МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

**ГОСТ
21558—
2018**

СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ, ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ И СИНХРОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ

Общие технические условия

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в ГОСТ 1.0—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Публичным акционерным обществом «Силовые машины — ЗТЛ, ЛМЗ, Электросила, Энергомашэкспорт» (ПАО «Силовые машины»)

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 541 «Электроэнергетика»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 20 декабря 2018 г. № 114-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 января 2019 г. № 9-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 21558—2018 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июня 2019 г.

5 ВЗАМЕН ГОСТ 21558—2000

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «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

© Стандартинформ, оформление, 2019

В Российской Федерации 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 2
4 Технические требования 7
5 Требования безопасности 15
6 Правила приемки 15
7 Методы испытаний 16
8 Транспортирование и хранение 17
9 Гарантии изготовителя 17

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ, ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ И СИНХРОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ

Общие технические условия

Excitation systems for turbogenerators, hydrogenerators and synchronous compensators.
General specifications

Дата введения — 2019—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на системы возбуждения, предназначенные для возбуждения автоматически регулируемым постоянным током в нормальных и аварийных режимах синхронных турбогенераторов, синхронных гидрогенераторов и генераторов-двигателей (далее — гидрогенераторов) и синхронных компенсаторов, изготовляемых по ГОСТ IEC 60034-1, ГОСТ IEC 60034-3, ГОСТ 609 и ГОСТ 5616.

Стандарт пригоден для целей сертификации.

Обязательные требования к качеству продукции, обеспечивающие ее безопасность для жизни и здоровья людей, охраны окружающей среды, изложены в 4.26, 4.28, 4.42, разделе 5 (5.1—5.6), 6.6.

Требования настоящего стандарта должны учитываться при строительстве, реконструкции и модернизации систем возбуждения, АРВ генерирующего оборудования электростанций.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 12.2.007.0—75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.1—75 Система стандартов безопасности труда. Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности

ГОСТ 12.4.026—2015 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ 609—84 Машины электрические вращающиеся. Компенсаторы синхронные. Общие технические условия

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

ГОСТ 10159—79 Машины электрические вращающиеся коллекторные. Методы испытаний

ГОСТ 10169—77 Машины электрические трехфазные синхронные. Методы испытаний

ГОСТ 11828—86 Машины электрические вращающиеся. Общие методы испытаний

ГОСТ 12969—67 Таблички для машин и приборов. Технические требования

ГОСТ 12971—67 Таблички прямоугольные для машин и приборов. Размеры

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

Издание официальное

ГОСТ 15543.1—89 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам

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

ГОСТ 18142.1—85 Выпрямители полупроводниковые мощностью свыше 5 кВт. Общие технические условия

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

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

ГОСТ 29280—92 (МЭК 1000-4—91) Совместимость технических средств электромагнитная. Испытания на помехоустойчивость. Общие положения[1)]

ГОСТ IEC 60034-1—2014 Машины электрические вращающиеся. Часть 1. Номинальные значения параметров и эксплуатационные характеристики

ГОСТ IEC 60034-3—2015 Машины электрические вращающиеся. Часть 3. Специальные требования для синхронных генераторов, приводимых паровыми турбинами и турбинами на сжатом газе

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 ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **система возбуждения:** Комплекс оборудования, устройств, аппаратов и сборных единиц, предназначенных для возбуждения автоматически регулируемым постоянным током турбогенераторов (гидрогенераторов, синхронных компенсаторов) в нормальных и аварийных режимах.

3.2 **возбудитель:** Устройство, являющееся составной частью системы возбуждения и предназначенное для питания постоянным током обмотки возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) и представляющее электрическую машину постоянного тока, либо полупроводниковый преобразователь в комплексе с источником питания переменного тока.

Примечание — Источником 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 вышеуказанных источников питания.

3.3 **быстродействующая система возбуждения:** Система возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), быстродействие которой при форсировке, а также полное время расфорсировки не превышает соответствующие значения, регламентированные для таких систем.

3.4 **медленнодействующая система возбуждения:** Система возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), быстродействие которой при форсировке и (или) полное время расфорсировки превышают соответствующие значения, регламентированные для быстродействующих систем возбуждения.

3.5 **система самовозбуждения:** Система возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), возбудитель которой обеспечивает всю энергию возбуждения за счет использования энергии самой возбуждаемой синхронной машины или энергии сети, на которую работает эта машина.

3.6 **система параллельного самовозбуждения:** Система самовозбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), в которой источником энергии возбудителя является только напряжение статора возбуждаемой синхронной машины.

3.7 **система смешанного возбуждения:** Система самовозбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), в которой источником энергии возбудителя являются как напряжение

[1)] На территории Российской Федерации с 1 января 2002 г. действует ГОСТ Р 51317.4.1—2000.

статора возбуждаемой синхронной машины или сети, на которую она работает, так и ток статора возбуждаемой машины.

3.8 **система независимого возбуждения:** Система возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), в которой возбудитель получает энергию от источника, не связанного с напряжением и током статора возбуждаемой синхронной машины или сети, на которую она работает.

3.9 **система комбинированного возбуждения:** Система возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), в которой возбудитель получает энергию как от источника, не связанного с напряжением и током статора возбуждаемой синхронной машины, так и от самой синхронной машины или сети, на которую она работает.

3.10 **бесщеточная система возбуждения:** Система возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), в которой передача энергии от возбудителя к обмотке возбуждения синхронной машины осуществляется без посредства скользящего щеточного контакта.

3.11 **статическая система возбуждения:** Система возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), в состав которой входят только статические источники энергии и статические преобразователи переменного тока в постоянный.

3.12 **одногрупповая система возбуждения:** Система возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), в которой преобразование переменного тока в постоянный ток возбуждения синхронной машины осуществляется посредством одного или нескольких автономных преобразователей, включенных параллельно на стороне постоянного тока, имеющих одинаковое напряжение питания и равные углы открытия вентилей во всех режимах работы системы возбуждения.

3.13 **одногрупповая система возбуждения с параллельными преобразователями:** Одногрупповая система возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), в которой автономные преобразователи включены параллельно как со стороны постоянного, так и со стороны переменного тока.

3.14 **многогрупповая система возбуждения:** Система возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), в которой преобразование переменного тока в постоянный ток возбуждения синхронной машины осуществляют посредством нескольких автономных преобразователей, не соединенных параллельно на стороне переменного тока, включенных параллельно или последовательно на стороне постоянного тока и имеющих разные углы открытия вентилей и (или) разные напряжения питания.

3.15 **двухгрупповая система возбуждения:** Многогрупповая система возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), преобразовательная часть которой состоит из рабочей и форсировочной групп вентилей или преобразователей, включенных параллельно на стороне постоянного тока. Рабочая группа вентилей обеспечивает в основном длительный режим возбуждения синхронной машины, а форсировочная — режим форсировки возбуждения и гашения поля в аварийных режимах.

3.16 **каскадная система возбуждения:** Многогрупповая система возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), преобразовательная часть которой состоит из нескольких преобразователей, включенных последовательно на стороне постоянного тока, при этом на стороне переменного тока преобразователи подключены к разным источникам или обмоткам питания, не имеющим электрической связи между собой.

3.17 **реверсивная система возбуждения:** Система возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), обеспечивающая принудительное изменение знака магнитного потока, создаваемого обмоткой или обмотками возбуждения синхронной машины.

3.18 **тиристорная система возбуждения:** Система возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), в которой переменный ток источника питания преобразуется в постоянный ток возбуждения синхронной машины тиристорными преобразователями.

3.19 **диодная система возбуждения:** Система возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), в которой переменный ток источника питания преобразуется в постоянный ток возбуждения синхронной машины диодными преобразователями.

3.20 **высокочастотная система возбуждения:** Система независимого возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) со статическим преобразователем, в котором источник питания преобразователя имеет частоту 100 Гц и более.

3.21 **потолочное (предельное) напряжение системы возбуждения (потолок возбуждения по напряжению):** Наибольшее напряжение постоянного тока, возникающее на обмотке возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) в процессе форсировки возбуждения

при номинальном напряжении источника питания системы возбуждения, начальном токе, равном номинальному току возбуждения, и начальной температуре обмотки возбуждения синхронной машины, равной рабочей номинальной.

Примечание — Выражается в вольтах или относительных единицах номинального напряжения возбуждения.

3.22 **потолочное (предельное) напряжение холостого хода системы возбуждения:** Наибольшее напряжение постоянного тока, которое способна дать система возбуждения в режиме холостого хода.

3.23 **потолочное (предельное) установившееся напряжение системы возбуждения:** Напряжение постоянного тока, возникающее при форсировке на обмотке возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) в момент достижения потолочного тока возбуждения при начальной температуре обмотки возбуждения синхронной машины, равной рабочей номинальной, и номинальном напряжении источника питания системы возбуждения.

Примечание — Если система возбуждения оснащена устройством ограничения максимального тока возбуждения, то потолочное установившееся напряжение возбуждения определяется в момент, предшествующий началу работы этого устройства.

3.24 **кратность форсировки возбуждения по напряжению:** Потолочное (предельное) установившееся напряжение системы возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), выраженное в относительных единицах номинального напряжения возбуждения.

3.25 **потолочный (предельный) ток возбуждения:** Наибольший ток возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), создаваемый системой возбуждения по истечении регламентированного времени действия форсировки возбуждения.

3.26 **кратность форсировки возбуждения по току:** Потолочный (предельный) ток возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), выраженный в относительных единицах номинального тока возбуждения.

3.27 **скорость изменения напряжения возбуждения:** Скорость нарастания или снижения напряжения системы возбуждения или возбудителя турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) при необходимости изменения этого напряжения, выраженная в вольтах в секунду или в относительных единицах в секунду по отношению к номинальному напряжению возбуждения синхронной машины.

3.28 **средняя скорость изменения напряжения возбуждения:** Скорость изменения напряжения системы возбуждения или возбудителя турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), вычисленная заменой фактической кривой изменения напряжения отрезком прямой, имеющим такое же среднее значение, что и фактическая кривая в течение регламентированного интервала времени.

3.29 **быстродействие системы возбуждения:** Время достижения напряжением возбуждения 95 % разности потолочного (предельного) напряжения возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) и номинального значения при форсировке, вызванной регламентированным изменением напряжения на входе автоматического регулятора возбуждения.

3.30 **запаздывание системы возбуждения:** Интервал времени в секундах от момента подачи на вход автоматического регулятора возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) сигнала, вызывающего необходимость полной форсировки возбуждения (при внезапном коротком замыкании в цепи статора синхронной машины или скачкообразном изменении ее напряжения) до момента, когда в процессе форсировки возбуждения напряжение возбудителя отклонилось от начального на 3 % от разности конечного и начального напряжений в сторону, определяемую поданным сигналом.

3.31 **запаздывание возбудителя:** Интервал времени в секундах от момента подачи на вход возбудителя турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) сигнала, вызывающего форсировку, до момента изменения напряжения на выходе возбудителя на 3 % от разности конечного и начального напряжений.

3.32 **коэффициент плавности регулирования возбуждения:** Приращение напряжения возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), выраженное в процентах к номинальному напряжению возбуждения при переходе с одной ступени установочного устройства на другую ближайшую ступень.

3.33 **скорость изменения уставки автоматического регулятора возбуждения:** Частное от деления приращения напряжения статора турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), работающего на холостом ходу, выраженное в процентах от номинального напряжения статора, на интервал времени, за который это приращение было получено при непрерывном воздействии на уставку автоматического регулятора возбуждения.

3.34 **время пуска системы возбуждения:** Время, необходимое для ввода системы возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) в работу, определяемое с момента подачи сигнала на ее ввод до момента достижения тока возбуждения синхронной машины значения, равного току холостого хода.

3.35 **регулировочная характеристика возбудителя:** Зависимость напряжения на обмотке возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) от величины сигнала управления возбудителем (выход АРВ) при работе его в расчетной схеме.

3.36 **статизм системы возбуждения по току возбуждения:** Изменение напряжения в заданной точке энергосистемы, выраженное в процентах от номинального напряжения в этой точке, вызывающее изменение тока возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) на одну номинальную единицу при рабочей номинальной температуре обмотки возбуждения.

3.37 **статизм системы возбуждения по реактивной мощности:** Изменение напряжения ΔU в заданной точке энергосистемы, выраженное в процентах от номинального напряжения $U_{ном}$ в этой точке, вызывающее изменение реактивной мощности ΔQ турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) на номинальное значение $Q_{ном}$ при рабочей номинальной температуре обмотки возбуждения

$$S = \frac{\Delta U \cdot Q_{ном}}{U_{ном} \cdot \Delta Q} \cdot 100\ \%. \qquad (1)$$

За номинальное принимается значение реактивной мощности в номинальном режиме турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора).

3.38 **коэффициент усиления системы возбуждения по напряжению:** Коэффициент G, определяемый на частоте 1 Гц как частное от деления относительного изменения напряжения возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) на относительное изменение напряжения на входе АРВ по каналу напряжения статора

$$G = \frac{\Delta U_в / U_{в.ном}}{\Delta U / U_{ном}} [\text{е.в.н./е.н.}], \qquad (2)$$

где $\Delta U_в$ — изменение напряжения возбуждения, В;

ΔU — изменение напряжения на входе АРВ (изменение напряжения на статоре), В;

$U_{в.ном}$ — номинальное значение напряжения возбуждения, В;

$U_{ном}$ — номинальное значение напряжения статора на входе АРВ, В;

е.в.н. — единица возбуждения номинальная, равная единице при номинальном напряжении на зажимах статора при номинальной нагрузке машины и номинальной скорости вращения ротора;

е.н. — единица напряжения номинальная, равная единице при номинальном напряжении на зажимах статора машины.

3.39 **устойчивость системы возбуждения:** Способность системы возбуждения в условиях установившегося режима или при переходе от одного установившегося режима к другому регулировать напряжение возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) таким образом, чтобы переходные изменения в регулируемом напряжении эффективно подавлялись и при этом не возникало устойчивых или возрастающих колебаний.

3.40 **развозбуждение:** Принудительное снижение тока возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) до заданного значения.

3.41 **форсировка возбуждения:** Переход системы возбуждения в режим выдачи максимального напряжения и тока возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора).

3.42 **расфорсировка возбуждения:** Принудительное снижение напряжения и тока возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) от потолочного значения до заданного.

3.43 **полное время расфорсировки возбуждения:** Время снижения напряжения возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) в процессе расфорсировки от наибольшего

значения до 3 % напряжения возбуждения холостого хода, измеряемое в секундах от момента подачи сигнала на расфорсировку.

3.44 **гашение поля:** Принудительное монотонное или колебательное снижение до нуля тока возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора).

3.45 **время гашения поля:** Интервал времени в секундах с момента подачи команды на гашение поля при номинальном значении тока возбуждения до момента, когда отклонение тока возбуждения от нулевого значения не превысит величины, равной 3 % тока возбуждения холостого хода.

3.46 **полное время гашения поля:** Интервал времени в секундах с момента подачи команды на гашение поля до момента, когда напряжение или ток статора турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), находящегося в режиме холостого хода или установившегося трехфазного короткого замыкания, достигнут значения, равного 110 % установившегося остаточного значения напряжения или тока статора при отсутствии тока в обмотке возбуждения.

3.47 **собственное время отключения устройства гашения поля:** Интервал времени в секундах с момента подачи команды на отключение устройства гашения поля турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) до момента начала гашения поля.

3.48 **собственное время включения устройства гашения поля:** Интервал времени в секундах с момента подачи команды на включение устройства гашения поля турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) до момента его перехода в положение, соответствующее рабочему состоянию системы возбуждения.

3.49 **автоматический регулятор возбуждения (АРВ):** Устройство, являющееся составной частью системы возбуждения и действующее на возбудитель синхронной машины с целью поддержания напряжения в электрической сети на заданном уровне.

3.50 **автоматический регулятор возбуждения сильного действия:** Автоматический регулятор возбуждения, структура которого включает каналы стабилизации (системный стабилизатор) для улучшения демпфирования колебаний в энергосистеме.

3.51 **релейная форсировка возбуждения:** Функция системы возбуждения, обеспечивающая увеличение напряжения возбуждения синхронной машины с максимально возможной скоростью до своего потолочного значения и имеющая настраиваемые параметры: напряжение ввода релейной форсировки возбуждения, напряжение снятия релейной форсировки возбуждения, время задержки на снятие релейной форсировки возбуждения.

3.52 **системный стабилизатор (PSS):** Функция, которая обеспечивает дополнительный входной сигнал в автоматическом регуляторе возбуждения для улучшения демпфирования колебаний в энергосистеме.

3.53 **регулятор напряжения статора:** Функция, которая обеспечивает поддержание напряжения на выводах обмотки статора синхронной машины на заданном уровне.

3.54 **регулятор тока ротора:** Функция, которая обеспечивает поддержание тока ротора синхронной машины (тока возбуждения возбудителя для бесщеточных систем возбуждения) на заданном уровне.

3.55 **регулятор реактивной мощности:** Функция, которая обеспечивает поддержание реактивной мощности синхронной машины на заданном уровне.

3.56 **регулятор угла нагрузки:** Функция, которая обеспечивает поддержание угла нагрузки синхронной машины на заданном уровне при изменении активной мощности.

3.57 **единичный мост:** Конструктивный модуль, электрическая часть которого собрана по трехфазной мостовой схеме, в каждом плече которой содержится по одному тиристору.

3.58 **одноканальная схема резервирования силового преобразователя (n–1):** n единичных мостов включены через автоматы или разъединители параллельно как со стороны переменного, так и постоянного тока. Резервирование (n–1) означает, что при выходе из строя одного единичного моста силовой преобразователь способен обеспечить номинальные форсировочные ток и напряжение возбуждения.

3.59 **двухканальная схема резервирования силового преобразователя (100%-ное резервирование):** Преобразователь состоит из двух одинаковых силовых каналов (силовой канал может состоять как из одного, так и из нескольких параллельно включенных единичных мостов). В работе находится один из каналов, второй находится в горячем резерве со снятыми импульсами управления. Каждый канал преобразователя способен обеспечить номинальные форсировочные ток и напряжение возбуждения.

4 Технические требования

4.1 Системы возбуждения следует изготавливать в соответствии с требованиями настоящего стандарта, технических требований или технического задания на системы возбуждения конкретных типов. Технические требования или техническое задание могут содержать дополнительные требования, которые не должны противоречить и не должны ухудшать требования настоящего стандарта.

4.2 Климатическое исполнение систем возбуждения — по ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543.1, категория размещения — 4.

При этом:

- нормальное значение температуры окружающего воздуха — от 5 до 40 °С, предельное верхнее значение температуры — 45 °С;

- окружающая среда — невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли в концентрациях, снижающих уровень изоляции в недопустимых пределах.

Категория размещения оборудования, устанавливаемого в машинном зале, должна соответствовать категории размещения синхронной машины. Категория размещения трансформаторов в зависимости от места их установки (наружное, внутри помещения и т. п.) должна устанавливаться в технических требованиях или техническом задании на системы возбуждения конкретных типов.

4.3 Группа условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1 должна указываться в технических требованиях или техническом задании на системы возбуждения конкретных типов.

При этом вибрация пола помещений, где установлена система возбуждения частотой от 10 до 100 Гц, допускается с ускорением не более 4,9 $м \cdot с^{-2}$.

4.4 Основные системы возбуждения должны работать с автоматическим регулятором возбуждения (АРВ). Работа без АРВ допускается только на время, необходимое для ремонта, замены или ревизии АРВ.

Системы возбуждения в период работы без основного АРВ должны иметь средства, обеспечивающие возбуждение с ручным дистанционным управлением или резервным регулятором возбуждения, форсировку, развозбуждение и автоматическое гашение поля синхронной машины.

4.5 Номинальные токи полупроводниковых преобразователей систем возбуждения — по ГОСТ 18142.1. Системы возбуждения должны обеспечивать в продолжительном режиме ток и напряжение, превышающие номинальные значения тока и напряжения возбуждения генераторов и компенсаторов не менее чем на 10 %.

Должна быть обеспечена передача управляющих импульсов от АРВ до полупроводниковых преобразователей в условиях существующих электромагнитных и радиопомех.

4.6 На генераторах мощностью 60 МВт[1)] и более и на синхронных компенсаторах мощностью 100 МВ · А и более должны устанавливаться быстродействующие системы возбуждения с АРВ сильного действия.

Для синхронных генераторов меньшей мощности, а также для генераторов, не эксплуатирующихся в объединенных энергосистемах, целесообразность применения быстродействующей системы возбуждения с АРВ сильного действия должна определяться в проектной документации на строительство, реконструкцию и модернизацию генерирующего оборудования электростанций по результатам расчетов переходных режимов и динамической устойчивости.

4.7 Кратность форсировки возбуждения по напряжению, а также кратность форсировки возбуждения по току должны быть не менее 2.

Кратность форсировки возбуждения по напряжению может превосходить кратность форсировки по току, при этом ограничение потолочного тока возбуждения должно осуществляться в соответствии с максимально допустимым током синхронной машины, но не ниже двукратного номинального тока возбуждения.

Кратность форсировки возбуждения по напряжению для статических тиристорных систем параллельного самовозбуждения и статических тиристорных систем, получающих питание от собственных нужд электростанции, при номинальном напряжении статора должна быть не менее 2,5.

Требования к потолочному установившемуся напряжению возбуждения в период работы АРВ в режиме регулятора тока ротора не устанавливают.

4.8 В продолжительном режиме максимальные мгновенные значения напряжения на выводах обмотки ротора при токе возбуждения до 1,1 номинального не должны быть выше 30 % амплитуды полного испытательного напряжения обмотки возбуждения относительно корпуса по ГОСТ IEC 60034-1.

[1)] Далее для оборудования приводятся его номинальные значения мощности.

4.9 Быстродействие системы возбуждения при форсировке, нагрузке ее на обмотку возбуждения синхронной машины, работающей на сеть, и напряжении прямой последовательности на зажимах машины не ниже 80 % номинального (условие относится к системам самовозбуждения) не должно превышать 0,06 с для статических систем возбуждения и 0,12 с для бесщеточных диодных и высокочастотных систем возбуждения. Полное время расфорсировки не должно превышать 0,12 с для статических систем возбуждения и 0,3 с для бесщеточных диодных и высокочастотных систем возбуждения.

4.10 Системы возбуждения должны обеспечивать требования к кратности форсировки при заданном снижении напряжения прямой последовательности на входе АРВ по сравнению с напряжением, определяемым уставкой АРВ.

Норму снижения напряжения на входе АРВ, при которой обеспечивается заданная кратность форсировки, следует устанавливать в технических требованиях или техническом задании на системы возбуждения конкретных типов.

Если АРВ действует не только по отклонению напряжения, но и по другим параметрам, то форсировка возбуждения должна обеспечиваться также и при отклонении этих параметров, значения которых следует устанавливать в технических требованиях или техническом задании на системы возбуждения конкретных типов.

4.11 Запаздывание системы возбуждения при форсировке не должно превышать 0,03 с для медленнодействующих систем и 0,02 с для быстродействующих систем.

4.12 Требование 4.7 должно обеспечиваться, если:

- напряжение прямой последовательности на выводах синхронной машины во время короткого замыкания любого вида независимо от его продолжительности превышает 80 % номинального, при условии, что снижение напряжения на входе АРВ в момент короткого замыкания достаточно для обеспечения полной форсировки возбуждения;

- напряжение прямой последовательности на выводах синхронной машины после отключения короткого замыкания равно или превышает 80 % номинального и при продолжительности короткого замыкания не более 0,18 с для синхронных машин, работающих на сеть 110 кВ и выше, и 0,3 с для синхронных машин, работающих на сеть 35 кВ и ниже.

В случае если длительность короткого замыкания превышает установленное время или напряжение прямой последовательности на выводах синхронной машины после отключения короткого замыкания меньше 80 % номинального, допускается снижение кратности форсировки до значения, равного произведению напряжения прямой последовательности в относительных единицах на коэффициент 2,5.

Требование 4.7 следует выполнять независимо от режима синхронной машины, предшествующего короткому замыканию.

4.13 Системы возбуждения должны обеспечивать в продолжительном режиме работы плавное регулирование возбуждения:

- от режима с максимально допустимым отрицательным током возбуждения (для реверсивных систем возбуждения) или от нуля тока возбуждения (для нереверсивных систем возбуждения) до 110 % номинального положительного тока возбуждения генераторов и синхронных компенсаторов, работающих на сеть;

- от 80 до 110 % номинального напряжения статора при работе турбогенераторов и гидрогенераторов на холостом ходу, воздействием на уставку АРВ;

- от 5 до 110 % номинального напряжения статора при работе турбогенераторов и гидрогенераторов на холостом ходу, воздействием на специальные входы АРВ или устройство ручного управления. Для генераторов с системами самовозбуждения данный режим может быть обеспечен при независимом питании системы возбуждения (например, от собственных нужд станции).

4.14 Уставка АРВ по напряжению должна изменяться плавно или дискретно со ступенями не более 0,2 % номинального напряжения, а скорость изменения уставки должна быть не более 1 % и не менее 0,3 % номинального напряжения за 1 с.

4.15 По требованию заказчика в системах возбуждения допускается реализация следующих функций:

- работа с изменением полярности потока возбуждения (реверсивный режим) для компенсаторов мощностью 50 Мвар и выше;

- подгонка уставки напряжения при автоматической синхронизации и самосинхронизации;

- возбуждение гидрогенератора с целью его электрического торможения до полного останова при токе статора не более 1,2 номинального. Алгоритм торможения и состав оборудования указываются в технических требованиях или техническом задании на системы возбуждения гидрогенераторов;

- контроль неполнофазного режима работы тиристорного преобразователя;
- возбуждение турбогенераторов атомных электростанций на выбеге совместно с механизмами собственных нужд до частоты 70 % номинальной при напряжении генератора, сниженном пропорционально частоте вращения, гашение поля при дальнейшем снижении частоты.

По согласованию между исполнителем и заказчиком допускается реализация в автомате (выключателе) гашения поля двух независимых обмоток отключения.

Все согласованные между изготовителем и заказчиком вышеуказанные решения, которые планируется реализовать в системе возбуждения, должны быть представлены в технических требованиях или техническом задании на системы возбуждения конкретных типов.

4.16 Системы возбуждения должны выдерживать двукратный номинальный ток возбуждения в течение времени, установленного в стандарте или эксплуатационной документации на соответствующий тип машины, но не менее 10 с для всех типов машин.

4.17 Системы возбуждения, использующие выпрямление переменного тока при помощи полупроводниковых преобразователей при числе параллельных ветвей и числе фаз преобразователя не более трех, должны обеспечивать при выходе из строя одной ветви или фазы возбуждение синхронной машины не ниже значения, соответствующего работе:

- турбогенератора с номинальной активной мощностью и коэффициентом мощности, равным единице;
- гидрогенератора с номинальной активной мощностью при номинальном напряжении на выводах и запасом по статической устойчивости не менее 20 % номинальной активной мощности машины (без учета АРВ), при этом ток возбуждения не должен быть меньше тока возбуждения холостого хода;
- синхронного компенсатора с 65 % номинального тока возбуждения.

Требования к потолочному установившемуся напряжению возбуждения и быстродействию системы возбуждения при выходе из строя одной ветви преобразователя не устанавливают, при этом допускается автоматическое запрещение форсировки возбуждения.

Системы возбуждения, использующие выпрямление переменного тока при помощи полупроводниковых преобразователей при числе фаз или числе параллельных ветвей преобразователя четыре и более, должны обеспечивать при выходе из строя одной ветви или фазы все режимы синхронной машины, включая форсировку возбуждения, а при выходе из строя двух ветвей или двух фаз должны обеспечивать режим работы синхронной машины, соответствующий выходу из строя одной ветви или фазы при числе фаз и числе параллельных ветвей не более трех. При этом должно осуществляться автоматическое ограничение или запрещение форсировки возбуждения.

Системы возбуждения электромашинных возбудителей переменного тока (вспомогательных генераторов) с полупроводниковыми преобразователями должны включать в себя два равноценных преобразователя и АРВ, каждый из которых рассчитан на все режимы возбуждения, включая форсировку. При повреждении работающего преобразователя должен автоматически включаться в работу резервный преобразователь, при этом никаких ограничений режима быть не должно.

4.18 Многогрупповые системы возбуждения, а также одногрупповые системы возбуждения с параллельно работающими преобразователями должны автоматически обеспечивать при выходе из строя одного преобразователя (одной группы вентилей) режимы работы синхронных машин, соответствующие выходу из строя одной ветви или фазы при числе фаз и числе параллельных ветвей не более трех.

Для турбогенераторов мощностью 60 МВт и более следует устанавливать системы возбуждения с резервированием преобразователей и 100%-ным резервированием АРВ. Каждый преобразователь (работающий и находящийся в резерве) должен быть рассчитан на полный ток возбуждения, включая форсировку.

При повреждении работающего преобразователя (в том числе при выходе из строя одной параллельной ветви в любом плече) должен осуществляться автоматический переход на резервный преобразователь. Если после перехода в резервном преобразователе выйдет из строя одна параллельная ветвь, то допускается сокращение длительности форсировки возбуждения.

4.19 В системах самовозбуждения и комбинированного возбуждения, включающих в себя силовой выпрямительный трансформатор, последний должен быть рассчитан на повышение напряжения питания до 140 % номинального в течение 1 с. Это требование устанавливают также к преобразователю и другим элементам, подключенным к этому трансформатору.

4.20 Силовые преобразователи, входящие в систему возбуждения и оснащенные принудительной системой охлаждения, должны иметь не менее двух вентиляторов или насосов и не должны иметь

ограничений по режиму работы системы возбуждения при выходе из строя одного насоса (вентилятора). Нормы продолжительности работы и допустимой нагрузки системы возбуждения при полном прекращении принудительного потока охлаждающей жидкости (воздуха) устанавливают в технических требованиях или техническом задании на системы возбуждения конкретных типов.

4.21 Системы возбуждения при работе без АРВ должны обеспечивать поддержание заданного тока возбуждения с точностью ± 20 % при изменении частоты источника питания от плюс 2 до минус 3 Гц от номинальной, а при работе с АРВ и изменении частоты источника питания в тех же пределах — нормальные режимы, возможность форсировки возбуждения и гашения поля.

При изменении частоты источника питания до 80 Гц системы возбуждения должны при работе с АРВ обеспечивать поддержание заданного напряжения на выводах гидрогенератора с точностью ± 10 %, а при изменении частоты источника питания до 40 Гц — с точностью от 0 до минус 10 %.

При повышении частоты источника питания до 57,5 Гц должно быть обеспечено при работе с АРВ поддержание заданного напряжения на выводах гидрогенератора с точностью ± 5 %.

4.22 Основные функциональные узлы управления и защиты системы возбуждения (АРВ, системы управления тиристорами, системы автоматического управления возбуждением, устройства защиты системы возбуждения), выполненные с применением микропроцессорной или микросхемной техники, должны иметь помимо основного питания от сети 380 В также резервное питание от сети 220 В постоянного тока.

При этом системы возбуждения должны обеспечивать все заданные параметры и режимы при отклонениях:

- напряжения в сети питания устройств возбуждения переменного тока 380/220 В от плюс 10 до минус 15 % длительно, от плюс 20 до минус 45 % кратковременно (не более установленной длительности форсировки возбуждения), а также при полном исчезновении напряжения в течение 2 с;
- напряжения в сети постоянного тока от плюс 10 до минус 15 % номинального напряжения длительно;
- частоты сети от плюс 2 до минус 3 Гц длительно.

4.23 Системы возбуждения в предусмотренных случаях должны допускать возможность включения генераторов в сеть способом самосинхронизации при скольжении, установленном в нормативных документах на генераторы конкретных типов, а также асинхронный пуск синхронных компенсаторов и генераторов-двигателей обратимых агрегатов.

4.24 Системы возбуждения гидрогенераторов должны обеспечивать возбуждение гидрогенератора при его пуске в случае отсутствия напряжения переменного тока в системе собственных нужд гидроэлектростанции. Допустимую длительность работы системы возбуждения при отсутствии напряжения переменного тока в системе собственных нужд гидроэлектростанции следует устанавливать в технических требованиях или техническом задании на системы возбуждения конкретных типов.

4.25 Система автоматического регулирования возбуждения должна обеспечивать:

- начальное возбуждение;
- дистанционное изменение уставки АРВ;
- режим постоянства коэффициента мощности;
- режим постоянства реактивной мощности;
- режим потребления реактивной мощности;
- демпфирование колебаний роторов синхронных генераторов в нормальных, ремонтных и послеаварийных режимах энергосистемы, исключающее самораскачивание или возникновение незатухающих колебаний в энергосистеме (для АРВ сильного действия);
- релейную форсировку возбуждения;
- блокировку каналов стабилизации или системного стабилизатора при изменении частоты со скоростью 0,05 Гц/с и более с настраиваемой выдержкой времени на ввод и запретом работы блокировки при возникновении в энергосистеме синхронных колебаний параметров электроэнергетического режима;
- заданную точность (дрейф) поддержания напряжения на выводах генератора или на шинах высшего напряжения станции. Точность поддержания напряжения статора не хуже ± 0,5 % от заданной статической характеристики;
- заданный статизм поддержания напряжения по полному току статора или его составляющим;
- изменение коэффициентов усиления режимных параметров и постоянных времени динамических звеньев АРВ при его настройке;

- ограничение тока ротора до 1,1 тока возбуждения холостого хода при работе генератора на холостом ходу;

- ограничение до двукратного значения тока ротора (для тиристорных систем возбуждения; для бесщеточных систем возбуждения, АРВ сильного действия которых имеют соответствующий ограничитель) с выдержкой времени на ввод не более 0,6 с[1];

- ограничение перегрузки ротора. Для синхронных машин с непосредственным охлаждением обмотки возбуждения, кроме турбогенераторов мощностью менее 60 МВт, а также для машин, устанавливаемых на автоматизированных станциях и подстанциях без постоянного дежурного персонала, ограничение перегрузки должно быть интегрального принципа, обеспечивающего использование полной перегрузочной способности синхронных машин;

- ограничение минимального возбуждения с уставкой, зависящей от активной мощности генератора;

- ограничение максимального напряжения ротора и тока возбуждения бесщеточного возбудителя;

- расчет тока ротора по диаграмме Потье[2] (для АРВ сильного действия в составе бесщеточных систем возбуждения, в которых ток ротора используется для формирования параметра стабилизации);

- специальные режимы работы системы возбуждения для обеспечения: пуска/останова газотурбинной установки от тиристорного пускового устройства; пуска гидрогенераторов в насосном режиме (для ГАЭС).

АРВ должен обеспечивать работу системы возбуждения в общестанционной системе группового регулирования напряжения, в том числе по цифровому интерфейсу. При этом АРВ должен находиться в режиме поддержания напряжения на выводах генератора.

Кроме того, система автоматического регулирования должна реализовать следующие функции:

- автоматическое слежение уставки устройства ручного управления или регулятора, находящегося в резерве, за уставкой работающего АРВ;

- ведения дневников (журналов) событий и регистрацию осциллограмм аварийных процессов с сохранением данных в энергонезависимой памяти. Продолжительность предыстории осциллограммы аварийного процесса не менее 5 с, общая длительность осциллограммы не менее 20 с, частота дискретизации не менее 1 кГц;

- интеграции с верхним уровнем, включая АСУ ТП, с обеспечением передачи общей информации о регуляторе возбуждения и системе возбуждения [тип (марка) АРВ, тип (марка) системы возбуждения, номер версии установленного алгоритма функционирования АРВ и номер версии программного обеспечения АРВ], параметров настройки АРВ, дневников (журналов) событий, осциллограмм аварийных событий АРВ и другой информации в информационные системы электростанции по цифровым протоколам обмена данными посредством резервированных каналов связи как по запросу с верхнего уровня, включая АСУ ТП, так и инициативно от АРВ;

- должна обеспечиваться автоматическая синхронизация времени от общестанционной системы точного времени.

4.26 Системы возбуждения турбогенераторов должны быть рассчитаны на работу турбогенераторов в асинхронном режиме без возбуждения.

Выпадение синхронных машин из синхронизма, а также их последующее отключение от сети или восстановление синхронного режима не должны приводить к повреждению системы возбуждения.

4.27 Системы возбуждения должны быть выполнены так, чтобы ни в одном из возможных в эксплуатации режимов мгновенные значения напряжения, возникающие на выводах обмотки возбуждения синхронной машины, не превышали 70 % амплитуды полного испытательного напряжения этой обмотки относительно корпуса по ГОСТ IEC 60034-1.

При использовании устройств для защиты обмотки возбуждения от перенапряжения они должны быть многократного действия.

4.28 Уровень испытательных напряжений устройств системы возбуждения, электрически связанных с цепью обмотки ротора или статора, должен быть установлен в нормативных документах на эти устройства, но не может быть ниже испытательного напряжения соответственно ротора или статора,

---

[1] Выдержка времени вводится для недопущения ограничения свободных токов при коротком замыкании в цепи статора генератора. Она должна быть регулируемой, диапазон регулирования должен обеспечивать возможность задания значений выдержки времени от 0,1 до 0,6 с.

[2] Диаграмма Потье — метод определения тока ротора синхронного генератора в установившемся режиме, учитывающий насыщение магнитной цепи.

за исключением выпрямительных трансформаторов, испытательные напряжения которых устанавливают в стандартах на эти трансформаторы.

4.29 В системах возбуждения должна быть обеспечена возможность измерения как минимум следующих параметров:

- для синхронных машин мощностью 60 МВт и более:
  - действующее значение напряжения статора синхронной машины,
  - ток возбуждения синхронной машины (для бесщеточных систем — при наличии технической возможности),
  - напряжение возбуждения синхронной машины,
  - ток возбуждения возбудителя,
  - напряжение возбуждения возбудителя,
  - сопротивление изоляции обмотки ротора и цепей возбуждения относительно земли;
- для синхронных машин мощностью менее 60 МВт:
  - действующее значение напряжения статора синхронной машины,
  - ток возбуждения синхронной машины (для бесщеточных систем — при наличии технической возможности),
  - напряжение возбуждения синхронной машины (для бесщеточных систем — при наличии технической возможности),
  - сопротивление изоляции обмотки ротора и цепей возбуждения относительно земли (во время останова). Допускается применение системы мониторинга основной изоляции обмотки ротора генератора во время его работы.

4.30 Системы возбуждения (в том числе и резервные) должны иметь основные и резервные устройства гашения поля. Резервное устройство должно обеспечивать гашение поля возбуждаемой синхронной машины при подаче импульса на гашение независимо от срабатывания основного устройства гашения поля.

4.31 Гашение поля синхронной машины может быть осуществлено:

- включением обмотки возбуждения на разрядное устройство (сопротивление, дугогасительная решетка и др.);
- изменением значения или полярности напряжения, приложенного к обмотке возбуждения путем воздействия на возбудитель;
- гашением поля возбудителя или сочетанием гашения поля возбудителя и непосредственно самой синхронной машины.

4.32 Основное устройство гашения поля (УГП) должно обеспечивать гашение поля при всех внутренних и внешних коротких замыканиях в цепи обмотки статора синхронной машины при работе ее на сеть с исходным током возбуждения, не превышающим номинальный, а также в режиме форсировки возбуждения на холостом ходу синхронной машины.

4.33 УГП при совместном действии основного и резервного устройств должно обеспечивать гашение поля при всех внутренних и внешних коротких замыканиях в цепи обмотки статора синхронной машины, возникающих в установившемся режиме форсировки возбуждения, а также при возникновении аварийных режимов самой системы возбуждения (короткое замыкание на выводах обмотки возбуждения, отказ устройства ограничения максимального тока возбуждения при форсировке возбуждения и т. д.). В указанных случаях допускается вывод во внеочередной ремонт автомата (выключателя) гашения поля после одного срабатывания.

4.34 Аппаратура УГП дополнительно к требованиям, указанным в 4.23, 4.32 и 4.33, должна обеспечивать:

- отключение УГП при работе синхронной машины на сеть и на холостом ходу в нормальном режиме, а также при возникновении асинхронного, несимметричного или неполнофазного режима;
- повторное включение УГП после его отключения на синхронной машине, работающей на сеть или на холостом ходу;
- работоспособность при полнофазном или неполнофазном отключении синхронной машины от сети после отключения УГП;
- отключение сколь угодно малого и включение любого возможного в эксплуатации тока возбуждения синхронной машины;
- гашение поля при изменении частоты турбогенераторов от 45 (при выбеге от 35) до 55 Гц и гидрогенераторов от 40 до 80 Гц, а также при угонных оборотах, при этом допускается, чтобы гашение поля осуществлялось совместным действием основного и резервного устройства гашения поля.

Во всех указанных режимах действие УГП не должно зависеть от полярности тока возбуждения синхронной машины.

Дополнительные режимы, на которые должна быть рассчитана аппаратура УГП, должны указываться в технических требованиях или техническом задании на синхронную машину конкретного типа.

4.35 Система возбуждения должна предусматривать возможность осуществлять в порядке оперативного обслуживания гашение поля отключенной от сети синхронной машины таким способом, чтобы мгновенные значения напряжения на обмотке возбуждения не превышали 50 % амплитуды испытательного напряжения этой обмотки относительно корпуса.

4.36 Конструкция УГП должна быть такой, чтобы обеспечивалось сохранение положения «включено» или «отключено» при исчезновении напряжения управления.

Включение УГП должно обеспечиваться при изменении напряжения оперативного постоянного тока от 0,8 до 1,1 номинального, а отключение УГП — при напряжении оперативного постоянного тока от 0,65 до 1,1 номинального. Работа УГП должна обеспечиваться независимо от значения напряжения собственных нужд переменного тока.

4.37 Собственное время отключения УГП не должно превышать 0,1 с. Собственное время включения УГП не должно превышать 0,5 с.

4.38 Резервные системы возбуждения должны обеспечивать кратность форсировки возбуждения турбогенераторов не менее 1,3, при этом требования к их быстродействию не устанавливают. Резервные системы возбуждения могут быть рассчитаны на работу без АРВ, при этом следует применять релейную форсировку возбуждения. Длительность форсировки — по 4.16.

4.39 Резервные системы возбуждения должны устойчиво работать при кратковременном (не более установленной длительности форсировки) снижении напряжения в сети до 0,6 номинального, при этом для турбогенераторов мощностью менее 500 МВт должна быть обеспечена регламентированная форсировка возбуждения, а для турбогенераторов мощностью 500 МВт и более должен быть обеспечен ток возбуждения генератора не ниже номинального.

4.40 Резервные системы возбуждения должны соответствовать также требованиям 4.2, 4.5, 4.13, 4.15, 4.23, 4.26 (в части асинхронного режима), 4.27—4.37, 4.41, 4.42.

4.41 Система возбуждения и ее основные сборочные единицы (преобразователи, шкафы управления, сигнализации и защиты, АРВ) не должны требовать доработки и доводки на месте монтажа. Конструкция системы возбуждения должна быть рассчитана на удобство ее обслуживания и наладки, монтажа и демонтажа отдельных сборочных единиц. Основные сборочные единицы должны поставляться с заводской пломбой.

4.42 АРВ, система управления преобразователями, система автоматического управления возбуждением и защиты должны отвечать требованиям электромагнитной совместимости (помехоустойчивости)[1)]. Виды и нормы испытаний на помехоустойчивость должны указываться в технических требованиях или техническом задании на системы возбуждения конкретных типов.

4.43 Массу и коэффициент полезного действия системы возбуждения устанавливают в технических требованиях или техническом задании на системы возбуждения конкретных типов.

4.44 Для систем возбуждения устанавливают следующие показатели надежности, определяемые со второго года эксплуатации с номинальной нагрузкой промышленного образца:

- коэффициент готовности — не менее 0,996;
- средняя наработка на отказ (отключение генератора от сети или экстренная необходимость перехода на резервную систему возбуждения) — не менее 18 000 ч.

Полный срок службы — не менее 25 лет.

В технические требования или в техническое задание на конкретные типы систем возбуждения могут включаться номенклатура и значения показателей надежности сменных микропроцессорных элементов различного назначения. Номенклатура и значения показателей могут выбираться из следующих значений:

- среднее время восстановления (замены сменного элемента) — 0,25; 0,5; 1; 2; 3 ч;
- средний срок службы сменного элемента до капитального ремонта — 8, 10, 12, 14 лет.

Значения показателей надежности сменных элементов различного назначения могут отличаться.

---

1) На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51317.6.5—2006 «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых на электростанциях и подстанциях. Требования и методы испытаний».

4.45 В комплект систем возбуждения должны входить:

- возбудитель (электрическая машина переменного тока с полупроводниковым преобразователем, преобразователь с трансформаторным источником питания);
- автоматический регулятор возбуждения;
- резервный АРВ и (или) устройство ручного управления возбуждением;
- устройство начального возбуждения;
- устройства форсировки возбуждения, развозбуждения и гашения поля возбуждаемой синхронной машины и возбудителя;
- коммутационная аппаратура цепи подвода и отвода электроэнергии от возбудителя и шинные (кабельные) перемычки для внутренних соединений силовых элементов системы возбуждения (преобразователей и шкафов возбуждения);
- устройства защиты ротора синхронной машины от перенапряжений и перегрузок;
- устройства защиты от внутренних повреждений системы возбуждения;
- автоматика управления системой возбуждения;
- аппаратура сигнализации;
- устройства и аппаратура системы охлаждения возбудителя;
- контрольно-измерительная аппаратура и датчики для дистанционных измерительных приборов (при необходимости);
- запасные части;
- специальные приспособления для наладки, технического обслуживания (при необходимости) и ремонта узлов системы возбуждения (АРВ, преобразователя и др.);
- аппаратура для организации связи по цифровым каналам с информационными системами электростанции (для систем с микропроцессорным управлением).

Допускается совмещение функций нескольких устройств в одном устройстве, а также использование отдельных устройств основной системы возбуждения для работы резервной системы возбуждения.

Перечень запасных частей, устройств и аппаратуры, входящих в каждую конкретную систему возбуждения, следует указывать в технических требованиях или техническом задании на системы возбуждения конкретных типов.

4.46 К комплекту следует прилагать техническое описание и инструкции по эксплуатации системы возбуждения и ее основных устройств и аппаратов (сборочных единиц), паспорта и ведомости запасных частей основных сборочных единиц системы возбуждения, а также протоколы (формуляры) заводских испытаний сборочных единиц. К системам возбуждения, испытанным на предприятии-изготовителе, в комплекте следует прилагать их паспорта или формуляры с результатами испытаний. Допускается совмещение нескольких видов формуляров (например, техническое описание и инструкция по эксплуатации, паспорт, протоколы испытаний), в один формуляр.

4.47 На каждой системе возбуждения должна быть укреплена табличка по ГОСТ 12969 и ГОСТ 12971, содержащая следующие данные:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- тип системы возбуждения;
- заводской номер;
- номинальное напряжение, В;
- потолочное установившееся напряжение, В;
- номинальный ток, А;
- потолочный ток, А;
- длительность форсировки, с;
- частота питания, Гц;
- напряжение питания преобразователя переменного тока линейное, В;
- год выпуска;
- обозначение настоящего стандарта.

Для систем возбуждения, являющихся комплексом сборочных единиц, не объединенных единой конструкцией, допускается не устанавливать общую табличку.

4.48 На табличке устройств, входящих в систему возбуждения, должны быть указаны:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- тип устройства;
- заводской номер;

- основные параметры — по стандартам или нормативным документам на устройства конкретных типов;
- масса, кг;
- год выпуска;
- обозначение стандарта, нормативных документов на устройства конкретных типов.

На устройствах, входящих в систему возбуждения, предназначенных для экспорта, обозначение стандарта не указывают, а наносят маркировку страны-изготовителя.

4.49 Консервация и упаковка систем возбуждения — по ГОСТ 23216 и техническим требованиям или техническому заданию на системы возбуждения конкретных типов.

5 Требования безопасности

5.1 Требования безопасности систем возбуждения — по ГОСТ 12.2.007.0 и ГОСТ 12.2.007.1.

5.2 Системы возбуждения должны соответствовать требованиям «Правил устройства электроустановок» или аналогичным нормативным документам национального уровня.

5.3 Крышки и дверцы, открывающие доступ к токоведущим частям высокого напряжения, должны быть снабжены замками, отпирающимися специальными ключами, и должны иметь предупредительные знаки по ГОСТ 12.4.026.

5.4 Шкафы систем возбуждения должны иметь заземляющие зажимы, число которых устанавливают в технических требованиях или техническом задании на системы возбуждения конкретных типов. Конструкция, размеры заземляющих зажимов и знак заземления должны соответствовать ГОСТ 21130.

5.5 Температура нагрева поверхности внешней оболочки аппаратуры и шкафов систем возбуждения (кроме выпрямительных трансформаторов) в самой нагретой труднодоступной точке не должна превышать 70 °С в нормальных условиях работы.

5.6 Пожаробезопасность устройств и аппаратуры системы возбуждения должна быть обеспечена:
- максимально возможным применением негорючих и трудногорючих материалов;
- соответствующим выбором расстояний между разнопотенциальными токоведущими элементами, а также между токоведущими элементами и корпусом с использованием в необходимых случаях изоляционных негорючих перегородок;
- средствами защиты, обеспечивающими быстрое обесточивание токоведущих частей при возникновении дугового перекрытия между ними.

6 Правила приемки

6.1 Системы возбуждения подвергают на предприятии-изготовителе приемо-сдаточным, периодическим и типовым испытаниям по ГОСТ 5616, ГОСТ 609, стандартам или технической документации на устройства конкретных типов, входящих в систему возбуждения, а также сертификационным испытаниям.

В случае невозможности проведения отдельных испытаний на предприятии-изготовителе эти испытания следует проводить совместно с заказчиком на месте установки системы возбуждения.

Сертификационные испытания следует проводить испытательным центром (лабораторией), аккредитованным на право проведения таких испытаний в установленном порядке.

В случае если сборка и испытания системы возбуждения в комплексе могут быть проведены только на месте установки генератора совместно с ним, на предприятии-изготовителе проводят приемо-сдаточные испытания сборочных единиц систем возбуждения, по результатам которых проводят приемку системы возбуждения.

Объем приемо-сдаточных испытаний сборочных единиц устанавливают в технических требованиях или техническом задании на системы возбуждения конкретных типов.

6.2 Каждую систему возбуждения следует подвергать приемо-сдаточным испытаниям. Программа приемо-сдаточных испытаний должна включать:
- измерение сопротивления и электрической прочности изоляции;
- определение основных параметров и характеристик системы возбуждения и отдельных устройств согласно технической документации на системы возбуждения конкретных типов или отдельные устройства;
- определение запаздывания напряжения возбуждения;

- определение потолочного и потолочного установившегося напряжений возбуждения;
- проверку работы устройств защиты от перенапряжений и перегрузок;
- проверку гашения поля при номинальном и форсированном токах возбуждения (только для первого промышленного образца);
- проверку устойчивости регулирования в нормальных режимах, а также в режимах ограничения максимального и минимального токов возбуждения;
- проверку работы системы возбуждения при выходе из строя отдельных элементов;
- проверку работы системы возбуждения при отклонениях напряжения и частоты переменного тока от номинальных значений (только для первого промышленного образца);
- проверку на помехоустойчивость (совместимость электромагнитную) (только для первого промышленного образца);
- 72-часовой режим нагрузки при номинальных параметрах системы возбуждения. Для первого промышленного образца после 72-часового режима выполняют форсировку возбуждения заданной кратности и длительности. В программу приемо-сдаточных испытаний могут быть включены дополнительные испытания.

6.3 Типовые испытания следует проводить при изменении материалов, конструкции или технологии изготовления, если эти изменения могут оказать влияние на характеристики системы возбуждения. Испытания должны включать в себя проверку параметров, которые могут при этом измениться.

6.4 Программы периодических и типовых испытаний определяют в технических требованиях или техническом задании на конкретные типы систем возбуждения.

6.5 Если при периодических или типовых испытаниях хотя бы одна система возбуждения не будет соответствовать требованиям настоящего стандарта, то следует проводить повторные испытания. Результаты повторных испытаний являются окончательными.

6.6 Сертификационные испытания рекомендуется проводить в объеме приемо-сдаточных испытаний по 6.2, как для первого промышленного образца.

Кроме того, в необходимых случаях в объем сертификационных испытаний должны быть включены следующие (по ГОСТ 18142.1) испытания:

- испытания на пожарную безопасность;
- испытания на устойчивость к внутренним коротким замыканиям;
- испытания на устойчивость к внешним коротким замыканиям.

7 Методы испытаний

7.1 Методы испытаний систем возбуждения — по ГОСТ 10159, ГОСТ 10169, ГОСТ 11828, ГОСТ 18142.1, ГОСТ 29280.

7.2 Определение потолочного и потолочного установившегося напряжения возбуждения при форсировке следует проводить при нагрузке возбудителя на обмотку возбуждения синхронной машины, работающей на сеть или в режиме трехфазного короткого замыкания на выводах машины или за трансформатором блока.

Допускается также использовать в качестве нагрузки возбудителя эквивалентное нагрузочное активно-индуктивное сопротивление.

Омическое сопротивление эквивалентной нагрузки должно быть равно сопротивлению обмотки возбуждения синхронной машины при рабочей номинальной температуре.

Постоянная времени эквивалентной нагрузки должна быть такой, чтобы при номинальном режиме возбудителя пульсация тока от среднего значения не превышала 10 %.

Начальное напряжение возбудителя должно равняться номинальному напряжению возбуждения синхронной машины.

Начальная температура ротора синхронной машины должна равняться рабочей номинальной температуре.

При наличии устройства ограничения предельного тока возбуждения оно должно быть включено.

Форсировку возбуждения следует продолжать до момента достижения установленной кратности тока возбуждения, при этом за номинальное напряжение возбуждения следует принимать напряжение на выводах обмотки возбуждения при продолжительном номинальном режиме работы синхронной машины с номинальной температурой охлаждающей среды, то есть при рабочей номинальной температуре обмотки ротора.

7.3 Для осуществления форсировки возбуждения с целью определения быстродействия на вход АРВ подают от постороннего источника напряжение, соответствующее номинальному режиму синхронной машины. Это напряжение скачком изменяют на значение, достаточное для образования полной форсировки в соответствии с 4.10.

Скачкообразное изменение напряжения может быть осуществлено путем ввода предварительно зашунтированных сопротивлений, включенных последовательно в цепь входа АРВ. Процесс форсировки возбуждения осциллографируется.

7.4 Методы испытаний на надежность — по техническим требованиям или техническому заданию на конкретный тип системы возбуждения. Показатели надежности подтверждаются результатами статистической обработки данных эксплуатации с периодичностью не более пяти лет.

7.5 Проверку гашения поля при номинальном и максимальном токах возбуждения, проверку устройства ограничения минимального тока возбуждения, проверку устойчивости регулирования возбуждения следует проводить при работе системы возбуждения на обмотку возбуждения синхронной машины, работающей на холостом ходу или под нагрузкой.

Допускается проверку устойчивости регулирования и ограничения минимального тока возбуждения проводить с использованием модели синхронного генератора (компенсатора).

8 Транспортирование и хранение

8.1 Условия транспортирования систем возбуждения в части воздействия механических факторов — по ГОСТ 23216, климатических факторов и условий хранения — по ГОСТ 15150, а также срок хранения в консервации в упаковке изготовителя должны быть указаны в технических требованиях или техническом задании на системы возбуждения конкретных типов.

9 Гарантии изготовителя

9.1 Изготовитель гарантирует соответствие систем возбуждения требованиям настоящего стандарта при соблюдении условий эксплуатации, транспортирования, хранения и монтажа. Гарантийный срок эксплуатации должен быть равен гарантийному сроку на турбогенератор, гидрогенератор или синхронный компенсатор, для которого предназначена данная система возбуждения.

УДК 621.313.126:006.354 МКС 29.160.20

Ключевые слова: система возбуждения, возбудитель, автоматический регулятор возбуждения, технические требования

БЗ 9—2018/34

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 31.01.2019. Подписано в печать 27.02.2019. Формат 60 × 84$^{1}/_{8}$. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,51.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
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