На табличке возбудителя должны быть указаны:

- тип возбудителя;
- номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- номинальная мощность, кВт;
- номинальное напряжение, В;
- год выпуска;
- знак соответствия.

5.11.5 На табличке регуляторного генератора должны быть указаны:

- тип регулятора генератора;
- номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- номинальное линейное напряжение статора, В;
- номинальная частота, Гц;
- год выпуска;
- знак соответствия.

5.11.6 На табличке секции воздухоохладителя и охладителя дистиллята должны быть указаны:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- тип секции охладителя;
- номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- номинальная температура охлаждающей воды, °С;
- расход воды, $м^3/°С$;
- наибольшее допускаемое рабочее давление технической воды, МПа;
- год выпуска;
- знак соответствия;
- масса секции охладителя, т.

5.11.7 На табличке каждого гидрогенератора, прошедшего сертификацию, должен быть нанесен знак соответствия.

5.11.8 Гидрогенератор отправляется Заказчику в частично разобранном виде, отдельными составными частями и деталями, которые упаковываются по чертежам завода-изготовителя и комплектуются согласно ведомости комплектации. Упаковка предназначена для транспортирования и не рассчитана на хранение в ней груза под открытым небом.

Допустимый срок сохранности составных частей гидрогенератора и ЗИПа в упаковке и консервации изготовителя (с момента консервации и упаковки изготовителем) должен быть указан Изготовителем в сопроводительной документации.

5.11.9 Поступившие на место строительства составные части должны храниться в соответствии с указаниями ведомости комплектации и соблюдением следующих условий размещения:

- в закрытом вентилируемом отапливаемом хранилище: статор обмотанный, стержни и другие детали обмотанного статора, полюса ротора, клинья полюсов и обода, крепеж и другие детали ротора, диск подпятника, сегменты подпятника, сегменты направляющих подшипников, контактные кольца с траверсой, приборы теплоконтроля, автоматики, возбуждения и торможения, запасные части;

- в закрытых помещениях с естественной вентиляцией: воздухоохладители, маслоохладители, вал ротора, сегменты и шпильки обода ротора, центральные части крестовин, детали подпятника, щиты воздухоразделяющие и уплотнительные, листы перекрытий, трубопроводы и вспомогательные материалы, приспособления для монтажа и эксплуатации;

- в транспортной упаковке под навесом могут храниться все остальные детали и составные части генератора.

5.11.10 Все упакованные детали, составные части и детали без упаковки должны быть осмотрены сразу после прибытия с целью определения их сохранности и комплектности при транспортировании. Все повреждения упаковки и нарушения консервации необходимо устранить.

5.11.11 При длительном хранении периодически, не реже одного раза в три месяца, следует осматривать наиболее ответственные части гидрогенератора (статор с обмоткой, полюса ротора, диск подпятника, сегменты подпятника и подшипников, посадочные поверхности, поверхности трения и т. п.), тщательно оберегать их от механических повреждений и от попадания влаги. Обнаруженную коррозию необходимо удалять, а консервацию обновлять.

5.11.12 До монтажа составные части гидрогенератора следует распаковывать только для переконсервации, после чего упаковку необходимо восстанавливать.

5.11.13 Запасные части должны храниться в сухом закрытом вентилируемом помещении при температуре от+5 до +35 ^{0}С с относительной влажностью, исключающей возможность конденсации влаги.

5.11.14 Способ и условия транспортирования и хранения гидрогенераторов и их составных частей, а также условия и срок сохраняемости в упаковке и при консервации изготовителя должны быть указаны в техническом задании или технических условиях на гидрогенераторы конкретных типов.

5.11.15 Упаковка, консервация, хранение и транспортирование сборочных единиц и деталей гидрогенератора должна выполняться в соответствии с ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 23216-78.

5.11.16 Условия хранения составных частей гидрогенератора у Заказчика должны соответствовать требованиям сопроводительной эксплуатационной документации предприятия-изготовителя и ГОСТ 15150-69.

6 Комплектность поставки

Комплектность поставки должна быть детально оговорена в техническом задании на гидрогенератор, при этом в комплект поставки гидрогенератора должны быть включены:

6.1 Гидрогенератор (статор, ротор, крестовины, ванны с подпятником и подшипниками и.т.д.).

6.2 Регуляторный генератор (в случае его установки на агрегате).

6.3 Оборудование и аппаратура системы механического торможения.

6.4 Оборудование и аппаратура системы пожаротушения, включающая быстродействующие запорные устройства и датчики обнаружения пожара.

6.5 Трубопроводы, аппаратура и арматура систем охлаждения воздуха и масла генератора.

6.6 Трубопроводы, аппаратура и арматура системы отвода паров масла (при ее применении).

6.7 Аппаратура, оборудование, трубопроводы и арматура системы водяного охлаждения гидрогенераторов (для генераторов с водяным охлаждением).

6.8 Аппаратура, оборудование, трубопроводы и арматура для установки приготовления дистиллированной воды. (при ее применении).

6.9 Оборудование подогрева воздуха в подгенераторной шахте при его длительной стоянке, включающее электропечи, электропроводку, датчики температуры и коммутирующую аппаратуру.

6.10 Аппаратура электрического освещения генератора.

6.11 Аппаратура контроля, защиты и управления в соответствии с приложением Г.

6.12 Аппаратура системы теплоконтроля в соответствии с приложением Г.

6.13 Аппаратура системы виброконтроля в соответствии с приложением Г.

6.14 Запасные части к генератору и его системам.

6.15 Монтажные приспособления и специальный инструмент.

6.16 Оборудование и аппаратура для гидравлических испытаний обмоток генераторов с водяным охлаждением.

6.17 Оборудование и аппаратура для электрических и гидравлических испытаний оборудования генератора (как правило, поставка осуществляется монтирующей и проводящей пуско-наладку организациями).

6.18 К гидрогенераторам должны быть приложены паспорт, эксплуатационная документация, чертежи, схемы, протоколы испытаний в объеме, согласованном с заказчиком. Чертежи должны предоставляться на бумажном носителе и на электронном носителе

6.19 Система возбуждения и электроторможения, пусковое тиристорное устройство (см. табл.5.3).

6.20 Заказчик может допустить поставку комплекта гидрогенератора Изготовителем не в полном объеме, приняв на себя доукомплектацию генератора путем приобретения отдельных систем или устройств непосредственно у их изготовителя, в том числе у иностранных производителей (поставщиков). При этом выбор Изготовителя системы или устройства, а также тип, параметры и технические характеристики изделия, включая показатели надежности, должны быть согласованы с Изготовителем генератора и Генпроектировщиком.

6.21 Границы поставки гидрогенератора:

- выводы обмоток статора - 300 мм от наружного диаметра бетонного стакана генератора;
- кабели контактных колец - 300 мм от наружного диаметра бетонного стакана генератора;
- трубопроводы воды и масла - 250 мм от наружного диаметра бетонного стакана генератора;
- система теплоконтроля - шкаф клеммный;
- трубопровод пожаротушения - 400 мм от наружного диаметра бетонного стакана генератора;
- тормозной трубопровод - шкаф аппаратуры торможения.

7 Документация, передаваемая Заказчику

Изготовитель гидрогенератора передает Заказчику следующую эксплуатационную документацию с каждым генератором:

7.1 Паспорт, техническое описание, инструкцию по эксплуатации, консервации и хранению, инструкцию по монтажу – 1 комплект на бумажном носителе, 1 комплект в электронном виде на диске.

7.2 Чертежи: общий вид и монтажный чертеж гидрогенератора, фундаментный чертеж, чертежи основных сборочных узлов и технологических систем – 2 комплекта на бумажном носителе, 1 комплект в электронном виде на диске.

7.3 Ведомость отправки – 2 комплекта на бумажном носителе, 1 комплект в электронном виде на диске.

7.4 Два экземпляра указанной в пункте 7.2 документации Изготовитель должен передать Генпроектировщику не позднее, чем за девять месяцев до начала отгрузки первого генератора на ГЭС.

8 Порядок приемки и контроля

8.1 Для подтверждения соответствия гидрогенераторов и их составных частей, возбудителей, регуляторных и вспомогательных генераторов требованиям настоящего стандарта проводят приемочные, приемосдаточные, сертификационные, периодические и типовые испытания.

Приборы и оборудование, необходимые для проведения испытаний и контроля гидрогенератора, должны выбираться в соответствии с требованиями ГОСТ 10169-77 и ГОСТ 11828-86.

Сертификационные испытания гидрогенераторов должны проводить испытательные центры, аккредитованные на право проведения указанных испытаний в установленном порядке.

8.2 Приемочные испытания гидрогенераторов должны проводиться на головных образцах на месте установки гидрогенераторов изготовителем совместно с Заказчиком по следующей программе:

- приемочные испытания по ГОСТ 183 и ГОСТ 5616 (п.5.5);
- определение телефонных гармоник (для гидрогенераторов);
- испытание на нагревание в режимах недовозбуждения;
- определение вибраций лобовых частей обмотки статора генераторов мощностью свыше 300 МВ·А и генераторов-двигателей мощностью свыше 100 МВ·А (по требованию Заказчика испытания могут проводиться также для генераторов и генераторов-двигателей мощностью 50МВА и выше).

Испытания механической прочности при ударном токе короткого замыкания и испытания при угонной частоте вращения должны проводиться по требованию Заказчика.

Приемочные испытания вспомогательных генераторов должны проводиться на головных образцах по программе ГОСТ 183.

8.3 Приемосдаточным испытаниям должны подвергаться составные части гидрогенераторов и каждый гидрогенератор, возбудитель, регуляторный и вспомогательный генераторы.

8.4 Приемосдаточные испытания составных частей каждого гидрогенератора, каждого возбудителя и регуляторного генератора следует проводить на предприятии-изготовителе по следующей программе:

8.4.1 Составные части гидрогенератора:

- испытание сердечника статора нагреванием (в сборе);
- испытание стержней обмотки статора и обмоток полюсов ротора с непосредственным водяным охлаждением на проходимость и герметичность;
- испытание изоляции обмотки статора относительно сердечника статора и между обмотками на электрическую прочность;
- испытание изоляции обмотки ротора относительно корпуса и междувитковой изоляции на электрическую прочность;
- испытание тормозов на прочность и герметичность;
- испытание маслоохладителей и воздухоохладителей на прочность и герметичность на заводе-изготовителе;
- испытание гидравлических цепей статора гидрогенераторов с водяным охлаждением на герметичность;
- испытание системы водяного охлаждения активных частей гидрогенератора.

8.4.2 Регуляторный генератор:

- измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками;
- испытания изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками на электрическую прочность.

8.4.3 Испытание сердечника статора гидрогенератора на нагревание следует проводить при разъемном сердечнике статора на предприятии-изготовителе, при неразъемном сердечнике статора - на месте установки.

8.4.4 Протоколы заводских испытаний направляются Заказчику.

8.5 Приемосдаточные испытания каждого генератора, возбудителя, регуляторного и вспомогательного генераторов следует проводить на месте их установки изготовителем совместно с Заказчиком в соответствии с требованиями [7] по программам, определяемым требованиями ГОСТ 5616-89, ГОСТ 183-74, ГОСТ 11828-86, ГОСТ 10169-77 в следующем объеме:

8.5.1. Гидрогенераторы:

- измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками;
- измерение сопротивления изоляции температурных индикаторов;
- измерение сопротивления обмоток при постоянном токе в практически холодном состоянии;
- измерение сопротивления температурных индикаторов при постоянном токе в практически холодном состоянии;

- испытание изоляции обмоток относительно корпуса машин и между обмотками на электрическую прочность повышенным напряжением частоты 50 Гц;

- испытание изоляции обмотки статора относительно корпуса машины и между обмотками на электрическую прочность выпрямленным напряжением, равным 1,6 испытательного напряжения переменного тока;

- испытание междувитковой изоляции обмоток на электрическую прочность путем повышения напряжения на 50% сверх номинального напряжения гидрогенератора при стержневых обмотках статора - в течение 1 мин; при катушечных обмотках статора - в течение 5 мин;

- определение характеристики холостого хода и симметричности напряжения;

- определение характеристики установившегося трехфазного короткого замыкания;

- испытание на нагревание;

- определение сверхпереходных индуктивных сопротивлений по продольной и поперечной осям;

- измерение электрического напряжения между концами вала;

- измерение вибрации опорных узлов (подпятника, подшипников) и сердечника статора;

- измерение сопротивления изоляции подшипников и подпятников;

- измерение температуры сегментов подпятников, подшипников и масла в масляных ваннах;

- определение номинального тока возбуждения;

- измерение кажущегося сопротивления при переменном токе каждого полюса с целью выявления междувитковых замыканий;

- испытание повышенным давлением воздухоохладителей, маслоохладителей и охладителей дистиллята;

- испытание повышенным давлением обмоток с водяным охлаждением;

- испытание при повышенной частоте вращения, достигаемой гидроагрегатом при сбросе нагрузки;

- испытание на герметичность гидравлических цепей и проверка работы системы водяного охлаждения (машин с водяным охлаждением);

- работа под нагрузкой с системой возбуждения в течение 72 ч;

- измерение значения и симметрии воздушного зазора между ротором и статором.

Генератор считается принятым после отработки 72 ч под нагрузкой.

Если система возбуждения не может обеспечить мощность, соответствующую повышению напряжения гидрогенератора сверх номинального на 50%, при допустимом по ГОСТ 183 повышении частоты вращения, то испытания междувитковой изоляции обмоток вращения на электрическую прочность допускается проводить путем повышения частоты вращения гидрогенератора.

8.5.2 Регуляторные генераторы:

- измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками;

- испытание изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками на электрическую прочность.

8.5.3 Вспомогательные синхронные генераторы:

- измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками;

- измерение сопротивления изоляции температурных индикаторов;

- измерение сопротивления обмоток при постоянном токе в практически холодном состоянии;

- испытание изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками на электрическую прочность повышенным напряжением частоты 50 Гц по ГОСТ 183;

- испытание междувитковой изоляции обмоток на электрическую прочность путем повышения напряжения на 50% сверх номинального напряжения генератора при стержневых обмотках статора - в течение 1 мин; при катушечных обмотках статора - в течение 5 мин;

- определение характеристики холостого хода и симметричности напряжений;

- определение характеристики установившегося трехфазного короткого замыкания;

- определение сверхпереходных индуктивных сопротивлений по продольной и поперечной осям;

- измерение кажущегося сопротивления при переменном токе каждого полюса ротора с целью выявления междувитковых замыканий.

8.6 Типовые испытания гидрогенераторов следует проводить на месте установки Изготовителем совместно с Заказчиком при изменении конструкции, материалов или технологии, если эти изменения могут оказать влияние на характеристики и параметры гидрогенераторов и включить проверку параметров из программы приемочных испытаний, которые могут при этом измениться.

8.7. Периодические испытания проводят в объеме по программе приемочных, за исключением определения индуктивных сопротивлений и постоянных времени обмоток, испытания механической прочности при ударном токе короткого замыкания и испытания при повышенной частоте вращения. Необходимость и сроки периодических испытаний в зависимости от количества генераторов серии устанавливается в техническом задании, но не реже одного раза в семь лет.

8.8. Сертификационные испытания рекомендуется проводить в объеме приемочных испытаний.

8.9. Если при периодических или типовых испытаниях хотя бы один гидрогенератор не будет соответствовать требованиям ГОСТ 183-74, то следует проводить повторные испытания.

Результаты повторных испытаний являются окончательными.

9 Гарантии изготовителя

9.1 Изготовитель должен иметь опыт проектирования и изготовления гидрогенераторного оборудования и представить Заказчику подтверждения своей деятельности, включая референцию за последние пять лет, сертификаты на продукцию, сертификаты качества, отзывы Заказчиков.

9.2 Изготовитель гарантирует отклонение параметров генератора не более, чем по ГОСТ 183-74.

9.3 Отклонение размеров узлов генератора в пределах заданных допусков при их изготовлении должно позволить выполнить монтаж генератора без нарушения технологии и в соответствии с инструкцией по монтажу.

9.4 Изготовитель обязан обеспечить поставку оборудования на ГЭС в виде комплексных единиц и включить в объем поставки все оборудование, необходимое для нормальной и аварийной эксплуатации гидрогенератора, даже если это не было указано в технических требованиях на поставку.

9.5 Изготовитель гарантирует соответствие гидрогенераторов и вспомогательных систем, входящих в комплект гидрогенератора, требованиям ГОСТ 5616-89 и ГОСТ 183-74 при условии соблюдения правил транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

9.6 Гарантийный срок эксплуатации - три года со дня ввода гидрогенератора в эксплуатацию.

9.7 В договор на поставку должны быть включены размеры штрафных санкций по отношению к Изготовителю, регламентирующие невыполнение обязательств по пунктам 9.2 – 9.4

10 Оценка соответствия

На всех этапах разработки, изготовления и поставки гидрогенераторного оборудования должна производиться оценка и подтверждение соответствия оборудования, технических устройств и систем требованиям безопасности, изложенным в технических регламентах и документах по стандартизации.

Разработка и сдача-приемка гидрогенератора и технологических систем в соответствии с требованиями ГОСТ 15.005-86 осуществляется на основании утвержденного Заказчиком технического задания. По инициативе одной или обеих сторон (Изготовителя или Заказчика), а также в случаях их разногласия в оценке соответствия продукции техническому заданию (техническим условиям) на разработку, окончательная оценка соответствия устанавливается путем его добровольной сертификации с оформлением сертификата соответствия.

Оценка соответствия промышленной продукции в процессе изготовления производится ОТК предприятия, при этом готовая продукция должна сопровождаться сертификатом качества изготовителя. Изготовитель гидрогенераторного оборудования обязан до выпуска оборудования в обращение, предпочтительно на этапе производства первого образца, провести его сертификацию на соот-

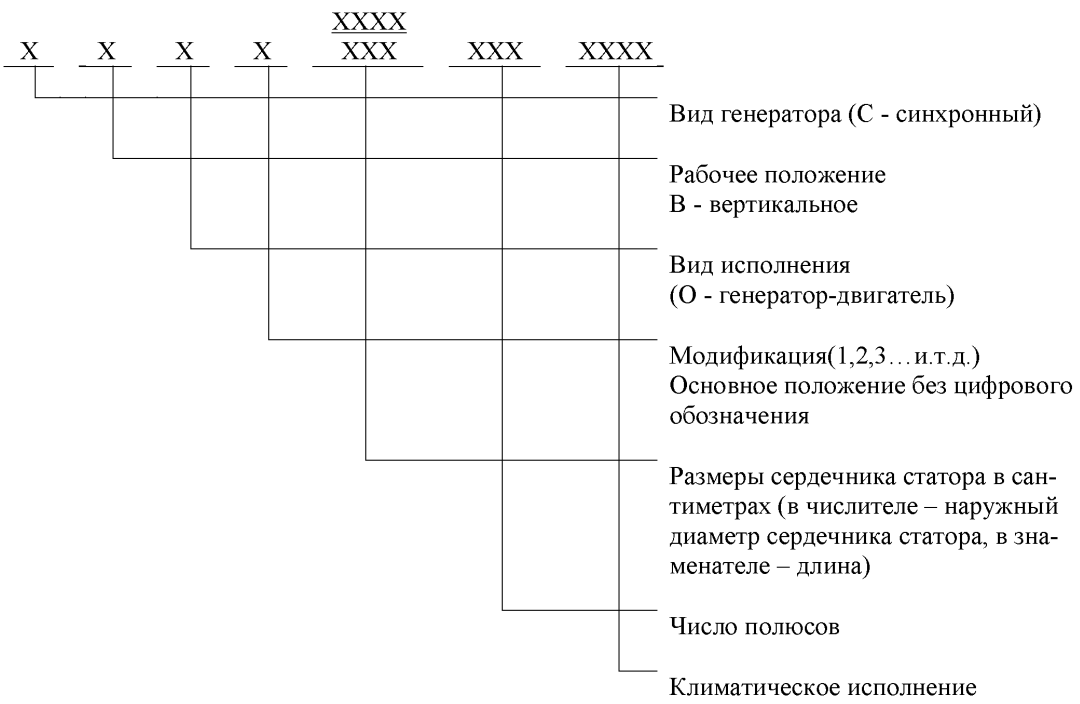
ветствие требованиям по безопасности, получить сертификат и право применения на рынке.

Заказчик имеет право требовать подтверждения соответствия любых показателей, характеризующих качество оборудования, в т.ч. требований к показателям, назначению, надежности, конструктивной и технологической совместимости, унификации, ремонтопригодности, экологии, эргономике и др.

Оценка соответствия гидрогенераторного оборудования на этапе ввода его в работу и последующей эксплуатации производится Заказчиком с момента поставки вплоть до принятия решения о подтверждении соответствия и возможности безопасной эксплуатации оборудования по истечении нормативных сроков службы.

Приложение А
(справочное)

Структура условного обозначения гидрогенератора



Приложение Б
(обязательное)

Допустимые перегрузки гидрогенератора по току статора

Кратность тока статора относительно его номинального значения	Продолжительность перегрузки, мин	
	при косвенном воздушном охлаждении	при непосредственном водяном охлаждении обмотки статора
1,1	60	
1,15	15	
1,2	6	
1,25	5	
1,3	4	
1,4	3	2
1,5	2	1
2,0	1	

Приложение В
(обязательное)

Количество и места установки термопреобразователей сопротивления и термометров манометрических в системе теплоконтроля гидрогенератора

Место установки прибора	Термопреобразователи сопротивления, шт	Термометры манометрические сигнализирующие, шт
Обмотка статора:		
- при воздушном охлаждении		
- генераторы мощностью не более 0,5 МВА	установка не обязательна	
- генераторы мощностью не более 10 МВт	не менее 6	
- генераторы мощностью более 10 МВт	не менее 12	
- при водяном охлаждении (дистиллированной водой) дополнительно к указанным выше в конце каждой параллельной цепи трубопровода системы охлаждения	1	
Сердечник статора:		
- генераторы мощностью не более 10 МВА	установка не обязательна	
- генераторы мощностью более 10 МВт	не менее 6	
Сегменты подпятника:		
- генераторы мощностью не более 10 МВт	не менее 2	не менее 2
- генераторы мощностью более 10 МВт	в каждом сегменте	не менее 2
Сегменты направляющих подшипников:		
- генераторы мощностью не более 10 МВт	не менее 1	не менее 2
- генераторы мощностью более 10 МВт	не менее 2	не менее 2
Ванна подпятника:		
- генераторы мощностью не более 10 МВт	не менее 1	
- генераторы мощностью более 10 МВт	не менее 2	
Ванна подшипника:		
- генераторы мощностью не более 10 МВт	не менее 1	
-генераторы мощностью более 10 МВт	не менее 2	
Выход воздуха секций воздухоохладителя	1 на каждой секции	
Зона горячего воздуха	2	2

Приложение Г
(обязательное)

Перечень аппаратуры контроля и управления гидрогенератора

	Наименование	Количество	Примечание
1	**Система теплоконтроля**		
	- термопреобразователи сопротивления	По прил.В	
	- термометры манометрические сигнализирующие	По прил.В	
2	**Система охлаждения**		
	Комплект аппаратуры для контроля расхода дистиллированной воды **для генератора с непосредственным водяным охлаждением** из антикоррозионных материалов, включая:	комплект	
	- расходомеры		Типы и количество определяются Изготовителем генератора
	- манометры электроконтактные		
	- манометры показывающие		
	- реле уровня		
	- запорная аппаратура		
	- датчики измерения удельного сопротивления дистиллята		
	Комплект аппаратуры для контроля охлаждающей воды воздухоохладителей статора **для генератора с косвенным воздушным охлаждением,** включая:	комплект	
	- манометры электроконтактные		Типы и количество определяются Изготовителем генератора
	- манометры показывающие		
	- запорная аппаратура		
	Комплект аппаратуры для контроля расхода охлаждающей воды подпятника и подшипника	комплект	
	- расходомеры или реле потока		Типы и количество определяются Изготовителем генератора
	- манометры электроконтактные		
	- манометры показывающие		
	- запорная аппаратура		
3	**Система маслоснабжения**		
	- реле уровня масла в маслованнах подпятника, подшипников	По 2 на каждую ванну	Для одноуровневых реле
	- комплект аппаратуры при применении **принудительной подачи масла** под давлением к поверхностям трения, включая:	комплект	
	- запорная аппаратура,		Типы и количество определяются Изготовителем генератора
	- клапаны,		
	- манометры электроконтактные,		
	- манометры показывающие,		
	- вентили,		
	- фильтры		
4	**Система отвода паров масла** с баком и запорной аппаратурой	комплект	

5	**Система торможения** Комплект аппаратуры для управления системой пневматического торможения, включая: - пневмораспределитель - дифференциальный манометр - датчик положения	комплект 1 2 По количеству тормозных колодок +2шт	 Типы и количество определяются Изготовителем генератора
6	**Система пожаротушения** Комплект аппаратуры для управления системой пожаротушения из антикоррозионных материалов, включая: - быстродействующее запорное устройство - датчики пожаротушения	комплект 1 1компл.	 Типы и количество определяются Изготовителем генератора
7	**Система вибродиагностики** (в объеме, соответствующем п.5.4.12)		
8	**Система обогрева остановленного генератора** Комплект аппаратуры для управления системой обогрева, включая: - обогреватели, - термодатчики, - автоматический выключатель	 комплект	 Типы и количество определяются Изготовителем генератора

Приложение Д
(обязательное)
Требования к конструкциям гидрогенераторов и их технологических систем

№ п/п	Наименование	Выбрать нужное
1	**Конструктивное исполнение гидрогенератора**	указать
1.1	гидрогенераторы с частотой вращения до 200 об/мин и диаметром рабочего колеса свыше 4,5 м	зонтичное исполнение с опорой подпятника на крышку гидравлической машины
1.2	гидрогенераторы с частотой вращения более 200 об/мин	подвесное исполнение с опорой подпятника на на верхнюю крестовину
1.3	гидрогенераторы с частотой вращения от 150 до 333,3 об/мин	рекомендуется выбирать на основании технико-экономического расчета.
1.4	количество подшипников (1 или 2)	определяются Изготовителем гидрогенератора
2	**Группа механического исполнения:**	
2.1	- гидрогенераторов мощностью, не более 2,5 МВт;	М2
2.2	- гидрогенераторов мощностью, более 2,5 МВт	М6
3	**Тип устройства для питания измерительной части регулятора гидравлической турбины:**	указать
3.1	регуляторный генератор: - мощность, ВА; - напряжение, В; - место установки; - поставщик	на валу генератора Изготовитель генератора
3.2	устройство формирования сигналов (зубчатка) и датчики частоты вращения: - напряжение импульсное на выходе, В амплитудных; - напряжение питания датчика, В; - место установки; - поставщик	 24 24 на валу генератора Указать (Изготовитель турбины или системы ее регулирования)
3.3	другое устройство (например, инкрементальный энкодер): - напряжение импульсное на выходе, В амплитудных - напряжение питания датчика, В - место установки - поставщик	 24 24 Указать Указать
4	**Статор:**	
4.1	Количество выводов обмотки статора (не менее 6), шт:	определяются Изготови-

	- главных (обычно 3) - нейтральных	телем гидрогенератора, согласовывается Генпроектировщиком
4.2	Статор транспортируется целиком (при диаметре корпуса менее 4м). Статор выполнен из секторов (при диаметре корпуса более 4м), шт. Активная сталь статора собирается «в кольцо» на месте монтажа (для уникальных по мощности или габаритам синхронных машин)	определяются Изготовителем гидрогенератора
4.3	Место сборки статора (шахта генератора, монтажная площадка)	определяется Генпроектировщиком ГЭС
5	**Ротор:**	
5.1	Расчетные напряжения примененных материалов ротора при угонной частоте вращения по отношению к их пределу текучести не должны превышать (2/3)	указывается Изготовителем генератора, меньшие запасы к пределу текучести согласовываются с Заказчиком
5.2	Наличие демпферной системы:	
	- продольно-поперечная демпферная система (демпферные контура или массивные полюса ротора, замкнутые с помощью мощных медных перемычек, и применяемые на генераторах-двигателях с прямым пуском в двигательный режим)	указывается Изготовителем генератора
	- не полная демпферная система (рассматривается только для генераторов менее 4 МВА)	указывается Изготовителем генератора
	- демпферная система отсутствует (рассматривается только для генераторов менее 4 МВА)	указывается Изготовителем генератора
5.3	Конструкция ротора:	
	- с единым валом (как правило, для подвесных генераторов)	указывается Изготовителем генератора
	- длина вала, м	
	- безвальная конструкция (как правило, для зонтичных генераторов)	указывается Изготовителем генератора
	- разъемный ротор не требуется	определяется Генпроектировщиком ГЭС
	- разъемный ротор требуется (рассматривается для ГЭС с количеством агрегатов не более 4-х с целью снижения грузоподъемности и количества кранов машинного зала)	
5.4	Расточка отверстий в ступице ротора под соединительные болты фланца вала осуществляется (указать): а) на заводе-изготовителе турбины б) на заводе-изготовителе генератора по кондуктору изготовителя турбины.	способ соединения согласовывается между Изготовителями генератора и турбины.
5.5	Выверка общей линии вала агрегата должна выполняться на монтаже монтирующей организацией по инструкциям заводов-изготовителей турбины и генератора.	
5.6	Место сборки ротора (шахта генератора, монтажная площадка)	определяется Генпроектировщиком ГЭС
6	**Подпятник, подшипники**	
6.1	- конструкция подпятника: на жесткой опоре;	указывается Изготовителем генератора, согласовывается Заказчиком
6.2	- конструкция подпятника, подшипников должна быть реверсивной (для генераторов-двигателей), да/нет;	указывается Изготовителем генератора, согласо-

		вывается Заказчиком
6.3	- покрытие сегментов (ЭМП – фторопласт), указать для: подпятника, подшипников.	указывается Изготовителем генератора, согласовывается Заказчиком
7	**Система охлаждения гидрогенератора**	
7.1	Система охлаждения: - разомкнутая система вентиляции (гидрогенераторов мощностью не более 5 МВт), да/нет; - косвенное воздушное охлаждение, да/нет; - с отбором воздуха на отопление, % / отбор не требуется; - с непосредственным водяным охлаждением обмотки статора, да/нет	указывается Изготовителем генератора, согласовывается Заказчиком
7.2	Для разомкнутой системы вентиляции указать: - допустимое давление воды маслоохладителей (0,5), МПа; - перепад гидравлического давления на маслоохладителях подпятника, подшипников, МПа; - расход воды на охлаждение масла ванн, $м^3/с$; - допустимое время работы при прекращении циркуляции воды в маслоохладителях подпятника и подшипников, с	указывается Изготовителем генератора
7.3	Для косвенного воздушного охлаждения дополнительно указать: - допустимое давление воды воздухоохладителей (0,5), МПа - перепад гидравлического давления на воздухоохладителях, МПа - расход воды на воздухоохладители статора, $м^3/с$	указывается Изготовителем генератора
7.4	Для непосредственного водяного охлаждения статора дополнительно указать: - расход воды для охлаждения дистиллята, $м^3/с$ - расход дистиллята для охлаждения статора, $м^3/с$ - объем дистиллята на генератор, $м^3$	указывается Изготовителем генератора
8	**Система маслоснабжения гидрогенератора:** - без циркуляции масла вне масляных ванн, да/нет; - с циркуляцией масла вне масляных ванн, да/нет	указывается Изготовителем генератора
	- объем масла в ваннах, не более, $м^3$	;указывается Изготовителем генератора
	- с принудительной подачей масла под давлением при пусках и остановах (на генераторах - двигателях), да/нет	указывается Изготовителем генератора
	- расход масла при пуске и останове, $м^3/с$	указывается Изготовителем генератора, согласовывается с Генпроектировщиком
9	**Система отвода паров масла** (да/нет)	указывается Изготовителем генератора
10	**Система торможения гидрогенератора:** - электрическое торможение используется (на генераторах-двигателях и генераторах мощностью более 50 МВт), да/нет	согласовывается Заказчиком с Изготовителем генератора

	- давление воздуха при механическом торможении (0,6 - 0,8), МПа	указывается Изготовителем генератора
	- расход сжатого воздуха на одно торможение, $м^3$	указывается Изготовителем генератора
	- при нормальном останове при использовании электроторможения включение механического торможения должно производиться при относительной (к номинальной) частоте вращения (5%), %	указывается Изготовителем генератора
	- в аварийном режиме и при отсутствии системы электроторможения включение механического торможения должно производиться при относительной (к номинальной) частоте вращения, не более (30%), %	указывается Изготовителем генератора
	- количество маслонасосных установок для подъема ротора, штук на ГЭС (одна, две) передвижная маслонасосная установка должна отключаться при достижении допустимой высоты подъема ротора на тормозах при срабатывании конечных выключателей	согласовывается Заказчиком с п Изготовителем генератора
	- давление масла при подъеме ротора (10 МПа), МПа	указывается Изготовителем генератора
	- высота подъема ротора на тормозах не более, мм	согласовывается с Изготовителем турбины
11	**Система теплоконтроля** должны быть выполнена с помощью термопреобразователей сопротивления и термометров манометрических, которые устанавливаются в количестве не меньшем, чем указано в ГОСТ 5616-89. Количество и места установки первичных датчиков приведены в приложении В. Контроль за температурой осуществляется автоматической системой теплового контроля, формирующей предупредительные и аварийные сигналы при превышении допустимой температуры в любой контролируемой точке, с выводом этой информации к устройствам управления, отображения и регистрации. Первичные датчики и приборы входят в поставку завода-изготовителя гидрогенератора и должны обеспечивать возможность автоматизации контроля параметров гидрогенератора с использованием микропроцессорной техники. Система теплового контроля в поставку завода-изготовителя гидрогенератора не входит.	указывается Заказчиком
	Требования к термопреобразователям сопротивления: - трехпроводная/четырехпроводная схема подключения, - материал (медь/ платина), - сопротивление при температуре 0оС (50 Ом/ 100 Ом)	определяется Заказчиком совместно с Генпроектировщиком
12	**Система виброконтроля** для мощных уникальных генераторов, генераторов-двигателей, а также генераторов мощностью более 10 МВт, имеющих номинальную частоту вращения 500 об/мин и более, а также для генераторов на ГЭС без постоянного обслуживающего персонала **рекомендуется** состоящей из 4 – 6 датчиков контроля вибрации узлов по ГОСТ 5616-89 (п.2.37) в вертикальном и горизонтальном направлениях. **По требованию Заказчика** система виброконтроля должна осуществлять мониторинг в следующем объе-	указывается Заказчиком

	ме: - вибрация направляющих подшипников (2-3 канала), да/нет - вибрация вала (2 канала), да/нет - вибрация корпуса подпятника (1канал), да/нет - вибрация сердечника статора (каналов - по количеству секторов статора), да/нет - вибрация корпуса статора (2 канала), да/нет - вибрация лобовых частей обмотки статора (5-10 каналов).	указывается Заказчиком
	Контроль величины воздушного зазора, да/нет	
13	**Система пожаротушения (**для генераторов более 0,5 МВА), да/нет	
	- расход воды на пожаротушение, $м^3/с$ - минимальный напор на входе в кольцевые трубопроводы, МПа	указывается Изготовителем генератора
14	**Система обогрева остановленного генератора,** да/нет	указывается Заказчиком
15	**Аппаратура контроля и управления:**	указывается Заказчиком
	- аппаратура контроля и управления должна обеспечивать полную автоматизацию работы генератора; - конструкция генератора и аппаратура контроля и управления должны обеспечивать возможность работы агрегата без постоянного обслуживания;	
	- в аппаратуре контроля и управления, как правило, должны использоваться серийные датчики с дискретными выходными сигналами, а также датчики и преобразователи с унифицированными выходными сигналами 4-20мА	перечень аппаратуры контроля и управления приведен в приложении Г
16	Степень защиты генератора по ГОСТ 17494	указывается Изготовителем генератора

Библиография

[1] «Гидроэлектростанции. Условия создания. Нормы и требования» (Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России», проект)

[2] Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации: /Утв. Приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 19июня 2003 г №229; Зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 20 июня 2003 г. № 4799.

[3] СанПиН 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях.

[4] СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96. Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения.

[5] «Гидроэлектростанции. Охрана труда (правила безопасности) при эксплуатации и техническом обслуживании сооружений и оборудования ГЭС. Нормы и требования» (Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России», проект)

[6] «Гидрогенераторы. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования» (Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России», проект).

[7] СТО 17330282.27.140.001-2006. Методики оценки технического состояния основного оборудования гидроэлектростанций.

*
обозначение стандарта

УДК _____ ОКС_____

*
код продукции

Ключевые слова гидрогенератор, генератор-двигатель, параметры, технологические системы, безопасность, надежность, нормы, требования, контроль, испытания, поставка, комплектность.

Руководитель организации-разработчика

Некоммерческое партнерство «Гидроэнергетика России»
наименование организации

	Исполнительный директор	_____	Р М Хазиахметов
	должность	личная подпись	инициалы, фамилия
Руководитель разработки	Главный эксперт	_____	В С Серков
	должность	личная подпись	инициалы, фамилия

СОИСПОЛНИТЕЛЬ

Руководитель организации-соисполнителя

ОАО «Ленгидропроект ГидроОГК»
наименование организации

Первый зам Директора - главный инженер		_____	Б Н Юркевич
	Должность	личная подпись	инициалы, фамилия
Руководитель разработки	Зам главного инженера	_____	А Д Стоцкий
	Должность	личная подпись	инициалы, фамилия
Исполнители	Начальник отдела	_____	А Г Булин
	Зам ГИП	_____	О Д Мизонова
	Должность	личная подпись	инициалы, фамилия

gost.e-ecolog.ru