

ПУЭ Глава 1.8 Нормы приемо-сдаточных испытаний

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.8.1. Электрооборудование до 500 кВ, вновь вводимое в эксплуатацию в энергосистемах и у потребителей, должно быть подвергнуто приемо-сдаточным испытаниям в соответствии с требованиями настоящей главы.

В случаях, когда указаниями Минэнерго СССР предусматриваются повышенные требования по сравнению с требованиями настоящей главы, при испытаниях электрооборудования, вводимого в эксплуатацию энергосистемами, следует руководствоваться указаниями Министерства. Этими же указаниями следует руководствоваться при испытаниях электрооборудования напряжением выше 500 кВ.

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 Минэнерго СССР.

Устройства защиты и автоматики электропривода и других электроустановок (кроме электростанций и подстанций) потребителей проверяются по инструкциям Минмонтажспецстроя СССР и других заинтересованных министерств и ведомств. При этом типовые инструкции при необходимости должны быть согласованы с Главгосэнергонадзором Минэнерго СССР.

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 рассмотрения результатов всех испытаний, относящихся к данной единице оборудования.

1.8.5. Все измерения, испытания и опробования в соответствии с действующими директивными документами, инструкциями заводов-изготовителей и настоящими нормами, произведенные монтажным персоналом в процессе монтажа, а также наладочным персоналом непосредственно перед вводом электрооборудования в эксплуатацию, должны быть оформлены соответствующими актами и протоколами.

1.8.6. Испытание повышенным напряжением обязательно для всего электрооборудования 35 кВ и ниже, а при наличии испытательных устройств - и для электрооборудования напряжением выше 35 кВ, за исключением случаев, оговоренных в настоящей главе.

1.8.7. Изоляторы и оборудование с номинальным напряжением, превышающим номинальное напряжение установки, в которой они применены, могут испытываться повышенным напряжением по нормам для соответствующего класса изоляции электроустановки.

1.8.8. Изоляция электрооборудования иностранных фирм (кроме вращающихся машин), имеющая электрическую прочность ниже предусмотренной нормами настоящей главы, должна испытываться напряжением, составляющим 90 % заводского испытательного напряжения, если нет других указаний поставщика.

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 одномоментного значения сопротивления изоляции мегаомметром на 2,5 кВ. Если при этом значение сопротивления меньше приведенного в нормах, испытание напряжением 1 кВ промышленной частоты является обязательным.

Испытание напряжением промышленной частоты изоляции вторичных цепей с рабочим напряжением более 60 В электроустановок энергосистем 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 в течение 1 мин (или 5 мин) внутренняя и внешняя изоляция электрооборудования при определенных условиях испытания.

2. Электрооборудование с нормальной изоляцией - электрооборудование, предназначенное для применения в электроустановках, подверженных действию атмосферных перенапряжений при обычных мерах по грозозащите.

3. Электрооборудование с облегченной изоляцией - электрооборудование, предназначенное для применения лишь в установках, не подверженных действию атмосферных перенапряжений или оборудованных специальными устройствами грозозащиты, ограничивающими амплитудное значение атмосферных 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

электрической системы, для работы в которой предназначено данное электрооборудование.

СИНХРОННЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ И КОМПЕНСАТОРЫ

1.8.13. 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. При решении вопроса о необходимости сушки компаундированной, терморезистивной и гильзовой изоляции обмотки статора синхронного генератора или синхронного компенсатора следует руководствоваться указаниями разд. 3 «Электрические машины» СНиП 3.05.06-85. «Электротехнические устройства» Госстроя России. Для генераторов с бумажно-масляной изоляцией необходимость сушки устанавливается в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

Для турбогенераторов типа ТГВ-300 допускается включение без сушки при коэффициенте нелинейности более 3, если остальные характеристики изоляции (R_{60}/R_{15} и R_{60}) удовлетворяют установленным нормам.

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

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.

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

Испытательное выпрямленное напряжение для генераторов типов ТГВ-200 и ТГВ-300 следует принимать в соответствии с инструкцией по эксплуатации этих генераторов.

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 напряжения выдерживается в течение 1 мин. При этом фиксируются токи утечки через 15 и 60 с.

Оценки полученной характеристики производятся в соответствии с требованиями разд. 3 «Электрические машины» СНиП 3.05.06-85 Госстроя России.

Таблица 1.8.1. **Допустимое сопротивление изоляции**

Испытуемый объект	Напряжение мегаомметра, кВ	Сопротивление изоляции
Обмотка статора напряжением до 1 кВ (каждая фаза в отдельности относительно корпуса и других заземленных фаз)	1	Не менее 0,5 МОм при температуре 10 - 30 °С
То же напряжением выше 1 кВ	2,5	Должно соответствовать требованиям, приведенным в разд. 3 «Электрические машины» СНиП 3.05.06-85. У генераторов с водяным охлаждением обмоток сопротивление изоляции измеряется без воды в обмотке статора при соединенных с экраном мегаомметра водосборных коллекторах, изолированных от внешней системы охлаждения
Обмотка ротора	1 (допускается 0,5)	Не менее 0,5 МОм при температуре 10 - 30 °С. Допускается ввод в эксплуатацию неявнополюсных роторов, имеющих сопротивление изоляции не ниже 2 кОм при температуре +75 °С или 20 кОм при +20 °С
Подшипники генератора и сопряженного с ним возбuditеля	1	Сопротивление изоляции, измеренное относительно фундаментной плиты при полностью собранных маслопроводах, должно быть не менее 0,3 МОм для гидрогенератора и не менее 1 МОм для турбогенератора. Для гидрогенератора измерение производится, если позволяет конструкция генератора
Водородные уплотнения вала	1	Не менее 1 МОм
Щиты вентиляторов турбогенераторов серии ТВВ	1	Сопротивление изоляции, измеренное относительно внутреннего щита и между полущитами вентиляторов, должно быть не менее 0,5 МОм
Щиты вентиляторов		Сопротивление изоляции, измеренное между частями

турбогенераторов серии ТГВ		диффузоров, должно быть не менее 1 МОм
Доступные изолированные стяжные болты стали статора	1	Не менее 1 МОм
Диффузор и обтекатель у турбогенераторов серии ТГВ	0,5	Сопротивление изоляции, измеренное между уплотнением и задним диском диффузора, диффузором и внутренним щитом, обтекателем и внутренним щитом, двумя половинками обтекателя, должно быть не менее 1 МОм
Термоиндикаторы генераторов и синхронных компенсаторов:		
с косвенным охлаждением обмоток статора	0,25	Сопротивление изоляции, измеренное совместно с сопротивлением соединительных проводов, должно быть не менее 1 МОм
с непосредственным охлаждением обмоток статора	0,5	Сопротивление изоляции, измеренное совместно с сопротивлением соединительных проводов, должно быть не менее 0,5 МОм
Цепи возбуждения генератора и возбuditеля (без обмоток ротора и электромашинного возбuditеля)	1 (допускается 0,5)	Сопротивление изоляции, измеренное с сопротивлением всей присоединенной аппаратуры, должно быть не менее 1 МОм

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	Все напряжения	$2,4 U_{ном} + 1,2$
1 и более	До 3,3	$2,4 U_{ном} + 1,2$
	Выше 3,3 до 6,6	$3 U_{ном}$
	Выше 6,6	$2,4 U_{ном} + 3,6$

4. Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты. Испытание проводится по нормам, приведенным в табл. 1.8.3. Испытанию подвергается каждая фаза или ветвь в отдельности при других фазах или ветвях, соединенных с корпусом.

Таблица 1.8.3. **Испытательное напряжение промышленной частоты для обмоток синхронных генераторов и компенсаторов**

Испытуемый объект	Характеристика электрической машины	Испытательное напряжение, кВ
Обмотка статора синхронного генератора и компенсатора	Мощность до 1 МВт, номинальное напряжение выше 100 В	$1,6 U_{\text{ном}} + 0,8$, но не менее 1,2
	Мощность более 1 МВт, номинальное напряжение до 3,3 кВ	$1,6 U_{\text{ном}} + 0,8$
	То же, но номинальное напряжение выше 3,3 кВ до 6,6 кВ	$2 U_{\text{ном}}$
Цепи возбуждения генератора со всей присоединенной аппаратурой (без обмоток ротора и возбудителя)	-	1
Реостат возбуждения	-	1
Резистор гашения поля	-	2
Заземляющий резистор	-	$1,5 U_{\text{ном}}$ генератора
Обмотка статора синхронных генераторов, у которых стыковка частей статора производится на месте монтажа (гидрогенераторы) по окончании полной сборки обмотки и изолировки соединений	Мощность более 1 МВт, номинальное напряжение выше 6,6 кВ	$1,6 U_{\text{ном}} + 2,4$
	Мощность до 1 МВт, номинальное напряжение выше 100 В	$2 U_{\text{ном}} + 1$, но не менее 1,5
	Мощность более 1 МВт, номинальное напряжение до 3,3 кВ	$2 U_{\text{ном}} + 1$
	То же, но номинальное напряжение выше 3,3 кВ до 6,6 кВ	$2,5 U_{\text{ном}}$
	То же, но номинальное напряжение выше 6,6 кВ	$2 U_{\text{ном}} + 3$
Обмотка явнополюсного ротора	-	$7,5 U_{\text{ном}}$ возбуждения генератора, но не менее 1,1 и не более 2,8

Обмотка неявнополюсного ротора	-	1 (в том случае, если это не противоречит требованиям технических условий завода-изготовителя)
--------------------------------	---	--

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 75 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.

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 производится 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 %

6. Измерение сопротивления обмотки ротора переменному току промышленной частоты. Производится для генераторов мощностью более 1 МВт. Измерение следует производить при напряжении не более 220 В на трех-четырех ступенях частот вращения, включая номинальную, а также в неподвижном состоянии. Для явнополюсных машин при неизолированных местах соединений в неподвижном состоянии измерение производится для каждого полюса в отдельности или попарно. Отклонения измеренных значений от данных завода-изготовителя или от среднего сопротивления полюсов должны находиться в пределах точности измерения.

7. Измерение воздушного зазора между статором и ротором генератора. Если инструкциями на генераторы отдельных типов не предусмотрены более жесткие нормы, то зазоры в диаметрально противоположных точках могут отличаться друг от друга не более чем:

на 5 % среднего значения (равного их полусумме) - для турбогенераторов 150 МВт и выше с непосредственным охлаждением проводников;

на 10 % - для остальных турбогенераторов;

на 20 % - для гидрогенераторов.

Измерение зазора у явнополюсных машин производится под всеми полюсами.

8. Проверка и испытание системы возбуждения. Проверку и испытание электромашинных возбудителей следует производить в соответствии с **1.8.14**. Проверка и испытание полупроводниковых высокочастотных возбудителей производятся в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

9. Определение характеристик генератора:

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

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

У генераторов, работающих в блоке с трансформатором, снимается характеристика КЗ всего блока (с установкой закоротки за трансформатором). Характеристику собственно генератора, работающего в блоке с трансформатором, допускается не определять, если имеются протоколы соответствующих испытаний на стенде заводов-изготовителей.

У синхронных компенсаторов без разгонного двигателя снятие характеристик трехфазного КЗ производится на выбеге в том случае, если не

имеется характеристики, снятой на заводе;

б) холостого хода. Подъем напряжения номинальной частоты на холостом ходу производить до 130 % номинального напряжения турбогенераторов и синхронных компенсаторов, до 150 % номинального напряжения гидрогенераторов. Допускается снимать характеристику холостого хода турбо- и гидрогенератора до номинального тока возбуждения при пониженной частоте вращения генератора при условии, что напряжение на обмотке статора не будет превосходить 1,3 номинального. У синхронных компенсаторов разрешается снимать характеристику на выбеге. У генераторов, работающих в блоке с трансформаторами, снимается характеристика холостого хода блока; при этом генератор возбуждается до 1,15 номинального напряжения (ограничивается трансформатором). Характеристику холостого хода собственно генератора, отсоединенного от трансформатора блока, допускается не снимать, если имеются протоколы соответствующих испытаний на заводе-изготовителе. Отклонение характеристики холостого хода от заводской не нормируется, но должно быть в пределах точности измерения.

10. Испытание междувитковой изоляции. Испытание следует производить подъемом напряжения номинальной частоты генератора на холостом ходу до значения, соответствующего 150 % номинального напряжения статора гидрогенераторов, 130 % - турбогенераторов и синхронных компенсаторов. Для генераторов, работающих в блоке с трансформатором, - см. указания п. 9. При этом следует проверить симметрию напряжению по фазам. Продолжительность испытания при наибольшем напряжении - 5 мин. Испытание междувитковой изоляции рекомендуется производить одновременно со снятием характеристики холостого хода.

11. Измерение вибрации. Вибрация (удвоенная амплитуда колебаний) подшипников синхронных генераторов и компенсаторов, измеренная в трех направлениях (у гидрогенераторов вертикального исполнения производится измерение вибрации крестовины со встроенными в нее направляющими подшипниками), и их возбудителей не должна превышать значений, приведенных в табл. 1.8.5.

12. Проверка и испытание системы охлаждения. Производятся в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

13. Проверка и испытание системы маслоснабжения. Производятся в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

14. 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.

Таблица 1.8.5. **Наибольшая допустимая вибрация подшипников (крестовины) синхронных генераторов, компенсаторов и их возбудителей**

Номинальная частота вращения ротора, мин ⁻¹	3 000*	1 500 500**	3 -75 - 214	1 87	Д о 100
Вибрация, мкм	4 0	7 0	1 00	1 50	1 80

* Для генераторов блоков мощностью 150 МВт и более вибрация не должна превышать 30 мкм.

**Для синхронных компенсаторов с частотой вращения ротора 750 - 1000 мин⁻¹ вибрация не должна превышать 80 мкм.

15. Испытание генератора (компенсатора) под нагрузкой. Нагрузка определяется практическими возможностями в период приемосдаточных испытаний. Нагрев статора при данной нагрузке должен соответствовать паспортным данным.

16. Измерение остаточного напряжения генератора при отключении АГП в цепи ротора. Значение остаточного напряжения не нормируется.

17. Определение индуктивных сопротивлений и постоянных времени генератора. Значения индуктивных сопротивлений и постоянных времени не нормируются.

МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

1.8.14. 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 без сушки машин постоянного тока. Следует производить в соответствии с разд. 3 «Электрические машины» СНиП 3.05.06-85. «Электрические устройства» Госстроя России.

2. Измерение сопротивления изоляции. Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и бандажей машины, а также между обмотками производится мегаомметром на напряжение 1 кВ.

Сопротивление изоляции должно быть не ниже:

между обмотками и каждой обмотки относительно корпуса при температуре 10 - 30 °С 0,5 МОм;

бандажей якоря (кроме возбудителей) не нормируется;

бандажей якоря возбудителя 1 МОм.

3. Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты. Испытание производится по нормам, приведенным в табл. 1.8.6. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин.

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 закономерные колебания этих величин обусловлены схемой соединения обмоток;

в) реостатов и пускорегулировочных резисторов. Измеряется общее сопротивление и проверяется целостность отпаек. Значения сопротивлений должны отличаться от данных завода изготовителя не более чем на 10 %.

Таблица 1.8.6. **Испытательное напряжение промышленной частоты для изоляции машин постоянного тока**

Испытуемый объект	Характеристика электрической машины	Испытательное напряжение, кВ
Обмотка машины постоянного тока (кроме возбuditеля синхронной машины)	Номинальное напряжение до 100 В	$1,6 U_{\text{ном}} + 0,8$
	Мощность до 1 МВт, номинальное напряжение выше 100 В	$1,6 U_{\text{ном}} + 0,8$, но не менее 1,2
	Мощность выше 1 МВт, номинальное напряжение выше 100 В	$1,6 U_{\text{ном}} + 0,8$
Обмотки возбuditеля синхронного генератора	-	$8 U_{\text{ном}}$, но не менее 1,2 и не более 2,8
Обмотки возбuditеля синхронного двигателя (синхронного компенсатора)	-	$8 U_{\text{ном}}$, но не менее 1,2
Бандажи якоря	-	1
Реостаты и пускорегулировочные резисторы (испытание может проводиться совместно с цепями возбуждения)	-	1

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 5 мин.

Отклонение полученных значений характеристики от значений заводской характеристики должно находиться в пределах точности измерения.

6. **Снятие нагрузочной характеристики.** Следует производить для возбуждителей при нагрузке до значения не ниже номинального тока возбуждения генератора. Отклонение от заводской характеристики не нормируется.

7. **Измерение воздушных зазоров между полюсами.** Размеры зазора в диаметрально противоположных точках должны отличаться один от другого не более чем на 10 % среднего размера зазора. Для возбуждителей 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.

При работе под нагрузкой проверяется степень искрения, которая оценивается по шкале, приведенной в табл. 1.8.7.

Таблица 1.8.7. **Характеристика искрения коллектора**

Степень искрения	Характеристика степени искрения	Состояние коллектора и щеток
1	Отсутствие искрения	Отсутствие почернения на коллекторе и нагара на щетках
1,25	Слабое точечное искрение под небольшой частью щетки	То же
1,5	Слабое искрение под большей частью щетки	Появление следов почернения на коллекторе, легко устранимых при протирании поверхности коллектора бензином, а также появление следов нагара на щетках
2	Искрение под всем краем щетки появляется только при кратковременных нагрузках и перегрузках	Появление следов почернения на коллекторе, не устранимых при протирании поверхности коллектора бензином, а также появление следов нагара на щетках
3	Значительное искрение под всем краем щетки с наличием крупных вылетающих искр. Допускается только для моментов включения или реверсирования машин, если при этом коллектор и щетки остаются в состоянии, пригодном для дальнейшей работы	Значительное почернение на коллекторе, не устранимое протиранием поверхности коллектора бензином, а также подгар и разрушение щеток

Если степень искрения специально не оговорена заводом-изготовителем, то при номинальном режиме она должна быть не выше 1,5.

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

1.8.15. Электродвигатели переменного тока до 1 кВ испытываются по пп. 2, 4, 6, 10, 11.

Электродвигатели переменного тока выше 1 кВ испытываются по пп. 1 - 4, 7, 9 - 11.

По пп. 5, 6, 8 испытываются электродвигатели, поступающие на монтаж в разобранном виде.

1. **Определение возможности включения без сушки электродвигателей напряжением выше 1 кВ.** Следует производить в соответствии с разд. 3 «Электрические машины» СНиП 3.05.06-85. «Электротехнические устройства» Госстроя России.

2. **Измерение сопротивления изоляции.** Допустимые значения сопротивления изоляции электродвигателей напряжением выше 1 кВ должны соответствовать требованиям инструкции, указанной в п. 1. В остальных случаях сопротивление изоляции должно соответствовать нормам, приведенным в табл. 1.8.8.

Таблица 1.8.8. **Допустимое сопротивление изоляции электродвигателей переменного тока**

Испытуемый объект	Напряжение мегаомметра, кВ	Сопротивление изоляции
Обмотка статора напряжением до 1 кВ	1	Не менее 0,5 МОм при температуре 10 - 30 °С
Обмотка ротора синхронного электродвигателя и электродвигателя с фазным ротором	0,5	Не менее 0,2 МОм при температуре 10 - 30 °С (допускается не ниже 2 кОм при +75 °С или 20 кОм при +20 °С для неявнополюсных роторов)
Термоиндикатор	0,25	Не нормируется
Подшипники синхронных электродвигателей напряжением выше 1 кВ		Не нормируется (измерение производится относительно фундаментной плиты при полностью собранных маслопроводах)

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. 1.8.9. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин.

4. **Измерение сопротивления постоянному току:**

а) обмоток статора и ротора. Производится при мощности электродвигателей 300 кВт и более.

Измеренные сопротивления обмоток различных фаз должны отличаться друг от друга или от заводских данных не более чем на 2 %;

б) реостатов и пускорегулировочных резисторов. Измеряется общее сопротивление и проверяется целостность отпаяк. Значение сопротивления должно отличаться от паспортных данных не более чем на 10 %.

5. Измерение зазоров между сталью ротора и статора. Размеры воздушных зазоров в диаметрально противоположных точках или точках, сдвинутых относительно оси ротора на 90°, должны отличаться не более чем на 10 % среднего размера.

6. Измерение зазоров в подшипниках скольжения. Размеры зазоров приведены в табл. 1.8.10.

Таблица 1.8.9. **Испытательное напряжение промышленной частоты для электродвигателей переменного тока**

Испытуемый объект	Характеристика электродвигателя	Испытательное напряжение, к В
Обмотка статора	Мощность до 1 МВт, номинальное напряжение выше 1 кВ	$1,6 U_{\text{ном}} + 0,8$
	Мощность выше 1 МВт, номинальное напряжение до 3,3 кВ	$1,6 U_{\text{ном}} + 0,8$
	Мощность выше 1 МВт, номинальное напряжение выше 3,3 до 6,6 кВ	$2 U_{\text{ном}}$
	Мощность выше 1 МВт, номинальное напряжение выше 6,6 кВ	$1,6 U_{\text{ном}} + 2,4$
Обмотка ротора синхронного электродвигателя	-	$8 U_{\text{ном}}$ системы возбуждения, но не менее 1,2
Обмотка ротора электродвигателя с фазным ротором	-	1
Реостат и пускорегулировочный резистор	-	1
Резистор гашения поля синхронного электродвигателя	-	2

7. Измерение вибрации подшипников электродвигателя.

Значения вибрации, измеренной на каждом подшипнике, должны быть не более значений, приведенных ниже:

Синхронная частота вращения

электродвигателя, Гц 50 25 16,7 12,5 и ниже

Допустимая вибрация, мкм 50 100 130 160

8. Измерение разбега ротора в осевом направлении.

Производится для электродвигателей, имеющих подшипники скольжения. Осевой разбег не должен превышать 2 - 4 мм.

9. Испытание воздухоохладителя гидравлическим давлением.

Производится избыточным гидравлическим давлением 0,2 - 0,25 МПа (2 - 2,5 кгс/см²). Продолжительность испытания 10 мин. При этом не должно наблюдаться снижение давления или утечки жидкости, применяемой при испытании.

10. Проверка работы электродвигателя на холостом ходу или с ненагруженным механизмом. Продолжительность проверки не менее 1 ч.

11. Проверка работы электродвигателя под нагрузкой.

Производится при нагрузке, обеспечиваемой технологическим оборудованием к моменту сдачи в эксплуатацию. При этом для электродвигателя с регулируемой частотой вращения определяются пределы регулирования.

Таблица 1.8.10. Наибольший допустимый зазор в подшипниках скольжения электродвигателей

Номинальный диаметр вала, мм	Зазор, мм, при частоте вращения, Гц		
	Менее 16,7	16,7 - 25	более 25
18-30	0,040-0,093	0,060-0,130	0,140-0,280
30-50	0,050-0,112	0,075-0,160	0,170-0,340
50-80	0,065-0,135	0,095-0,195	0,200-0,400
80-120	0,080-0,160	0,120-0,235	0,230-0,460
120-180	0,100-0,195	0,150-0,285	0,260-0,580
180-260	0,120-0,225	0,180-0,300	0,300-0,600
260-360	0,140-0,250	0,210-0,380	0,340-0,680
360-500	0,170-0,305	0,250-0,440	0,380-0,760

СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ, АВТОТРАНСФОРМАТОРЫ, МАСЛЯНЫЕ РЕАКТОРЫ И ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ ДУГОГАСЯЩИЕ РЕАКТОРЫ (ДУГОГАСЯЩИЕ КАТУШКИ)

1.8.16. Маслонаполненные трансформаторы мощностью до 1,6 МВ·А испытываются по пп. 1, 2, 4, 8, 9, 11 - 14.

Маслонаполненные трансформаторы мощностью более 1,6 МВ·А, а также ответственные трансформаторы собственных нужд электростанций независимо от мощности испытываются в полном объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

Сухие и заполненные совтолом трансформаторы всех мощностей испытываются по пп. 1 - 8, 12, 14.

1. **Определение условий включения трансформаторов.** Следует производить в соответствии с инструкцией «Трансформаторы силовые. Транспортирование, разгрузка, хранение, монтаж и ввод в эксплуатацию» (РД 16.363-87).

2. **Измерение характеристик изоляции.** Допустимые значения сопротивления изоляции R_{60} , коэффициент абсорбции R_{60}/R_{15} , тангенс угла диэлектрических потерь и отношения C_2/C_{50} и D/C регламентируются инструкцией по п. 1.

3. **Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:**

а) изоляции обмоток вместе с вводами. Испытательные напряжения приведены в табл. 1.8.11. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты изоляции обмоток маслонаполненных трансформаторов при вводе в эксплуатацию не обязательно.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты изоляции обмоток сухих трансформаторов обязательно и производится по нормам табл. 1.8.11 для аппаратов с облегченной изоляцией.

Импортные трансформаторы разрешается испытывать напряжениями, указанными в табл. 1.8.11, лишь в тех случаях, если они не превышают напряжения, которым данный трансформатор был испытан на заводе.

Таблица 1.8.11. Испытательное напряжение промышленной частоты внутренней изоляции силовых маслонаполненных трансформаторов и реакторов с нормальной изоляцией и трансформаторов с облегченной изоляцией (сухих и маслонаполненных)

	Класс напряжения обмотки, кВ	Испытательное напряжение по отношению к корпусу и другим обмоткам, кВ, для		Класс напряжения обмотки, кВ	Испытательное напряжение по отношению к корпусу и другим обмоткам, кВ, для	
		нормальной	облегченной		нормальной	облегченной
0,69	До	4,5	2,7	35	76,5	-
	3	16,2	9	110	180	-
	6	22,5	15,4	150	207	-
	10	31,5	21,6	220	292,5	-
	15	40,5	33,3	330	414	-
	20	49,5	-	500	612	-

Изоляция импортных трансформаторов, которую поставщик испытал

напряжением ниже указанного в ГОСТ 18472-88, испытывается напряжением, значение которого устанавливается в каждом случае особо.

Испытательное напряжение заземляющих реакторов на напряжение до 35 кВ аналогично приведенным для трансформаторов соответствующего класса.

Изоляция линейного вывода обмотки трансформаторов классов напряжения 110 кВ и выше, имеющих неполную изоляцию нейтрали (испытательное напряжение 85 и 100 кВ), испытывается только индуктированным напряжением, а изоляция нейтрали - приложенным напряжением;

б) изоляции доступных стяжных шпилек, прессующих колец и ярмовых балок. Испытание следует производить в случае осмотра активной части. Испытательное напряжение 1 - 2 кВ. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин.

4. Измерение сопротивления обмоток постоянному току. Производится на всех ответвлениях, если для этого не потребуются выемки сердечника. Сопротивление должно отличаться не более чем на 2 % от сопротивления, полученного на таком же ответвлении других фаз, или от данных завода-изготовителя.

5. Проверка коэффициента трансформации. Производится на всех ступенях переключения. Коэффициент трансформации должен отличаться не более чем на 1% от значений, полученных на том же ответвлении на других фазах, или от данных завода-изготовителя. Для трансформаторов с РПН разница между коэффициентами трансформации не должна превышать значения ступени регулирования.

6. Проверка группы соединения трехфазных трансформаторов и полярности выводов однофазных трансформаторов. Производится при монтаже, если отсутствуют паспортные данные или есть сомнения в достоверности этих данных. Группа соединений должна соответствовать паспортным данным и обозначениям на щитке.

7. Измерение тока и потерь холостого хода. Производится одно из измерений, указанных ниже:

а) при номинальном напряжении. Измеряется ток холостого хода. Значение тока не нормируется;

б) при малом напряжении. Измерение производится с приведением потерь к номинальному напряжению или без приведения (метод сравнения).

8. Проверка работы переключающего устройства и снятие круговой диаграммы. Снятие круговой диаграммы следует производить на всех положениях переключателя. Круговая диаграмма не должна отличаться от снятой на заводе-изготовителе. Проверку срабатывания переключающего устройства и давления контактов следует производить согласно заводским инструкциям.

9. Испытание бака с радиаторами гидравлическим давлением. Производится гидравлическим давлением столба масла, высота которого над уровнем заполненного расширителя принимается: для трубчатых и гладких баков 0,6 м; для баков волнистых, радиаторных или с охладителями 0,3 м.

Продолжительность испытания 3 ч при температуре масла не ниже +10 °С. При испытании не должно наблюдаться течи масла.

10. **Проверка системы охлаждения.** Режим пуска и работы охлаждающих устройств должен соответствовать инструкции завода-изготовителя.

11. **Проверка состояния силикагеля.** Индикаторный силикагель должен иметь равномерную голубую окраску зерен. Изменение цвета свидетельствует об увлажнении силикагеля.

12. **Фазировка трансформаторов.** Должно иметь место совпадение по фазам.

13. **Испытание трансформаторного масла.** Свежее масло перед заливкой вновь вводимых трансформаторов, прибывающих без масла, должно быть испытано по показателям пп. 1, 2, 4 - 12 табл. 1.8.38.

Из трансформаторов, транспортируемых без масла, до начала монтажа следует произвести отбор пробы остатков масла (со дна).

Электрическая прочность остатков масла в трансформаторах напряжением 110 - 220 кВ должна быть не ниже 35 кВ и в трансформаторах напряжением 330 - 500 кВ - не ниже 45 кВ.

Масло из трансформаторов напряжением 110 кВ и выше, транспортируемых с маслом, до начала монтажа испытывается по показателям пп. 1 - 6 и 12 табл. 1.8.38.

Испытание масла из трансформаторов с массой масла более 1 т, прибывающих с маслом, при отсутствии заводского протокола испытания масла перед включением в работу производится по показателям пп. 1 - 11 табл. 1.8.38, а масла из трансформаторов напряжением 110 кВ и выше, кроме того, по п. 12 табл. 1.8.38.

Испытание масла, залитого в трансформатор, перед включением его под напряжение после монтажа производится по показателям пп. 1 - 6 табл. 1.8.38.

При испытании масла из трансформаторов напряжением 110 кВ и выше по показателям пп. 1 - 6 табл. 1.8.38 следует производить и измерение тангенса угла диэлектрических потерь масла. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь масла следует производить также у трансформаторов, имеющих повышенное значение тангенса угла диэлектрических потерь изоляции.

Масло из трансформаторов I и II габаритов, прибывающих на монтаж заполненными маслом, при наличии удовлетворяющих нормам показателей заводского испытания, проведенного не более чем за 6 мес. до включения трансформатора в работу, разрешается испытывать только по показателям пп. 1 и 2 табл. 1.8.38.

14. **Испытание включением толчком на номинальное напряжение.** В процессе 3-5-кратного включения трансформатора на номинальное напряжение не должны иметь место явления, указывающие на неудовлетворительное состояние трансформатора.

Трансформаторы, смонтированные по схеме блока с генератором, рекомендуется включать в сеть под напряжением с нуля.

15. **Испытание вводов.** Следует производить в соответствии с 1.8.31.

16. **Испытание встроенных трансформаторов тока.** Следует производить в соответствии с **1.8.17.**

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

1.8.17. Измерительные трансформаторы испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. Измерение сопротивления изоляции:

а) первичных обмоток. Производится мегаомметром на напряжение 2500 В. Значение сопротивления изоляции не нормируется.

Для трансформаторов тока напряжением 330 кВ типа ТФКН-330 измерение сопротивления изоляции производится по отдельным зонам; при этом значения сопротивления изоляции должны быть не менее приведенных в табл. 1.8.12.

б) вторичных обмоток. Производится мегаомметром на напряжение 500 или 1000 В.

Сопротивление изоляции вторичных обмоток вместе с подсоединенными к ним цепями должно быть не менее 1 МОм.

2. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь изоляции.

Производится для трансформаторов тока напряжением 110 кВ и выше.

Таблица 1.8.12. **Наименьшее допустимое сопротивление изоляции первичных обмоток трансформаторов тока типа ТФКН-330**

Измеряемый участок изоляции			Сопротивление изоляции, МОм
Основная изоляция	относительно	предпоследней обкладки	5000
Измерительный конденсатор (изоляция между предпоследней и последней обкладками)			3000
Наружный слой первичной обмотки (изоляция последней обкладки относительно корпуса)			1000

Таблица 1.8.13. **Наибольший допустимый тангенс угла диэлектрических потерь изоляции трансформаторов тока**

Наименование испытуемого объекта	Тангенс угла диэлектрических потерь, %, при номинальном напряжении, кВ			
	10	50	220	330
Маслонаполненные трансформаторы тока (основная изоляция)	,0	,5	,0	1
Трансформаторы тока типа ТФКН-330:				
основная изоляция относительно				-

предпоследней обкладки	,6	-
Измерительный конденсатор (изоляция между предпоследней и последней обкладками)	,8	-
Наружный слой первичной обмотки (изоляция последней обкладки относительно корпуса)	,2	-

Тангенс угла диэлектрических потерь изоляции трансформаторов тока при температуре +20 °С не должен превышать значений, приведенных в табл. 1.8.13.

3. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:

а) изоляции первичных обмоток. Испытание является обязательным для трансформаторов тока и трансформаторов напряжения до 35 кВ (кроме трансформаторов напряжения с ослабленной изоляцией одного из выводов).

Значения испытательных напряжений для измерительных трансформаторов указаны в табл. 1.8.14.

Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения: для трансформаторов напряжения 1 мин; для трансформаторов тока с керамической, жидкой или бумажно-масляной изоляцией 1 мин; для трансформаторов тока с изоляцией из твердых органических материалов или кабельных масс 5 мин;

б) изоляции вторичных обмоток. Значение испытательного напряжения для изоляции вторичных обмоток вместе с присоединенными к ним цепями составляет 1 кВ. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин.

4. **Измерение тока холостого хода.** Производится для каскадных трансформаторов напряжением 110 кВ и выше на вторичной обмотке при номинальном напряжении. Значение тока холостого хода не нормируется.

5. **Снятие характеристик намагничивания магнитопровода трансформаторов тока.** Следует производить при изменении тока от нуля до номинального, если для этого не требуется напряжение выше 380 В.

Таблица 1.8.14. Испытательное напряжение промышленной частоты для измерительных трансформаторов

Исполнение изоляции измерительного трансформатора	Испытательное напряжение, кВ, при номинальном напряжении, кВ					
	3	6	10	15	20	35
Нормальная	2	2	3	4	5	85,
	1,6	8,8	7,8	9,5	8,5	5
Ослабленная	9	1	2	3	-	-
	4	2	3			

Для трансформаторов тока, предназначенных для питания устройств релейной защиты, автоматических аварийных осциллографов, фиксирующих приборов и т.п., когда необходимо проведение расчетов погрешностей, токов

небаланса и допустимой нагрузки применительно к условиям прохождения токов выше номинального, снятие характеристик производится при изменении тока от нуля до такого значения, при котором начинается насыщение магнитопровода.

При наличии у обмоток ответвлений характеристики следует снимать на рабочем ответвлении.

Снятые характеристики сопоставляются с типовой характеристикой намагничивания или с характеристиками намагничивания других одностипных исправных трансформаторов тока.

6. Проверка полярности выводов (у однофазных) или группы соединения (у трехфазных) измерительных трансформаторов. Производится при монтаже, если отсутствуют паспортные данные или есть сомнения в достоверности этих данных. Полярность и группа соединений должны соответствовать паспортным данным.

7. Измерение коэффициента трансформации на всех ответвлениях. Производится для встроенных трансформаторов тока и трансформаторов, имеющих переключающее устройство (на всех положениях переключателя). Отклонение найденного значения коэффициента от паспортного должно быть в пределах точности измерения.

8. Измерение сопротивления обмоток постоянному току. Производится у первичных обмоток трансформаторов тока напряжением 10 кВ и выше, имеющих переключающее устройство, и у связующих обмоток каскадных трансформаторов напряжения. Отклонение измеренного значения сопротивления обмотки от паспортного или от сопротивления обмоток других фаз не должно превышать 2 %.

9. Испытание трансформаторного масла. Производится у измерительных трансформаторов 35 кВ и выше согласно **1.8.33**.

Для измерительных трансформаторов, имеющих повышенное значение тангенса угла диэлектрических потерь изоляции, следует произвести испытание масла по п. 12 табл. 1.8.38.

У маслонаполненных каскадных измерительных трансформаторов оценка состояния масла в отдельных ступенях производится по нормам, соответствующим номинальному рабочему напряжению ступени (каскада).

10. Испытание емкостных трансформаторов напряжения типа НДЕ. Производится согласно инструкции завода-изготовителя.

11. Испытание вентильных разрядников трансформаторов напряжения типа НДЕ. Производится в соответствии с **1.8.28**.

МАСЛЯНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

1.8.18. Масляные выключатели всех классов напряжения испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. Измерение сопротивления изоляции:

а) подвижных и направляющих частей, выполненных из органических материалов. Производится мегаомметром на напряжение 2,5 кВ.

Сопротивление изоляции не должно быть менее значений, приведенных

ниже:

Номинальное напряжение выключателя, кВ	3-10	15-150	220- 500
Сопротивление изоляции, МОм	1000	3000	5000

б) вторичных цепей, электромагнитов включения и отключения и т.п. производится в соответствии с **1.8.34.**

2. Испытание вводов. Производится в соответствии с **1.8.31.**

3. Оценка состояния внутрибаковой изоляции и изоляции дугогасительных устройств. Производится для выключателей 35 кВ с установленными вводами путем измерения тангенса угла диэлектрических потерь изоляции. Внутрибаковая изоляция подлежит сушке, если измеренное значение тангенса в 2 раза превышает тангенс угла диэлектрических потерь вводов, измеренный при полном исключении влияния внутрибаковой изоляции дугогасительных устройств, т. е. до установки вводов в выключатель.

Таблица 1.8.15. **Испытательное напряжение промышленной частоты для внешней изоляции аппаратов**

Класс напряжения, кВ	Испытательное напряжение, кВ, для аппаратов с изоляцией				
	нормальной керамической	норма из органических материалов	нормальной органической	облег из керамической	облегченной органических материалов
3	24	21,6		13	11,7
6	32	28,8		21	18,9
10	42	37,8		32	28,8
15	55	49,5		48	43,2
20	65	58,5		-	-
35	95	85,5		-	-

4. Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты:

а) изоляции выключателей относительно корпуса или опорной изоляции. Производится для выключателей напряжением до 35 кВ. Испытательное напряжение для выключателей принимается в соответствии с данными табл. 1.8.15. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин;

б) изоляции вторичных цепей и обмоток электромагнитов включения и отключения. Значение испытательного напряжения 1 кВ. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин.

5. Измерение сопротивления постоянному току:

а) контактов масляных выключателей. Измеряется сопротивление токоведущей системы полюса выключателя и отдельных его элементов. Значение сопротивления контактов постоянному току должно соответствовать данным завода-изготовителя;

б) шунтирующих резисторов дугогасительных устройств. Измеренное значение сопротивления должно отличаться от заводских данных не более чем на 3 %.

в) обмоток электромагнитов включения и отключения, значение сопротивлений обмоток должно соответствовать данным заводо-изготовителей.

6. Измерение скоростных и временных характеристик выключателей. Измерение временных характеристик производится для выключателей всех классов напряжения. Измерение скорости включения и отключения следует производить для выключателей 35 кВ и выше, а также независимо от класса напряжения в тех случаях, когда это требуется инструкцией завода-изготовителя. Измеренные характеристики должны соответствовать данным заводо-изготовителей.

7. Измерение хода подвижных частей (траверс) выключателя, вжима контактов при включении, одновременности замыкания и размыкания контактов. Полученные значения должны соответствовать данным заводо-изготовителей.

8. Проверка регулировочных и установочных характеристик механизмов, приводов и выключателей. Производится в объеме и по нормам инструкций заводо-изготовителей и паспортов для каждого типа привода и выключателя.

9. Проверка действия механизма свободного расцепления. Производится на участке хода подвижных контактов при выключении - от момента замыкания первичной цепи выключателя (с учетом промежутка между его контактами, пробиваемого при сближении последних) до полного включения положения. При этом должны учитываться специфические требования, обусловленные конструкцией привода и определяющие необходимость проверки действия механизма свободного расцепления при поднятом до упора сердечнике электромагнита включения или при незаведенных пружинах (грузе) и т.д.

10. Проверка напряжения(давления) срабатывания приводов выключателей. Производится (без тока в первичной цепи выключателя) с целью определения фактических замечаний напряжения на зажимах электромагнитов приводов или давления сжатого воздуха пневмоприводов, при которых выключатели сохраняют работоспособность, т. е. выполняют операции включения и отключения от начала до конца. При этом временные и скоростные характеристики могут не соответствовать нормируемым значениям.

Напряжение срабатывания должно быть на 15 - 20 % меньше нижнего предела рабочего напряжения на зажимах электромагнитов приводов, а давление срабатывания пневмоприводов - на 20 - 30 % меньше нижнего предела рабочего давления. Работоспособность выключателя с пружинным приводом необходимо проверить при уменьшенном натяге включающих пружин согласно указаниям инструкций заводо-изготовителей.

Масляные выключатели должны обеспечивать надежную работу при следующих значениях напряжения на зажимах электромагнитов приводов: при отключении 65 - 120 %, номинального; при включении выключателей 80 - 110 %, номинального (с номинальным током включения до 50 кА) и 85 - 110 %

номинального (с номинальным током включения более 50 кА). Для выключателей с пневмоприводами диапазон изменения рабочего давления должен быть не менее 90 - 110 % номинального. При указанных значениях нижних пределов рабочего напряжения (давления) приводов выключатели (без тока в первичной цепи) должны обеспечивать нормируемые заводами-изготовителями для соответствующих условий временные и скоростные характеристики.

11. Испытание выключателя многократными включениями и отключениями. Многократные опробования масляных выключателей производятся при напряжении на зажимах электромагнитов: включения 110, 100, 80 (85) % номинального и минимальном напряжении срабатывания; отключения 120, 100, 65 % номинального и минимальном напряжении срабатывания.

Количество операций при пониженном и повышенном напряжениях должно быть 3 - 5, а при номинальном напряжении - 10.

Кроме того, выключатели следует подвергнуть 3-5-кратному опробованию в цикле В - О (без выдержки времени), а выключатели, предназначенные для работы в режиме АПВ, также 2-3-кратному опробованию в циклах О-В и О-В-О. Работа выключателя в сложных циклах должна проверяться при номинальном и пониженном до 80 % (85 %) номинального напряжения на зажимах электромагнитов приводов.

12. Испытание трансформаторного масла выключателей. У баковых выключателей всех классов напряжений и малообъемных выключателей 110 кВ и выше испытание масла производится до и после заливки масла в выключатели.

У малообъемных выключателей до 35 кВ масло испытывается до заливки в дугогасительные камеры. Испытание масла производится в соответствии с **1.8.33.**

13. Испытание встроенных трансформаторов тока. Производится в соответствии с **1.8.17.**

ВОЗДУШНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

1.8.19. Воздушные выключатели всех классов напряжения испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

Таблица 1.8.16. **Наименьшее допустимое сопротивление опорной изоляции и изоляции подвижных частей воздушных выключателей**

Испытуемый объект	Сопротивление изоляции, МОм, при номинальном напряжении выключателя, кВ		
	До 15	20 - 35	110 и выше
Опорный изолятор, воздухопровод и тяга (каждое в отдельности), изготовленные из фарфора	1000	5000	5000

Тяга, изготовленная из органических материалов	из	-	3000	-
--	----	---	------	---

1. Измерение сопротивления изоляции:

а) опорных изоляторов, изоляторов гасительных камер и отделителей и изолирующих тяг выключателей всех классов напряжений. Производится мегаомметром на напряжение 2,5 кВ или от источника напряжения выпрямленного тока.

В случае необходимости измерение сопротивления изоляции опорных изоляторов, изоляторов гасительных камер и отделителей следует производить с установкой охранных колец на внешней поверхности.

Сопротивление изоляции должно быть не ниже значений, приведенных в табл. 1.8.16;

б) вторичных цепей, обмоток электромагнитов включения и отключения. Производится в соответствии с **1.8.34.**

2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:

а) изоляции выключателей. Обязательно для выключателей до 35 кВ.

Опорную цельнофарфоровую изоляцию выключателей следует испытывать повышенным напряжением промышленной частоты в соответствии с табл. 1.8.17. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин.

Изоляция выключателей, состоящая из многоэлементных изоляторов, испытывается в соответствии с **1.8.32;**

б) изоляции вторичных цепей и обмоток электромагнитов управления. Производится в соответствии с **1.8.34.**

3. Измерение сопротивления постоянному току:

а) контактов воздушных выключателей всех классов напряжения. Измерению подлежит сопротивление контактов каждого элемента гасительной камеры, отделителя, ножа и т.п. в отдельности. Наибольшие допустимые значения сопротивления контактов воздушных выключателей приведены в табл. 1.8.17.

б) обмоток электромагнитов включения и отключения выключателей. Устанавливается для каждого типа выключателей согласно табл. 1.8.18 или данным завода-изготовителя.

в) делителей напряжения и шунтирующих резисторов выключателя. Для них нормы устанавливаются по данным завода-изготовителя.

Таблица 1.8.17. **Наибольшее допустимое сопротивление постоянному току контактов воздушных выключателей на номинальный ток 2 кА**

Тип	Номи	Сопротивление контактов, мкОм
-----	------	-------------------------------

Тип выключателя	Номинальное напряжение, кВ	Сечение контура полюса	Габаритная ширина камеры	Габаритная ширина элемента гасительной камеры	Ширина (отделителя)	Ширина элемента отделителя
ВВН-110-6	110	20	40	20	40	20
ВВН-154-8	150	60	60	20	60	20
ВВН-220-10	220	00	80	20	80	20
ВВ-500-2000/25	500	00*	-	18	-	18
ВВН-35-2	35	0	-	-	-	-

* Для выключателей с воздушнонаполненным отделителем производятся измерения переходных сопротивлений контактного соединения:

шины, соединяющей гасительную камеру с отделителем (не должно превышать 50 мкОм);

шины, соединяющей две половины отделителя (не должно превышать 80 мкОм);

перехода с аппаратного вывода отделителя на шину, соединяющую фланцы отделителей (не должно превышать 10 мкОм).

Таблица 1.8.18. **Сопротивление постоянному току обмоток электромагнитов воздушных выключателей**

Тип выключателя	Соединение электромагнитов трех фаз	Напряжение, В	Сопротивление обмотки, Ом
ВВН-110-6,	Разделительное или параллельное (электромагниты с форсировкой)	220	1-я обмотка: 10 ± 1,5;
154-8, ВВН-220-10, ВВ-330Б, ВВ-500, ВВМ-500М			2-я обмотка: 45 ± 2,0; обе обмотки: 55 ± 3,5
		110	1-я обмотка: 2,4 ± 0,05;
			2-я обмотка: 11,3 ± 0,55;
			обе обмотки: 13,7 ± 0,55

4. **Проверка характеристик выключателя.** Характеристики выключателя, снятые при номинальном, минимальном и максимальном рабочих давлениях при простых операциях сложного цикла, должны соответствовать

данным завода-изготовителя.

5. **Проверка срабатывания привода выключателя при пониженном напряжении.** Напряжение срабатывания электромагнитов управления при максимальном давлении воздуха в баках 2,06 МПа (21,0 кгс/см²) должно быть не более 65 % номинального.

6. **Испытание выключателя многократным включением и отключением.** Количество операций и сложных циклов, выполняемых каждым выключателем, устанавливается согласно табл. 1.8.19.

Таблица 1.8.19. **Количество операций при испытаниях воздушных выключателей многократными опробованиями**

Наименование операций или цикла	Давление опробования выключателя	Количество выполняемых операций и циклов
Включение и отключение	Минимальное давление срабатывания	3
	Минимальное рабочее давление	3
	Номинальное	3
	Максимальное рабочее	2
Цикл В - О	Минимальное срабатывания	2
	Минимальное рабочее*	2
	Максимальное рабочее*	2
Цикл О - В (АПВ успешное)	Минимальное для АПВ	2
	Номинальное*	2
Цикл О - В - О (АПВ неуспешное)	Минимальное для АПВ	2
	Максимальное рабочее	2

* Должны сниматься осциллограммы работы выключателей.

7. **Испытание конденсаторов делителей напряжения воздушных выключателей.** Производится в соответствии с **1.8.27**.

8. **Проверки хода якоря электромагнита управления.** Ход якоря электромагнитов с форсировкой должен быть равен 8(-1) мм.

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ НАГРУЗКИ

1.8.20. Полностью собранный и отрегулированный выключатель нагрузки испытывается в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. **Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей и обмоток электромагнитов управления.** Производится в соответствии с **1.8.34**.

2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:

а) изоляции выключателя нагрузки. Производится в соответствии с табл. 1.8.15;

б) изоляции вторичных цепей и обмоток электромагнитов управления. Производится в соответствии с **1.8.34**.

3. Измерение сопротивления постоянному току:

а) контактов выключателя. Производится измерение сопротивления токоведущей системы полюса и каждой пары рабочих контактов. Значение сопротивления должно соответствовать данным завода-изготовителя;

б) обмоток электромагнитов управления. Значение сопротивления должно соответствовать данным завода-изготовителя:

4. Проверка действия механизма свободного расцепления. Механизм свободного расцепления проверяется в работе в соответствии с **1.8.18**, п. 9.

5. Проверка срабатывания привода при пониженном напряжении. Производится в соответствии с **1.8.18**, п. 10.

6. Испытание выключателя нагрузки многократным опробованием. Производится в соответствии с **1.8.18**, п. 11.

7. Испытание предохранителей. Производится в соответствии с **1.8.30**.

РАЗЪЕДИНИТЕЛИ, ОТДЕЛИТЕЛИ И КОРОТКОЗАМЫКАТЕЛИ

1.8.21. Полностью собранные и отрегулированные разъединители, отделители и короткозамыкатели всех классов напряжений испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. Измерение сопротивления изоляции:

а) поводков и тяг, выполненных из органических материалов. Производится мегаомметром на напряжение 2,5 кВ. Сопротивление изоляции должно быть не ниже значений, приведенных в **1.8.18**, п. 1, а.

б) многоэлементных изоляторов. Производится в соответствии с **1.8.32**.

в) вторичных цепей и обмоток электромагнитов управления. Производится в соответствии с **1.8.34**.

2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:

а) изоляции разъединителей, отделителей и короткозамыкателей. Производится в соответствии с табл. 1.8.15;

б) изоляции вторичных цепей и обмоток электромагнитов управления. Производится в соответствии с **1.8.34**.

3. Измерение сопротивления постоянному току:

а) контактной системы разъединителей и отделителей напряжением 110 кВ и выше. Измеренные значения должны соответствовать данным заводов-изготовителей или приведенным в табл. **1.8.20**.

б) обмоток электромагнитов управления. Значения сопротивления обмоток должны соответствовать данным заводов-изготовителей.

Таблица 1.8.20. **Наибольшее допустимое сопротивление постоянному току контактной системы разъединителей и отделителей**

Тип разъединителя (отделителя)	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Сопротивление, мкОм
РОНЗ	400-500	2000	200
РЛН	110-220	600	220
Остальные типы	110-500	600	175
		1000	120
		1500-2000	50

Таблица 1.8.21. **Нормы вытягивающих усилий подвижных контактов из неподвижных (для одного ножа) для разъединителей и отделителей**

Тип аппарата	Номинальный ток, А	Усилие, Н (кгс)
<i>Разъединители</i>		
РВК-10	3000; 4000; 5000	490-540 (50-55)
РВК-20	5000; 6000	490-540 (50-55)
	7000	830-850 (85-87)
РВ(3)-20	400	118-157 (12-16)
РВ(3)-35	600	137-176 (14-18)
	1000	176-225 (18-23)
РЛНД-110	600	157-176 (16-18)
	1000	176-196 (18-20)
<i>Отделители</i>		
ОД-110М; ОД-150М	600	157-176 (16-18)
ОД-220М	1000	176-196 (18-20)

Таблица 1.8.22. **Наибольшее допустимое время отключения отделителей и включения короткозамыкателей**

Тип аппарата	Время отключения, не более, с	Тип аппарата	Время включения, не более, с
<i>Отделители</i>		<i>Короткозамыкатели</i>	
ОД-35	0,5	КЗ-35	0,4

	ОД-110	0,7-0,9	КЗ-110	0,4
110М	ОД-	0,5	КЗ-110М	0,35
	ОД-150	1,0	КЗ-220, КЗ-150	0,5
150М	ОД-	0,7	КЗ-150М	0,4
	ОД-220	1,0	КЗ-220М	0,4
220М	ОД-	0,7		

4. Измерение вытягивающих усилий подвижных контактов из неподвижных. Производится у разъединителей и отделителей 35 кВ, а в электроустановках энергосистем - независимо от класса напряжения. Измерение значения вытягивающих усилий при обезжиренном состоянии контактных поверхностей должны соответствовать данным завода-изготовителя, а при их отсутствии - данным, приведенным в табл. 1.8.21.

Кроме указанных в табл. 1.8.21 норм для разъединителей наружной установки 35 - 220 кВ на номинальные токи 630 - 2000 А заводом-изготовителем установлена общая норма вытягивающего усилия на пару ламелей 78,5 - 98 Н (8-10 кгс).

5. Проверка работы. Проверку аппаратов с ручным управлением следует производить путем выполнения 10 - 15 операций включения и отключения. Проверка аппаратов с дистанционным управлением производится путем выполнения 25 циклов включения и отключения при номинальном напряжении управления и 5 - 10 циклов включения и отключения при пониженном до 80 % номинального напряжения на зажимах электромагнитов (электродвигателей) включения и отключения.

6. Определение временных характеристик. Производится у короткозамыкателей при включении и у отделителей при отключении. Измеренные значения должны соответствовать данным завода-изготовителя, а при их отсутствии - данным, приведенным в табл. 1.8.22.

КОМПЛЕКТНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ВНУТРЕННЕЙ И НАРУЖНОЙ УСТАНОВКИ (КРУ И КРУН)

1.8.22. Комплектные распределительные устройства после монтажа на месте установки испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

Нормы испытаний элементов КРУ: масляных выключателей, измерительных трансформаторов, выключателей нагрузки, вентильных разрядников, предохранителей, разъединителей, силовых трансформаторов и трансформаторного масла - приведены в соответствующих параграфах настоящей главы.

1. Измерение сопротивления изоляции:

а) первичных цепей. Производится мегаомметром на напряжение 2,5 кВ.

Сопротивление изоляции полностью собранных первичных цепей КРУ с установленными в них узлами и деталями, которые могут оказать влияние на результаты испытаний, должно быть не менее 1000 МОм.

При неудовлетворительных результатах испытаний измерение сопротивления производится поэлементно, при этом сопротивление изоляции каждого элемента должно быть не менее 1000 МОм;

б) вторичных цепей. Производится мегаомметром на напряжение 0,5 - 1 кВ. Сопротивление изоляции каждого присоединения вторичных цепей со всеми присоединенными аппаратами (реле, приборами, вторичными обмотками трансформаторов тока и напряжения и т.п.) должно быть не менее 1 МОм.

2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:

а) изоляции первичных цепей ячеек КРУ и КРУН. Испытательное напряжение полностью смонтированных ячеек КРУ и КРУН при вкоченных в рабочее положение тележках и закрытых дверях указано в табл. 1.8.23.

Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения для ячеек с керамической изоляцией 1 мин; для ячеек с изоляцией из твердых органических материалов 5 мин;

б) изоляции вторичных цепей. Производится напряжением 1 кВ. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин.

Таблица 1.8.23. Испытательное напряжение промышленной частоты изоляции ячеек КРУ и КРУН

Клас с напряжения, кВ	Испытательное напряжение, кВ, ячейки с напряжением, изоляцией		Клас сс напряжения, кВ	Испытательное напряжение, кВ, ячейки с напряжением, изоляцией	
	керам ической	из твердых органических материалов		керам ической	из твердых органических материалов
3	24	21,6	15	55	49,5
6	32	28,8	20	65	58,5
10	42	37,8	35	95	85,5

Таблица 1.8.24. Наибольшее допустимое сопротивление постоянному току контактов КРУ и КРУН

Измеряемый объект	Сопротивление, Ом
Соединения сборных шин (выборочно)	Не должно превышать более чем в 1,2 раза сопротивление участка шин той же длины без соединения
Разъемные соединения первичной цепи (выборочно, если позволяет конструкция КРУ)	Определяется заводскими инструкциями. Для КРУ, у которых инструкции не нормируют сопротивление, их сопротивление должно быть не более, мКОм:

	для контактов 400 А - 75
	» 600 А - 60
	» 900 А - 50
	» 1200 А - 40
Разъединяющие контакты вторичной силовой цепи (выборочно, только для контактов скользящего типа)	Сопротивление контактов должно быть не более 4000 мкОм

3. **Измерение сопротивления постоянному току.** Сопротивление разъемных и болтовых соединений постоянному току должно быть не более значений, приведенных в табл. 1.8.24.

4. **Механические испытания.** Производятся в соответствии с инструкциями завода-изготовителя. К механическим испытаниям относятся:

а) вкатывание и выкатывание выдвигаемых элементов с проверкой взаимного вхождения разъединяющих контактов, а также работы шторок, блокировок, фиксаторов и т.п.;

б) измерение контактного нажатия разъемных контактов первичной цепи;

в) проверка работы и состояния контактов заземляющего разъединителя.

КОМПЛЕКТНЫЕ ЭКРАНИРОВАННЫЕ ТОКОПРОВОДЫ С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ И ШИНОПРОВОДЫ

1.8.23. Объем и нормы испытаний оборудования, присоединенного к токопроводу и шинопроводу (генератор, силовые и измерительные трансформаторы и т.п.) приведены в соответствующих параграфах настоящей главы.

Полностью смонтированные токопроводы испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. **Испытание повышенным напряжением промышленной частоты.** Испытательное напряжение изоляции токопровода при отсоединенных обмотках генератора, силовых трансформаторов и трансформаторов напряжения устанавливается согласно табл. 1.8.25.

Таблица 1.8.25. **Испытательное напряжение промышленной частоты для изоляции токопровода**

Класс напряжения, кВ	Испытательное напряжение, кВ, токопровода с изоляцией	
	фарфоровой	смешанной (керамической и из твердых органических материалов)
6	32	28,8
10	42	37,8
15	55	49,5

20	65	58,5
----	----	------

Длительность приложения нормированного испытательного напряжения к токопроводу с чисто фарфоровой изоляцией 1 мин. Если изоляция токопровода содержит элементы из твердых органических материалов, продолжительность приложения испытательного напряжения 5 мин.

2. Проверка качества выполнения болтовых и сварных соединений. Выборочно проверяется затяжка болтовых соединений токопровода.

Если монтаж токопровода осуществлялся в отсутствие заказчика производится выборочная разборка 1 - 2 болтовых соединений токопровода с целью проверки качества выполнения контактных соединений.

Сварные соединения подвергаются осмотру в соответствии с инструкцией по сварке алюминия или при наличии соответствующей установки - контролю методом рентгено- или гаммадефектоскопии или другим рекомендованным заводом-изготовителем способом.

3. Проверка состояния изоляционных прокладок. Производится у токопроводов, кожухи которых изолированы от опорных металлоконструкций. Проверка целостности изоляционных прокладок осуществляется путем сравнительных измерений падения напряжения на изоляционных прокладках секции фазы или измерения тока, проходящего в металлоконструкциях между станинами секций.

4. Осмотр и проверка устройства искусственного охлаждения токопровода. Производится согласно инструкции завода-изготовителя.

СБОРНЫЕ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ШИНЫ

1.8.24. Шины испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом: на напряжение до 1 кВ - по пп. 1, 3 - 5; на напряжение выше 1 кВ - по пп. 2 - 6.

1. **Измерение сопротивления изоляции.** Производится мегаомметром на напряжение 1 кВ. Сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм.

2. **Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты:**

а) опорных одноэлементных изоляторов. Керамические одноэлементные опорные изоляторы внутренней и наружной установок испытываются в соответствии с **1.8.32**;

б) опорных многоэлементных и подвесных изоляторов. Штыревые и подвесные изоляторы испытываются согласно **1.8.32**, п. 2, б.

3. **Проверка качества выполнения болтовых контактных соединений шин.** Производится выборочная проверка качества затяжки контактов и вскрытие 2 - 3 % соединений. Измерение переходного сопротивления контактных соединений следует производить выборочно у сборных и соединительных шин на 1000 А и более на 2 - 3 % соединений. Падение напряжения или сопротивление на участке шины (0,7 - 0,8 м) в месте контактного соединения не должно превышать падения напряжения или сопротивления участка шин той же длины и того же сечения более чем в 1,2

раза.

4. Проверка качества выполнения опрессованных контактных соединений шин. Опрессованные контактные соединения бракуются, если:

а) их геометрические размеры (длина и диаметр спрессованной части) не соответствуют требованиям инструкции по монтажу соединительных зажимов данного типа;

б) на поверхности соединителя или зажима имеются трещины, следы значительной коррозии и механических повреждений;

в) кривизна спрессованного соединителя превышает 3 % его длины;

г) стальной сердечник спрессованного соединителя расположен несимметрично.

Следует произвести выборочное измерение переходного сопротивления 3 - 5 % опрессованных контактных соединений.

Падение напряжения или сопротивление на участке соединения не должно превышать падения напряжения или сопротивления на участке провода той же длины более чем в 1,2 раза.

5. Контроль сварных контактных соединений. Сварные контактные соединения бракуются, если непосредственно после выполнения сварки будут обнаружены:

а) пережог провода наружного навива или нарушение сварки при перегибе соединенных проводов;

б) усадочная раковина в месте сварки глубиной более $\frac{1}{3}$ диаметра провода.

6. Испытание проходных изоляторов. Производится в соответствии с **1.8.31.**

СУХИЕ ТОКОГРАНИЧИВАЮЩИЕ РЕАКТОРЫ

1.8.25. Сухие токоограничивающие реакторы должны быть испытаны в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно болтов крепления. Производится мегаомметром на напряжение 1 - 2,5 кВ. Сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм.

2. Испытание фарфоровой опорной изоляции реакторов повышенным напряжением промышленной частоты. Испытательное напряжение опорной изоляции полностью собранного реактора устанавливается согласно табл. 1.8.26.

Таблица 1.8.26. **Испытательное напряжение промышленной частоты фарфоровой опорной изоляции сухих токоограничивающих реакторов и предохранителей**

Класс напряжения реактора, кВ			0	5	0	5
Испытательное напряжение, кВ	4	2	2	5	5	5

Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин.

Испытание опорной изоляции сухих реакторов повышенным напряжением промышленной частоты может производиться совместно с изоляторами ошиновки ячейки.

СТАТИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕЛЕЙ

1.8.26. Комплектные статические преобразователи испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом: ионные неререверсивные - по пп. 1 - 8, 10, 11; ионные реверсивные - по пп. 1 - 11; полупроводниковые управляемые неререверсивные - по пп. 1 - 4, 6 - 8, 10, 11; полупроводниковые управляемые реверсивные - по пп. 1 - 4, 6 - 11; полупроводниковые неуправляемые - по пп. 1 - 4, 7, 10, 11.

Настоящий параграф не распространяется на тиристорные возбудители синхронных генераторов и компенсаторов.

1. **Измерение сопротивления изоляции элементов и цепей преобразователя.** Следует производить в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

2. **Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:**

а) изоляция узлов и цепей ионного преобразователя и преобразовательного трансформатора должна выдержать в течение 1 мин испытательное напряжение промышленной частоты. Значения испытательного напряжения приведены в табл. 1.8.27, где U_d - напряжение холостого хода преобразовательного агрегата.

Испытательные напряжения между катодом и корпусом вентиля относятся к преобразователям с изолированным катодом.

Таблица 1.8.27. **Испытательное напряжение промышленной частоты для элементов и цепей статических преобразователей**

Испытуемые узлы к цепи преобразователя	Узлы, по отношению к которым испытывают изоляцию	Испытательное напряжение, В, для схем	
		нулевых	мостовых
<i>Преобразователи</i>			
Цепи, связанные с анодами	Заземленные детали	$2,25 U_d + 3750$	$1,025 U_d + 3750$
Катоды и корпуса вентиля и цепи, связанные с катодами, расположенными в шкафах	То же	$1,5 U_d + 750$	$1,025 U_d + 3750$
Рамы	» »	-	$1,5 U_d + 750$

Вторичные обмотки	Первичные обмотки	1,5 U_d + 750	1,025 $U_d + 3750$
вспомогательных трансформаторов и цепи, связанные с ними	вспомогательных трансформаторов и цепи, связанные с ними, а также заземленные детали	(но не менее 2250 В)	
<i>Преобразовательные трансформаторы</i>			
Вентильные обмотки и их выводы	Корпус и другие обмотки	2,25 $U_d + 3750$	1,025 $U_d + 3750$
Уравнительные реакторы (обмотки и выводы) и вторичные обмотки утроителей частоты	Корпус	2,25 $U_d + 3750$	-
Ветви уравнительного реактора	Один по отношению к другому	1,025 $U_d + 750$	-
Анодные делители (обмотки и выводы)	Корпус или заземленные детали	2,25 $U_d + 3750$	1,025 $U_d + 3750$

Для встречно-параллельных схем преобразователей для электропривода и преобразователей с последовательным соединением вентилях в каждой фазе катоды и корпуса вентилях, а также цепи, связанные с катодами, должны испытываться напряжением $2,25 U_d + 3500$;

б) изоляция узлов и цепей полупроводникового преобразователя (силовые цепи - корпус и силовые цепи - цепи собственных нужд) должна выдержать в течение 1 мин испытательное напряжение промышленной частоты, равное 1,8 кВ или указанное заводом-изготовителем.

Силовые цепи переменного и выпрямленного напряжения на время испытания должны быть электрически соединены между собой.

3. Проверка всех видов защит преобразователя. Пределы срабатывания защит должны соответствовать расчетным проектным данным.

4. Испытание преобразовательного трансформатора и реакторов. Производится в соответствии с **1.8.16**.

5. Проверка зажигания. Зажигание должно происходить четко, без длительной пульсации системы зажигания.

6. Проверка фазировки. Фаза импульсов управления должна соответствовать фазе анодного напряжения в диапазоне регулирования.

7. Проверка системы охлаждения. Разность температур воды на входе и выходе системы охлаждения ртутного преобразователя должна соответствовать данным завода-изготовителя.

Скорость охлаждающего воздуха полупроводникового преобразователя с принудительным воздушным охлаждением должна соответствовать данным завода-изготовителя.

8. **Проверка диапазона регулирования выпрямленного напряжения.** Диапазон регулирования должен соответствовать данным завода-изготовителя, изменение значения выпрямленного напряжения должно происходить плавно. Снятие регулировочной характеристики производится при работе преобразователя на нагрузку не менее 0,1 номинальной. Характеристики нагрузки, применяемой при испытаниях, должны соответствовать характеристикам нагрузки, для которой предусмотрен преобразователь.

9. **Измерение статического уравнивающего тока.** Измерение следует производить во всем диапазоне регулирования. Уравнивающий ток не должен превосходить предусмотренного проектом.

10. **Проверка работы преобразователя под нагрузкой (для регулируемых преобразователей во всем диапазоне регулирования).** При этом производится проверка равномерности распределения токов по фазам и вентилям. Неравномерность не должна приводить к перегрузкам какой-либо фазы или вентиля преобразователя.

11. **Проверка параллельной работы преобразователей.** Должно иметь место устойчивое распределение нагрузки в соответствии с параметрами параллельно работающих выпрямительных агрегатов.

БУМАЖНО-МАСЛЯНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ

1.8.27. Бумажно-масляные конденсаторы связи, отбора мощности, делительные конденсаторы, конденсаторы продольной компенсации и конденсаторы для повышения коэффициента мощности испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом; конденсаторы для повышения коэффициента мощности напряжением ниже 1 кВ - по пп. 1, 4, 5; конденсаторы для повышения коэффициента мощности напряжением 1 кВ и выше - по пп. 1, 2, 4, 5; конденсаторы связи, отбора мощности и делительные конденсаторы - по пп. 1 - 4.

Таблица 1.8.28. **Наибольшее допустимое отклонение емкости конденсаторов**

Наименование или тип конденсатора	Допустимое отклонение, %
Конденсаторы для повышения коэффициента мощности напряжением:	
до 1050 В	± 10
выше 1050 В	+10
	- 5
Конденсаторы типов:	
СМР-66 / , СМР-110 /	+10
	- 5
СМР-166 / , СМР-133 / , ОМР-15	± 5
ДМР-80, ДМРУ-80, ДМРУ-60, ДМРУ-55, ДМРУ-110	± 10

Таблица 1.8.29. **Испытательное напряжение промышленной частоты конденсаторов для повышения коэффициента мощности**

Испытуемая изоляция	Испытательное напряжение, кВ, для конденсаторов с рабочим напряжением, кВ						
	22	38	50	66	115	130	10,5
Между обкладками	42	72	95	125	19	1,8	20
Относительно корпуса	1	1	1	1	1	5,3	21,3

Таблица 1.8.30. **Испытательное напряжение промышленной частоты для конденсаторов связи, отбора мощности и делительных конденсаторов**

Тип конденсатора	Испытательное напряжение элементов конденсатора, к В
СМР-66 /	90
СМР-110 /	193,5
СМР-166 /	235,8
ОМР-15	49,5
ДМР-80, ДМРУ-80, ДМРУ-60, ДМРУ-55	144
ДМРУ-110	252

1. **Измерение сопротивления изоляции.** Производится мегаомметром на напряжение 2,5 кВ. Сопротивление изоляции между выводами и относительно корпуса конденсатора и отношение R_{60}/R_{15} не нормируются.

2. **Измерение емкости.** Производится при температуре 15 - 35 °С. Измеренная емкость должна соответствовать паспортным данным с учетом погрешности измерения и приведенных в табл. 1.8.28. допусков.

Таблица 1.8.31. **Испытательное напряжение для конденсаторов продольной компенсации**

Тип конденсатора	Испытательное напряжение, кВ	
	промышленной частоты относительно корпуса	постоянного тока между обкладками конденсатора
КПМ-0,6-50-1	16,2	4,2
КПМ-0,6-25-1	16,2	4,2
КМП-1-50-1	16,2	7,0
КМП-1-50-1-1	-	7,0

3. **Измерение тангенса угла диэлектрических потерь.** Производится для конденсаторов связи, конденсаторов отбора мощности и

делительных конденсаторов. Измеренные значения тангенса угла диэлектрических потерь для конденсаторов всех типов при температуре 15 - 35 °С не должны превышать 0,4 %.

4. Испытание повышенным напряжением. Испытательные напряжения конденсаторов для повышения коэффициента мощности приведены в табл. 1.8.29; для конденсаторов связи, конденсаторов отбора мощности и делительных конденсаторов - в табл. 1.8.30 и конденсаторов продольной компенсации - в табл. 1.8.31.

Продолжительность приложения испытательного напряжения 1 мин.

При отсутствии источника тока достаточной мощности испытания повышенным напряжением промышленной частоты могут быть заменены испытанием выпрямленным напряжением удвоенного значения по отношению к указанному в табл. 1.8.29 - 1.8.31.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты относительно корпуса изоляции конденсаторов, предназначенных для повышения коэффициента мощности (или конденсаторов продольной компенсации) и имеющих вывод, соединенный с корпусом, не производится.

5. Испытание батареи конденсаторов трехкратным включением. Производится включением на номинальное напряжение с контролем значений токов по каждой фазе. Токи в различных фазах должны отличаться один от другого не более чем на 5 %.

ВЕНТИЛЬНЫЕ РАЗРЯДНИКИ

1.8.28. Вентильные разрядники после установки на месте монтажа испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. Измерение сопротивления элемента разрядника. Производится мегаомметром на напряжение 2,5 кВ. Сопротивление изоляции элемента не нормируется. Для оценки изоляции сопоставляются измеренные значения сопротивлений изоляции элементов одной и той же фазы разрядника; кроме того, эти значения сравниваются с сопротивлением изоляции элементов других фаз комплекта или данными завода-изготовителя.

Таблица 1.8.32. **Ток проводимости (утечки) элементов вентильных разрядников**

Тип разрядника или его элементов	Выпрямленное напряжение, приложенное элементу разрядника, кВ	Ток проводимости элемента разрядника, мкА	Верхний предел тока утечки, мкА	Ве
PBVM-3		400	-	-
PBVM-6		620		
PBVM-10				
PBC-15		400	-	-
PBC-20		620		

PBC-33, PBC-35					
PBO-35	42		70	-	-
		130			
PBM-3	4		380	-	-
		450			
PBM-6	6		120	-	-
		220			
PBM-10	10		200	-	-
		280			
PBM-15	18		500	-	-
		700			
PBM-20	24		500	-	-
		700			
PBP-3	4		-		10
PBP-6	6		-		10
PBP-10	10		-		10
Элемент разрядников PBMГ-110, PBMГ-150, PBMГ-220, PBMГ-330, PBMГ-500	30		9	-	-
		1300			
Основной элемент разрядника серии PBMK	18		900	-	-
		1300			
Искровой элемент разрядника серии PBMK	28		900	-	-
		1300			
Основной элемент разрядников PBMK-330П, PBMK- 500П	24		900	-	-
		1300			

Таблица 1.8.33. **Пробивное напряжение искровых промежутков элементов вентильных разрядников при промышленной частоте**

Тип элемента	Пробивное напряжение, кВ
220	
Элемент разрядников PBMГ-110, PBMГ-150, PBMГ-	59-73
Элемент разрядников PBMГ-330, PBMГ-500	60-75
500	
Основной элемент разрядников PBMK-330, PBMK-	40-53
Искровой элемент разрядников PBMK-330, PBMK- 500, PBMK-500П	70-85
Основной элемент разрядников PBMK-500П	43-54

2. **Измерение тока проводимости (тока утечки).** Допустимые токи проводимости (токи утечки) отдельных элементов вентильных разрядников приведены в табл. 1.8.32.

3. **Измерение пробивных напряжений при промышленной**

частоте. Пробивное напряжение искровых промежутков элементов вентильных разрядников при промышленной частоте должно быть в пределах значений, указанных в табл. 1.8.33.

Измерение пробивных напряжений промышленной частоты разрядников с шунтирующими резисторами допускается производить на испытательной установке, позволяющей ограничивать ток через разрядник до 0,1 А и время приложения напряжения до 0,5 с.

ТРУБЧАТЫЕ РАЗРЯДНИКИ

1.8.29. Трубчатые разрядники испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. **Проверка состояния поверхности разрядника.** Производится путем осмотра перед установкой разрядника на опору. Наружная поверхность разрядника не должна иметь трещин и отслоений.

2. **Измерение внешнего искрового промежутка.** Производится на опоре установки разрядника. Искровой промежуток не должен отличаться от заданного.

3. **Проверка расположения зон выхлопа.** Производится после установки разрядников. Зоны выхлопа не должны пересекаться и охватывать элементы конструкций и проводов, имеющих потенциал, отличающийся от потенциала открытого конца разрядника.

ПРЕДОХРАНИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1 кВ

1.8.30. Предохранители выше 1 кВ испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. **Испытание опорной изоляции предохранителей повышенным напряжением промышленной частоты.** Испытательное напряжение устанавливается согласно табл. 1.8.26.

Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин. Испытание опорной изоляции предохранителей повышенным напряжением промышленной частоты может производиться совместно с испытанием изоляторов ошиновки ячейки.

2. **Проверка целостности плавких вставок и токоограничивающих резисторов и соответствия их проектным данным.** Плавкие вставки и токоограничивающие резисторы должны быть калиброванными и соответствовать проектным данным. У предохранителей с кварцевым песком дополнительно проверяется целостность плавкой вставки.

ВВОДЫ И ПРОХОДНЫЕ ИЗОЛЯТОРЫ

1.8.31. Вводы и проходные изоляторы испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. **Измерение сопротивления изоляции.** Производится мегаомметром на напряжение 1 - 2,5 кВ у вводов с бумажно-масляной изоляцией. Измеряется сопротивление изоляции измерительной и последней обкладок вводов относительно соединительной втулки. Сопротивление изоляции должно быть не менее 1000 МОм.

Таблица 1.8.34. **Наибольший допустимый тангенс угла диэлектрических потерь основной изоляции и изоляции измерительного конденсатора вводов и проходных изоляторов при температуре + 20 °С**

Наименование объекта испытания и вид основной изоляции	Тангенс угла диэлектрических потерь, %, при номинальном напряжении, кВ					
	-15	0-35	0-110	50-220	30	500
Маслонаполненные вводы и проходные изоляторы с изоляцией:						
маслобарьерной		,0	,0	,0	,0	1,0
бумажно-масляной *			,0	,8	,7	0,5
Вводы и проходные изоляторы с бакелитовой изоляцией (в том числе маслонаполненные)	,0	,0	,0			-

* У трехзажимных вводов помимо измерения основной изоляции должен производиться и контроль изоляции отводов от регулировочной обмотки. Тангенс угла диэлектрических потерь изоляции отводов должен быть не более 2,5 %.

2. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь. Производится у вводов и проходных изоляторов с внутренней основной маслобарьерной, бумажно-масляной и бакелитовой изоляцией. Тангенс угла диэлектрических потерь вводов и проходных изоляторов не должен превышать значений, указанных в табл. 1.8.34.

У вводов и проходных изоляторов, имеющих специальный вывод к потенциометрическому устройству (ПИН), производится измерение тангенса угла диэлектрических потерь основной изоляции и изоляции измерительного конденсатора. Одновременно производится и измерение емкости.

Браковочные нормы по тангенсу угла диэлектрических потерь для изоляции измерительного конденсатора те же, что и для основной изоляции.

У вводов, имеющих измерительный вывод от обкладки последних слоев изоляции (для измерения угла диэлектрических потерь), рекомендуется измерять тангенс угла диэлектрических потерь этой изоляции.

Измерение тангенса угла диэлектрических потерь производится при напряжении 3 кВ.

Для оценки состояния последних слоев бумажно-масляной изоляции вводов и проходных изоляторов можно ориентироваться на средние опытные значения тангенса угла диэлектрических потерь: для вводов 110 - 115 кВ - 3 %; для вводов 220 кВ - 2 % и для вводов 330 - 500 кВ - предельные значения

тангенса угла диэлектрических потерь, принятые для основной изоляции.

Таблица 1.8.35. **Испытательное напряжение промышленной частоты вводов и проходных изоляторов**

Номинальное напряжение, кВ	Испытательное напряжение, кВ		
	Керамические изоляторы, испытываемые отдельно	Аппаратные вводы и проходные изоляторы с основной керамической или жидкой изоляцией	Аппаратные вводы и проходные изоляторы с основной бакелитовой изоляцией
3	25	24	21,6
6	32	32	28,8
10	42	42	37,8
15	57	55	49,5
20	68	65	58,5
35	100	95	85,5

3. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты. Испытание является обязательным для вводов и проходных изоляторов на напряжении до 35 кВ.

Испытательное напряжение для проходных изоляторов и вводов, испытываемых отдельно или после установки в распределительном устройстве на масляный выключатель и т.п., принимается согласно табл. 1.8.35.

Испытание вводов, установленных на силовых трансформаторах, следует производить совместно с испытанием обмоток последних по нормам, принятым для силовых трансформаторов (см. табл. 1.8.11).

Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения для вводов и проходных изоляторов с основной керамической, жидкой или бумажно-масляной изоляцией 1 мин, а с основной изоляцией из бакелита или других твердых органических материалов 5 мин. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения для вводов, испытываемых совместно с обмотками трансформаторов, 1 мин.

Ввод считается выдержавшим испытание, если при этом не наблюдалось пробоя, перекрытия, скользящих разрядов и частичных разрядов в масле (у маслонаполненных вводов), выделений газа, а также, если после испытания не обнаружено местного перегрева изоляции.

4. Проверка качества уплотнения вводов. Производится для негерметичных маслонаполненных вводов напряжением 110 - 500 кВ с бумажно-масляной изоляцией путем создания в них избыточного давления масла 98 кПа (1 кг/см²). Продолжительность испытания 30 мин. При испытании не должно наблюдаться признаков течи масла.

5. Испытание трансформаторного масла из маслонаполненных вводов. Для вновь заливаемых вводов масло должно испытываться в соответствии с **1.8.33.**

После монтажа производится испытание залитого масла по показателям

пп. 1 - 6 табл. 1.8.38, а для вводов, имеющих повышенный тангенс угла диэлектрических потерь, и вводов напряжением 220 кВ и выше, кроме того, измерение тангенса угла диэлектрических потерь масла. Значения показателей должны быть не хуже приведенных в табл. 1.8.38, а значения тангенса угла диэлектрических потерь - не более приведенных в табл. 1.8.36.

Таблица 1.8.36. **Наибольший допустимый тангенс угла диэлектрических потерь масла в маслонаполненных вводах при температуре +70 °С**

Конструкция ввода	Тангенс угла диэлектрических потерь, % для напряжения вводов, кВ			
	110 - 220		330 - 500	
	Масло марки Т-750	Масло прочих марок	Масло марки Т-750	Масло прочих марок
Маслоба рьерный	-	7	-	7
Бумажно- масляный:				
негермет ичный	5	7	3	5
герметич ный	5	7	3	5

ФАРФОРОВЫЕ ПОДВЕСНЫЕ И ОПОРНЫЕ ИЗОЛЯТОРЫ

1.8.32. Фарфоровые подвесные и опорные изоляторы испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

Для опорно-стержневых изоляторов испытание повышенным напряжением промышленной частоты не обязательно.

Электрические испытания стеклянных подвесных изоляторов не производятся. Контроль их состояния осуществляется путем внешнего осмотра.

1. Измерение сопротивления изоляции подвесных и многоэлементных изоляторов. Производится мегаомметром на напряжение 2,5 кВ только при положительных температурах окружающего воздуха. Проверку изоляторов следует производить непосредственно перед их установкой в распределительных устройствах и на линиях электропередачи. Сопротивление изоляции каждого подвесного изолятора или каждого элемента штыревого изолятора должно быть не менее 300 МОм.

2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:

а) опорных одноэлементных изоляторов. Для этих изоляторов внутренней и наружной установок значения испытательного напряжения приводятся в табл. 1.8.37.

Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин;

прочность масла, кВ, определяемая в стандартном сосуде, для трансформаторов и изоляторов напряжением:										
до 15 кВ	0	0	3	0	-	5	5	5		
выше 15 до 35 кВ	5	5	3	5	-	0	0	0		
от 60 до 220 кВ	5	5	4	5	-	0	0	0		
от 330 до 500 кВ	5		-	5	55	0	0	0	0	
2. Содержание механических примесей	Отсутствие (визуально)									
3. Содержание взвешенного угля в трансформаторах и выключателях	Отсутствие									
4. Кислотное число, мг КОН на 1 г масла, не более	,02	2	0,0	,03	1	0,0	,02	,02	,03	,01
5. Реакция водной вытяжки	Нейтральная									
6. Температура вспышки, °С, не ниже	35	0	15	35	5	13	35	50	35	35
7. Кинематическая вязкость, $1 \cdot 10^{-6}$ м ² /с, не более:										
при 20 °С			28	0		-				
при 50 °С	,0		9,0	,0		9,0				
8. Температура застывания, °С, не выше ¹	45		-45	45		-53				
9. Натровая проба, баллы, не более			1			1				
10. Прозрачность при +5 °С	Прозрачно									

11. Общая стабильность против окисления (по ГОСТ 981-75*):	Общая против,01	От сутствие	,03	От сутствие				
количество осадка после окисления, %, не более								
кислотное число окисленного масла, мг КОН на 1 г масла, не более	,1	0,1	,3	3	0,0			
12. Тангенс угла диэлектрических потерь, %, не более ² :								
при 20 °С	,2	0,2	,05	-	,4	,4	,1	
при 70 °С	,5	2,0	,7	0,3	,0	,5	,0	,5
при 90 °С		-	,5	0,5			,0	,7

¹ Проверка не обязательна для трансформаторов, устанавливаемых в районах с умеренным климатом.

² Нормы тангенса угла диэлектрических потерь масла в маслонаполненных вводах см. в табл. 1.8.36.

2. Анализ масла перед включением оборудования. Масло, отбираемое из оборудования перед его включением под напряжением после монтажа, подвергается сокращенному анализу в объеме, предусмотренном в пп. 1-6 табл. 1.8.38, а для оборудования 110 кВ и выше, кроме того по п. 12 табл. 1.8.38.

3. Испытание масла из аппаратов на стабильность при его смешивании. При заливке в аппараты свежих кондиционных масел разных марок смесь проверяется на стабильность в пропорциях смешения, при этом стабильность смеси должна быть не хуже стабильности одного из смешиваемых масел, обладающего наименьшей стабильностью. Проверка стабильности смеси масел производится только в случае смешения ингибированного и неингибированного масел.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ, ВТОРИЧНЫЕ ЦЕПИ И ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 кВ

1.8.34. Электрические аппараты и вторичные цепи схем защит, управления, сигнализации и измерения испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом. Электропроводки напряжением до 1 кВ от распределительных пунктов до электроприемников испытываются по п. 1.

1. **Измерение сопротивления изоляции.** Сопротивление изоляции должно быть не менее значений, приведенных в табл. 1.8.39.

2. **Испытание повышенным напряжением промышленной частоты.** Испытательное напряжение для вторичных цепей схем защиты, управления, сигнализации и измерения со всеми присоединительными аппаратами (автоматические выключатели, магнитные пускатели, контакторы, реле, приборы и т.п.) 1 кВ. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин.

3. **Проверка действия максимальных, минимальных или независимых расцепителей автоматических выключателей.** Производится у автоматических выключателей с номинальным током 200 А и более. Пределы действия расцепителей должны соответствовать заводским данным.

4. **Проверка работы автоматических выключателей и контакторов при пониженном и номинальном напряжениях оперативного тока.** Значения напряжения и количество операций при испытании автоматических выключателей и контакторов многократными включениями и отключениями приведены в табл. 1.8.40.

5. **Проверка релейной аппаратуры.** Проверка реле защиты, управления, автоматики и сигнализации и других устройств производится в соответствии с действующими инструкциями. Пределы срабатывания реле на рабочих уставках должны соответствовать расчетным данным.

6. **Проверка правильности функционирования полностью собранных схем при различных значениях оперативного тока.** Все элементы схем должны надежно функционировать в предусмотренной проектом последовательности при значениях оперативного тока, приведенных в табл. 1.8.41.

Таблица 1.8.39. **Наименьшее допустимое сопротивление изоляции аппаратов, вторичных цепей и электропроводки до 1 кВ**

Испытуемые объект	Напряжение мегаомметра, В	Сопротивление изоляции, МОм	Примечание
Вторичные цепи управления, защиты, измерения, сигнализации и т.п. в электроустановках напряжением выше 1 кВ:			
шинки оперативного тока и шинки цепей управления	500-1000	10	Испытания производятся при отсоединенных цепях
каждое присоединение вторичных цепей и цепей питания приводов выключателей и	500-1000	1	Испытания производятся со всеми присоединенными аппаратами (обмотки

разъединителей

приводов, контакторы, реле, приборы, вторичные обмотки трансформаторов тока и напряжения и т.п.)

Вторичные цепи управления, защиты, сигнализации в релейно-контакторных схемах установок напряжением до 1 кВ	500-1000	0,5	Испытания производятся со всеми присоединенными аппаратами (магнитные пускатели, контакторы, реле, приборы и т.п.)
Цепи бесконтактных схем регулирования и управления, а также присоединенные к ним элементы	По данным завода-изготовителя		-
Цепи управления, защиты и возбуждения машин постоянного тока напряжением до 1,1 кВ, присоединенных к цепям главного тока	500-1000	1	-
Силовые и осветительные электропроводки	1000	0,5	Испытания в осветительных проводках производятся до вворачивания ламп с присоединением нулевого провода к корпусу светильника. Изоляция измеряется между проводами и относительно земли
Распределительные устройства, щиты и токопроводы напряжением до 1 кВ	500-1000	0,5	Испытания производятся для каждой секции распределительного устройства

Таблица 1.8.40. **Испытание контакторов и автоматических выключателей многократными включениями и отключениями**

Операция	Напряжение оперативного тока, %, номинального	Количество операций
Включение	90	5
Включение и отключение	100	5

Отключение	80	10
------------	----	----

Таблица 1.8.41. **Напряжение оперативного тока, при котором должно обеспечиваться нормальное функционирование схем**

Испытуемый объект	Напряже ние оперативного тока, % номинального	Примечание
Схемы защиты и сигнализации в установках напряжением выше 1 кВ	80, 100	-
Схемы управления в установках напряжением выше 1 кВ:		
испытание на включение	90, 100	-
то же, но на отключение	80, 100	-
Релейно-контакторные схемы в установках напряжением до 1 кВ	90, 100	Для простых схем кнопка - магнитный пускатель проверка работы на пониженном напряжении не производится
Бесконтактные схемы на логических элементах	85, 100, 110	Изменение напряжения производится на входе в блок питания

АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ

1.8.35. Законченная монтажом аккумуляторная батарея испытывается в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. **Измерение сопротивления изоляции.** Измерение производится вольтметром (внутреннее сопротивление вольтметра должно быть точно известно, класс не ниже 1).

При полностью снятой нагрузке должно быть измерено напряжение батареи на зажимах и между каждым из зажимов и землей.

Сопротивление изоляции R_x вычисляется по формуле

$$R_x = R_q \left(\frac{U}{U_1 + U_2} - 1 \right),$$

где R_q - внутреннее сопротивление вольтметра; U - напряжение на зажимах батареи; U_1 и U_2 - напряжения между положительным зажимом и землей и отрицательным зажимом и землей.

Сопротивление изоляции батареи должно быть не менее указанного ниже:

Номинальное напряжение, В 24 48 110 220

Сопротивление, кОм 14 25 50 100

2. Проверка емкости отформованной аккумуляторной батареи.

Полностью заряженные аккумуляторы разряжают током 3- или 10-часового режима.

Емкость аккумуляторной батареи, приведенная к температуре +25 °С, должна соответствовать данным завода-изготовителя.

3. Проверка плотности температуры электролита.

Плотность и температура электролита каждого элемента в конце заряда и разряда батареи должны соответствовать данным завода-изготовителя. Температура электролита при заряде должна быть не выше +40 °С.

4. Химический анализ электролита.

Электролит для заливки кислотных аккумуляторных батарей должен готовиться из серной аккумуляторной кислоты сорта А по ГОСТ 667-73* и дистиллированной воды по ГОСТ 6709-72.

Содержание примесей и нелетучего остатка в разведенном электролите не должно превышать значений, приведенных ниже.

Прозрачность	
Прозрачная	
Окраска согласно колориметрическому определению, мл.....	0,6
Плотность, т/м ³ , при 20 °С.....	1,18
Содержание, %:	
моногидрата.....	24,8
железа.....	0,006
мышьяка.....	0,00005
марганца.....	0,00005
хлора	0,0005
окислов азота.....	0,00005
Нелетучий остаток, %	0,3
Реакция на металлы, осаждаемые сероводородом	Выдерживает испытание
по ГОСТ 667-73*, п. 19	
Вещества, восстанавливающие марганцовокислый калий	Выдерживает испытание
по ГОСТ 667-73*, п. 18	

5. Измерение напряжения на элементах.

Напряжение отстающих элементов в конце разряда не должно отличаться более чем на 1 - 1,5 % от среднего напряжения остальных элементов, а количество отстающих элементов

должно быть не более 5 % их общего количества в батарее.

ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

1.8.36. Заземляющие устройства испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. **Проверка элементов заземляющего устройства.** Ее следует производить путем осмотра элементов заземляющего устройства в пределах доступности осмотру. Сечения и проводимости элементов заземляющего устройства должны соответствовать требованиям настоящих Правил и проектным данным.

2. **Проверка цепи между заземлителями и заземляющими элементами.** Следует проверить сечения, целость и прочность проводников заземления и зануления, их соединений и присоединений. Не должно быть обрывов и видимых дефектов в заземляющих проводниках, соединяющих аппараты с контуром заземления. Надежность сварки проверяется ударом молотка.

3. **Проверка состояния пробивных предохранителей в электроустановках до 1 кВ.** Пробивные предохранители должны быть исправны и соответствовать номинальному напряжению электроустановки.

4. **Проверка цепи фаза - нуль в электроустановках до 1 кВ с глухим заземлением нейтрали.** Проверку следует производить одним из способов: непосредственным измерением тока однофазного замыкания на корпус или провод с помощью специальных приборов: измерением полного сопротивления петли фаза - нуль с последующим вычислением тока однофазного замыкания.

Ток однофазного замыкания на корпус или нулевой провод должен обеспечивать надежное срабатывание защиты с учетом коэффициентов, приведенных в соответствующих главах настоящих Правил.

5. **Измерение сопротивления заземляющих устройств.** Значения сопротивления должны удовлетворять значениям, приведенным в соответствующих главах настоящих Правил.

СИЛОВЫЕ КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ

1.8.37. Силовые кабельные линии напряжением до 1 кВ испытываются по пп. 1, 2, 7, 13, напряжением выше 1 кВ и до 35 кВ - по пп. 1 - 3, 6, 7, 11, 13, напряжением 110 кВ и выше - в полном объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. **Проверка целости и фазировки жил кабеля.** Проверяются целость и совпадение обозначений фаз подключаемых жил кабеля.

2. **Измерение сопротивления изоляции.** Производится мегаомметром на напряжение 2,5 кВ. Для силовых кабелей до 1 кВ сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм. Для силовых кабелей выше 1 кВ сопротивление изоляции не нормируется. Измерение следует производить до и после испытания кабеля повышенным напряжением.

3. **Испытание повышенным напряжением выпрямленного тока.** Силовые кабели выше 1 кВ испытываются повышенным напряжением

выпрямленного тока.

Таблица 1.8.42. **Испытательное напряжение выпрямленного тока для силовых кабелей**

Изоляция марка кабеля	и	Испытательное напряжение, для кабелей на рабочее напряжение, кВ					Продолжите испытания, мин				
		0	0	5	10	20					
Бумажная	2	8	6	0	00	75	00	50	2	4	10
		6	0	00	75	00	50				
Резиновая марок ГТШ, КШЭ, КШВГ, КШВГЛ, КШБГД		2								-	5
Пластмассовая		5								-	10

Значения испытательного напряжения и длительность приложения нормированного испытательного напряжения приведены в табл. 1.8.42.

В процессе испытания повышенным напряжением выпрямленного тока обращается внимание на характер изменения тока утечки.

Кабель считается выдержавшим испытания, если не произошло пробоя, не было скользящих разрядов и толчков тока утечки или его нарастания после того, как он достиг установившегося значения.

4. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты. Допускается производить для линий 110 - 220 кВ взамен испытания выпрямленным током; значение испытательного напряжения: для линий 110 кВ-220 кВ (130 кВ по отношению к земле); для линий 220 кВ-500 кВ (288 кВ по отношению к земле). Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 5 мин.

5. Определение активного сопротивления жил. Производится для линий 35 кВ и выше. Активное сопротивление жил кабельной линии постоянному току, приведенное к 1 мм² сечения, 1 м длины и температуре +20 °С, должно быть не более 0,0179 Ом для медной жилы и не более 0,0294 Ом для алюминиевой жилы.

6. Определение электрической рабочей емкости жил. Производится для линий 35 кВ и выше. Измеренная емкость, приведенная к удельным величинам, не должна отличаться от результатов заводских испытаний более чем на 5 %.

7. Измерение распределения тока по одножильным кабелям. Неравномерность в распределении токов на кабелях не должна быть более 10 %.

8. Проверка защиты от блуждающих токов. Производится проверка действия установленных катодных защит.

9. Испытание на наличие нерастворенного воздуха (пропиточное испытание). Производится для маслonaполненных кабельных

линий 110 - 220 кВ. Содержание нерастворенного воздуха в масле должно быть не более 0,1 %.

10. **Испытание подпитывающих агрегатов и автоматического подогрева концевых муфт.** Производится для маслonaполненных кабельных линий 110 - 220 кВ.

Таблица 1.8.43. **Предельные значения показателей качества масла кабельных линий**

Показатель масла	Нормы для масла марки	
	С-220	МН-3
Электрическая прочность, кВ/см, не менее	180	180
Тангенс угла диэлектрических потерь при +100 °С, %, не более	0,005	0,008
Кислотное число, мг КОН на 1 г масла, не более	0,02	0,02
Степень дегазации, %, не более	0,5	1,0

11. **Контроль состояния антикоррозийного покрытия.** Производится для стального трубопровода маслonaполненных кабельных линий 110 - 220 кВ.

12. **Проверка характеристик масла.** Производится для маслonaполненных кабельных линий 110 - 220 кВ. Отбор проб следует производить из всех элементов линии. Пробы масла марки С-220, отбираемые через 3 сут после заливки, должны удовлетворять требованиям табл. 1.8.43.

Пробы масла марки МН-3, отбираемые из линий низкого и высокого давления через 5 сут после заливки, должны удовлетворять требованиям табл. 1.8.43.

13. **Измерение сопротивления заземления.** Производится на линиях всех напряжений для концевых заделок, а на линиях 110 - 220 кВ, кроме того, для металлических конструкций кабельных колодцев и подпиточных пунктов.

ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1 кВ

1.8.38. Воздушные линии электропередачи испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. **Проверка изоляторов.** Производится согласно **1.8.32.**

2. **Проверка соединений проводов.** Ее следует производить путем внешнего осмотра и измерения падения напряжения или сопротивления.

Опрессованные соединения проводов бракуются, если:

стальной сердечник расположен несимметрично;

геометрические размеры (длина и диаметр спрессованной части) не соответствуют требованиям инструкции по монтажу соединительных зажимов данного типа;

на поверхности соединителя или зажима имеются трещины, следы

значительной коррозии и механических повреждений;

падение напряжения или сопротивление на участке соединения (соединителе) более чем в 1,2 раза превышает падение напряжения или сопротивление на участке провода той же длины (испытание проводится выборочно на 5 - 10 % соединителей);

кривизна опрессованного соединителя превышает 3 % его длины, стальной сердечник опрессованного соединителя расположен несимметрично.

Сварные соединения бракуются, если:

произошел пережог повива наружного провода или обнаружено нарушение сварки при перегибе соединенных проводов;

усадочная раковина в месте сварки имеет глубину более $\frac{1}{3}$ диаметра провода, а для сталеалюминиевых проводов сечением 150 - 600 мм² - более 6 мм;

падение напряжения или сопротивление превышает более чем в 1,2 раза падение напряжения или сопротивление на участке провода такой же длины.

3. Измерение сопротивления заземления опор, их оттяжек и тросов. Производится в соответствии с **1.8.36**.