

ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Седьмое издание

Раздел 1

ОБЩИЕ ПРАВИЛА

Глава 1.8. Нормы приемо-сдаточных испытаний

УТВЕРЖДЕНЫ [приказом Минэнерго России от 09.04.2003 N 150](#)

Предисловие

[Правила устройства электроустановок \(ПУЭ\)](#) седьмого издания в связи с длительным сроком переработки выпускаются и вводятся в действие отдельными разделами и главами по мере завершения работ по их пересмотру, согласованию и утверждению.

Настоящий выпуск содержит главу 1.8 "Нормы приемо-сдаточных испытаний" раздела 1 "Общие правила".

Глава 1.8 подготовлена ОАО "Электроцентроналадка" с учетом требований государственных стандартов, строительных норм и правил, рекомендаций ряда монтажно-наладочных организаций. Проект главы рассмотрен рабочей группой и представлен к утверждению Госэнергонадзором Минэнерго России.

Требования [Правил](#) устройства электроустановок обязательны для всех организаций независимо от форм собственности и организационно-правовых форм, а также для физических лиц, занятых предпринимательской деятельностью без образования юридического лица.

С 1 сентября 2003 года утрачивает силу [глава 1.8 Правил устройства электроустановок шестого издания](#).

1.8.1-1.8.12. Общие положения

1.8.1. Электрооборудование до 500 кВ, вновь вводимое в эксплуатацию, должно быть подвергнуто приемо-сдаточным испытаниям в соответствии с требованиями настоящей главы. Приемо-сдаточные испытания рекомендуется проводить в нормальных условиях окружающей среды, указанных в государственных стандартах.

При проведении приемо-сдаточных испытаний электрооборудования, не охваченного настоящими нормами, следует руководствоваться инструкциями заводов-изготовителей.

1.8.2. Устройства релейной защиты и электроавтоматики на электростанциях и подстанциях проверяются по инструкциям, утвержденным в установленном порядке.

1.8.3. Помимо испытаний, предусмотренных настоящей главой, все электрооборудование должно пройти проверку работы механической части в соответствии с заводскими и монтажными инструкциями.

1.8.4. Заключение о пригодности оборудования к эксплуатации дается на основании результатов всех испытаний и измерений, относящихся к данной единице оборудования.

1.8.5. Все измерения, испытания и опробования в соответствии с действующими нормативно-техническими документами, инструкциями заводов-изготовителей и настоящими нормами, произведенные персоналом монтажных наладочных организаций непосредственно перед вводом электрооборудования в эксплуатацию, должны быть оформлены соответствующими актами и/или протоколами.

1.8.6. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты обязательно для электрооборудования на напряжение до 35 кВ.

При отсутствии необходимой испытательной аппаратуры переменного тока допускается испытывать электрооборудование распределительных устройств напряжением до 20 кВ повышенным выпрямленным напряжением, которое должно быть равно полуторакратному значению испытательного напряжения промышленной частоты.

1.8.7. Электрооборудование и изоляторы на номинальное напряжение, превышающее номинальное напряжение электроустановки, в которой они эксплуатируются, могут испытываться приложенным напряжением, установленным для класса изоляции данной электроустановки. Измерение сопротивления изоляции, если отсутствуют дополнительные указания, производится:

- аппаратов и цепей напряжением до 500 В - мегаомметром на напряжение 500 В;
- аппаратов и цепей напряжением от 500 В до 1000 В - мегаомметром на напряжение 1000 В;
- аппаратов напряжением выше 1000 В - мегаомметром на напряжение 2500 В.

Испытание повышенным напряжением изоляторов и трансформаторов тока, соединенных с силовыми кабелями 6-10 кВ, может производиться вместе с кабелями. Оценка состояния производится по нормам, принятым для силовых кабелей.

1.8.8. Испытания электрооборудования производства иностранных фирм производятся в соответствии с указаниями завода (фирмы)-изготовителя. При этом значения проверяемых величин должны соответствовать указанным в данной главе.

1.8.9. Испытание изоляции аппаратов повышенным напряжением промышленной частоты должно производиться, как правило, совместно с испытанием изоляции шин распределительного устройства (без расшиновки). При этом испытательное напряжение допускается принимать по нормам для оборудования, имеющего наименьшее испытательное напряжение.

1.8.10. При проведении нескольких видов испытаний изоляции электрооборудования испытанию повышенным напряжением должны предшествовать другие виды ее испытаний.

1.8.11. Испытание изоляции напряжением промышленной частоты, равным 1 кВ, может быть заменено измерением одноминутного значения сопротивления изоляции мегаомметром на 2500 В. Если при этом полученное значение сопротивления меньше приведенного в нормах, испытание напряжением 1 кВ промышленной частоты является обязательным.

1.8.12. В настоящей главе применяются следующие термины:

1. Испытательное напряжение промышленной частоты - действующее значение напряжения частотой 50 Гц, практически синусоидального, которое должна выдерживать изоляция электрооборудования при определенных условиях испытания.
2. Электрооборудование с нормальной изоляцией - электрооборудование, предназначенное для применения в электроустановках, подверженных действию грозовых перенапряжений при обычных мерах по грозозащите.
3. Электрооборудование с облегченной изоляцией - электрооборудование, предназначенное для применения в электроустановках, не подверженных действию грозовых перенапряжений или оборудованных специальными устройствами грозозащиты, ограничивающими амплитудное значение грозовых перенапряжений до значения, не превышающего амплитудного значения испытательного напряжения промышленной частоты.
4. Аппараты - выключатели всех классов напряжения, разъединители, отделители, короткозамыкатели, предохранители, разрядники, токоограничивающие реакторы, конденсаторы, комплектные экранированные токопроводы.
5. Ненормированная измеряемая величина - величина, абсолютное значение которой не регламентировано нормативными указаниями. Оценка состояния оборудования в этом случае производится путем сопоставления с данными аналогичных измерений на однотипном оборудовании, имеющем заведомо хорошие характеристики, или с результатами остальных испытаний.
6. Класс напряжения электрооборудования - номинальное напряжение электроустановки, для работы в которой предназначено данное электрооборудование.

1.8.13. Синхронные генераторы и компенсаторы

Синхронные генераторы мощностью более 1 МВт напряжением выше 1 кВ, а также синхронные компенсаторы должны испытываться в полном объеме настоящего параграфа.

Генераторы мощностью до 1 МВт напряжением выше 1 кВ должны испытываться по пп.1-5, 7-15 настоящего параграфа.

Генераторы напряжением до 1 кВ независимо от их мощности должны испытываться по пп.2, 4, 5, 8, 10-14 настоящего параграфа.

1. Определение возможности включения без сушки генераторов выше 1 кВ.

Следует производить в соответствии с указанием завода-изготовителя.

2. Измерение сопротивления изоляции.

Сопротивление изоляции должно быть не менее значений, приведенных в табл.1.8.1.

Таблица 1.8.1

Допустимые значения сопротивления изоляции и коэффициента адсорбции

Испытуемый элемент	Напряжение	Допустимое значение	Примечание
--------------------	------------	---------------------	------------

	мегаомметра, В	сопротивления изоляции, МОм	
1. Обмотка статора	500, 1000, 2500 2500	Не менее 10 МОм на 1 кВ номинального линейного напряжения. По инструкции завода-изготовителя.	Для каждой фазы или ветви в отдельности относительно корпуса и других заземленных фаз или ветвей. Значение R_{60}/R_{15} не ниже 1,3 При протекании дистиллята через обмотку
2. Обмотка ротора	500, 1000 1000	Не менее 0,5 (при водяном охлаждении - с осушенной обмоткой) По инструкции завода-изготовителя.	Допускается ввод в эксплуатацию генераторов мощностью не выше 300 МВт с неявнополюсными роторами, при косвенном или непосредственном воздушном и водородном охлаждении обмотки, имеющей сопротивление изоляции не ниже 2 кОм при температуре 75 °С или 20 кОм при температуре 20 °С. При большей мощности ввод генератора в эксплуатацию с сопротивлением изоляции обмотки ротора ниже 0,5 МОм (при 10-30 °С) допускается только по согласованию с заводом-изготовителем. При протекании дистиллята через охлаждающие каналы обмотки.
3. Цепи возбуждения генератора и коллекторного возбудителя со всей присоединенной аппаратурой (без обмотки ротора и возбудителя)	500-1000	Не менее 1,0	
4. Обмотки коллекторных возбудителя и подвозбудителя	1000	Не менее 0,5	
5. Бандажи якоря и коллектора коллекторных возбудителя и подвозбудителя	1000	Не менее 0,5	При заземленной обмотке якоря
6. Изолированные	1000	Не менее 0,5	

стяжные болты стали статора (доступные для измерения)			
7. Подшипники и уплотнения вала	1000	Не менее 0,3 для гидрогенераторов и 1,0 для турбогенераторов и компенсаторов.	Для гидрогенераторов измерение производится, если позволяет конструкция генератора и в заводской инструкции не указаны более жесткие нормы.
8. Диффузоры, щиты вентиляторов и другие узлы статора генераторов	500, 1000	В соответствии с заводскими требованиями	
9. Термодатчики с соединительными проводами, включая соединительные провода, уложенные внутри генератора - с косвенным охлаждением обмоток статора - с непосредственным охлаждением обмоток статора	250 или 500 500	Не менее 1,0 Не менее 0,5	Напряжение мегаомметра - по заводской инструкции
10. Концевой вывод обмотки статора турбогенераторов серии ТГВ	2500	1000	Измерение производится до соединения вывода с обмоткой статора

3. Испытание изоляции обмотки статора повышенным выпрямленным напряжением с измерением тока утечки по фазам.

Испытанию подвергается каждая фаза или ветвь в отдельности при других фазах или ветвях, соединенных с корпусом. У генераторов с водяным охлаждением обмотки статора испытание производится в случае, если возможность этого предусмотрена в конструкции генератора.

Значения испытательного напряжения приведены в табл.1.8.2.

Таблица 1.8.2

Испытательное выпрямленное напряжение для обмоток статоров синхронных генераторов и компенсаторов

Мощность генератора, МВт, компенсатора, МВ·А	Номинальное напряжение, кВ	Амплитудное испытательное напряжение, кВ
Менее 1 1 и более	Все напряжения	$2,4U_{НОМ.} + 1,2$
	До 3,3	$2,4 + 1,2U_{НОМ.}$
	Св. 3,3 до 6,6 включит.	$1,28 \times 2,5U_{НОМ.}$
	Св. 6,6 до 20 включит.	$1,28(2U_{НОМ.} + 3)$
	Св. 20 до 24 включит.	$1,28(2U_{НОМ.} + 1)$

Для турбогенераторов типа ТГВ-300 испытание следует производить по ветвям.

Испытательное выпрямленное напряжение для генераторов типа ТГВ-200 и ТГВ-300 соответственно принимаются 40 и 50 кВ.

Для турбогенераторов ТВМ-500 ($U_{НОМ.} = 36,75$ кВ) испытательное напряжение - 75 кВ.

Измерение токов утечки для построения кривых зависимости их от напряжения производится не менее чем при пяти значениях выпрямленного напряжения - от $0,2 U_{max}$ до U_{max} равными ступенями. На каждой ступени напряжение выдерживается в течение 1 минуты. При этом фиксируются токи утечки через 15 и 60 с.

Оценка полученной характеристики производится в соответствии с указаниями завода-изготовителя.

4. Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты.

Испытание проводится по нормам, приведенным в табл.1.8.3.

Таблица 1.8.3

Испытательное напряжение промышленной частоты для обмоток синхронных генераторов и компенсаторов

Испытуемый элемент	Характеристика или тип генератора	Испытательное напряжение, кВ	Примечание
1. Обмотка статора генератора	Мощность до 1 МВт, номинальное напряжение выше 0,1 кВ	$0,8(2U_{НОМ.} + 1)$, но не менее 1,2	
	Мощность от 1 МВт и выше, номинальное напряжение до 3,3	$0,8(2U_{НОМ.} + 1)$	

	кВ включительно Мощность от 1 МВт и выше, номинальное напряжение свыше 3,3 до 6,6 кВ включительно Мощность от 1 МВт и выше, номинальное напряжение свыше 6,6 до 20 кВ включительно Мощность от 1 МВт и выше, номинальное напряжение свыше 20 кВ	$0,8 \cdot 2,5U_{\text{НОМ.}}$ $0,8(2U_{\text{НОМ.}} + 3)$ $0,8(2U_{\text{НОМ.}} + 1)$	
2. Обмотка статора гидрогенератора, шихтовка или стыковка частей статора которого производится на месте монтажа, по окончании полной сборки обмотки и изолировки соединений	Мощность от 1 МВт и выше, номинальное напряжение до 3,3 кВ включительно Мощность от 1 МВт и выше, номинальное напряжение свыше 3,3 до 6,6 кВ включительно Мощность от 1 МВт и выше, номинальное напряжение свыше 3,3 до 6,6 кВ включительно	$2U_{\text{НОМ.}} + 1$ $2,5U_{\text{НОМ.}}$ $2U_{\text{НОМ.}} + 3$	Если сборка статора производится на месте монтажа, но не на фундаменте, то до установки статора на фундамент его испытания производятся по п.2, а после установки - по п.1 таблицы
3. Обмотка явнополусного ротора	Генераторы всех мощностей	$8 \cdot U_{\text{НОМ.}}$ возбуждения генератора, но не ниже 1,2 и не выше 2,8 кВ	
4. Обмотка	Генераторы всех	1,0	Испытательное напряжение

невнополюсного ротора	мощностей		принимается равным 1 кВ тогда, когда это не противоречит требованиям технических условий завода-изготовителя. Если техническими условиями предусмотрены более жесткие нормы испытания, испытательное напряжение должно быть повышено.
5. Обмотка коллекторных возбуждителя и подвозбудителя	Генераторы мощностей	всех	$8 \cdot U_{ном.}$ возбуждения генератора, но не ниже 1,2 и не выше 2,8 кВ
6. Цепи возбуждения	Генераторы мощностей	всех	1,0
7. Реостат возбуждения	Генераторы мощностей	всех	1,0
8. Резистор цепи гашения ноля и АГП	Генераторы мощностей	всех	2,0
9. Концевой вывод обмотки статора	ТГВ -200, ТГВ-200М, ТГВ-300, ТГВ-500		31,0*, 34,5** 39,0*, 43,0**
			Испытания проводятся до установки концевых выводов на турбогенератор

* Для концевых выводов, испытанных на заводе вместе с изоляцией обмотки статора.

** Для резервных концевых выводов перед установкой на турбогенератор.

Испытанию подвергается каждая фаза или ветвь в отдельности при других фазах или ветвях, соединенных с корпусом.

Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин.

При проведении испытаний изоляции повышенным напряжением промышленной частоты следует руководствоваться следующим:

а) испытание изоляции обмоток статора генератора рекомендуется производить до ввода ротора в статор. Если стыковка и сборка статора гидрогенератора осуществляются на монтажной площадке и впоследствии статор устанавливается в шахту в собранном виде, то изоляция его испытывается дважды: после сборки на монтажной площадке и после установки статора в шахту до ввода ротора в статор.

В процессе испытания осуществляется наблюдение за состоянием лобовых частей машины: у турбогенераторов - при снятых торцовых щитах, у гидрогенераторов - при открытых вентиляционных люках;

б) испытание изоляции обмотки статора для машин с водяным охлаждением следует производить при циркуляции дистиллированной воды в системе охлаждения с удельным сопротивлением не менее 100 кОм/см и номинальном расходе;

в) после испытания обмотки статора повышенным напряжением в течение 1 мин у генераторов 10 кВ и выше испытательное напряжение снизить до номинального напряжения генератора и выдержать в течение 5 мин для наблюдения за коронированием лобовых частей обмоток статора. При этом не должно быть сосредоточенного в отдельных точках свечения желтого или красного цвета, появления дыма, тления бандажей и тому подобных явлений. Голубое и белое свечение допускается;

г) испытание изоляции обмотки ротора турбогенераторов производится при номинальной частоте вращения ротора;

д) перед включением генератора в работу по окончании монтажа (у турбогенераторов - после ввода ротора в статор и установки торцевых щитов) необходимо провести контрольное испытание номинальным напряжением промышленной частоты или выпрямленным напряжением, равным $1,5 U_{ном}$. Продолжительность испытаний 1 мин.

5. Измерение сопротивления постоянному току.

Нормы допустимых отклонений сопротивления постоянному току приведены в табл.1.8.4.

Таблица 1.8.4

Допустимое отклонение сопротивления постоянному току

Испытуемый объект	Норма
Обмотка статора (измерение производить для каждой фазы или ветви в отдельности)	Измеренные сопротивления в практически холодном состоянии обмоток различных фаз не должны отличаться одно от другого более чем на 2%. Вследствие конструктивных особенностей (большая длина соединительных дуг и пр.) расхождение между сопротивлениями ветвей у некоторых типов генераторов может достигать 5%.
Обмотка ротора	Измеренное сопротивление обмоток не должно отличаться от данных завода-изготовителя более чем на 2%. У явнополюсных роторов измерение производится для каждого полюса в отдельности или попарно.
Резистор гашения поля, реостаты возбуждения	Сопротивление не должно отличаться от данных завода-изготовителя более чем на 10%.
Обмотки возбуждения коллекторного возбуждителя	Значение измеренного сопротивления не должно отличаться от исходных данных более чем на 2%.
Обмотка якоря возбуждителя (между коллекторными пластинами)	Значения измеренного сопротивления не должны отличаться друг от друга более чем на 10% за исключением случаев, когда это обусловлено схемой соединения.

При сравнении значений сопротивлений они должны быть приведены к одинаковой температуре.

6. Измерение сопротивления обмотки ротора переменному току.

Измерение производится в целях выявления витковых замыканий в обмотках ротора, а также состояния демпферной системы ротора. У неявнополюсных роторов измеряется сопротивление всей обмотки, а у явнополюсных - каждого полюса обмотки в отдельности или двух полюсов вместе. Измерение следует производить при подводимом напряжении 3 В на виток, но не более 200 В. При выборе значения подводимого напряжения следует учитывать зависимость сопротивления от значения подводимого напряжения. Сопротивление обмоток неявнополюсных роторов определяют на трех-четырех ступенях частоты вращения, включая номинальную, и в неподвижном состоянии, поддерживая приложенное напряжение или ток неизменным. Сопротивление по полюсам или парам полюсов измеряется только при неподвижном роторе. Отклонения полученных результатов от данных завода-изготовителя или от среднего значения измеренных сопротивлений полюсов более чем на 3-5% свидетельствуют о наличии дефектов в обмотке ротора. На возникновение витковых замыканий указывает скачкообразный характер снижения сопротивления с увеличением частоты вращения, а на плохое качество в контактах демпферной системы ротора указывает плавный характер снижения сопротивления с увеличением частоты вращения. Окончательный вывод о наличии и числе замкнутых витков следует делать на основании результатов снятия характеристики КЗ и сравнения ее с данными завода-изготовителя.

7. Проверка и испытание электрооборудования систем возбуждения.

Приводятся нормы испытаний силового оборудования систем тиристорного самовозбуждения (далее СТС), систем независимого тиристорного возбуждения (СТН), систем безщеточного возбуждения (БСВ), систем полупроводникового высокочастотного возбуждения (ВЧ). Проверка автоматического регулятора возбуждения, устройств защиты, управления, автоматики и др. производится в соответствии с указаниями завода-изготовителя.

Проверку и испытание электромашинных возбуждителей следует производить в соответствии с 1.8.14.

7.1. Измерение сопротивления изоляции.

Значения сопротивлений изоляции при температуре 10-30 °С должны соответствовать приведенным в табл.1.8.5.

Таблица 1.8.5

Сопротивление изоляции и испытательные напряжения элементов систем возбуждения

Испытуемый объект	Измерение сопротивления изоляции		Значение испытательного	Примечание
	Напряжение	Минимальное		

	мега- омметра, В	значение сопротив- ления изоляции, МОм	напряжения промышленной частоты	
1. Тиристорный преобразователь (ТП) цепи ротора главного генератора в системах возбуждения СТС, СТН: токоведущие цепи преобразователей, связанные с тиристорами защитные цепи, вторичные обмотки выходных трансформаторов системы управления и т.д.; примыкающие к преобразователям отключенные разъединители (СТС), первичные обмотки трансформаторов собственных нужд (СТС). В системах с водяным охлаждением ТП вода при испытаниях отсутствует	2500	5	0,8 заводского испытательного напряжения ТП, но не менее 0,8 заводского испытательного напряжения обмотки ротора	Относительно корпуса и соединенных с ним вторичных цепей ТП (первичных обмоток импульсных трансформаторов СУТ, блок-контактов силовых предохранителей, вторичных обмоток трансформаторов делителей тока и т.д.), примыкающих к ТП силовых элементов схемы (вторичных обмоток трансформаторов собственных нужд в СТС, другой стороны разъединителей в СТС ряда модификаций). Тиристоры (аноды, катоды, управляющие электроды) при испытаниях должны быть закорочены, а блоки системы управления тиристорами СУТ выдвинуты из разъемов
2. Тиристорный преобразователь в цепи возбуждения возбудителя системы БСВ: токоведущие части, тиристоры и связанные с ними цепи (см. п.1). Тиристорый преобразователь в цепи возбуждения ВГ системы СТН	1000	5	0,8 заводского испытательного напряжения ТП, но не менее 0,8 испытательного напряжения обмотки возбуждения обращенного генератора или ВГ	Относительно корпуса и соединенных с ним вторичных цепей ТП, не связанных с силовыми цепями (см. п.1). При испытаниях ТП отключен по входу и выходу от силовой схемы; тиристоры (аноды, катоды, управляющие электроды) должны быть закорочены, а блоки СУТ выдвинуты из разъемов
3. Выпрямительная установка в системе ВЧ возбуждения.	1000	5	0,8 заводского испытательного напряжения выпрямительной установки, но не менее 0,8	Относительно корпуса. При испытаниях выпрямительная установка отключена от источника питания и обмотки ротора, шины питания и шины выхода (А, В, С, +, -)

			испытательного напряжения обмотки ротора.	объединены.
4. Вспомогательный синхронный генератор ВГ в системах СТН: - обмотки статора	2500	5,0	0,8 заводского испытательного напряжения обмотки статора ВГ, но не менее 0,8 испытательного напряжения обмотки ротора главного генератора	Относительно корпуса и между обмотками
- обмотки возбуждения	1000	5,0	0,8 заводского испытательного напряжения обмотки возбуждения обращенного генератора или ВГ	Относительно корпуса
5. Индукторный генератор в системе ВЧ возбуждения: - рабочие обмотки (три фазы) и обмотка последовательного возбуждения	1000	5,0	0,8 заводского испытательного напряжения обмоток, но не менее 0,8 испытательного напряжения обмотки ротора генератора	Относительно корпуса и соединенных с ним обмоток независимого возбуждения, между обмотками
- обмотки независимого возбуждения	1000	5,0	0,8 заводского испытательного напряжения обмоток	Относительно корпуса и между обмотками независимого возбуждения
6. Подвозбудитель в системе ВЧ возбуждения	1000	5,0	0,8 заводского испытательного напряжения	Каждая фаза относительно других, соединенных с корпусом
7. Обращенный генератор совместно с вращающимся преобразователем в системе БСВ: - обмотки якоря совместно с вращающимся	1000	5,0	0,8 заводского испытательного	Относительно корпуса. Возбудитель отсоединен от

преобразователем; - обмотки возбуждения обращенного генератора	500	5,0	0,8 заводского испытательного напряжения обмотки возбуждения, но не менее 1,2 кВ	ротора генератора; вентили, RC - цепи или варисторы зашунтированы (соединены +, -, шпильки переменного тока); подняты щетки на измерительных контактных кольцах Относительно корпуса. Обмотки возбуждения отсоединены от схемы
8. Выпрямительный трансформатор ВТ в системах СТС. Выпрямительные трансформаторы в системах возбуждения ВГ(СТН) и БСВ: первичная обмотка вторичная обмотка	2500 2500 1000	5,0 5,0	0,8 заводского испытательного напряжения обмоток трансформатора; вторичные обмотки для ВГ и БСВ - не менее 1,2 кВ	Относительно корпуса и между обмотками
9. Последовательные трансформаторы в системах СТС	2500	5,0	0,8 заводского испытательного напряжения обмоток	Относительно корпуса и между обмотками
10. Токопроводы, связывающие источники питания (ВГ в системе СТН, ВТ и ПТ в системе СТС), индукторный генератор в ВЧ системе с тиристорными или диодными преобразователями, токопроводы постоянного тока: - без присоединенной аппаратуры; - с присоединенной аппаратурой	2500 2500	10 5,0	0,8 заводского испытательного напряжения токопроводов 0,8 заводского испытательного напряжения обмотки ротора	Относительно "земли" между фазами. Относительно "земли" между фазами.
11. Силовые элементы систем СТС, СТН, ВЧ (источники				

питания, преобразователи и т.д.) со всей присоединенной аппаратурой вплоть до выключателей ввода возбуждения либо до разъединителей выхода преобразователей (схемы систем возбуждения без резервных возбудителей): - системы без водяного охлаждения преобразователей и с водяным охлаждением при не заполненной водой системе охлаждения;	1000	1,0	1,0 кВ	Относительно корпуса
	- при заполненной водой (с удельным сопротивлением не менее 75 кОм·см) системе охлаждения ТП	1000	0,15	1,0 кВ
12. Силовые цепи возбуждения генератора без обмотки ротора (после выключателя ввода возбуждения или разъединителей постоянного тока (см. п.11); устройство АГП, разрядник, силовой резистор, шинопроводы и т.д. Цепи, подключенные к измерительным кольцам в системе БСВ (обмотка ротора отключена)	1000	0,1	0,8 заводского испытательного напряжения ротора	Относительно "земли"

7.2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты.

Значение испытательного напряжения принимается согласно табл.1.8.5, длительность приложения испытательного напряжения 1 мин.

7.3. Измерение сопротивления постоянному току обмоток трансформаторов и электрических машин в системах возбуждения.

Сопротивление обмоток электрических машин (вспомогательный генератор в системе СТН, индукторный генератор в системе ВЧ, обращенный синхронный генератор в системе БСВ) не должно отличаться более чем на 2% от заводских данных; обмоток трансформаторов (выпрямительных в системах СТС, СТН, БСВ;

последовательных в отдельных системах СТС) - более чем на 5%. Сопротивления параллельных ветвей рабочих обмоток индукторных генераторов не должны отличаться друг от друга более чем на 15%, сопротивления фаз вращающихся подвозбудителей - не более чем на 10%.

7.4. Проверка трансформаторов (выпрямительных, последовательных, собственных нужд, начального возбуждения, измерительных трансформаторов напряжения и тока).

Проверка производится в соответствии с нормами, приведенными в 1.8.16, 1.8.17, 1.8.18. Для последовательных трансформаторов ПТ определяется также зависимость между напряжением на разомкнутых вторичных обмотках и током статора генератора $U_{2п.т.} = f(I_{ст.})$.

Характеристика $U_{2п.т.} = f(I_{ст.})$ определяется при снятии характеристик трехфазного короткого замыкания генератора (блока) до $I_{ст.ном.}$. Характеристики отдельных фаз (при однофазных последовательных трансформаторах) не должны различаться между собой более чем на 5%.

7.5. Определение характеристики вспомогательного синхронного генератора промышленной частоты в системах СТН.

Вспомогательный генератор (ВГ) проверяется в соответствии с п.8 данного параграфа. Характеристика короткого замыкания ВГ определяется до $I_{ст.ном.}$, а характеристика холостого хода до $1,3 U_{ст.ном.}$ с проверкой витковой изоляции в течение 5 мин.

7.6. Определение характеристики индукторного генератора совместно с выпрямительной установкой в системе ВЧ возбуждения.

Производится при отключенной обмотке последовательного возбуждения.

Характеристика холостого хода индукторного генератора совместно с выпрямительной установкой (ВУ), [$U_{ст.}, U_{бу} = f(I_{н.в.})$], где $I_{н.в.}$ - ток в обмотке независимого возбуждения], определяемая до значения $U_{бу}$, соответствующего удвоенному номинальному значению напряжения ротора, не должна отличаться от заводской более чем на 5%. Разброс напряжений между последовательно соединенными вентилями ВУ не должен превышать 10% среднего значения.

Характеристика короткого замыкания индукторного генератора совместно с ВУ также не должна отличаться от заводской более чем на 5%. При выпрямленном токе, соответствующем номинальному току ротора, разброс токов по параллельным ветвям в плечах ВУ не должен превышать $\pm 20\%$ среднего значения. Определяется также нагрузочная характеристика при работе на ротор до $I_{рх} [I_{р} = f(I_{в.в.})]$, где $I_{в.в.}$ - ток возбуждения возбудителя.

7.7. Определение внешней характеристики вращающегося подвозбудителя в системах ВЧ возбуждения.

При изменении нагрузки на подвозбудитель (нагрузкой является автоматический регулятор возбуждения) изменение напряжения подвозбудителя не должно превышать значения, указанного в заводской документации. Разность напряжения по фазам не должна превышать 10%.

7.8. Проверка элементов обращенного синхронного генератора, вращающегося преобразователя в системе БСВ.

Измеряются сопротивления постоянному току переходных контактных соединений вращающегося выпрямителя: сопротивление токопровода, состоящего из выводов обмоток и проходных шпилек, соединяющих обмотку якоря с предохранителями (при их наличии); соединения вентиля с предохранителями; сопротивление самих предохранителей вращающегося преобразователя. Результаты измерения сравниваются с заводскими нормами.

Проверяются усилия затяжки вентиля, предохранителей RC-цепей, варисторов и т.д. в соответствии с заводскими нормами.

Измеряются обратные токи вентиля вращающегося преобразователя в полной схеме с RC-цепями (либо варисторами) при напряжении, равном повторяющемуся для данного класса. Токи не должны превышать значения, указанные в заводских инструкциях на системы возбуждения.

7.9. Определение характеристик обращенного генератора и вращающегося выпрямителя в режимах трехфазного короткого замыкания генератора (блока).

Измеряются ток статора $I_{ст}$, ток возбуждения возбудителя $I_{в.в.}$, напряжение ротора U_p , определяется соответствие характеристик возбудителя $U_p = f(I_{н.в.})$ заводским. По измеренным токам статора и заводской характеристике короткого замыкания генератора $I_{ст} = f(I_p)$ определяется правильность настройки датчиков тока ротора. Отклонение измеренного с помощью датчика типа ДТР-П тока ротора (тока выхода БСВ) не должно превышать 10% расчетного значения тока ротора.

7.10. Проверка тиристорных преобразователей систем СТС, СТН, БСВ.

Измерение сопротивления изоляции и испытание повышенным напряжением производятся в соответствии с табл.1.8.5.

Производятся гидравлические испытания повышенным давлением воды тиристорных преобразователей (ТП) с водяной системой охлаждения. Значение давления и время его воздействия должны соответствовать нормам завода-изготовителя на каждый тип преобразователя. Выполняется повторная проверка изоляции ТП после заполнения дисциллятом (см. табл.1.8.3).

Проверяется отсутствие пробитых тиристоров, поврежденных RC-цепей. Проверка выполняется с помощью омметра.

Проверяется целостность параллельных цепей плавкой вставки каждого силового предохранителя путем измерения сопротивления постоянному току.

Проверяется состояние системы управления тиристоров, диапазон регулирования выпрямленного напряжения при воздействии на систему управления тиристоров.

Проверяется ТП при работе генератора в номинальном режиме с номинальным током ротора. Проверка выполняется в следующем объеме:

- распределение токов между параллельными ветвями плеч преобразователей; отклонение значений токов в ветвях от среднеарифметического значения тока ветви должно быть не более 10%;

- распределение обратных напряжений между последовательно включенными тиристорами с учетом коммутационных перенапряжений; отклонение мгновенного значения обратного напряжения от среднего на тиристоре ветви должно быть не более $\pm 20\%$;

- распределение тока между параллельно включенными преобразователями; токи не должны отличаться более чем на $\pm 10\%$ от среднего расчетного значения тока через преобразователь;

- распределение тока в ветвях одноименных плеч параллельно включенных ТП; отклонение от среднего расчетного значения тока ветви одноименных плеч не должно быть более $\pm 20\%$.

7.11. Проверка выпрямительной диодной установки в системе ВЧ возбуждения.

Производится при работе генератора в номинальном режиме с номинальным током ротора. При проверке определяется:

- распределение тока между параллельными ветвями плеч; отклонение от среднего значения должно быть не более $\pm 20\%$;

- распределение обратных напряжений по последовательно включенным вентилям; отклонение от среднего значения должно быть не более $\pm 20\%$.

7.12. Проверка коммутационной аппаратуры, силовых резисторов, аппаратуры собственных нужд систем возбуждения.

Проверка производится в соответствии с указаниями завода-изготовителя и 1.8.34.

7.13. Измерение температуры силовых резисторов, диодов, предохранителей, шин и других элементов преобразователей и шкафов, в которых они расположены.

Измерения выполняются после включения систем возбуждения под нагрузку. Температуры элементов не должны превышать значений, указанных в инструкциях заводов-изготовителей. При проверке рекомендуется применение тепловизоров, допускается использование пирометров.

8. Определение характеристик генератора:

а) трехфазного КЗ. Характеристика снимается при изменении тока статора до номинального. Отклонения от заводской характеристики должны находиться в пределах погрешности измерения.

Снижение измеренной характеристики, которое превышает погрешность измерения, свидетельствует о наличии витковых замыканий в обмотке ротора.

У генераторов, работающих в блоке с трансформатором, снимается характеристика КЗ всего блока (с

1. Подшипники турбогенераторов и возбуждателей, крестовины со встроенными в них направляющими подшипниками гидрогенераторов вертикального исполнения	180	150	100	70	50*	30*	Вибрация подшипников турбогенераторов, их возбуждателей и горизонтальных гидрогенераторов измеряется на верхней крышке подшипников в вертикальном направлении и у разъема - в осевом и поперечном направлениях. Для вертикальных гидрогенераторов приведенные значения вибрации относятся к горизонтальному и вертикальному направлениям.
2. Контактные кольца ротора турбогенераторов	-	-	-	-	-	200	Вибрации измеряются в горизонтальном и вертикальном направлениях.

* при наличии аппаратуры контроля виброскорости производится ее измерение, среднее квадратическое значение виброскорости не должно превышать $2,8 \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1}$ по вертикальной и поперечной осям и $4,5 \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1}$ - по продольной оси.

Вибрация подшипников синхронных компенсаторов с номинальной частотой вращения ротора 750-1500 об/мин не должна превышать 80 мкм по размаху вибросмещений или $2,2 \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1}$ по среднее квадратическому значению вибрационной скорости.

11. Проверка и испытание системы охлаждения.

Производится в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

12. Проверка и испытание системы маслоснабжения.

Производится в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

13. Проверка изоляции подшипника при работе генератора (компенсатора).

Производится путем измерения напряжения между концами вала, а также между фундаментной плитой и корпусом изолированного подшипника. При этом напряжение между фундаментной плитой и подшипником должно быть не более напряжения между концами вала. Различие между напряжениями более чем на 10% указывает на неисправность изоляции.

14. Испытание генератора (компенсатора) под нагрузкой.

Нагрузка определяется практическими возможностями в период приемо-сдаточных испытаний. Нагрев статора при данной нагрузке должен соответствовать паспортным данным.

15. Определение характеристик коллекторного возбуждателя.

Характеристика холостого хода определяется до наибольшего (потолочного) значения напряжения или значения, установленного заводом-изготовителем.

Снятие нагрузочной характеристики производится при нагрузке на ротор генератора не ниже номинального тока возбуждения генератора. Отклонения характеристик от заводских должны быть в пределах допустимой погрешности измерений.

16. Испытание концевых выводов обмотки статора турбогенератора серии ТГВ.

Помимо испытаний, указанных в табл.1.8.1 и 1.8.3, концевые выводы с конденсаторной стеклоэпоксидной изоляцией подвергаются испытаниям по пп.16.1 и 16.2.

16.1. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь ($\operatorname{tg} \delta$).

Измерение производится перед установкой концевого вывода на турбогенератор при испытательном напряжении 10 кВ и температуре окружающего воздуха 10-30°C.

Значение $\operatorname{tg} \delta$ собранного концевого вывода не должно превышать 130% значения, полученного при измерениях на заводе. В случае измерения $\operatorname{tg} \delta$ концевого вывода без фарфоровых покрышек его значение не должно превышать 3%.

16.2. Проверка газоплотности.

Испытание на газоплотность концевых выводов, испытанных на заводе давлением 0,6 МПа, производится давлением сжатого воздуха 0,5 МПа.

Концевой вывод считается выдержавшим испытание, если при давлении 0,3 МПа падение давления не превышает 1 кПа/ч.

17. Измерение остаточного напряжения генератора при отключении АГП в цепи ротора.

Значение остаточного напряжения не нормируется.

18. Испытание генератора (компенсатора) под нагрузкой.

Нагрузка определяется практически возможностями в период приемо-сдаточных испытаний. Нагрев статора при данной нагрузке должен соответствовать данным завода-изготовителя.

1.8.14. Машины постоянного тока

Машины постоянного тока мощностью до 200 кВт, напряжением до 440 В следует испытывать по пп.1, 2, 4в, 8; все остальные - дополнительно по пп.3, 4а, 5 настоящего параграфа.

Возбудители синхронных генераторов и компенсаторов следует испытывать по пп.1-6, 8 настоящего параграфа.

Измерение по п.7 настоящего параграфа следует производить для машин, поступивших на место монтажа в разобранном виде.

1. Определение возможности включения без сушки машин постоянного тока.

Следует производить в соответствии с указаниями завода-изготовителя.

2. Измерение сопротивления изоляции.

а) Сопротивление изоляции обмоток.

Измерение производится при номинальном напряжении обмотки до 0,5 кВ включительно мегаомметром на напряжении 500 В, а при номинальном напряжении обмотки выше 0,5 кВ - мегаомметром на протяжении 1000 В.

Измеренное значение сопротивления изоляции должно быть не менее приведенного в табл.1.8.7.

Таблица 1.8.7

Наименьшие допустимые значения сопротивления изоляции обмоток машин постоянного тока

Температура обмотки, °С	Сопротивление изоляции R_{60} , Мом, при номинальном напряжении машин, В				
	230	460	650	750	900
10	2,7	5,3	8,0	9,3	10,8
20	1,85	3,7	5,45	6,3	7,5
30	1,3	2,6	3,8	4,4	5,2
40	0,85	1,75	2,5	2,9	3,5
50	0,6	1,2	1,75	2,0	2,35
60	0,4	0,8	1,15	1,35	1,6
70	0,3	0,5	0,8	0,9	1,0
75	0,22	0,45	0,65	0,75	0,9

б) Сопротивление изоляции бандажей.

Измерение производится относительно корпуса и удерживаемых ими обмоток.

Измеренное значение сопротивления изоляции должно быть не менее 0,5 Мом.

3. Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты.

Испытание производится по нормам, приведенным в табл.1.8.8. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин. Обмотки машин мощностью менее 3 кВт допускается не испытывать.

Таблица 1.8.8

Испытательное напряжение промышленной частоты изоляции машин постоянного тока

Испытуемый объект	Характеристика электрической машины	Испытательное напряжение, кВ
Обмотка	Машины всех мощностей	$8 U_{ном}$, но не ниже 1,2 и не выше 2,8
Бандажи якоря	То же	1
Реостаты и пускорегулировочные резисторы (испытание может проводиться совместно с цепями возбуждения)	-	1 (Изоляцию можно испытывать совместно с изоляцией цепей возбуждения)

4. Измерение сопротивления постоянному току:

- а) обмоток возбуждения. Значение сопротивления должно отличаться от данных завода-изготовителя не более чем на 2%;
- б) обмотки якоря (между коллекторными пластинами). Значения сопротивлений должны отличаться одно от другого не более чем на 10% за исключением случаев, когда колебания обусловлены схемой соединения обмоток;
- в) реостатов и пускорегулировочных резисторов. Измеряется общее сопротивление, проверяется целостность отпаек. Значения сопротивлений должны отличаться от данных завода-изготовителя не более чем на 10%.

5. Снятие характеристики холостого хода и испытание витковой изоляции.

Подъем напряжения следует производить: для генераторов постоянного тока до 130% номинального напряжения; для возбuditелей - до наибольшего (потолочного) или установленного заводом-изготовителем напряжения. При испытании витковой изоляции машин с числом полюсов более четырех среднее напряжение между соседними коллекторными пластинами должно быть не выше 24 В. Продолжительность испытания витковой изоляции - 3 мин.

Отклонение данных полученной характеристики от значений заводской характеристики должно находиться в пределах погрешности измерения.

6. Снятие нагрузочной характеристики.

Следует производить для возбuditелей при нагрузке до значения не ниже номинального тока возбуждения генератора. Отклонение от заводской характеристики не нормируется.

7. Измерение воздушных зазоров между полюсами. Измерения производятся у машин мощностью 200 кВт и более. Размеры зазора в диаметрально противоположных точках должны отличаться один от другого не более чем на 10% среднего размера зазора. Для возбuditелей турбогенераторов 300 МВт и более это отличие не должно превышать 5%.

8. Испытание на холостом ходу и под нагрузкой.

Определяется предел регулирования частоты вращения или напряжения, который должен соответствовать заводским и проектным данным.

1.8.15. Электродвигатели переменного тока

Электродвигатели переменного тока напряжением до 1 кВ испытываются по пп.2, 4б, 5, 6.

Электродвигатели переменного тока напряжением выше 1 кВ испытываются по пп.1-6.

1. Определение возможности включения без сушки электродвигателей напряжением выше 1 кВ.

Электродвигатели переменного тока включаются без сушки, если значение сопротивления изоляции и коэффициента абсорбции не ниже указанных в табл.1.8.9.

Таблица 1.8.9

Допустимые значения сопротивления изоляции и коэффициента абсорбции для обмоток статора электродвигателей

Мощность, номинальное напряжение электродвигателя, вид изоляции обмоток	Критерии оценки состояния изоляции обмотки статора	
	Значение сопротивления изоляции, МОм	Значение коэффициента абсорбции R_{60}/R_{15}
1. Мощность более 5 МВт, терморезистивная и микалентная компаундированная изоляция	При температуре 10-30 °С сопротивление изоляции не ниже 10 Мом на 1 кВ номинального линейного напряжения	Не менее 1,3 при температуре 10-30 °С
2. Мощность 5 МВт и ниже, напряжение выше 1 кВ, терморезистивная изоляция		
3. Двигатели с микалентной компаундированной изоляцией, напряжение выше 1 кВ, мощностью от 1 до 5 МВт включительно, а также двигатели меньшей мощности наружной установки с такой же изоляцией напряжением выше 1 кВ	Не ниже значений, указанных в табл.1.8.10.	Не менее 1,2
4. Двигатели с микалентной компаундированной изоляцией, напряжение выше 1 кВ, мощностью более 1 МВт, кроме указанных в п.3	Не ниже значений, указанных в табл.1.8.10.	-
5. Напряжение ниже 1 кВ, все виды изоляции	Не ниже 1,0 Мом при температуре 10-30 °С	-

6. Обмотка ротора	0,2	-
7. Термоиндикаторы с соединительными проводами, подшипники	В соответствии с указаниями заводов-изготовителей	

2. Измерение сопротивления изоляции.

Допустимые значения сопротивления изоляции электродвигателей напряжением выше 1 кВ должны соответствовать нормам, приведенным в табл.1.8.10.

Таблица 1.8.10

**Наименьшие допустимые значения сопротивления изоляции
для электродвигателей (табл.1.8.9, пп.3, 4)**

Температура обмотки, °С	Сопротивление изоляции R_{60} , МОм, при номинальном напряжении обмотки, кВ		
	3-3,15	6-6,3	10-10,5
10	30	60	100
20	20	40	70
30	15	30	50
40	10	20	35
50	7	15	25
60	5	10	17
75	3	6	10

У синхронных электродвигателей и электродвигателей с фазным ротором на напряжение 3 кВ и выше или мощностью более 1 МВт производится измерение сопротивления изоляции ротора мегаомметром на напряжение 1000 В. Измеренное значение сопротивления должно быть не ниже 0,2 МОм.

3. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты.

Производится на полностью собранном электродвигателе.

Испытание обмотки статора производится для каждой фазы в отдельности относительно корпуса при двух других, соединенных с корпусом. У двигателей, не имеющих выводов каждой фазы в отдельности, допускается производить испытание всей обмотки относительно корпуса.

Значения испытательных напряжений приведены в табл.1.8.11. Продолжительность приложения испытательного напряжения 1 мин.

Таблица 1.8.11

**Испытательные напряжения промышленной частоты для обмоток
электродвигателей переменного тока**

Испытуемый элемент	Мощность электродвигателя, кВт	Номинальное напряжение электродвигателя, кВ	Испытательное напряжение, кВ
1. Обмотка статора	Менее 1,0	Ниже 0,1	$0,8(2U_{\text{ном.}} + 0,5)$
	От 1,0 и до 1000	Ниже 0,1	