МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ, ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ И СИНХРОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ

Общие технические условия

Издание официальное

БЗ 9—2002

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
Минск

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Межгосударственным Техническим комитетом МТК 333 «Вращающиеся электрические машины», АО «Научно-исследовательский институт электроэнергетики» (ВНИИЭ)

ВНЕСЕН Госстандартом России

2 ПРИНЯТ Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 17 от 22 июня 2000 г.)

За принятие проголосовали:

Наименование государства	Наименование национального органа по стандартизации
Азербайджанская Республика	Азгосстандарт
Республика Армения	Армгосстандарт
Республика Беларусь	Госстандарт Республики Беларусь
Республика Грузия	Грузстандарт
Республика Казахстан	Госстандарт Республики Казахстан
Кыргызская Республика	Кыргызстандарт
Республика Молдова	Молдовастандарт
Российская Федерация	Госстандарт России
Республика Таджикистан	Таджикгосстандарт
Туркменистан	Главгосинспекция Туркменистана
Республика Узбекистан	Узгосстандарт
Украина	Госстандарт Украины

3 Стандарт соответствует публикациям МЭК 34-3—88, МЭК 34-16-1—91, МЭК 34-16-2—91 в части технических требований к системам возбуждения с дополнительными требованиями, отражающими потребности народного хозяйства

4 Постановлением Госстандарта Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 25 июля 2002 г. № 289-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 21558—2000 введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта Российской Федерации с 1 июля 2003 г.

5 ВЗАМЕН ГОСТ 21558—88

© ИПК Издательство стандартов, 2003

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Госстандарта России

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Определения 2
4 Технические требования 5
5 Требования безопасности 13
6 Правила приемки 13
7 Методы испытаний 14
8 Транспортирование и хранение 15
9 Гарантии изготовителя 15

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ, ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ И СИНХРОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ

Общие технические условия

Excitation system for turbogenerators, hydrogenerators and synchronous condensers.

Дата введения 2003—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на системы возбуждения, предназначенные для возбуждения автоматически регулируемым постоянным током в нормальных и аварийных режимах турбогенераторов, гидрогенераторов и генераторов-двигателей (далее — гидрогенераторов) и синхронных компенсаторов, изготовляемых по ГОСТ 533, 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 4.28, 4.30, 4.44, разделе 5 (5.1—5.6), 6.8.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие 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—76* Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные и знаки безопасности

ГОСТ 183—74 Машины электрические вращающиеся. Общие технические условия

ГОСТ 533—2000 Машины электрические вращающиеся. Турбогенераторы. Общие технические условия

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

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

---

* На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 12.4.026—2001.

Издание официальное

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

3 Определения

В настоящем стандарте применяют 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. 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 выше указанных 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 напряжение статора возбуждаемой синхронной машины или сети, на которую работает эта машина;

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

---

* На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51317.4.1—2000.

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 постоянное напряжение, возникающее на обмотке возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) в процессе форсировки возбуждения при начальном токе, равном номинальному току возбуждения, и начальной температуре обмотки возбуждения синхронной машины, равной рабочей номинальной. Выражается в вольтах или долях номинального напряжения возбуждения;

3.22 **потолочное напряжение холостого хода системы возбуждения:** Наибольшее постоянное напряжение, которое способна дать система возбуждения в режиме холостого хода;

3.23 **потолочное (предельное) установившееся напряжение системы возбуждения:** Постоянное напряжение, 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. 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 установившееся напря-

жение системы возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), выраженное в долях номинального напряжения возбуждения;

3.25 **потолочный (предельный) ток возбуждения:** Наибольший ток возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), создаваемый системой возбуждения в конце регламентированной длительности форсировки возбуждения;

3.26 **кратность форсировки возбуждения по току:** Потолочный ток возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора), выраженный в долях 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 95 %-го потолочного напряжения возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) от исходного 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 **запаздывание автоматического регулятора:** Интервал времени в секундах от момента подачи на вход автоматического регулятора возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) сигнала, вызывающего форсировку, до момента изменения напряжения на выходе автоматического регулятора возбуждения на 3 % от разности конечного и начального напряжений;

3.33 **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;

3.34 **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 привод установочного органа автоматического регулятора возбуждения или устройства ручного управления;

3.35 **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;

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

3.37 **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;

3.38 **статизм системы возбуждения по реактивной мощности:** Изменение напряжения в заданной точке энергосистемы, выраженное в процентах от номинального напряжения в этой точке, вызывающее изменение реактивной мощности турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) на номинальное значение при рабочей номинальной температуре обмотки возбуждения. За номинальное принимается значение реактивной мощности в номинальном режиме генератора (компенсатора);

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

$$G = \frac{\Delta U_{\text{в}} / U_{\text{в ном}}}{\Delta U / U}, \qquad (1)$$

где $\Delta U_{\text{в}}$ — изменение напряжения возбуждения, В;

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

$U_{\text{в ном}}$, U — номинальные значения напряжений возбуждения и на входе АРВ соответственно), В.

3.40 **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;

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

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

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

3.44 **полное время расфорсировки возбуждения:** Время снижения напряжения возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора) в процессе расфорсировки от наибольшего значения до 3 %-го напряжения возбуждения холостого хода, измеряемое в секундах от момента подачи сигнала на расфорсировку;

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

3.46 **время гашения поля:** Интервал времени в секундах с момента подачи команды на гашение поля до момента первого прохождения через нуль тока возбуждения турбогенератора (гидрогенератора, синхронного компенсатора). При гашении поля методом замыкания обмотки ротора на гасительное сопротивление моментом прохождения тока возбуждения через ноль считать момент, когда ток возбуждения уменьшится до значения, равного 3 % тока возбуждения холостого хода;

3.47 **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;

3.48 **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;

3.49 **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.

4 Технические требования

4.1 Системы возбуждения следует изготавливать в соответствии с требованиями настоящего стандарта, ГОСТ 183, стандартов или нормативных документов на системы возбуждения конкретных типов, утвержденных в установленном порядке.

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 стандартах или нормативных документах на системы возбуждения конкретных типов.

По заказу потребителя системы возбуждения должны изготовляться на другие значения температуры и влажности окружающего воздуха.

4.3 Группа условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1 должна указываться в стандартах или нормативных документах 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 10 %.

4.6 Для генераторов мощностью 60 МВт и более и для компенсаторов мощностью 100 МВ·А и более рекомендуется устанавливать быстродействующие системы возбуждения.

По заказу потребителя в зависимости от условий работы синхронной машины допускается устанавливать медленнодействующие системы возбуждения независимо от мощности синхронной машины.

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.

Требования к потолочному установившемуся напряжению возбуждения и скорости нарастания напряжения возбуждения в период работы без АРВ не устанавливают.

4.8 Максимальные мгновенные значения напряжения на выводах обмотки ротора в продолжительном режиме при токе возбуждения до 1,1 номинального не должны быть выше 30 % амплитуды полного испытательного напряжения обмотки возбуждения относительно корпуса по ГОСТ 183.

4.9 Номинальная скорость нарастания напряжения возбуждения, определяемая по ГОСТ 183, при заданном снижении напряжения на входе АРВ и при внезапных коротких замыканиях в сети должна быть не менее 2 отн. ед./с.

4.10 Быстродействие системы возбуждения при форсировке, нагрузке ее на обмотку возбуждения синхронной машины, работающей на сеть или в режиме холостого хода, и напряжении прямой последовательности на зажимах машины не ниже 80 % номинального не должно превышать для быстродействующих систем возбуждения 0,06 с. Полное время расфорсировки для этих систем не должно превышать 0,15 с.

4.11 Системы возбуждения должны обеспечивать требования к кратности форсировки и номинальной скорости нарастания напряжения возбуждения 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 стандартах или нормативных документах на системы возбуждения конкретных типов.

Если АРВ действует не только по отклонению напряжения, но и по другим параметрам, то форсировка возбуждения и номинальная скорость нарастания напряжения возбуждения должны обеспечиваться также и при отклонении этих параметров, значения которых следует устанавливать в стандартах или нормативных документах на системы возбуждения конкретных типов.

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

4.13 Требования 4.7, 4.9 и 4.12 должны 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 во время короткого замыкания не превышает 80 % номинального, а 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, и требования к скорости нарастания напряжения возбуждения не устанавливают.

Требования 4.7 и 4.12 следует выполнять независимо от режима синхронной машины, предшествующего короткому замыканию, требование 4.9 — при начальном токе возбуждения, равном номинальному.

4.14 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).

4.15 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.

4.16 Системы возбуждения по заказу потребителя должны обеспечивать работу генератора или группы генераторов в режиме зарядки линии электропередачи (холостой ход линии), а также длительную работу в режиме потребления реактивной мощности. Допускается, чтобы системы самовозбуждения обеспечивали режим зарядки линии при питании этих систем от шин собственных нужд переменного тока электростанции. Возбудители компенсаторов мощностью 50 Мвар и выше по заказу потребителя должны обеспечивать работу с изменением полярности потока возбуждения (реверсивный режим).

4.17 Системы возбуждения должны выдерживать двукратный номинальный ток возбуждения в течение не менее:

- 50 с — для синхронных машин с косвенной системой охлаждения;
- 20 с — для турбогенераторов с непосредственным охлаждением и гидрогенераторов с форсированным воздушным или непосредственным водяным охлаждением обмотки ротора;
- 15 с — для турбогенераторов мощностью 800 и 1000 МВт;
- 10 с — для турбогенераторов мощностью 1200 МВт.

4.18 Системы возбуждения, использующие выпрямление переменного тока при помощи полу-

проводниковых 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;
- 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.

Для всех видов систем возбуждения генераторов малой мощности (до 12 МВт), оснащенных преобразователями с одной параллельной ветвью в плече, а также для бесщеточных систем возбуждения турбогенераторов мощностью до 60 МВт и синхронных компенсаторов допускается по согласованию с потребителем при выходе из строя одного плеча отключить весь преобразователь с полной потерей тока возбуждения. При этом допустимую длительность остановки генератора (компенсатора) для ремонта системы возбуждения следует устанавливать по согласованию с потребителем в стандартах или нормативных документах на системы возбуждения конкретных типов.

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.

4.19 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 по заказу потребителя следует устанавливать статические системы возбуждения с полным резервированием преобразователей и 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.

4.20 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.

4.21 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 нормативных документах на системы возбуждения конкретных типов.

4.22 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 65 Гц, а по согласованию с потребителем 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 %.

4.23 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.

4.24 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 компенсаторов и генераторов-двигателей обратимых агрегатов.

4.25 Системы возбуждения по заказу потребителя должны обеспечивать возможность автоматического управления при пуске и остановке синхронных машин.

4.26 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 стандартах или нормативных документах на системы возбуждения конкретных типов.

4.27 Система автоматического регулирования возбуждения должна обеспечивать:

- начальное возбуждение;
- дистанционное изменение уставки АРВ;
- заданную точность (дрейф) поддержания напряжения на выводах генератора или на шинах высшего напряжения станции;
- заданный статизм поддержания напряжения по полному току статора или его составляющим;
- изменение коэффициентов усиления режимных параметров АРВ при его настройке;
- ограничение тока ротора до 1,1 тока возбуждения холостого хода при работе генератора или компенсатора на холостом ходу;
- ограничение тока ротора до двойного номинального без выдержки времени, а также ограничение тока ротора в соответствии с требованиями 4.18, при этом ограничение максимального тока не должно происходить при протекании свободных токов при коротком замыкании в цепи статора и токов асинхронного режима. Для обеспечения этого условия допускается, чтобы ограничение тока происходило с небольшой выдержкой времени, измеряемой десятыми долями секунды;
- 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 (интегрирование по времени квадрата тока возбуждения), обеспечивающего использование полной перегрузочной способности синхронных машин;
- ограничение минимального тока возбуждения с уставкой, зависящей от активной мощности — для генераторов мощностью свыше 60 МВт, а для генераторов мощностью до 60 МВт — по заказу потребителя. Переход в режим ограничений и обратно следует сигнализировать.

Аппаратура автоматического регулирования возбуждения должна иметь устройства, обеспечи-

вающие работу в общестанционной системе группового регулирования напряжения. Устройство дистанционного изменения уставки АРВ должно быть рассчитано на работу в режиме командных воздействий от систем регулирования верхних уровней частотой от 6 до 20 команд в 1 мин.

Кроме того, система автоматического регулирования должна реализовать следующие функции:

- подгонки уставки напряжения при автоматической синхронизации и самосинхронизации;
- поддержания постоянным тока возбуждения в режиме выбега генератора (для атомных электростанций) по требованию потребителя;
- автоматического слежения уставки устройства ручного управления или регулятора, находящегося в резерве, за уставкой работающего АРВ.

4.28 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 должно приводить к повреждению системы возбуждения.

Системы возбуждения должны допускать по требованию заказчика:

- возбуждение гидрогенератора с целью его электрического торможения до полного останова при токе статора не более 1,2 номинального. Алгоритм торможения и состав оборудования должны указываться в нормативных документах на системы возбуждения конкретных типов;
- 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.

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

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

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

для синхронных машин мощностью 160 МВ·А и более:
ток возбуждения синхронной машины,
напряжение возбуждения синхронной машины,
ток возбуждения возбудителя переменного тока,
напряжение статора возбудителя переменного тока (кроме бесщеточных систем),
сопротивление изоляции обмотки ротора и цепей возбуждения относительно земли;
для синхронных машин мощность менее 160 МВ·А:
ток возбуждения синхронной машины,
напряжение возбуждения синхронной машины,
сопротивление изоляции обмотки ротора и цепей возбуждения относительно земли.

4.32 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.

4.33 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.

Выбор способа и времени гашения поля синхронной машины проводят по согласованию между изготовителем и потребителем.

4.34 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.

В указанных режимах в случае применения в качестве основного УГП автомата (выключателя) гашения поля (АГП) он должен допускать одно отключение тока форсировки при коротком замыкании на выводах синхронной машины или одно отключение форсировки возбуждения на холостом ходу синхронной машины без ревизии и замены деталей УГП.

4.35 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.

4.36 Аппаратура УГП дополнительно к требованиям, указанным в 4.24, 4.34 и 4.35, 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 стандартах или нормативных документах на синхронную машину конкретного типа.

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

4.38 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 постоянного тока от 0,65 до 1,1 номинального. Работа УГП должна обеспечиваться независимо от значения напряжения собственных нужд переменного тока.

По требованию заказчика автомат (выключатель) гашения поля должен иметь две независимые обмотки отключения.

4.39 Собственное время отключения УГП не должно превышать 0,1 с.

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

4.40 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 4.17.

4.41 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.

4.42 Резервные системы возбуждения должны соответствовать также требованиям 4.2, 4.5, 4.14, 4.16, 4.24, 4.28 (в части асинхронного режима), 4.29—4.39, 4.43, 4.44.

4.43 Система возбуждения и ее основные сборочные единицы (преобразователи, шкафы уп-

равления, 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.

4.44 АРВ, система управления преобразователями, система автоматического управления возбуждением и защиты должны отвечать требованиям электромагнитной совместимости (помехоустойчивости) ГОСТ 29280. Виды и нормы испытаний на помехоустойчивость должны указываться в нормативных документах на системы возбуждения конкретных типов.

4.45 Массу и коэффициент полезного действия системы возбуждения устанавливают в стандартах и технической документации на системы возбуждения конкретных типов.

4.46 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 18000 ч.

Установленную безотказную наработку устанавливают в нормативных документах на системы возбуждения конкретных типов.

Полный срок службы — не менее 25 лет.

4.47 В комплект систем возбуждения должны входить:

- возбудитель (электрическая машина переменного тока с полупроводниковым преобразователем, преобразователь с трансформаторным источником питания);
- автоматический регулятор возбуждения;
- резервный АРВ или (и) 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;
- аппаратура автоматики 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.);
- порты ввода и вывода информации для связи с верхним уровнем АСУ ТП для систем с микропроцессорным управлением (по требованию потребителя);
- оборудование и аппаратура для возбуждения в режиме электрического торможения гидрогенераторов (по согласованию между изготовителем и потребителем).

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 стандартах или в нормативных документах на системы возбуждения конкретных типов.

4.48 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.

4.49 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;
- частоту 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.

4.50 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, товарный знак и обозначение стандарта не указывают, а наносят надпись «Сделано в России».

4.51 Консервация и упаковка систем возбуждения — по ГОСТ 23216 и нормативным документам 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» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

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 нормативных документах 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 183, ГОСТ 533, 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 потребителем 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 нормативных документах 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 и номинальной скорости нарастания 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 Периодические испытания системы возбуждения следует проводить один раз в пять лет на одном образце каждого типа системы возбуждения.

6.4 Предприятие-изготовитель должно предъявлять по требованию потребителя протоколы периодических испытаний.

6.5 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.

6.6 Программы периодических и типовых испытаний определяют в стандартах или нормативных документах на конкретные типы систем возбуждения.

6.7 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.

6.8 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 номинальной скорости нарастания напряжения возбуждения 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.

В тех случаях, когда скорость нарастания напряжения возбуждения практически на зависит от нагрузки возбудителя или синхронной машины, допускается ее определение в других режимах, включая режим холостого хода возбудителя или синхронной машины. 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.

7.3 Определение потолочного и потолочного установившегося напряжения возбуждения при форсировке следует проводить в тех же условиях, что и определение номинальной скорости нарастания напряжения возбуждения. 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.

7.4 Для осуществления форсировки возбуждения с целью определения быстродействия и скорости нарастания напряжения возбуждения 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 4.11.

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

7.5 Методы испытаний на надежность — по нормативным документам на конкретный тип системы возбуждения. Показатели надежности подтверждаются результатами статистической обработки данных эксплуатации с периодичностью не более 5 лет.

7.6 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 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 стандартах или нормативных документах 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 Е62 ОКП 33 0140

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

Редактор *Р.Г. Говердовская*
Технический редактор *Л.А. Гусева*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 25.11.2002. Подписано в печать 23.12.2002. Усл. печ.л. 2,32. Уч.-изд.л. 2,05.
Тираж экз. С 8862. Зак. 1158.

ИПК Издательство стандартов, 107076 Москва, Колодезный пер., 14.
gost.e-ecolog.ru e-mail: gost.e-ecolog.ru
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru