ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 55260.2.1— 2022

Гидроэлектростанции

ГИДРОГЕНЕРАТОРЫ

Технические требования к поставке

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Ленгидропроект» (АО «Ленгидропроект») совместно с Публичным акционерным обществом «Федеральная гидрогенерирующая компания — «РусГидро» (ПАО «РусГидро») при участии Акционерного общества «Силовые машины» (АО «Силовые машины»), Акционерного общества и Филиала акционерного общества «Институт Гидропроект» — «НИИЭС» (филиал АО «Институт Гидропроект» — «НИИЭС»), Ассоциации организаций и работников гидроэнергетики «Гидроэнергетика России» (Ассоциация «Гидроэнергетика России»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 016 «Электроэнергетика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 июля 2022 г. № 618-ст

4 ВЗАМЕН ГОСТ Р 55260.2.1—2012

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 3
4 Сокращения и обозначения 3
5 Природные условия расположения объекта 4
6 Основные характеристики гидроэлектростанции 4
7 Технические требования 5
7.1 Требования к параметрам гидрогенератора 5
7.2 Требования к конструкции гидрогенератора и его технологическим системам 8
7.3 Требования к системе возбуждения гидрогенератора 12
7.4 Требования надежности 12
7.5 Требования ремонтопригодности 12
8 Требования безопасности и охраны труда 13
9 Эргономические и эстетические требования 13
10 Требования к монтажу и эксплуатации 13
11 Требования к маркировке, упаковке, транспортированию и хранению 14
12 Комплектность поставки 15
13 Документация, передаваемая заказчику 16
14 Порядок приемки и контроля 17
15 Гарантии изготовителя 19
Библиография 20

Введение

Настоящий стандарт предназначен для реализации требований технического регулирования в процессе заказа, проектирования, изготовления, монтажа и приемки в эксплуатацию гидрогенераторов для гидроэлектростанций при новом строительстве, реконструкции и техническом перевооружении с целью создания надежного и конкурентоспособного оборудования, соответствующего высокому уровню безопасности при эксплуатации.

В настоящем стандарте учтены основные нормативные положения международных стандартов (публикаций МЭК).

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Гидроэлектростанции

ГИДРОГЕНЕРАТОРЫ

Технические требования к поставке

Hydro power plants.
Hydrogenerators.
Delivery technical requirements

Дата введения — 2022—08—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает требования и нормы к условиям поставки гидрогенераторов для гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на следующее оборудование гидроэлектростанций:

- трехфазные синхронные явнополюсные вертикальные гидрогенераторы 50 Гц с воздушной и водяной системой охлаждения, предназначенные для соединения с гидравлическими турбинами мощностью 5 МВт и выше;
- генераторы-двигатели частотой 50 Гц, предназначенные для соединения с гидравлическими обратимыми насосами-турбинами мощностью 5 МВт и выше;
- основные технологические системы (охлаждения, маслоснабжения, торможения) гидрогенераторов.

1.3 Настоящий стандарт предназначен для формирования гидрогенерирующими компаниями и эксплуатирующими организациями технических требований (технического задания) на разработку, изготовление, поставку, монтаж и приемку в эксплуатацию гидрогенераторов и генераторов-двигателей, а также элементов систем возбуждения, являющихся неотъемлемой частью генераторов (вспомогательных генераторов, возбудителей), для электростанций.

1.4 Настоящий стандарт не учитывает все возможные особенности применения этих требований при заказе оборудования для отдельных гидроэлектростанций. Заказчиком оборудования могут быть установлены дополнительные требования, учитывающие особенности поставки оборудования на конкретную гидроэлектростанцию, при условии, что такие требования не противоречат требованиям действующих нормативных правовых актов, положениям настоящего стандарта и не снижают уровень соответствующих требований.

1.5 Настоящий стандарт не распространяется на системы возбуждения гидрогенераторов, за исключением элементов систем возбуждения, изготавливаемых совместно с генератором и являющихся его неотъемлемой частью.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 4.167 Система показателей качества продукции. Машины электрические вращающиеся крупные свыше 355 габарита. Номенклатура показателей

ГОСТ 12.1.003 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности

Издание официальное

ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.2.007.0 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.1 Система стандартов безопасности труда. Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.049 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие эргономические требования

ГОСТ 12.3.019 Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.026 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ 8865 Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация

ГОСТ 10169 Машины электрические трехфазные синхронные. Методы испытаний

ГОСТ 11828 Машины электрические вращающиеся. Общие методы испытаний

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

ГОСТ 18620 Изделия электротехнические. Маркировка

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

ГОСТ 21558—2018 Системы возбуждения турбогенераторов, гидрогенераторов и синхронных компенсаторов. Общие технические условия

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

ГОСТ 26772 Машины электрические вращающиеся. Обозначение выводов и направление вращения

ГОСТ 27471 Машины электрические вращающиеся. Термины и определения

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

ГОСТ 30631 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации

ГОСТ IEC 60034-1 Машины электрические вращающиеся. Часть 1. Номинальные значения параметров и эксплуатационные характеристики

ГОСТ IEC 60034-5 Машины электрические вращающиеся. Часть 5. Классификация степеней защиты, обеспечиваемых оболочками вращающихся электрических машин (Код IP)

ГОСТ Р 27.102 Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения

ГОСТ Р МЭК 60034-4 Машины электрические вращающиеся. Часть 4. Методы экспериментального определения параметров синхронных машин

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 21558, ГОСТ 27471, ГОСТ Р 27.102, ГОСТ Р МЭК 60034-4, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **генеральный проектировщик:** Проектная организация, ответственная за выполнение всего комплекса проектных и изыскательских работ по проектируемому объекту на основании договора с заказчиком.

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

3.3 **гидроагрегат:** Агрегат, состоящий из гидравлической турбины (насос-турбины) и электрического гидрогенератора (двигатель-генератора).

3.4 **гидроэлектростанция:** Электростанция, преобразующая энергию воды в электрическую энергию.

3.5 **заказчик:** Лицо, являющееся стороной в договоре на оказание услуг и имеющее право требования по такому договору.

Примечание — Заказчик необязательно является потребителем услуг.

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

3.7 **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.

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

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

3.10 **маховой момент гидрогенератора:** Сумма произведений масс всех частиц ротора на квадраты диаметров их вращения.

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

3.12 **срок службы:** Календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после капитального ремонта до момента достижения предельного состояния.

3.13 **точная синхронизация:** 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.

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

4 Сокращения и обозначения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения и обозначения:

ГАЭС — гидроаккумулирующая электростанция;

генпроектировщик — генеральный проектировщик;

ГЭС — гидроэлектростанция;

ЗИП — запасные части, инструменты и принадлежности;

КИП — контрольно-измерительные приборы;

КПД — коэффициент полезного действия;

СИ — средство измерений;

о.е. — относительные единицы;

GD^2 — маховой момент гидрогенератора;

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

xd — синхронное индуктивное сопротивление по продольной оси;

xq — синхронное индуктивное сопротивление по поперечной оси;

x'd — переходное индуктивное сопротивление по продольной оси;

x"d — сверхпереходное индуктивное сопротивление по продольной оси;

x"q — сверхпереходное индуктивное сопротивление по поперечной оси;

$W_{п}$ — статическая перегружаемость.

5 Природные условия расположения объекта

При формировании требований к гидрогенераторам должны быть указаны следующие характеристики района размещения объекта:

а) местонахождение объекта;

б) район строительства ГЭС (ГАЭС);

в) климат района:

1) среднегодовая температура воздуха составляет:

- самого холодного месяца, °С,
- самого теплого месяца, °С,
- абсолютный максимум температуры воздуха, °С,
- абсолютный минимум температуры воздуха, °С;

2) средняя температура воды в водохранилище в летний период, °С;

3) максимальная температура воды в водохранилище, °С;

г) химический состав воды в реке;

д) содержание взвеси, г/м^3;

е) расчетная сейсмичность проектного землетрясения района строительства ГЭС по шкале MSK — 64 [1], баллы.

6 Основные характеристики гидроэлектростанции

Требования на поставку гидрогенераторов должны быть составлены для конкретных условий и характеристик строящейся (реконструируемой) ГЭС или ГАЭС с указанием следующих данных:

а) наименование ГЭС;

б) наименование реки (канала), на которой расположена ГЭС;

в) установленная мощность ГЭС, МВт;

г) мощность ГАЭС в генераторном режиме, МВт;

д) мощность ГАЭС в насосном режиме, МВт;

е) среднегодовая выработка энергии, млн кВт·ч;

ж) количество агрегатов, шт.;

и) тип здания ГЭС (русловое, совмещенное, приплотинное, подземное, с закрытым/открытым машинным залом);

к) температура воздуха в здании ГЭС в местах установки гидрогенераторного оборудования, °С:

1) максимальная температура воздуха в машинном зале, °С,

2) минимальная температура воздуха в машинном зале, °С;

л) отметка расположения гидрогенератора над уровнем моря (пола машинного зала), м;

м) максимальная температура технической охлаждающей воды, °С;

н) тип гидротурбины (осевая, поворотно-лопастная, радиально-осевая, пропеллерная, диагональная, ковшовая, насос-турбина);

п) режим работы ГЭС (участие в покрытии графика нагрузки: базовый, пиковый, полупиковый; наличие режима синхронного компенсатора; условия участия в автоматическом регулировании частоты и мощности, требования к работе в энергосистеме/на изолированного потребителя/район);

р) гидрогенератор и его технологические системы должны обеспечивать работу агрегата без постоянного обслуживающего персонала (да/нет).

7 Технические требования

7.1 Требования к параметрам гидрогенератора

Гидрогенератор должен соответствовать требованиям [2], иметь следующие основные параметры и соответствовать требованиям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1

Наименование параметра, требование	Значение, характеристика
1 Тип гидрогенератора	Вертикальный синхронный генератор-двигатель (для ГАЭС)
2 Номинальная мощность, кВА / кВт	В соответствии с параметрами гидротурбины
3 Номинальное напряжение для гидрогенератора номинальной мощностью, кВ:	
от 5 до 10 МВт	6,3
» 10 » 25 МВт	6,3; 10,5
» 25 » 50 МВт	10,5; 13,8
» 50 » 150 МВт	13,8; 15,75
» 150 » 500 МВт	15,75; 18,0
более 500 МВт	18,0; 20,0
Возможны и другие сочетания мощности и напряжения (по согласованию с изготовителем)	
4 Коэффициент мощности для гидрогенератора номинальной мощностью:	
125 МВА и ниже	0,85
от 125 до 360 МВА	от 0,85 до 0,9
более 360 МВА	0,9
Возможны и другие сочетания мощности и коэффициента мощности (по согласованию с изготовителем)	
5 Номинальная частота электрического тока, Гц	50
6 Направление вращения (если смотреть со стороны гидротурбины)	Левое
7 Частота вращения, об/мин: - номинальная; - угонная	Определяется изготовителем гидротурбины
8 Максимальная относительная частота вращения ротора агрегата при сбросе номинальной нагрузки, %	не более 160 (подтверждается изготовителем гидротурбины)
9 Номинальный ток возбуждения, А: - номинальный - при коротком замыкании и номинальном токе статора - при холостом ходе	Определяются изготовителем гидрогенератора
10 Кратность пусковых токов в двигательном режиме, о.е.	Определяется заказчиком
11 Номинальное напряжение возбуждения, В	

Продолжение таблицы 1

Наименование параметра, требование	Значение, характеристика
12 Кратность форсировки возбуждения по напряжению и току, о.е.	Не менее 2,0
13 Осевая нагрузка на подпятник от гидротурбины, (гидравлическое усилие и масса вращающихся частей), кН (тс)	Определяется изготовителем гидротурбины
14 Маховой момент гидрогенератора GD^2, тм^2, не менее	Определяется изготовителем гидрогенератора, согласовывается с изготовителем гидротурбины
15 Класс изоляции по ГОСТ 8865: - статора; - ротора	Не ниже класса F. Определяется изготовителем гидрогенератора, 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, о.е	Определяются изготовителем гидрогенератора
22 Постоянная времени синхронной машины по продольной оси при разомкнутой обмотке якоря переходная T_{d0}, с	
23 Постоянная времени затухания апериодической составляющей тока статора при трехфазном коротком замыкании, с	
24 Статическая перегружаемость $W_п$, о.е.	Не менее 1,5
25 Термическая устойчивость ротора, с: - при косвенном воздушном охлаждении - при форсированном воздушном и непосредственном водяном охлаждении	 40 20
26 КПД гидрогенератора, не менее, %: для мощности[1]: от 10 до 25 МВт » 25 » 50 МВт » 50 » 100 МВт » 100 » 250 МВт свыше 250 МВт	 97,0 97,5 98,0 98,4 98,7
27 Параметры, определяемые особенностями режимов работы ГЭС (ГАЭС) в энергосистеме: а) работа в режиме синхронного компенсатора предусматривается, да/нет; б) наибольшая емкостная нагрузка гидрогенератора, квар; в) допустимая длительность наибольшей емкостной нагрузки (если есть ограничение), с; г) наибольшая индуктивная нагрузка гидрогенератора при номинальном токе возбуждения, квар;	Определяется заказчиком (генпроектировщиком ГЭС) с учетом требований [2] и [3], согласовывается изготовителем гидрогенератора

Продолжение таблицы 1

Наименование параметра, требование	Значение, характеристика
д) количество пусков в год, не менее:	
- гидрогенератора;	700
- генератора-двигателя;	1400
е) способ включения гидрогенератора в сеть:	
- в нормальных эксплуатационных режимах;	Точная автоматическая и ручная синхронизация
- в аварийных режимах;	Точная автоматическая и ручная синхронизация, самосинхронизация
ж) способ пуска генератора-двигателя в режиме двигателя:	
- генератора-двигателя мощностью более 100 МВт;	С помощью статического преобразователя частоты
- генератора-двигателя мощностью менее 100 МВт;	Может рассматриваться прямой пуск
и) допустимость пуска и включения гидрогенератора в сеть при отсутствии напряжения в сети собственных нужд переменного тока	Допустимо для гидрогенератора и его технологических систем в аварийных режимах
28 Уровень шума (средний уровень звука) гидрогенератора на расстоянии 1 м от верхней крестовины не должен превышать, дБ	85
29 Массы и габариты: а) общая масса гидрогенератора, т; б) наибольшая монтажная масса и ее габариты: - масса ротора, т; - габаритные размеры ротора; - наибольшая транспортная масса и ее габариты	Указывается изготовителем. При наличии ограничений заказчиком указываются предельные значения
30 Сохранение номинальной мощности при номинальном коэффициенте мощности и предельном отклонении напряжения на выводах на ±5 %, а частоты на ±2 % номинальных значений	Да
31 Допустимость длительной работы при отклонении напряжения на выводах не превышающем ±10 %	Да
32 Продолжительность работы генерирующего оборудования при изменении частоты электрического тока	Определяется требованиями пункта 110 правил [3]
33 Допустимая для ротора гидрогенератора длительность двукратного номинального тока возбуждения: - для гидрогенераторов с косвенным воздушным охлаждением - для гидрогенераторов с форсированным воздушным или непосредственным водяным охлаждением обмотки ротора - иная длительность, по согласованию с заказчиком	Не менее 50 с Не менее 20 с
34 Допустимые горизонтальные и вертикальные ускорения генератора, обусловливаемые расчетной сейсмичностью района расположения ГЭС	По ГОСТ 30546.1 с сохранением неизменных параметров гидрогенератора после воздействия ускорений

Окончание таблицы 1

Наименование параметра, требование	Значение, характеристика
35 Наличие вспомогательного генератора (да/нет)	Указывается изготовителем
36 Мощность номинальная вспомогательного генератора, кВА/кВт	Указывается изготовителем
37 Номинальное напряжение вспомогательного генератора	Указывается изготовителем
[1)] В отдельных случаях при проведении реконструкции и технического перевооружения на действующих объектах (в условиях ограниченного пространства на существующей площадке) и при наличии соответствующего обоснования завода-изготовителя по согласованию с заказчиком величина КПД может быть отличной от указанной.	

7.2 Требования к конструкции гидрогенератора и его технологическим системам

7.2.1 Конструктивное исполнение гидрогенератора должно быть зонтичным, с расположением подпятника под ротором на нижней крестовине или на опоре на крышку гидротурбины, или подвесным с подпятником, установленным над ротором, на верхней крестовине.

Для гидроагрегатов с частотой вращения до 200—250 об/мин и диаметром рабочего колеса гидротурбины свыше 4,5 м применяют зонтичное исполнение гидрогенератора с опорой подпятника на крышку гидротурбины. (Возможно другое конструктивное исполнение по согласованию с заказчиком.) При диаметре рабочего колеса менее 4,5 м применяют опору подпятника на нижнюю крестовину.

Для гидроагрегатов с частотой вращения более 200—250 об/мин применяют подвесное исполнение гидрогенератора с опорой подпятника на верхнюю крестовину. (Возможно другое конструктивное исполнение по согласованию с заказчиком).

Количество направляющих подшипников должно быть: один подшипник в масляной ванне верхней крестовины либо два в верхней и нижней крестовинах.

7.2.2 Группа механического исполнения гидрогенератора мощностью 5 МВт и более должна быть М6 по ГОСТ 30631.

7.2.3 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 кронштейнов для установки датчиков частоты вращения.

Для устройства формирования сигналов (зубчатки) и кронштейнов датчиков частоты вращения изготовитель гидрогенератора предусматривает место установки на валу по согласованию с изготовителем гидротурбины. Устройство формирования сигналов (зубчатка) и кронштейны поставляются, как правило, изготовителем гидротурбины. Датчики частоты вращения поставляются, как правило, изготовителем системы автоматического управления гидроагрегатом.

7.2.4 Конструкция статора должна соответствовать требованиям максимальной монтажной готовности и высокой надежности.

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

7.2.4.2 При наружном диаметре до 4,0 м статор могут изготавливать бесстыковым и собирать на заводе-изготовителе.

Статор гидрогенератора (корпус статора) более 4 метров должен быть выполнен разъемным, состоять из секторов, соединяемых с помощью стыковых плит и стягивающих шпилек при монтаже на ГЭС.

Для уникальных по мощности или габаритам гидрогенераторов, а также при реконструкции гидрогенераторов следует применять бесстыковой сердечник статора. Активную сталь статора необходимо собирать «в кольцо» на месте монтажа гидрогенератора.

7.2.5 Конструкция ротора определяется условиями его прочности и транспортирования, при этом должно быть обеспечено выполнение требований, указанных в 7.2.5.1—7.2.5.5.

7.2.5.1 Гидрогенератор должен выдерживать в течение не менее 2 мин угонную частоту вращения гидротурбины (для поворотно-лопастных гидравлических турбин при сохранении комбинаторной

зависимости). 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.

Изготовителем должны быть определены условия и случаи выполнения осмотра и ревизии гидрогенератора после аварийного режима, сопровождающегося достижением угонной частоты вращения, перед последующим включением в сеть.

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

7.2.5.2 Изоляция катушек и сердечника ротора должна быть изготовлена из материала, не содержащего асбест. Класс изоляции F по ГОСТ 8865. Обмотку между полюсами следует соединять разборными гибкими перемычками.

7.2.5.3 Гидрогенераторы мощностью 5 МВт и более должны иметь продольно-поперечную успокоительную систему.

7.2.5.4 Конструкция ротора должна быть:

- с единым валом — как правило, для подвесных гидрогенераторов;
- безвальной с валом-надставкой — как правило, для зонтичных гидрогенераторов.

Ротор должен состоять из остова, обода, тормозного диска, полюсов с обмоткой возбуждения и демпферной обмоткой. Конструкция остова может состоять из центральной части и отъемных спиц, или барабанного или дискового типа без спиц.

7.2.5.5 Расточка отверстий во фланцевых соединениях остова ротора или вала гидрогенератора с валом гидротурбины осуществляется изготовителем гидрогенератора по кондуктору изготовителя гидротурбины. Способ соединения согласовывается между изготовителями. Изготовитель гидрогенератора должен выполнить 100%-ный контроль металла фланцевых соединений и их крепежных деталей неразрушающими методами и передать заказчику формуляр выполненных проверок. Ответственность за соединение фланцев несет изготовитель гидротурбины.

7.2.6 Конструкции подпятника и подшипников должны удовлетворять следующим основным требованиям, приведенным в 7.2.6.1—7.2.6.6.

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

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

7.2.6.3 Подпятники должны быть оснащены эластичными металлопластмассовыми сегментами (ЭМП-сегментами) с фторопластовым покрытием.

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

7.2.6.5 Масло, заливаемое в ванны подпятника и подшипника, должно иметь одинаковую марку с маслом, используемым в системе регулирования гидротурбин.

7.2.6.6 Изготовитель должен выполнить 100%-ный контроль металла опорных элементов подшипника и подпятника неразрушающими методами и передать заказчику формуляр выполненных проверок.

7.2.7 Система охлаждения должна соответствовать требованиям 7.2.7.1—7.2.7.4.

7.2.7.1 Для гидрогенераторов мощностью от 5 до 500 МВт применяют систему воздушного охлаждения с циркуляцией охлаждающего воздуха по замкнутому контуру. Охлаждение нагретого воздуха осуществляют водяными 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 шахту гидрогенератора для компенсации отбора воздуха следует устанавливать пылеулавливающие фильтры и воздушные клапаны с электроприводом. На отборе горячего воздуха устанавливают воздушные заслонки с электроприводом.

Для гидрогенераторов мощностью более 500 МВт могут применяться, наряду с воздушными смешанные системы охлаждения с непосредственным водяным охлаждением обмоток статора.

7.2.7.2 Охлаждение масла ванн подпятника и подшипников синхронных гидрогенераторов и генераторов-двигателей необходимо осуществлять с помощью жидкостных трубчатых маслоохладителей.

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.

7.2.7.3 Гидрогенераторы 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 не более 28 °С;
- при отключении двух из 12 охладителей или одного из восьми при температуре охлаждающей воды не более 20 °С.

7.2.7.4 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 от 2000 до 4000 Ом·м. Гидрогенераторы должны допускать работу в течение одних суток при снижении удельного сопротивления дистиллята до 500 Ом·м. Система водяного охлаждения гидрогенератора должна обеспечивать контроль температуры, давления, расхода и удельного сопротивления дистиллята и содержать устройства автоматического поддерживания температуры дистиллята в необходимых пределах при изменениях нагрузки гидрогенератора и температуры воды на входе в теплообменник.

Оборудование системы охлаждения дистиллированной водой, размещаемое вне гидрогенератора (баки, насосы, теплообменники и фильтры), должно входить в поставку гидрогенератора.

7.2.8 Система смазки подпятников и направляющих подшипников гидрогенераторов должна реализовываться 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 гидрогенератора.

7.2.9 Масляные ванны подпятника и подшипников должны иметь уплотнения, исключающие попадание масла в гидрогенератор, должна предусматриваться система отвода паров масла из зоны уплотнения масляных ванн. Устройство для отвода паров масла должно поставляться с гидрогенератором.

7.2.10 Торможение гидрогенератора должно быть автоматизировано и осуществляться при остановах агрегата при снижении частоты вращения до 30% механической системой — тормозами, работающими от сжатого воздуха. Количество сжатого воздуха на одно торможение, в $м^3$, должно быть указано изготовителем гидрогенератора.

Подъем ротора на тормозах следует выполнять подачей масла от передвижной маслонасосной установки под давлением на высоту, не более указываемой изготовителем гидротурбины. Тормоза-домкраты должны быть снабжены стопорными гайками для фиксации ротора в поднятом положении и оснащены датчиками положения (концевиками), цепи которых необходимо вывести на внешний ряд зажимов. Маслонасосная установка входит в поставку гидрогенератора.

На электростанции с числом агрегатов более шести, по требованию заказчика могут поставлять две и более маслонасосных установки (из расчета одна установка на шесть агрегатов).

Торможение генератора-двигателя на ГАЭС при остановках должно осуществляться электроторможением с рекуперацией энергии в энергосистему.

7.2.11 Контроль и измерение температуры сегментов подпятника и направляющего подшипника, масла в ваннах, обмотки статора, сердечника статора, охлаждающего воздуха гидрогенератора следует выполнять с помощью термопреобразователей сопротивления и термометров манометрических.

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 гидротурбины.

Термопреобразователи сопротивления, закладываемые в статор, должны быть оснащены разрядниками для защиты от перенапряжений.

Контроль за температурой необходимо осуществлять 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.

7.2.12 Гидрогенератор должен быть оснащен средствами мониторинга отдельных узлов. Следует контролировать следующие параметры:

- давление и расход воды в коллекторах воздухоохладителей статора и маслоохладителей подпятника и подшипника;
- уровень масла в маслованнах;
- отсутствие воды в масле в маслованнах;
- уровень вибраций;
- величина воздушного зазора между ротором и статором (по требованию заказчика);
- температуру масла в маслованнах;
- температуру «горячего» и «холодного» воздуха в камере холодного воздуха гидрогенератора;
- температуру сегментов подпятника и направляющих подшипников;
- температуру обмотки статора;
- температуру сердечника статора;
- температуру поступающей воды в коллекторы воздухоохладителей статора и маслоохладителей подпятника и подшипника;
- температуру отводящей воды из воздухоохладителей статора и маслоохладителей подпятника и подшипника;
- контроль точки росы охлаждающего воздуха (по требованию заказчика).

7.2.12.1 Преобразователи, выполняющие одни и те же функции на гидрогенераторе и гидротурбине, как правило, должны быть однотипны.

7.2.12.2 Система виброконтроля не входит в поставку гидрогенератора. Изготовитель должен согласовать количество, типы и места установки датчиков контроля, трассы для прокладки кабелей внутри гидрогенератора, а также определить требования по уставкам на выдачу предупредительных и аварийных сигналов системой.

На гидрогенераторе следует обеспечить контроль следующих параметров:

- вибрации направляющих подшипников;
- биения вала;
- вибрации опоры подпятника;
- биения диска подпятника;
- вибрации сердечника статора;
- вибрации корпуса статора.

По требованию заказчика перечень контролируемых параметров может быть расширен и количество датчиков контроля увеличено.

7.2.13 Гидрогенераторы должны быть оборудованы автоматической системой выявления пожара и пожаротушения распыленной водой или инертным газом. На подводящих магистралях должны быть установлены быстродействующие запорные устройства по согласованию с заказчиком.

Кольцевые трубопроводы пожаротушения с разбрызгивателями, датчики пожаротушения (задымления и температуры), подводящие трубы в пределах шахты гидрогенератора и быстродействующие запорные устройства по согласованию с заказчиком поставляет изготовитель гидрогенератора.

7.2.14 Система обогрева остановленного гидрогенератора. Для поддержания требуемого качества изоляции обмоток гидрогенератора на остановленном агрегате должна быть предусмотрена установка электронагревателей в шахте гидрогенератора. Поставку электронагревателей осуществляет изготовитель гидрогенератора.

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

7.2.15 Аппаратура контроля и управления должна удовлетворять следующим условиям:

- аппаратура контроля и управления должна обеспечивать полную автоматизацию работы гидрогенератора;
- конструкция гидрогенератора и аппаратура контроля и управления должны обеспечивать возможность работы агрегата без постоянного обслуживания;
- в аппаратуре контроля и управления следует использовать серийные датчики с дискретными выходными сигналами, а также датчики и преобразователи с унифицированными выходными сигналами.

Используемые преобразователи (датчики) должны быть сертифицированы, их работоспособность должна сохраняться в диапазонах частот и амплитуд вибраций, возможных при эксплуатации гидрогенератора.

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.

7.2.16 Степень защиты гидрогенераторов принимают по ГОСТ IEC 60034-5:

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

7.2.17 Для подключения цепей защиты ротора от замыканий на землю на валу генератора должны быть установлены щетки земляной защиты.

7.2.18 Во всех необходимых местах внутри корпуса и шахты гидрогенератора должно быть обеспечено освещение.

Рабочее освещение в шахте гидрогенератора может быть выполнено переменным током напряжением 220 В. Во всех остальных конструктивных узлах рабочее освещение должно быть выполнено переменным током напряжением 12 В или 36 В.

Аварийное освещение должно быть выполнено на постоянном токе напряжением 220 В.

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

7.2.19 Технологические системы гидрогенератора должны соответствовать требованиям [2].

7.2.20 Датчики, приборы КИП должны иметь шкалы с единицами величин, допущенными к применению в Российской Федерации, зарегистрированы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, иметь актуальную первичную поверку.

7.3 Требования к системе возбуждения гидрогенератора

7.3.1 Система возбуждения должна соответствовать требованиям [4], а также ГОСТ 21558.

7.3.2 Комплектность системы возбуждения должна соответствовать требованиям пункта 4.45 ГОСТ 21558—2018, при необходимости должны включаться оборудование и аппаратура для возбуждения в режиме электрического торможения гидрогенераторов.

7.4 Требования надежности

Значения показателей надежности гидрогенераторов со вспомогательными системами по ГОСТ 4.167 и ГОСТ Р 27.102 должны устанавливаться в техническом задании, но быть не ниже указанных:

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

7.5 Требования ремонтопригодности

7.5.1 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 на этих элементах вибродатчиков и датчиков температуры без демонтажа воздухоохладителей и воздухоразделяющих щитов.

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

7.5.3 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.

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

7.5.5 Места установки датчиков (за исключением датчиков термоконтроля обмотки статора) по возможности необходимо выбирать исходя из условия их замены без разборки основных узлов.

8 Требования безопасности и охраны труда

8.1 Требования безопасности гидрогенераторов должны соответствовать классу 0I по ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.2.007.1, ГОСТ 12.1.003, ГОСТ 12.1.004.

8.2 Корпус гидрогенератора, фундаментные плиты и трубопроводы систем охлаждения и иные элементы гидрогенератора и вспомогательных систем 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.

8.3 Пожарная безопасность гидрогенератора и его элементов должна быть обеспечена как в нормальных, так и в аварийных режимах.

Расчетное значение вероятности возникновения пожара в гидрогенераторе не должно превышать 10^{-6} в год по ГОСТ 12.1.004.

8.4 При испытаниях и измерениях должны быть соблюдены требования безопасности по ГОСТ 12.3.019.

8.5 В конструкции гидрогенератора должны быть предприняты меры для предотвращения возникновения внешних электромагнитных полей промышленной частоты от корпуса гидрогенератора в соответствии с требованиями [5].

8.6 Конструкция гидрогенератора должна исключать случайное прикосновение к вращающимся частям и частям, находящимся под напряжением.

9 Эргономические и эстетические требования

9.1 Компоновка гидрогенератора должна быть выполнена с учетом требований эргономики по ГОСТ 12.2.049.

9.2 Внешний вид гидрогенератора должен соответствовать современным требованиям промышленной эстетики и быть согласован с генпроектировщиком.

9.3 Контрольно-измерительные приборы и аппаратура управления должны быть расположены на видных местах, при этом в соответствии с ГОСТ 12.2.049 к ним должен быть обеспечен легкий доступ.

9.4 Цвета сигналов, размеры, форма и цвет знаков безопасности должны соответствовать ГОСТ 12.4.026.

10 Требования к монтажу и эксплуатации

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

10.2 Монтаж гидрогенератора должен выполняться специализированной организацией, имеющей опыт выполнения аналогичного вида работ, в соответствии с требованиями инструкции по монтажу изготовителя по рабочим чертежам изготовителя и генпроектировщика.

Изготовитель гидрогенератора должен обеспечить присутствие представителя (шеф-инженера) при выполнении работ по монтажу гидрогенератора.

10.3 Соединение гидрогенератора с гидротурбиной и проверку общей линии вала должна выполнять монтажная организация по инструкциям изготовителей гидротурбины и гидрогенератора.

10.4 Работы в цепях обмотки статора следует производить с соблюдением правил работ с цепями, находящимися под напряжением выше 1000 В.

Работы в цепях обмотки возбуждения необходимо выполнять с соблюдением правил работы с цепями, находящимися под напряжением до 1000 В.

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

10.5 Осмотр внутренних полостей и проведение профилактических ремонтов остановленного гидрогенератора разрешается только при выполнении мероприятий, исключающих возможность вращения ротора.

10.6 Эксплуатацию гидрогенератора следует производить в соответствии с инструкцией изготовителя, требованиями [3] и принятых в соответствии с ними нормативных правовых актов.

10.7 Допустимые режимы работы гидрогенераторов при параметрах, отличных от номинальных значений, должны быть установлены заводом изготовителем и отражены инструкции по эксплуатации.

10.8 В течение срока службы гидрогенератора изготовитель сохраняет за собой право наблюдения за условиями и показателями эксплуатации гидрогенератора, для чего заказчик должен по требованию изготовителя предъявить ему необходимые материалы, характеризующие работу гидрогенератора.

Изготовитель гидрогенератора в течение срока службы должен оказывать техническую поддержку и по письменному запросу предоставлять заказчику исчерпывающие разъяснения по работе узлов и систем, входящих в объем поставки, а также при выявлении скрытых и развивающихся дефектов принимать методическое участие в разработке мероприятий по их устранению.

10.9 Внесение изменений в конструкцию гидрогенератора и его технологических систем допустимо только при согласовании с изготовителем и генпроектировщиком ГЭС.

10.10 Внесение изменений в проектные режимы работы гидрогенератора и его технологических систем допустимо только при согласовании с изготовителем и генпроектировщиком ГЭС.

11 Требования к маркировке, упаковке, транспортированию и хранению

11.1 Маркировку гидрогенераторов, возбудителей, регуляторных генераторов, воздухоохладителей, маслоохладителей и охладителей дистиллята выполняют по ГОСТ 26772 и ГОСТ 18620.

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

11.3 На табличке гидрогенератора должны быть указаны:

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

Допускается объединять табличку гидрогенератора с табличкой гидравлической турбины.

11.4 На табличке возбудителя должны быть указаны:

- тип возбудителя;
- номер по системе нумерации изготовителя;
- номинальная мощность, кВт;
- номинальное напряжение, В;
- год выпуска;
- знак соответствия;
- обозначение стандарта, по которому изготовлено оборудование.

11.5 На табличке регуляторного генератора должны быть указаны:

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

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

- товарный знак изготовителя;
- тип секции охладителя;

- номер по системе нумерации 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;
- обозначение стандарта, по которому изготовлено оборудование.

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

11.8 Гидрогенератор отправляют заказчику в частично разобранном виде, отдельными составными частями и деталями, которые упаковывают по чертежам завода-изготовителя и комплектуют 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 ЗИП в упаковке и консервации изготовителя (с момента консервации и упаковки изготовителем) должен быть указан изготовителем в сопроводительной документации.

11.9 Поступившие на место строительства или технического перевооружения составные части следует хранить 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.

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.

11.11 При длительном хранении периодически, не реже одного раза в 3 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.

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

11.13 Запасные части необходимо хранить в сухом закрытом вентилируемом помещении при температуре от 5 °С до 35 °С с относительной влажностью, исключающей возможность конденсации влаги.

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

11.15 Упаковку, консервацию, хранение и транспортирование сборочных единиц и деталей гидрогенератора следует выполнять в соответствии с ГОСТ 15150 и ГОСТ 23216.

11.16 Условия хранения составных частей гидрогенератора у заказчика должны соответствовать требованиям сопроводительной эксплуатационной документации изготовителя и ГОСТ 15150.

12 Комплектность поставки

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

- гидрогенератор (статор, ротор, крестовины, ванны с подпятником и подшипниками и т. д.);
- регуляторный генератор (в случае его установки на агрегате);

- вспомогательный генератор (в случае его установки на агрегате при применении независимой системы возбуждения);
- возбудитель (обращенный трехфазный синхронный генератор) с вращающимся выпрямительным устройством (в случае их установки на агрегате при применении бесщеточной системы возбуждения);
- оборудование и аппаратура системы механического торможения;
- оборудование и аппаратура системы пожаротушения, включающая быстродействующие запорные устройства и датчики обнаружения пожара;
- трубопроводы, аппаратура и арматура систем охлаждения воздуха и масла гидрогенератора;
- трубопроводы, аппаратура и арматура системы отвода паров масла (при ее применении);
- аппаратура, оборудование, трубопроводы и арматура системы водяного охлаждения гидрогенераторов (для гидрогенераторов с водяным охлаждением);
- аппаратура, оборудование, трубопроводы и арматура для установки приготовления дистиллированной воды (при ее применении);
- оборудование подогрева воздуха в подгенераторной шахте при его длительной стоянке, включающее электропечи, электропроводку, датчики температуры и коммутирующую аппаратуру;
- аппаратура электрического освещения гидрогенератора;
- аппаратура контроля, защиты и управления (датчики с кабелями до шкафа клеммного);
- аппаратура системы теплоконтроля (датчики с кабелями до шкафа клеммного);
- запасные части к гидрогенератору и его системам;
- монтажные приспособления и специальный инструмент;
- оборудование и аппаратура для гидравлических испытаний обмоток гидрогенераторов с водяным охлаждением;
- крепежные лотки, линии и(или) монтажные элементы для крепления кабельных линий систем термоконтроля и виброконтроля на конструкциях гидрогенератора;
- оборудование и аппаратура для электрических и гидравлических испытаний оборудования гидрогенератора (как правило, поставка осуществляется монтирующей и проводящей пусконаладочные работы организациями).

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

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

12.4 Границы поставки гидрогенератора:
- выводы обмоток статора — 300 мм от наружного диаметра шахты гидрогенератора;
- кабели контактных колец — 300 мм от наружного диаметра шахты гидрогенератора;
- трубопроводы воды и масла — 250 мм от наружного диаметра шахты гидрогенератора;
- аппаратура контроля, защиты и управления — шкаф клеммный, расположенный не далее 600 мм от наружного диаметра шахты генератора;
- аппаратура системы теплоконтроля — шкаф клеммный, расположенный не далее 600 мм от наружного диаметра шахты генератора;
- трубопровод пожаротушения — 400 мм от наружного диаметра шахты гидрогенератора;
- тормозной трубопровод — шкаф аппаратуры торможения.

13 Документация, передаваемая заказчику

13.1 Изготовитель гидрогенератора передает заказчику следующую эксплуатационную документацию в комплекте с каждым гидрогенератором:

а) паспорт, техническое описание, руководство по эксплуатации, консервации и хранению, инструкция по монтажу, программа приемо-сдаточных испытаний на ГЭС, актуальные метрологические документы (действующее свидетельство о первичной поверке или информация в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений о наличии поверки СИ) на поставляемые

первичные датчики, контрольно-измерительные приборы, формуляры и протоколы сборки и испытаний узлов — один комплект на бумажном носителе, один комплект на электронном носителе;

б) чертежи: общий вид и монтажный чертеж гидрогенератора, чертеж фундамента, чертежи основных сборочных узлов, технологических систем и узлов, подверженных износу, ремонту и замене в процессе эксплуатации, чертежи комплекта ЗИП — два комплекта на бумажном носителе, один комплект на электронном носителе;

в) ведомость отправки — два комплекта на бумажном носителе, один комплект на электронном носителе.

13.2 Два экземпляра документации, указанной в 13.1, перечисление б), изготовитель должен передать генпроектировщику не позднее, чем за 9 мес до начала отгрузки первого гидрогенератора на ГЭС.

14 Порядок приемки и контроля

14.1 Для подтверждения соответствия гидрогенераторов и их составных частей, возбудителей, регуляторных и вспомогательных генераторов требованиям настоящего стандарта проводят приемочные, приемо-сдаточные, сертификационные, периодические и типовые испытания.

Приборы и оборудование, необходимые для проведения испытаний и контроля гидрогенератора, следует выбирать в соответствии с требованиями ГОСТ 10169 и ГОСТ 11828.

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

14.2 Приемочные испытания гидрогенераторов следует проводить на головных образцах на месте установки гидрогенераторов изготовителем совместно с заказчиком по следующей программе:

- приемочные испытания — по ГОСТ IEC 60034-1;
- определение коэффициента гармонических искажений линейного напряжения (для гидрогенераторов);
- испытание на нагревание в режимах недовозбуждения;
- определение вибраций лобовых частей обмотки статора гидрогенераторов мощностью свыше 300 МВА и генераторов-двигателей мощностью свыше 100 МВА (по требованию заказчика испытания могут проводить также для гидрогенераторов и генераторов-двигателей мощностью 50 МВА и выше).

Испытания механической прочности при ударном токе короткого замыкания и испытания при угонной частоте вращения следует проводить по требованию заказчика.

Приемочные испытания вспомогательных генераторов должны проводить на головных образцах по программе ГОСТ IEC 60034-1.

14.3 Приемо-сдаточным испытаниям должны подвергаться составные части гидрогенераторов и каждый гидрогенератор, возбудитель, регуляторный генератор.

14.4 Приемо-сдаточные испытания составных частей каждого гидрогенератора, каждого возбудителя и регуляторного генератора следует проводить на заводе-изготовителе по программе согласно 14.4.1—14.4.4.

14.4.1 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.

14.4.2 Регуляторный генератор:

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

14.4.3 Испытание сердечника статора гидрогенератора на нагревание следует проводить при разъемном сердечнике статора на заводе-изготовителе, при неразъемном сердечнике статора — на месте установки.

14.4.4 Протоколы заводских испытаний направляют заказчику.

14.5 Приемо-сдаточные испытания каждого гидрогенератора, возбудителя, регуляторного и вспомогательного генераторов следует проводить на месте их установки изготовителем совместно с заказчиком по программам, определяемым требованиями ГОСТ IEC 60034-1, ГОСТ 11828, ГОСТ 10169, в объеме, указанном в 14.5.1—14.5.3.

14.5.1 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 состояния изоляции обмотки статора методом измерения интенсивности частичных разрядов;
- 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.

Гидрогенератор 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 IEC 60034-1 повышении частоты вращения, то испытания междувитковой изоляции обмоток вращения на электрическую прочность допускается проводить путем повышения частоты вращения гидрогенератора.

14.5.2 Регуляторные генераторы:

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

14.5.3 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 IEC 60034-1;

- 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 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.

14.6 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.

14.7 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 гидрогенераторов серии устанавливают в техническом задании, но не реже одного раза в 7 лет.

14.8 Сертификационные испытания рекомендуется проводить в объеме приемочных испытаний.

14.9 Если при периодических или типовых испытаниях хотя бы один гидрогенератор не будет соответствовать требованиям ГОСТ IEC 60034-1, то следует проводить повторные испытания.

Результаты повторных испытаний являются окончательными.

14.10 Система возбуждения и автоматический регулятор возбуждения сильного действия синхронного генератора должны пройти испытания в соответствии с требованиями ГОСТ 21558 и [4].

15 Гарантии изготовителя

15.1 Изготовитель должен гарантировать отклонение параметров гидрогенератора не более, чем по ГОСТ IEC 60034-1.

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

15.3 Изготовитель должен обеспечить поставку гидрогенератора 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.

15.4 Изготовитель должен гарантировать соответствие гидрогенераторов и вспомогательных систем, входящих в комплект гидрогенератора, требованиям ГОСТ IEC 60034-1 при условии соблюдения правил транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

15.5 Гарантийный срок эксплуатации — 3 года со дня ввода гидрогенератора в эксплуатацию, но не более 4,5 лет со дня получения заказчиком последней партии оборудования каждого гидрогенератора.

Библиография

[1] MSK — 64 Шкала сейсмической интенсивности (1964)

[2] Методические указания по технологическому проектированию гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций (утверждены приказом Минэнерго России от 16 августа 2019 г. № 857)

[3] Правила технологического функционирования электроэнергетических систем (утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 13 августа 2018 г. № 937)

[4] Требования к системам возбуждения и автоматическим регуляторам возбуждения сильного действия синхронных генераторов (утверждены приказом Минэнерго России от 13 февраля 2019 г. № 98)

[5] СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания

УДК 621.313:006.354 ОКС 27.140

Ключевые слова: гидроэлектростанция, гидрогенератор, технические требования, поставка

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 14.07.2022. Подписано в печать 19.07.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,51.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru