

УДК

621.31

П 68

**ПРАВИЛА
устройства
электроустановок**

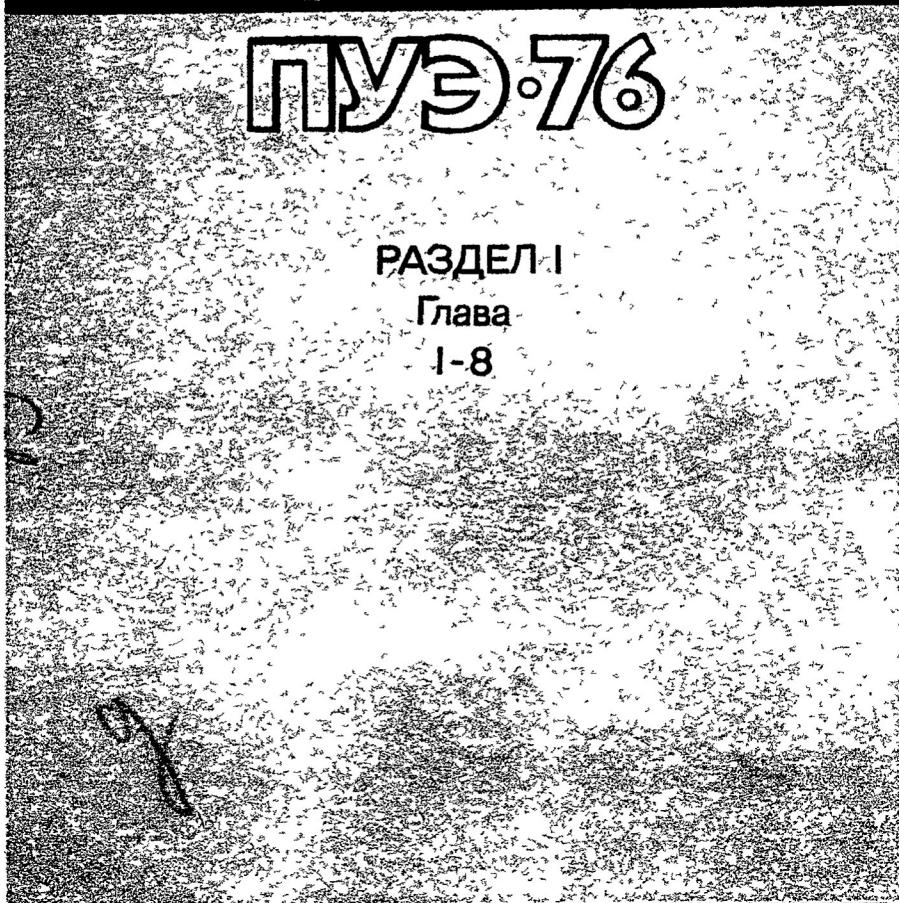
P-1

ПУЭ·76

РАЗДЕЛ I

Глава

I-8



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

ПРАВИЛА
УСТРОЙСТВА
ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Издание пятое

РАЗДЕЛ I
ОБЩИЕ ПРАВИЛА

ГЛАВА I-8

ОБЪЕМ И НОРМЫ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫХ
ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ



МОСКВА АТОМИЗДАТ 1977

ПРЕДИСЛОВИЕ

Правила устройства электроустановок. Разд. I. Общие правила. Гл. I-8. Объем и нормы приемо-сдаточных испытаний электрооборудования. Изд. 5-е. Под общей редакцией С. Г. Королева. М., Атомиздат, 1977, 56 с.

В книге приведен объем приемо-сдаточных испытаний электрооборудования, а также содержатся нормы, которыми руководствуются при проведении этих испытаний.

Четвертое издание главы I-8 вышло в 1966 г. вместе с остальными главами «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ). Настоящее, пятое издание главы I-8 выходит отдельной книгой и по сравнению с четвертым изданием содержит уточненные нормы испытаний.

Книга рассчитана на инженерно-технический персонал, занятый на проектировании, монтаже и эксплуатации электрооборудования.

Предыдущее, четвертое издание «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ) вышло в свет в 1966 г. и в значительной степени устарело.

Настоящее, пятое издание ПУЭ подготовили организации Министерства энергетики и электрификации СССР: ВНИИЭ (гл. I-1, I-2); ВГПИ Теплоэлектропроект (гл. I-3, I-4, III-4, IV-1, IV-4, V-2); ВГПИ и НИИ Энергосетьпроект (гл. I-5, II-5, III-2, III-3, IV-2, V-6); трест ОРГРЭС (гл. I-6, II-3); ВГПИ и НИИ Сельэнергопроект (гл. II-4, III-1); организации Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР: ВГПИ Тяжпромэлектропроект (гл. II-1, IV-3, V-1, V-3—V-5, разд. VI, VII; ВНИИПроектэлектромонтаж (гл. I-8); ГПИ Электропроект (гл. I-7, II-2).

При подготовке пятого издания Правил учтены требования действующих государственных стандартов, строительных норм и правил, рекомендации совещаний научно-технических обществ энергетической промышленности, а также замечания и предложения энергосистем, энергосбытов, проектных и монтажных организаций, предприятий и др.

Так же, как предыдущие издания, настоящее издание ПУЭ составлено по результатам рассмотрения проектов глав новых ПУЭ на междуведомственной основе с участием ряда заинтересованных организаций.

Требования Правил являются обязательными для всех ведомств.

В ПУЭ принятая следующая нумерация: для параграфов — номер раздела, главы, параграфа; для глав — номер раздела, главы. Так, например, II-5-22 обозначает § 22, гл. 5, разд. II ПУЭ.

При дополнении новым параграфом глав, в которых нумерация действовавших ранее параграфов не изменилась, этому параграфу присваивается номер предыдущего параграфа с добавлением прописной порядковой буквы по алфавиту, например VII-3-53A.

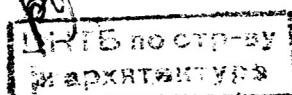
В отличие от предыдущего, четвертого издания пятое издание ПУЭ будет осуществляться по главам, группам глав или разделам.

Глава I-8 «Объем и нормы приемо-сдаточных испытаний электрооборудования» ПУЭ пятого издания подготовлена институтом ВНИИПроектэлектромонтаж Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР с участием треста ОРГРЭС Министерства энергетики и электрификации СССР.

Глава I-8 согласована с Госстроем СССР 28 мая 1974 г. и утверждена Главным техническим управлением по эксплуатации энергосистем и Государственной инспекцией по энергетическому надзору Министерства энергетики и электрификации СССР 21 января 1975 г.

Срок введения главы I-8 пятого издания 1 ноября 1976 г.

С введением в действие главы I-8 пятого издания утрачивает силу глава I-8 «Объем и нормы приемо-сдаточных испытаний электрооборудования» ПУЭ четвертого издания, 1966 г.



УДК
621.31
Л. 68

Глава I-8 ПУЭ распространяется на вновь сооружаемые и реконструируемые электроустановки с различными напряжениями — до 500 кВ включительно, за исключением специальных электроустановок.

Ведомственные объемы и нормы приемо-сдаточных испытаний электрооборудования, местные указания и т. п. должны быть приведены в соответствие с требованиями настоящей главы.

Содержание Правил приведено в конце книги.

Замечания и предложения по главам Правил пятого издания предлагаются направлять в Главное техническое управление по эксплуатации энергосистем Министерства энергетики и электрификации СССР (103074, Москва, Китайский проезд, д. 7).

Заместитель начальника Главного
технического управления по эксплуатации
энергосистем Министерства энергетики
и электрификации СССР,
главный специалист-электрик

К. М. Антипов

ГЛАВА I-8

ОБЪЕМ И НОРМЫ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I-8-1. Электрооборудование на напряжение 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 Министерства энергетики и электрификации 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 на напряжение выше 500 кВ.

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

I-8-2. Устройства релейной защиты и электроавтоматики на электростанциях и подстанциях проверяются по инструкциям Министерства энергетики и электрификации СССР.

Устройства защиты и автоматики электропривода и других электроустановок (кроме электростанций и подстанций) потребителей проверяются по инструкциям Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР и других заинтересованных министерств и ведомств. При этом типовые инструкции при необходимости должны быть согласованы с Государственной инспекцией по энергонадзору.

I-8-3. Помимо испытаний, предусмотренных настоящей главой, все электрооборудование должно пройти проверку работы механической части в соответствии с заводскими и монтажными инструкциями.

I-8-4. Заключение о пригодности оборудования к эксплуатации дается на основании рассмотрения результатов всех испытаний, относящихся к данной единице оборудования.

I-8-5. Все измерения, испытания и опробования в соответствии с действующими директивными документами, инструкциями заводов-изготовителей и настоящими объемом и нормами приемо-сдаточных испытаний, произведенные монтажным персоналом в процессе монтажа, а также наладочным персоналом непосредственно перед вводом электрооборудования в эксплуатацию, должны быть оформлены соответствующими актами и протоколами.

I-8-6. Испытание повышенным напряжением обязательно для всего электрооборудования напряжением 35 кВ и ниже, а при наличии испытательных устройств — и для электрооборудования на напряжение выше 35 кВ, за исключением случаев, оговоренных в настоящей главе.

I-8-7. Изоляторы и оборудование с номинальным напряжением, превышающим номинальное напряжение установки, в которой они при-

менены, могут испытываться повышенным напряжением по нормам для соответствующего класса изоляции электроустановки.

I-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.

I-8-9. Испытание изоляции аппаратов повышенным напряжением промышленной частоты должно производиться, как правило, совместно с испытанием изоляции шин распределительного устройства (без расширений), при этом величину испытательного напряжения допускается принимать по нормам для оборудования, имеющего наименьшее испытательное напряжение.

I-8-10. При проведении нескольких видов испытаний изоляции электрооборудования испытанию приложением повышенного напряжения должны предшествовать тщательный осмотр и оценка состояния изоляции другими методами.

I-8-11. Испытания изоляции напряжением промышленной частоты, равным 1000 В, могут быть заменены измерением одноминутного значения сопротивления изоляции мегомметром на напряжение 2500 В. Если величина сопротивления меньше приведенной в нормах, испытание повышенным напряжением промышленной частоты 1000 В является обязательным.

Испытание напряжением промышленной частоты изоляции вторичных цепей с рабочим напряжением более 60 В электроустановок энергосистем является обязательным.

I-8-12. В настоящей главе применяются следующие термины:

1. Испытательное напряжение промышленной частоты — величина эффективного значения переменного напряжения частоты 50 Гц, практически синусоидального, которую 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 при специальных мерах по грозозащите, ограничивающих амплитуду атмосферных перенапряжений до величины, не превышающей амплитуды испытательного напряжения промышленной частоты.

4. Аппараты — выключатели силовые 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 — nominal напряжение электрической системы, для работы в которой предназначено данное электрооборудование.

СИНХРОННЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ И КОМПЕНСАТОРЫ

I-8-13. Синхронные генераторы мощностью более 1000 кВт на напряжение выше 1000 В, а также синхронные компенсаторы должны испытываться в полном объеме настоящего параграфа.

Генераторы мощностью до 1000 кВт на напряжение выше 1000 В должны испытываться по пп. 1—5, 7—15 настоящего параграфа.

Генераторы на напряжение до 1000 В независимо от их мощности должны испытываться по пп. 2, 4, 5, 8, 10—14 настоящего параграфа.

1. Определение возможности включения без сушки генераторов на напряжение выше 1000 В. При решении вопроса о необходимости сушки компаундированной, термореактивной и гильзовой изоляции обмотки статора синхронного генератора или синхронного компенсатора следует руководствоваться указаниями «Инструкции по определению возможности включения вращающихся электрических машин переменного тока без сушки» (СН 241—63).

Для генераторов с бумажно-масляной изоляцией необходимость сушки устанавливается в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

Для турбогенераторов серии 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 величин, приведенных в табл. I-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.

Таблица I-8-1
Наименьшие допустимые значения сопротивления изоляции

Испытуемый объект	Напряжение мегомметра, В	Норма
Обмотка статора напряжением до 1000 В (каждая фаза в отдельности относительно корпуса и двух других заземленных фаз)	1000	Величина сопротивления изоляции должна быть не менее 0,5 МОм при температуре $+10 \div -30^{\circ}\text{C}$
То же напряжением выше 1000 В	2500	Сопротивление изоляции должно соответствовать требованиям, приведенным в «Инструкции по определению возможности включения вращающихся электрических машин переменного тока без сушки» (СН 241—63). У генераторов с водяным охлаждением обмоток сопротивление изоляции измеряется без воды в обмотке статора при соединенных с экраном мегомметраводосборных коллекторах,

Продолжение табл. I-8-1

Испытуемый объект	Напряжение мегомметра, В	Норма
Обмотка ротора	1000 (допускается 500 В)	изолированных от внешней системы охлаждения Величина сопротивления изоляции должна быть не менее 0,5 МОм при температуре +10÷30°C. Допускается ввод в эксплуатацию неевннополюсных роторов, имеющих сопротивление изоляции не ниже 2000 Ом при температуре +75°C или 20 000 Ом при +20°C 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
Подшипники генератора и сопряженного с ним возбудителя	1000	
Водородные уплотнения вала	1000	Сопротивление изоляции должно быть не менее 1 МОм
Изоляция щитов вентиляторов турбогенераторов серии ТВВ	1000	Сопротивление изоляции, измеренное относительно внутреннего щита и между полушитами вентиляторов, должно быть не менее 0,5 МОм
Изоляция щитов вентиляторов турбогенераторов серии ТГВ	1000	Сопротивление изоляции, измеренное между частями диффузоров, должно быть не менее 1 МОм
Доступные изолированные стяжные болты стали статора	1000	Сопротивление изоляции должно быть не менее 1 МОм
Изоляция диффузора и обтекателя у турбогенераторов типа ТГВ	500	Сопротивление изоляции, измеренное между уплотнением и задним диском диффузора, диффузором и внутренним щитом, обтекателем и внутренним щитом, двумя половинками обте-

Продолжение табл. I-8-1

Испытуемый объект	Напряжение мегомметра, В	Норма
Термоиндикаторы:		кателя, должно быть не менее 1 МОм
для генераторов и синхронных компенсаторов с косвенным охлаждением обмоток статора	250	Сопротивление изоляции, измеренное совместно с сопротивлением соединительных проводов, должно быть не менее 1 МОм
для генераторов и синхронных компенсаторов с непосредственным охлаждением обмоток статора	500	Сопротивление изоляции, измеренное совместно с сопротивлением соединительных проводов, должно быть не менее 0,5 МОм
Цепи возбуждения генератора и возбудителя (без обмоток ротора и электромашинного возбудителя)	1000 (допускается 500 В)	Сопротивление изоляции, измеренное с сопротивлением всей присоединенной аппаратуры, должно быть не менее 1 МОм

У генераторов с водяным охлаждением обмотки статора испытание производится в случае, если возможность этого предусмотрена конструкцией генератора.

Величины испытательного напряжения приведены в табл. I-8-2.

Таблица I-8-2

Испытательное выпрямленное напряжение для обмоток статоров синхронных генераторов и компенсаторов

Мощность, кВ·А	Номинальное напряжение, В	Амплитудное значение испытательного напряжения, В
Менее 1000	Все напряжения	$2,4 U_{\text{ном}} + 1200$
1000 и более	До 3300 Выше 3300 до 6600 Выше 6600	$2,4 U_{\text{ном}} + 1200$ $3 U_{\text{ном}}$ $2,4 U_{\text{ном}} + 3600$

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

Величины испытательного выпрямленного напряжения для генераторов серий 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 выпрямлен-

Таблица I-8-3

Испытательные напряжения промышленной частоты для обмоток синхронных генераторов и компенсаторов

Испытуемый объект	Характеристика электрической машины	Испытательное напряжение, В
Обмотка статора синхронных генераторов и компенсаторов	Мощность до 1000 кВт при номинальном напряжении выше 100 В Мощность более 1000 кВт при номинальном напряжении до 3300 В То же, но при номинальном напряжении выше 3300 В до 6600 В	$1,6 U_{\text{ном}} + 800$, но не менее 1200 $1,6 U_{\text{ном}} + 800$ $2 U_{\text{ном}}$ 1000 — 1000 2000 $1,5 U_{\text{ном}}$ генератора $1,6 U_{\text{ном}} + 2400$ $2 U_{\text{ном}} + 1000$, но не менее 1500 $2 U_{\text{ном}} + 1000$ $2,5 U_{\text{ном}}$ $2 U_{\text{ном}} + 3000$
Цепи возбуждения генератора со всей присоединенной аппаратурой (без обмоток ротора и возбудителя)	—	—
Реостаты возбуждения	—	1000
Сопротивления гашения поля	—	2000
Заземляющее сопротивление	—	$1,5 U_{\text{ном}}$ генератора $1,6 U_{\text{ном}} + 2400$
Обмотка статора синхронных генераторов, у которыхстыковка частей статора производится на месте монтажа (гидрогенераторы) по окончании полной сборки обмотки и изолировки соединений	Мощность до 1000 кВт при номинальном напряжении выше 100 В Мощность более 1000 кВт при номинальном напряжении до 3300 В То же, но при номинальном напряжении выше 3300 В до 6600 В То же, но при номинальном напряжении выше 6600 В	$2 U_{\text{ном}} + 1000$, но не менее 1500 $2 U_{\text{ном}} + 1000$ $2,5 U_{\text{ном}}$ $2 U_{\text{ном}} + 3000$
Обмотка явнополюсного ротора	—	$7,5 U_{\text{ном}}$ возбуждения генератора, но не менее 1100 и не более 2800
Обмотка неявнополюсного ротора	—	1000 (в том случае, если это не противоречит требованиям технических условий завода-изготовителя)

ногого напряжения — от 0,2 $U_{\text{макс}}$ до $U_{\text{макс}}$ равными ступенями. На каждой ступени напряжение выдерживается в течение 1 мин. При этом фиксируются токи утечки через 15 и 60 с.

Оценки полученной характеристики производятся в соответствии с требованиями «Инструкции по определению возможности включения вращающихся электрических машин переменного тока без сушки» (СН 241—63).

4. Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты. Испытание производится по нормам, приведенным в табл. I-8-3. Испытанию подвергается каждая фаза или ветвь в отдельности при других фазах или ветвях, соединенных с корпусом.

Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения — 1 мин.

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

а) испытание изоляции обмоток статора генератора рекомендуется производить до ввода ротора в статор. Еслистыковка 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 75 000 Ом/см и номинальном расходе;

в) после испытания обмотки статора повышенным напряжением в течение 1 мин у генераторов напряжением 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, гления бандажей и тому подобных явлений. Голубое и белое свечение допускается;

г) испытание изоляции обмотки ротора турбогенераторов производится при номинальной скорости вращения ротора.

5. Измерение сопротивления постоянному току. Нормы допустимых отклонений сопротивления постоянному току приведены в табл. I-8-4.

6. Измерение полного сопротивления обмотки ротора переменному току промышленной частоты. Производится для генераторов мощностью более 1000 кВт. 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 парно.

Отклонения измеренных величин от данных завода-изготовителя или от средней величины сопротивления полюсов должны находиться в пределах точности измерения.

7. Измерение величины воздушного зазора между статором и ротором генератора. Если инструкциями на отдельные типы генераторов не предусмотрены более жесткие нормы, то величины зазоров в диаметрально противоположных точках должны отличаться одна от другой не более чем:

Таблица I-8-4

Предельно допустимые отклонения сопротивления постоянному току

Испытуемый объект	Норма
Обмотка статора (измерение производить для каждой фазы или ветви в отдельности)	Измеренные сопротивления в практических 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.
Сопротивление гашения поля, реостаты возбуждения	Величина сопротивления не должна отличаться от данных завода-изготовителя более чем на 10%.

а) для турбогенераторов 105 МВт и выше с непосредственным охлаждением проводников — на 5% от среднего значения, равного их полу-
сумме;

б) для остальных турбогенераторов — на 10%;

в) для гидрогенераторов — на 20%.

Измерение зазора у явнополюсных машин производится под всеми полюсами.

8. Проверка и испытание системы возбуждения. Проверку и испытание машинных возбудителей следует производить в соответствии с I-8-14. Проверка и испытание ионных и полупроводниковых высокочастотных возбудителей производятся в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

9. Определение характеристик генератора:

а) трехфазного короткого замыкания. Производится током 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 короткого замыкания всего блока (с установкой закоротки за трансформатором).

Характеристики 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 короткого замыкания 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 скорости 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, снижается 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 междвутковой изоляции. Испытание следует производить подъемом напряжения номинальной частоты генератора на холостом ходу до величины, соответствующей 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 напряжений по фазам. Продолжительность испытания при наибольшем напряжении — 5 мин.

Испытание междвутковой изоляции рекомендуется производить одновременно со снятием характеристики холостого хода.

11. Измерение вибрации. Величина вибрации (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. I-8-5.

Таблица I-8-5

Предельные значения вибрации подшипников (крестовины) синхронных генераторов, компенсаторов и их возбудителей

Номинальная частота вращения ротора, мин ⁻¹	3000*	1500—500**	375—214	187	До 100
Вибрация, мкм	40	70	100	150	180

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

** Для синхронных компенсаторов со скоростью вращения ротора 750—1000 мин⁻¹ вибрация не должна превышать 80 мкм.

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 величинами напряжений более чем на 10% указывает на неисправность изоляции.

15. Испытание генератора (компенсатора) под нагрузкой. Величина нагрузки определяется практическими возможностями в период приемо-

сдаточных испытаний. При этом нагрев статора при данной нагрузке должен соответствовать паспортным данным.

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

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

МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

I-8-14. Машины постоянного тока мощностью до 200 кВт на напряжение до 440 В следует испытывать по пп. 1, 2, 4в, 8; все остальные — дополнительно по пп. 3, 4а, 5 настоящего параграфа.

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

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

1. Определение возможности включения машин постоянного тока без сушки. Следует производить в соответствии с «Инструкцией по определению возможности включения врачающихся электрических машин постоянного тока без сушки» (СН 282—64).

2. Измерение сопротивления изоляции. Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и бандажей машины, а также между обмотками производится мегомметром на напряжение 1000 В.

Сопротивление изоляции должно быть не ниже:

— между обмотками и каждой обмотки относительно корпуса при температуре $+10 \div 30^\circ\text{C}$ — 0,5 МОм;

Таблица I-8-6

Испытательные напряжения промышленной частоты для машин постоянного тока

Испытуемый объект	Характеристика электрической машины	Испытательное напряжение, В
Обмотки машин постоянного тока (кроме возбудителей синхронных машин)	Машины на номинальное напряжение до 100 В Машины на номинальное напряжение выше 100 В мощностью до 1000 кВт Машины на номинальное напряжение выше 100 В мощностью выше 1000 кВт Возбудители синхронных генераторов	$1,6 U_{\text{ном}} + 800$ $1,6 U_{\text{ном}} + 800$, но не менее 1200 В $1,6 U_{\text{ном}} + 800$ $8 U_{\text{ном}}$, но не менее 1200 В и не более 2800 В $8 U_{\text{ном}}$, но не менее 1200 В
Бандажи якоря Реостаты и пускорегулировочные сопротивления (испытание может производиться совместно с цепями возбуждения)	Возбудители синхронных двигателей и синхронных компенсаторов	1000 В 1000 В

— бандажей якоря (кроме возбудителей) — не нормируется;
— бандажей якоря возбудителя — 1 МОм.

3. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты. Испытание изоляции производится по нормам приведенным в табл. I-8-6. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения — 1 мин.

4. Измерение сопротивления постоянному току:

а) обмоток возбуждения. Величина сопротивления должна отличаться от данных завода-изготовителя не более чем на 2%;

б) обмотки якоря (между коллекторными пластинами). Величины сопротивлений должны отличаться одна от другой не более чем на 10%, за исключением случаев, когда закономерные колебания этих величин обусловлены схемой соединения обмоток;

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

5. Снятие характеристики холостого хода и испытание витковой изоляции. Подъем напряжения следует производить:

а) для генераторов постоянного тока — до 130% номинального напряжения;

Таблица I-8-7

Характеристика искрения коллектора

Степень искрения (класс коммутации)	Характеристика степени искрения	Состояние коллектора и щеток
1	Отсутствие искрения (темная коммутация)	Отсутствие почернения на коллекторе и нагара на щетках
$1\frac{1}{4}$	Слабое точечное искрение под небольшой частью щетки	Появление следов почернения на коллекторе, легко устранимых протиранием поверхности коллектора бензином, а также появление следов нагара на щетках
$1\frac{1}{2}$	Слабое искрение под большой частью щетки	Появление следов почернения на коллекторе, легкое устранимых протиранием поверхности коллектора бензином, а также появление следов нагара на щетках
2	Искрение под всем краем щетки. Допускается только при кратковременных толчках нагрузки и перегрузки	Появление следов почернения на коллекторе, не устранимых протиранием поверхности коллектора бензином, а также появление следов нагара на щетках
3	Значительное искрение под всем краем щетки с наличием крупных и вылетающих искр. Допускается только для моментов прямого (без реостатных ступеней) 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

б) для возбудителей — до наибольшей (потолочной) или установленной заводом-изготовителем величины 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 характеристики холостого хода от заводской должно находиться в пределах точности измерения.

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

7. **Измерение воздушных зазоров между полюсами.** Величины зазоров в диаметрально противоположных точках должны отличаться одна от другой не более чем на 10% средней величины зазора.

Для возбудителей турбогенераторов 300 МВт и более это отличие не должно превышать 5%.

8. **Испытание на холостом ходу и под нагрузкой.** При этом определяется предел регулирования скорости или напряжения, которые должны соответствовать заводским и проектным данным.

При работе под нагрузкой проверяется степень искрения (класс коммутации), которая оценивается по степени искрения под сбегающим краем щетки по шкале, приведенной в табл. I-8-7.

Если степень искрения специально не оговорена заводом-изготовителем, то при номинальном режиме она должна быть не выше $1\frac{1}{2}$.

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

I-8-15. Электродвигатели переменного тока напряжением до 1000 В испытываются по пп. 2, 4б, 10, 11.

Электродвигатели переменного тока напряжением выше 1000 В испытываются по пп. 1—4, 7, 9—11.

Таблица I-8-8

Допустимые значения сопротивления изоляции электродвигателей переменного тока

Испытуемый объект	Напряжение мегомметра, В	Норма
Обмотка статора электродвигателя напряжением до 1000 В	1000	Величина сопротивления изоляции должна быть не менее 0,5 МОм при температуре $+10 \div 30^\circ\text{C}$
Обмотка ротора синхронных электродвигателей и электродвигателей с фазным ротором	500	Величина сопротивления изоляции должна быть не менее 0,2 МОм при температуре $+10 \div 30^\circ\text{C}$. Допускается ввод в эксплуатацию неявнополюсных роторов, имеющих сопротивление изоляции не ниже 2000 Ом при $+75^\circ\text{C}$ или 20 000 Ом при $+20^\circ\text{C}$
Термодетекторы	250	Величина сопротивления изоляции не нормируется
Подшипники синхронных электродвигателей напряжением выше 1000 В	1000	Величина сопротивления изоляции не нормируется Измерение производится относительно фундаментной плиты при полностью собранных маслопроводах

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

1. **Определение возможности включения электродвигателей напряжением выше 1000 В без сушки.** Следует производить в соответствии с действующей «Инструкцией по определению возможности включения вращающихся электрических машин переменного тока без сушки» (СН 241-63).

2. **Измерение сопротивления изоляции.** Наименьшие допустимые величины сопротивления изоляции электродвигателей напряжением выше 1000 В должны соответствовать требованиям инструкции, указанной в п. 1. В остальных случаях сопротивление изоляции должно соответствовать нормам, приведенным в табл. I-8-8.

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.

Величины испытательных напряжений приведены в табл. I-8-9. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения — 1 мин.

Таблица I-8-9

Величины испытательного напряжения промышленной частоты для электродвигателей переменного тока

Испытуемый объект	Характеристика электродвигателя	Испытательное напряжение, В
Обмотка статора	Электродвигатель мощностью до 1000 кВт на номинальное напряжение выше 1000 В Электродвигатель мощностью выше 1000 кВт на номинальное напряжение до 3300 В То же, но на номинальное напряжение выше 3300 до 6600 В То же, но на номинальное напряжение выше 6600 В	$1,6 U_{\text{ном}} + 800$ $1,6 U_{\text{ном}} + 800$ $2 U_{\text{ном}}$ $1,6 U_{\text{ном}} + 2400$ $8 U_{\text{ном}}$ системы возбуждения, но не менее 1200
Обмотка ротора синхронных электродвигателей		1000 2000
Обмотка ротора электродвигателей с фазным ротором Реостаты и пускорегулировочные сопротивления Сопротивление гашения поля синхронных электродвигателей		1000 2000

4. Измерение сопротивления постоянному току:

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

Измеренные величины сопротивления обмоток различных фаз должны отличаться одна от другой или от заводских данных не более чем на 2%;

б) реостатов и пускорегулировочных сопротивлений. Измеряется общее сопротивление и проверяется целостность отпаек. Величина сопротивления должна отличаться от паспортных данных не более чем на 10%.

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

6. Измерение зазоров в подшипниках скольжения. Величины зазоров приведены в табл. I-8-10.

Таблица I-8-10

Предельные величины зазоров в подшипниках скольжения электродвигателя

Номинальный диаметр вала, мм	Зазор, мм, при частоте вращения, мин ⁻¹		
	Менее 1000	1000—1500	Более 1500
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

7. Измерение вибрации подшипников электродвигателя. Предельная величина вибрации, измеренная на каждом подшипнике, должна быть не более величин, приведенных в табл. I-8-11.

Таблица I-8-11

Предельная величина вибрации подшипников электродвигателя

Синхронная частота вращения, мин ⁻¹	3000	1500	1000	750 и ниже
Допустимая амплитуда вибрации подшипника, 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 снижения давления или утечки.

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

11. Проверка работы электродвигателя под нагрузкой. Производится при мощности, потребляемой электродвигателем из сети, обеспечивающей технологическим оборудованием к моменту сдачи в эксплуатацию. При этом для электродвигателей с регулируемой скоростью вращения определяются пределы регулирования.

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

I-8-16. Маслонаполненные трансформаторы мощностью до 1600 кВ·А испытываются по пп. 1, 2, 4, 8, 9, 11—14.

Маслонаполненные трансформаторы мощностью более 1600 кВ·А, а также ответственные трансформаторы собственных нужд электростанций независимо от мощности испытываются в полном объеме, предусмотренным настоящим параграфом.

Сухие и заполненные светлом трансформаторы всех мощностей испытываются по пп. 1—8, 12, 14.

1. Определение условий включения трансформаторов. Следует производить в соответствии с инструкцией «Транспортирование, хранение, монтаж и ввод в эксплуатацию силовых трансформаторов на напряжение до 35 кВ включительно без ревизии их активных частей» (ОАХ. 458003—70) и «Инструкцией по транспортировке, выгрузке, хранению, монтажу и введению в эксплуатацию силовых трансформаторов общего назначения на напряжение 110—500 кВ» (РТМ 16,687.000.73).

Определение условий включения сухих трансформаторов производится в соответствии с указаниями завода-изготовителя.

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 $\Delta C/C$ регламентируются инструкцией по п. 1.

3. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:

а) изоляции обмоток вместе с вводами. Величины испытательных напряжений приведены в табл. I-8-12. 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. I-8-12 для аппаратов с облегченной изоляцией.

Импортные трансформаторы разрешается испытывать напряжениями, указанными в табл. I-8-12, лишь в тех случаях, если они не превышают величины напряжения, которым данный трансформатор был испытан на заводе.

Изоляция импортных трансформаторов, которую поставщик испытал напряжением ниже указанного в ГОСТ 18472—73, испытывается напряжением, величина которого устанавливается в каждом случае особо.

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

Таблица I-8-12

Испытательные напряжения промышленной частоты внутренней изоляции силовых маслонаполненных трансформаторов и шунтирующих реакторов с нормальной изоляцией и трансформаторов с облегченной изоляцией (сухих и маслонаполненных)

Класс напряжения обмотки, кВ	Испытательное напряжение изоляции по отношению к корпусу и другим обмоткам, кВ, электроустановок с изоляцией		Класс напряжения обмотки, кВ	Испытательное напряжение изоляции по отношению к корпусу и другим обмоткам, кВ, электроустановок с изоляцией	
	нормальной	облегченной		нормальной	облегченной
До 0,69	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 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 1000—2000 В. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения — 1 мин.

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

5. Проверка коэффициента трансформации. Производится на всех ступенях переключения. Коэффициент трансформации должен отличаться не более чем на 2% от величин, полученных на том же ответвлении на других фазах, или от данных завода-изготовителя. Для трансформаторов с РПН разница коэффициента 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. Величина 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°C. 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 индикаторного силикагеля. Силикагель должен иметь равномерную голубую окраску зерен. Изменение цвета свидетельствует о его увлажнении.

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. I-8-42.

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

Пробивное напряжение остатков масла в трансформаторах на напряжения 110—220 кВ должно быть не ниже 35 кВ и в трансформаторах на напряжения 330—500 кВ — не ниже 45 кВ.

Масло из трансформаторов на напряжение 110 кВ и выше, транспортируемых с маслом, до начала монтажа испытывается по показателям пп. 1—6 и 12 табл. I-8-42.

Испытание масла из трансформаторов с объемом масла более 1000 кг, прибывающих с маслом, при отсутствии заводского протокола испытания масла перед включением в работу производится по показателям пп. 1—11 табл. I-8-42, а масла из трансформаторов на напряжение 110 кВ и выше, кроме того, по п. 12 табл. I-8-42.

Испытание масла, залитого в трансформатор, перед включением его под напряжение после монтажа производится по показателям пп. 1—6 табл. I-8-42.

При испытании масла из трансформаторов на напряжение 110 кВ и выше по показателям пп. 1—6 табл. I-8-42 следует производить и измерение тангенса угла диэлектрических потерь масла. Измерение диэлектрических потерь масла следует производить также у трансформаторов, имеющих повышенное значение тангенса угла диэлектрических потерь изоляций.

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 месяцев до включения трансформатора в работу, разрешается испытывать только по показателям пп. 1 и 2 табл. I-8-42.

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 подъемом напряжения с нуля.

15. Испытание вводов. Следует производить в соответствии с I-8-31.

16. Испытание встроенных трансформаторов тока. Следует производить в соответствии с I-8-17.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

I-8-17. Измерительные трансформаторы испытываются в объеме, предусмотренному настоящим параграфом.

1. Измерение сопротивления изоляции:

а) первичных обмоток. Производится мегомметром на напряжение 2500 В. Величина сопротивления изоляции не нормируется.

Для трансформаторов тока на напряжение 330 кВ типа ТФКН-330 измерение сопротивления изоляции производится по отдельным зонам; при этом значения сопротивления изоляции должны быть не менее приведенных в табл. I-8-13.

Таблица I-8-13

Наименьшие допустимые значения сопротивления 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 I-8-14

Наибольшие допустимые значения тангенса угла диэлектрических потерь трансформаторов тока

Наименование испытуемого объекта	Тангенс угла диэлектрических потерь, %, приноминальном напряжении, кВ			
	110	150—220	330	500
Маслонаполненные трансформаторы тока (основная изоляция)	2,0	1,5	—	1,0
Трансформаторы тока типа ТФКН-330:				
основная изоляция относительно предпоследней обкладки	—	—	0,6	—
измерительный конденсатор (изоляция между предпоследней и последней обкладками)	—	—	0,8	—
наружный слой первичной обмотки (изоляция последней обкладки относительно корпуса)	—	—	1,2	—

б) вторичных обмоток. Производится мегомметром 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. Производится для трансформаторов тока на напряжение 110 кВ и выше.

Тангенс угла диэлектрических потерь трансформаторов тока при температуре +20°C не должен превышать значений, приведенных в табл. I-8-14.

3. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:

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

Величины испытательных напряжений для измерительных трансформаторов указаны в табл. I-8-15.

Таблица I-8-15

Испытательное напряжение промышленной частоты для измерительных трансформаторов

Исполнение изоляции измерительного трансформатора	Испытательное напряжение, кВ, приноминальном напряжении, кВ					
	3	6	10	15	20	35
Нормальная	21,6	28,8	37,8	49,5	58,5	85,5
Ослабленная	9	14	22	33	—	—

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. Величина 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 напряжения 110 кВ и выше на вторичной обмотке приноминальном напряжении. Величина тока холостого хода не нормируется.

5. Снятие характеристик намагничивания сердечника трансформаторов тока. Следует производить до номинального тока, если для этого не требуется напряжение выше 380 В. 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 протекания сверхтоков, снятие характеристик производится током выше номинального до начала области насыщения.

Таблица I-8-16

Наименьшие допустимые сопротивления изоляции выполненных из органических материалов подвижных и направляющих частей масляных выключателей

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

измеренный при полном исключении влияния внутрибаковой изоляции дугогасительных устройств, т. е. до установки вводов в выключатель.

4. Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты:

а) изоляции выключателей относительно корпуса или опорной изоляции. Производится для выключателей напряжением до 35 кВ. Величина испытательного напряжения для выключателей принимается в соответствии с данными табл. I-8-17. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения — 1 мин;

Таблица I-8-17

Испытательное напряжение промышленной частоты для внешней изоляции аппаратов

Класс напряжения, кВ	Испытательное напряжение, кВ, для аппаратов с изоляцией			
	нормальной керамической	нормальной из органических материалов	облегченной керамической	облегченной из 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	—	—

б) изоляции вторичных цепей и обмоток включающего и отключающего электромагнитов управления. Величина испытательного напряжения — 1 кВ. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения — 1 мин.

5. Измерение сопротивления постоянному току:

а) контактов масляных выключателей. Измерению подлежит сопротивление токоведущей системы полюса выключателя и отдельных его элементов. Величина сопротивления контактов постоянному току должна соответствовать данным завода-изготовителя;

б) шунтирующих сопротивлений дугогасительных устройств. Измеренное сопротивление должно отличаться от заводских данных не более чем на 3%;

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

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

6. Проверка полярности выводов (у однофазных) или группы соединения (у трехфазных) измерительных трансформаторов. Следует производить 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 коэффициента от паспортного значения должно быть в пределах точности измерения.

8. Измерение сопротивления обмоток постоянному току. Производится у первичных обмоток трансформаторов тока на напряжение 110 кВ и выше, имеющих переключающее устройство, и у связующих обмоток каскадных трансформаторов напряжения.

Отклонение измеренного сопротивления обмотки от паспортного значения или от сопротивления обмоток других фаз не должно превышать 2%.

9. Испытание трансформаторного масла. Производится у измерительных трансформаторов на напряжение 35 кВ и выше согласно I-8-33.

Для измерительных трансформаторов, имеющих повышенную величину тангенса угла диэлектрических потерь изоляции, следует произвести испытание масла по п. 12 табл. I-8-42.

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. Следует производить согласно инструкции завода-изготовителя.

11. Испытание вентильных разрядников трансформаторов напряжения типа НДЕ. Производится в соответствии с I-8-28.

МАСЛЯНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

I-8-18. Масляные выключатели всех классов напряжения испытываются в объеме, предусмотренным настоящим параграфом.

1. Измерение сопротивления изоляции:

а) подвижных и направляющих частей, выполненных из органических материалов. Производится мегомметром на напряжение 2500 В.

Сопротивление изоляции не должно быть менее величин, приведенных в табл. I-8-16;

б) вторичных цепей, включающего и отключающего электромагнитов и т. п. Следует производить в соответствии с I-8-34.

2. Испытание вводов. Производится в соответствии с I-8-31.

3. Оценка состояния внутрибаковой изоляции и изоляции дугогасительных устройств. Производится для дополнительного обследования внутрибаковой изоляции выключателей напряжением 35 кВ на влажность путем измерения тангенса угла диэлектрических потерь вводов. Внутрибаковая изоляция подлежит сушке, если измеренное значение тангенса в два раза превышает тангенс угла диэлектрических потерь вводов,

в) обмоток включающего и отключающего электромагнитов управления. Величины сопротивлений обмоток катушек электромагнитов должны соответствовать данным заводов-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 на напряжение 35 кВ и выше, а также независимо от класса напряжения в тех случаях, когда это требуется инструкцией завода-изготовителя.

Измеренные характеристики должны соответствовать данным заводов-изготовителей.

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

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

9. Проверка действия механизма свободного расцепления. Работа механизма свободного расцепления проверяется на участке хода подвижных контактов при включении — от момента замыкания первичной цепи выключателя (с учетом величины промежутка между его контактами, пробиваемого при сближении последних) до полного включеного положения. При этом в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей или директивными материалами должны учитываться специфические требования конструкций приводов, определяющие необходимость проверки действия механизмов свободного расцепления при поднятии до упора плунжера 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 значений 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 заводов-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 током включения до 50 кА) и 85—110% номинального (с 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 задержки 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 напряжениях на зажимах электромагнитов приводов.

12. Испытание трансформаторного масла выключателей. У баковых выключателей всех классов напряжений и малообъемных выключателей напряжением 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 I-8-33.

13. Испытание встроенных трансформаторов тока. Производится в соответствии с I-8-17.

ВОЗДУШНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

I-8-19. Воздушные выключатели всех классов напряжения испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. Измерение сопротивления изоляции:

а) опорных изоляторов, изоляторов гасительных камер и отделителей и изолирующих тяг выключателей всех классов напряжений. Производится мегомметром на напряжение 2500 В 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 величин, приведенных в табл. I-8-18;

Таблица I-8-18

Наименьшие допустимые величины сопротивления опорной изоляции и изоляции подвижных частей воздушных выключателей

Испытуемый элемент	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	—	3000	—

Таблица I-8-20

Величины сопротивления постоянному току обмоток электромагнитов воздушных выключателей

Тип выключателя	Соединение электромагнитов трех фаз	Напряжение, В	Сопротивление обмотки, Ом
BBH-110-6, BBH-154-8, BBH-220-10, BB-330Б, BB-500, BVM-500М	Раздельное или параллельное (электромагниты с форсировкой)	220 110	1-я обмотка: $10 \pm 1,5$; 2-я обмотка: $45 \pm 2,0$; обе обмотки: $55 \pm 3,5$ 1-я обмотка: $2,4 \pm 0,05$; 2-я обмотка: $11,3 \pm 0,55$; обе обмотки: $13,7 \pm 0,55$

б) вторичных цепей, обмоток включающего и отключающего электромагнитов. Производится в соответствии с I-8-34.

2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:
а) изоляции выключателей. Обязательно для выключателей напряжением до 35 кВ.

Опорную цельнофарфоровую изоляцию выключателей следует испытывать повышенным напряжением промышленной частоты в соответствии с табл. I-8-19. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения — 1 мин.

Изоляция выключателей, состоящая из многоэлементных изоляторов, испытывается в соответствии с I-8-32;

Таблица I-8-19

Наибольшие допустимые величины сопротивления постоянному току контактов воздушных выключателей

Тип выключателя	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Сопротивление контактов, мкОм				
			всего контура полюса	гасительной камеры	одного разрыва гасительной камеры	ножа (отделителя)	одного разрыва отделителя
BBH-110-6	110	2000	120	40	20	40	20
BBH-154-8	150	2000	160	60	20	60	20
BBH-220-10	220	2000	200	80	20	80	20
BB-500-2000/25	500	2000	500*	—	18	—	18
BBH-35-2	35	2000	60	—	—	—	—

* Для выключателей с воздухонаполненным 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).

б) изоляции вторичных цепей и обмоток электромагнитов управления. Производится в соответствии с I-8-34.

3. Измерение сопротивления постоянному току:

а) контактов воздушных выключателей всех классов напряжения. Измерению подлежит сопротивление контактов каждого разрыва гасительной камеры, отделителя, ножа и т. п. в отдельности. Наибольшие допустимые величины сопротивления контактов воздушных выключателей приведены в табл. I-8-19;

б) обмоток включающего и отключающего электромагнитов выключателей. Устанавливается для каждого типа выключателей согласно табл. I-8-20 или данным завода-изготовителя.

в) делителей напряжения и шунтирующих сопротивлений выключателя. Для них нормы устанавливаются согласно табл. I-8-21 или по данным завода-изготовителя.

Таблица I-8-21

Величины сопротивления постоянному току элементов делителей напряжения и шунтирующих сопротивлений воздушного выключателя

Тип выключателя	Сопротивление, Ом	Тип выключателя	Сопротивление, Ом
BBH-154-8, BBH-220-10, BBH-330-15	$15\ 000 \pm 150$	BB-500, BVM-500, BB-350, BB-330Б	$14\ 144 \pm 142$

4. Проверка характеристик выключателя. Характеристики выключателя, снятые при номинальном, минимальном и максимальном рабочих давлениях при простых операциях и сложных циклах, 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%.

6. Испытание выключателя многократным включением и отключением. Количество операций и сложных циклов, выполняемых каждым выключателем, устанавливается согласно табл. I-8-22.

7. Испытание конденсаторов делителей и напряжения воздушных выключателей. Производится в соответствии с I-8-27.

8. Проверка хода якоря электромагнита управления. Величина хода якоря электромагнитов с форсировкой должна быть равной 8—0,5 мм.

Таблица I-8-22

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
То же	Минимальное рабочее давление	3
»	Номинальное*	3
Цикл В—О	Максимальное рабочее	2
То же	Минимальное срабатывания	2
»	Минимальное рабочее*	2
Цикл О—В (АПВ успешное)	Максимальное рабочее*	2
Цикл О—В—О (АПВ неуспешное)	Минимальное для АПВ	2
	Номинальное*	2
	Минимальное для АПВ	2
	Максимальное рабочее	2

* Должны сниматься осциллограммы работы выключателей.

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ НАГРУЗКИ

I-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 I-8-34.

2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:

а) изоляции выключателя нагрузки. Производится в соответствии с табл. I-8-17;

б) изоляции вторичных цепей и обмоток электромагнитов управления. Производится в соответствии с I-8-34.

3. Измерение сопротивления постоянному току:

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

б) обмоток электромагнитов управления. Величина сопротивления должна соответствовать данным завода-изготовителя.

4. Проверка действия механизма свободного расцепления. Механизм свободного расцепления проверяется в работе в соответствии с I-8-18, п. 9.

5. Проверка срабатывания привода при пониженном напряжении. Производится в соответствии с I-8-18, п. 10.

6. Испытание выключателя нагрузки многократным опробованием. Производится в соответствии с I-8-18, п. 11.

7. Испытание предохранителей. Производится в соответствии с I-8-30.

РАЗЪЕДИНИТЕЛИ, ОТДЕЛИТЕЛИ И КОРОТКОЗАМЫКАТЕЛИ

I-8-21. Полностью собранные и отрегулированные разъединители, отделители и короткозамыкатели всех классов напряжений испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. Измерение сопротивления изоляции:

а) проводов и тяг, выполненных из органических материалов. Производится мегомметром на напряжение 2500 В. Сопротивление изоляции должно быть не ниже значений, приведенных в табл. I-8-16;

б) многоэлементных изолятов. Производится в соответствии с I-8-32.

в) вторичных цепей и обмоток электромагнитов управления. Производится в соответствии с I-8-34.

2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:

а) изоляции разъединителей, отделителей и короткозамыкателей. Производится в соответствии с табл. I-8-17;

б) изоляции вторичных цепей и обмоток электромагнитов управления. Производится в соответствии с I-8-34.

3. Измерение сопротивления постоянному току:

а) контактной системы разъединителей и отделителей 110 кВ и выше. Измеренные величины должны соответствовать данным заводов-изготовителей или приведенным в табл. I-8-23;

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

Таблица I-8-23

Наибольшие допустимые величины сопротивления 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 и выше	600 1000 1500—2000	175 120 50

4. Измерение вытягивающих усилий подвижных контактов из неподвижных. Производится у разъединителей и отделителей на напряжение 35 кВ, а в электроустановках энергосистем — независимо от класса напряжения.

Измеренные значения вытягивающих усилий при обезжиренном состоянии контактных поверхностей должны соответствовать данным завода-изготовителя, а при их отсутствии — данным, приведенным в табл. I-8-24.

Кроме указанных в табл. I-8-24 норм для разъединителей наружной установки напряжением 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).

Таблица I-8-24

Нормы вытягивающих усилий подвижных контактов из неподвижных (для одного ножа) для разъединителей и отделителей

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

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 напряжении на зажимах электромагнитов (электродвигателей) включения и отключения.

6. Определение временных характеристик. Производится у короткозамыкателей при включении и у отделителей при отключении.

Измеренные величины должны соответствовать данным завода-изготовителя, а при их отсутствии — данным, приведенным в табл. I-8-25.

Таблица I-8-25

Нормы времени отключения отделителей и включения короткозамыкателей

Тип отделителя	Полное время отключения, с	Тип короткозамыкателя	Полное время включения, с
ОД-35	Не более 0,5	K3-35	Не более 0,4
ОД-110	0,7—0,9	K3-110	» 0,4
ОД-110м	Не более 0,5	K3-110м	» 0,35
ОД-150	» 1,0	K3-220, K3-150	» 0,5
ОД-150м	» 0,7	K3-150м	» 0,4
ОД-220	» 1,0	K3-220м	» 0,4
ОД-220м	» 0,7		

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

I-8-22. Комплектные распределительные устройства после монтажа на месте установки испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

Объем и 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 мегомметром на напряжение 2500 В.

Сопротивление изоляции полностью собранных первичных цепей КРУ с установленными в них узлами и деталями, которые могут оказывать 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 мегомметром на напряжение 500—1000 В. Величина сопротивления изоляции каждого присоединения вторичных цепей со всеми присоединенными аппаратами (реле, приборы, вторичные обмотки трансформаторов тока и напряжения и т. п.) должна быть не менее 1 Мом.

2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:

а) изоляции первичных цепей ячеек КРУ и КРУН. Величина испытательного напряжения полностью смонтированных ячеек КРУ и КРУН при включеных в рабочее положение тележках и закрытых дверях указана в табл. I-8-26.

Таблица I-8-26

Величина испытательного напряжения промышленной частоты изоляции ячеек КРУ и КРУН

Класс напряжения, кВ	Величина испытательного напряжения, кВ, ячейки с изоляцией		Класс напряжения, кВ	Величина испытательного напряжения, кВ, ячейки с изоляцией	
	керамической	из твердых органических материалов		керамической	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

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

б) изоляции вторичных цепей. Производится напряжением 1000 В. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения — 1 мин.

3. Измерение сопротивления постоянному току. Сопротивление разъемных и болтовых контактов постоянному току должно быть не более величин, приведенных в табл. I-8-27.

Таблица I-8-27

Наибольшие допустимые величины сопротивления постоянному току контактов КРУ и КРУН

Измеряемый элемент	Сопротивление, Ом
Контакты сборных шин (выборочно)	Величина сопротивления участка шин в месте контактного соединения не должна превышать более чем в 1,2 раза сопротивление участка шин той же длины без контакта
Разъединяющие контакты первичной цепи (выборочно, если позволяет конструкция КРУ)	Величина сопротивления контактов определяется заводскими инструкциями. Для КРУ, у которых инструкции не нормируют сопротивление контактов, величина их сопротивления должна быть не более: для контактов 400 А—75 мкОм; » 600 А—60 мкОм; » 900 А—50 мкОм; » 1200 А—40 мкОм Величина сопротивления контактов должна быть не более 4000 мкОм
Разъединяющие контакты вторичной силовой цепи (выборочно, только для контактов скользящего типа)	

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

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

б) измерение контактного нажатия разъединяющих контактов первичной цепи;

в) проверка работы и состояния контактов защемляющего разъединителя.

КОМПЛЕКТНЫЕ ЭКРАНИРОВАННЫЕ ТОКОПРОВОДЫ С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ И ШИНОПРОВОДЫ

I-8-23. Объем и нормы испытаний оборудования, подсоединеного 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. Величина испытательного напряжения изоляции токопровода при отсоединенных обмотках генератора, силовых трансформаторов и трансформаторов напряжения устанавливается согласно табл. I-8-28.

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. Болтовые соединения токопровода следует подвергнуть выборочной проверке на затяжку болтов.

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 гаммаскопии или другим рекомендованным заводом-изготовителем способом.

3. Проверка состояния изоляционных прокладок. Производится у токопроводов, кожуха которых изолированы от опорных металлоконструкций.

Проверка целости изоляционных прокладок осуществляется путем сравнительных измерений падения напряжения на изоляционных прокладках секции фазы или измерением тока, протекающего в металлоконструкциях между станинами секций.

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

СБОРНЫЕ И СОЕДИНТЕЛЬНЫЕ ШИНЫ

I-8-24. Шины испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом:

на напряжение до 1000 В — по пп. 1,3—5;

на напряжение выше 1000 В — по пп. 2—6.

1. Измерение сопротивления изоляции. Производится мегомметром на напряжение 1000 В. 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 I-8-32;

Таблица I-8-28

Испытательное напряжение промышленной частоты 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

6) опорных многоэлементных и подвесных изоляторов. Штыревые и подвесные изоляторы испытываются согласно I-8-32, п. 2б.

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. Величина падения напряжения или сопротивление на участке шины (0,7—0,8 м) в месте контактного соединения не должны превышать падение напряжения или сопротивление 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 опрессованной 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 опрессованного соединителя превышает 3% его длины;

г) стальной сердечник опрессованного соединителя расположен несимметрично.

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

Величина падения напряжения или сопротивление на участке соединения не должны превышать падение напряжения или сопротивление 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 будет обнаружено:

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 I-8-31.

СУХИЕ РЕАКТОРЫ

I-8-25. Сухие реакторы должны быть испытаны в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно болтов крепления. Производится мегомметром на напряжение 1000—2500 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм.

2. Испытание фарфоровой опорной изоляции реактора повышенным

Таблица I-8-29

Испытательное напряжение промышленной частоты фарфоровой опорной изоляции сухих реакторов

Класс напряжения реактора, кВ	3	6	10	15	20	35
Испытательное напряжение, кВ	24	32	42	55	65	95

напряжением промышленной частоты. Величина испытательного напряжения опорной изоляции полностью собранного реактора устанавливается согласно табл. I-8-29.

Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения — 1 мин.

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

СТАТИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕЛЕЙ

I-8-26. Комплектные статические преобразователи испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом:

ионные нереверсивные — по пп. 1—8, 10, 11;

ионные реверсивные — по пп. 1—11;

полупроводниковые управляемые нереверсивные — 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.

Величины испытательных напряжений приведены в табл. I-8-30, где U_d — напряжение холостого хода преобразовательного агрегата.

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

Для встречно-параллельных схем преобразователей для электропривода и преобразователей с последовательным соединением вентиляй в каждой фазе катоды и корпусы вентиляй, 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 1800 В 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 I-8-16.

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

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

7. Проверка системы охлаждения. Разность температур входящей и отходящей воды охлаждения ртутного преобразователя должна соответствовать данным завода-изготовителя.

Таблица I-8-30
Величины испытательного напряжения промышленной частоты для элементов и цепей статических преобразователей

Испытуемые узлы и цепи преобразователя	Узлы, по отношению к которым испытывают изоляцию	Испытательное напряжение, В, для схем	
		нулевых	мостовых
Преобразователи			
Цепи, связанные с анодами	Заземленные детали	$2,25 U_d + 3750$	$1,025 U_d + 3750$
Катоды и корпусы вентилей и цепи, связанные с катодами, расположенные в шкафах	То же	$1,5 U_d + 750$	$1,025 U_d + 3750$
Рамы	» Первичные обмотки вспомогательных трансформаторов и цепи, связанные с ними, а также заземленные детали	$1,5 U_d + 750$ (но не менее 2250 В)	$1,5 U_d + 750$
Вторичные обмотки вспомогательных трансформаторов и цепи, связанные с ними			$1,025 U_d + 3750$
Преобразовательные трансформаторы			
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 устронимителей частоты	Корпус	$2,25 U_d + 3750$	
Ветви уравнительного реактора	По отношению один к другому	$1,025 U_d + 750$	
Анодные делители (обмотки и выводы)	Корпус или заземленные детали	$2,25 U_d + 3750$	$1,025 U_d + 3750$

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 величины выпрямленного напряжения должно проходить плавно. Снятие регулировочной характеристики производится при работе преобразователя на нагрузку не менее 0,1 номинальной. Характер нагрузки должен соответствовать реальной.

9. Измерение величины статического уравнительного тока. Измерение следует производить во всем диапазоне регулирования. Величина урав-

нительного тока не должна превосходить предусмотренную 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.

КОНДЕНСАТОРЫ БУМАЖНО-МАСЛЯНЫЕ

I-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 на напряжение до 1000 В — по пп. 1, 4, 5;

конденсаторы для повышения коэффициента мощности на напряжение 1000 В и выше — по пп. 1, 2, 4, 5;

конденсаторы связи, отбора мощности и делительные конденсаторы — по пп. 1—4.

1. Измерение сопротивления изоляции. Производится мегомметром на напряжение 2500 В.

Сопротивление изоляции между выводами и относительно корпуса конденсатора и отношение R_{60}/R_{15} не нормируются.

2. Измерение емкости. Производится при температуре $+15 \div 35^\circ\text{C}$. Величина измеренной емкости должна соответствовать паспортным данным с учетом погрешности измерения и приведенных в табл. I-8-31 допусков.

Таблица I-8-31
Наибольшие допустимые отклонения емкости конденсаторов

Наименование или тип конденсатора	Допустимое отклонение, %
Конденсаторы для повышения коэффициента мощности на напряжение: до 1050 В выше 1050 В	± 10 ± 10 -5
Конденсаторы типа: $\text{СМР}-66/\sqrt{3}$, $\text{СМР}-110/\sqrt{3}$	± 10 -5
$\text{СМР}-166/\sqrt{3}$, $\text{СМР}-133/\sqrt{3}$, $\text{ОМР}-15$ $\text{ДМР}-80$, $\text{ДМРУ}-80$, $\text{ДМРУ}-60$, $\text{ДМРУ}-55$, $\text{ДМРУ}-110$	± 5 ± 10

3. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь. Производится для конденсаторов связи, конденсаторов отбора мощности и делительных конденсаторов. Измеренные значения тангенса угла диэлектрических потерь для всех типов конденсаторов при температуре $+15 \div 35^\circ\text{C}$ не должны превышать 0,4%.

Таблица I-8-32

Испытательные напряжения промышленной частоты конденсаторов для повышения коэффициента мощности

Вид испытания	Испытательное напряжение, кВ, для конденсаторов в рабочем напряжении, кВ						
	0,22	0,38	0,50	0,66	3,15	6,30	10,50
Между обкладками . . .	0,42	0,72	0,95	1,25	5,9	11,8	20
Относительно корпуса . . .	2,1	2,1	2,1	5,1	5,1	15,3	21,3

Таблица I-8-33

Испытательные напряжения промышленной частоты для конденсаторов связи, отбора мощности и делительных конденсаторов

Тип конденсатора	Испытательное напряжение элементов конденсатора, кВ	Тип конденсатора	Испытательное напряжение элементов конденсатора, кВ
СМР-66/ $\sqrt{3}$	90	ДМР-80, ДМРУ-80,	
СМР-110/ $\sqrt{3}$	193,5	ДМРУ-60,	
СМР-166/ $\sqrt{3}$	235,8	ДМРУ-55	144
ОМР-15	49,5	ДМРУ-110 . . .	252

Таблица I-8-34

Испытательные напряжения 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

4. Испытание повышенным напряжением. Испытательные напряжения конденсаторов для повышения коэффициента мощности приведены в табл. I-8-32; для конденсаторов связи, конденсаторов отбора мощности и делительных конденсаторов — в табл. I-8-33 и конденсаторов продольной компенсации — в табл. I-8-34.

Продолжительность приложения испытательного напряжения — 1 мин.

При отсутствии источника тока достаточной мощности испытания повышенным напряжением промышленной частоты могут быть заменены испытанием выпрямленным напряжением удвоенной величины, указанной в табл. I-8-32—I-8-34.

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

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

ВЕНТИЛЬНЫЕ РАЗРЯДНИКИ

I-8-28. Вентильные разрядники после установки на месте монтажа испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. Измерение сопротивления элемента разрядника. Производится мегомметром на напряжение 2500 В. Сопротивление изоляции элемента не нормируется.

Для оценки изоляции сопоставляются измеренные величины сопротивлений изоляции элементов одной и той же фазы разрядника; кроме того, эти величины сравниваются с сопротивлением изоляций элементов других фаз комплекта или данными завода-изготовителя.

2. Измерение тока проводимости (тока утечки). Допустимые пределы тока проводимости (тока утечки) отдельных элементов вентильных разрядников приведены в табл. I-8-35.

Таблица I-8-35

Токи проводимости (утечки) элементов вентильных разрядников

Тип разрядника или его элемента	Выпрямленное напряжение, приложенное к элементу разрядника, кВ	Токи проводимости элемента разрядника, мкА		Верхний предел тока утечки, мкА
		Нижний предел	Верхний предел	
PBVM-3	4			—
PBVM-6	6			—
PBVM-10	10			—
PBC-15	16			—
PBC-20	20			—
PBC-33	32			—
PBC-35	32			—
PBO-35	42			—
PBM-3	4			—
PBM-6	6			—
PBM-10	10			—
PBM-15	18			—
PBM-20	24			—
PBP-3	4			—
PBP-6	6			—
PBP-10	10			—
Элемент разрядников РВМГ-110, 150, 220, 330, 500	30	900	1300	—
Основной элемент разрядника серии РВМК	18	900	1300	—
Искровой элемент разрядника серии РВМК	28	900	1300	—
Основной элемент разрядников РВМК-330П, РВМК-500П	24	900	1300	—

Таблица I-8-37

Испытательное напряжение промышленной частоты опорной изоляции предохранителей

Класс напряжения предохранителя, кВ	3	6	10	15	20	35	60
Испытательное напряжение, кВ	24	32	42	55	65	95	140

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 целости плавких вставок и токоограничивающих сопротивлений и соответствия их проектным данным. Плавкие вставки и токоограничивающие сопротивления должны быть калиброванными и соответствовать проектным данным.

Предохранители с кварцевым песком дополнительно проверяются на целостность плавкой вставки.

ВВОДЫ И ПРОХОДНЫЕ ИЗОЛЯТОРЫ

I-8-31. Вводы и проходные изоляторы испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. Измерение сопротивления изоляции. Производится мегомметром на напряжение 1000—2500 В у вводов с бумажно-масляной изоляцией. Измеряется сопротивление изоляции измерительной и последней обкладок вводов относительно соединительной втулки.

Величина сопротивления изоляции должна быть не менее 1000 МОм.

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 величин, указанных в табл. I-8-38.

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

Браковые 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 величины тангенса угла диэлектрических потерь: для вводов 110—115 кВ — 3%; для вводов 220 кВ — 2% и для вводов 350—500 кВ —

3. Измерение пробивных напряжений при промышленной частоте. Пробивные напряжения искровых промежутков элементов вентильных разрядников при промышленной частоте должны быть в пределах значений, указанных в табл. I-8-36.

Таблица I-8-36

Пробивные напряжения искровых промежутков элементов вентильных разрядников при промышленной частоте

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

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

ТРУБЧАТЫЕ РАЗРЯДНИКИ

I-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 величины внешнего искрового промежутка. Производится на опоре установки разрядника. Величина искрового промежутка не должна отличаться от заданного значения.

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

ПРЕДОХРАНИТЕЛИ НА НАПРЯЖЕНИЕ ВЫШЕ 1000 В

I-8-30. Предохранители на напряжение выше 1000 В испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. Испытание опорной изоляции предохранителей повышенным напряжением промышленной частоты. Величина испытательного напряжения устанавливается согласно табл. I-8-37.

Таблица I-8-38

Наибольшие допустимые значения тангенса угла диэлектрических потерь основной изоляции и изоляции измерительного конденсатора вводов и проходных изоляторов при температуре +20°C

Наименование объекта испытания и вид основной изоляции	Тангенс угла диэлектрических потерь, %, при номинальном напряжении, кВ					
	3—15	20—35	60—110	150—220	330	500
Маслонаполненные вводы и проходные изоляторы с маслобарьерной изоляцией	—	3,0	2,0	2,0	1,0	1,0
Маслонаполненные вводы и проходные изоляторы с бумажно-масляной изоляцией *	—	—	1,0	0,8	0,7	0,5
Вводы и проходные изоляторы с бакелитовой изоляцией (в том числе маслонаполненные)	3,0	3,0	2,0	—	—	—

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

предельные значения тангенса угла диэлектрических потерь, принятые для основной изоляции.

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

Величина испытательного напряжения для проходных изоляторов и вводов, испытываемых отдельно или после установки в распределительном устройстве на масляный выключатель и т. п., принимается согласно табл. I-8-39.

Испытание вводов, установленных на силовых трансформаторах, следует производить совместно с испытанием обмоток последних по нормам, принятым для силовых трансформаторов (см. табл. I-8-12).

Таблица I-8-39

Испытательные напряжения промышленной частоты вводов и проходных изоляторов

Номинальное напряжение, кВ	Испытательное напряжение, кВ		
	Изоляторы керамические, испытываемые отдельно	Аппаратные вводы и проходные изоляторы с основной керамической или жидкой изоляцией	Аппаратные вводы и проходные изоляторы с бакелитовой изоляцией
8	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

Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения для вводов и проходных изоляторов с основной изоляцией керамической, жидкой или бумажно-масляной — 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 уплотнений вводов. Производится для негерметичных маслонаполненных вводов 110—500 кВ с бумажно-масляной изоляцией путем создания в них избыточного давления масла — 98 кПа (1 кгс/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 I-8-33.

Таблица I-8-40

Наибольшие допустимые значения тангенса угла диэлектрических потерь масла в маслонаполненных вводах при температуре +70°C

Конструкция ввода	Тангенс угла диэлектрических потерь, %, для напряжения вводов, кВ			
	110—220		330—500	
	Масло марки Т-750	Прочие марки	Масло марки Т-750	Прочие марки
Маслобарьерный	—	7	—	7
Бумажно-масляный негерметичный	5	7	3	5
Бумажно-масляный герметичный	5	7	3	5

После монтажа производится испытание залитого масла по показателям пп. 1—6 табл. I-8-42, 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 масла должны быть не хуже приведенных в табл. I-8-42, а значения тангенса угла диэлектрических потерь — не более приведенных в табл. I-8-40.

ФАРФОРОВЫЕ ПОДВЕСНЫЕ И ОПОРНЫЕ ИЗОЛЯТОРЫ

I-8-32. Фарфоровые подвесные и опорные изоляторы испытываются в объеме, предусмотренному настоящим параграфом.

Для опорностержневых 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 мегомметром на напряжение 2500 В 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 величина испытательного напряжения приводится в табл. I-8-41.

Таблица I-8-41
Испытательные напряжения опорных одноэлементных изоляторов

Наименование испытуемых изоляторов	Испытательные напряжения, кВ, для номинального напряжения электроустановки, кВ					
	3	6	10	15	20	35
Изоляторы, испытуемые отдельно	25	32	42	57	68	100
Изоляторы, установленные в цепях шин и аппаратов . .	24	32	42	55	65	95

Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения — 1 мин;

б) опорных многоэлементных и подвесных изоляторов. Вновь устанавливаемые штыревые и подвесные изоляторы следует испытывать напряжением 50 кВ, прикладываемым к каждому элементу изолятора.

Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения изоляторов, у которых основной изоляцией являются твердые органические материалы, — 5 мин, для керамических изоляторов — 1 мин.

ТРАНСФОРМАТОРНОЕ МАСЛО

I-8-33. Трансформаторное масло на месте монтажа оборудования испытывается в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. Анализ масла перед заливкой в оборудование. Каждая партия свежего, поступившего с завода трансформаторного масла должна перед заливкой в оборудование подвергаться однократным испытаниям по показателям, приведенным в табл. I-8-42, кроме п. 3. Значения показателей, полученные при испытаниях, должны быть не хуже приведенных в табл. I-8-42.

Масла, изготовленные по техническим условиям, не указанным в табл. I-8-42, должны подвергаться испытаниям по тем же показателям, но нормы испытаний следует принимать в соответствии с техническими условиями на эти масла.

Таблица I-8-42
Предельные допустимые величины показателей качества трансформаторного масла

№ п/п	Показатель качества масла	Свежее сухое масло перед заливкой в оборудование				Масло непосредственно после заливки в оборудование			
		по ГОСТ 982-68 марки ТК _{II}	по ГОСТ 10121-62	по ТУ 38-1-182-68	по ТУ 38-1-239-69	по ГОСТ 982-68 марки ТК _{II}	по ГОСТ 10121-62	по ТУ 38-1-182-68	по ТУ 38-1-239-69
1	Минимальное пробивное напряжение масла, кВ, определяемое в стандартном сосуде, для трансформаторов и изоляторов напряжением:								
	до 15 кВ	30	30	30	—	25	25	25	—
	выше 15 до 35 кВ . . .	35	35	35	—	30	30	30	—
	от 35 до 220 кВ . . .	45	45	—	40	40	40	—	—
	от 330 до 500 кВ . . .	55	—	55	55	50	50	50	50
2	Содержание механических примесей								
3	Содержание взвешенного угля:								
	в трансформаторах . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
	в выключателях . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
4	Кислотное число, мг КОН на 1 г масла, не более	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01
5	Реакция водной вытяжки								
6	Температура вспышки, не ниже	135	150	135	135	135	150	135	135
7	Вязкость кинематическая, $1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, не более:								
	при 20°C	—	28	30	—	—	—	—	—
	при 50°C	9,0	9,0	9,0	9,0	—	—	—	—
8	Температура застывания, °С, не выше* . .	—45	—45	—45	—53	—	—	—	—
9	Натровая пробы в баллах, не более	1	1	1	1	—	—	—	—
10	Прозрачность при +5°C								
11	Общая стабильность против окисления (по ГОСТ 981-55): количество осадка после окисления, %, не более	0,01	Отсутствие	0,03	Отсутствие	—	—	—	—

Таблица I-8-43

Наименьшие допустимые сопротивления изоляции аппаратов, вторичных цепей и электропроводки напряжением до 1000 В

Испытуемая изоляция	Напряжение мегомметра, В	Сопротивление изоляции, МОм	Примечание
Вторичные цепи управления, защиты, измерения, сигнализации и т. п. в электроустановках напряжением выше 1000 В: шинки оперативного тока и шинки цепей напряжения на щите управления каждое присоединение вторичных цепей и цепей питания приводов выключателей и разъединителей	500—1000	10	Испытания производятся при отсоединенных цепях
Вторичные цепи управления, защиты, сигнализации в релейно-контакторных схемах установок напряжением до 1000 В	500—1000	1	Испытания производятся со всеми присоединенными аппаратами (катушки приводов, контакторы, реле, приборы, вторичные обмотки трансформаторов тока и напряжения и т. п.)
Цепи бесконтактных схем системы регулирования и управления, а также присоединенные к ним элементы	500—1000	0,5	Испытания производятся со всеми присоединенными аппаратами (магнитные пускатели, контакторы, катушки автоматов, реле, приборы и т. п.)
Цепи управления, защиты и возбуждения машин постоянного тока напряжением до 1100 В, присоединенных к цепям главного тока	500—1000	1	По данным завода-изготовителя
Силовые и осветительные электропроводки	1000	0,5	
Распределительные устройства, щиты и токопроводы напряжением до 1000 В	500—1000	0,5	Испытания в осветительных проводках производятся до вворачивания ламп с подсоединением нулевого провода к корпусу светильника. Изоляция измеряется между проводами и относительно земли
			Для каждой секции распределительного устройства

Продолжение табл. I-8-42

№/п	Показатель качества масла	Свежее сухое масло перед заливкой в оборудование				Масло непосредственно после заливки в оборудование			
		по ГОСТ 982—68 марки ТК _{II}	по ГОСТ 10121—62 по ТУ 38-1-182—68	по ТУ 38-1-239—69	по ТУ 38-1-239—69	по ГОСТ 982—68 марки ТК _{II}	по ГОСТ 10121—62 по ТУ 38-1-182—68	по ТУ 38-1-239—69	по ТУ 38-1-239—69
12	кислотное число окисленного масла, мг КОН на 1 г масла, не более	0,1	0,1	0,3	0,03	—	—	—	—
	Тангенс угла диэлектрических потерь, %, не более**:								
	при 20°C	0,2	0,2	0,05	—	0,4	0,4	0,1	—
	» 70°C	1,5	2,0	0,7	0,3	2,0	2,5	1,0	0,5
	» 90°C	—	—	1,5	0,5	—	—	2,0	0,7

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

** Нормы тангенса угла диэлектрических потерь масла в маслонаполненных вводах см. в табл. I-8-40.

2. Анализ масла перед включением оборудования. Масло, отбираемое из оборудования перед его включением под напряжение после монтажа, подвергается сокращенному анализу в объеме, предусмотренном в пп. 1—6 табл. I-8-42, а для оборудования 110 кВ и выше — кроме того, по п. 12 табл. I-8-42.

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 ингибионированного и неингибионированного масел.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ, ВТОРИЧНЫЕ ЦЕПИ И ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

I-8-34. Электрические аппараты и вторичные цепи схем защит, управления, сигнализации и измерения испытываются в объеме, предусмотренному настоящим параграфом. Электропроводки напряжением до 1000 В от распределительных пунктов до токоприемников испытываются по п. 1.

1. Измерение сопротивления изоляции. Сопротивление изоляции должно быть не менее величин, приведенных в табл. I-8-43.

2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты. Величина испытательного напряжения для вторичных цепей схем за-

щиты, управления, сигнализации и измерения со всеми присоединенными аппаратами (катушки приводов, автоматов, магнитные пускатели, контакторы, реле, приборы и т. п.) — 1000 В.

Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения — 1 мин.

3. Проверка действия максимальных, минимальных или независимых расцепителей автоматов. Производится у автоматов с номинальным током 200 А и более.

Пределы работы расцепителей должны соответствовать заводским данным.

Таблица I-8-44

Испытание контакторов и автоматов многократными включениями и отключениями

Операция	Напряжение оперативного тока, % номинального	Количество операций
Включение . . .	90	5
Включение и отключение . . .	100	5
Отключение . . .	80	10

4. Проверка работы автоматов и контакторов при пониженном и номинальном напряжениях оперативного тока. Величины напряжений и количество операций при испытании автоматов и контакторов многократными включениями и отключениями приведены в табл. I-8-44.

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 полностью собранных схем на правильность функционирования при различных значениях оперативного тока. Все элементы

Таблица I-8-45

Значения напряжения оперативного тока, при которых должно обеспечиваться нормальное функционирование схем

Назначение схем	Напряжение оперативного тока, % номинального	Примечание
Схемы защиты и сигнализации в установках напряжением выше 1000 В	80, 100	
Схемы управления в установках напряжением выше 1000 В:		
включение	90, 100	
отключение	80, 100	
Релейно-контакторные схемы в установках напряжением до 1000 В	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

схем должны надежно функционировать в предусмотренной проектом последовательности при значениях оперативного тока, приведенных в табл. I-8-45.

АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ

I-8-35. Законченная монтажом аккумуляторная батарея испытывается в объеме, предусмотренному 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 — напряжение 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.

Таблица I-8-46

Показатели и допустимые количества примесей для разведенной кислоты (в пересчете на концентрированную кислоту)

Показатель и примесь	Показатель и допустимый процент примесей
Прозрачность	Прозрачная
Окраска согласно колориметрическому определению, мл	0,6 1,18
Удельный вес при 20°C	
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 667-53, п. 19
Вещества, восстанавливающие марганцовокислый калий	Выдерживает испытание по ГОСТ 667-53, п. 18

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

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

4. Химический анализ электролита. Электролит для заливки кислотных аккумуляторных батарей должен готовиться из серной аккумуляторной кислоты (ГОСТ 667-53, сорт А) и дистиллированной воды (ГОСТ 6709-72).

Содержание примесей и нелетучего остатка в разведенном электролите не должно превышать значений, приведенных в табл. I-8-46.

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

I-8-36. Заземляющие устройства испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. Проверка элементов заземляющего устройства. Ее следует проводить 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, целостность 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 напряжением до 1000 В. Пробивные предохранители должны быть исправны и соответствовать номинальному напряжению электроустановки.

4. Проверка цепи фаза — нуль в установках напряжением до 1000 В с глухим заземлением нейтрали. Проверку следует производить одним из способов:

непосредственным измерением тока однофазного короткого замыкания на корпус или нулевой провод с помощью специальных приборов; измерением полного сопротивления петли фаза — нуль с последующим вычислением тока однофазного короткого замыкания.

Ток однофазного короткого 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. Величины сопротивлений должны удовлетворять требованиям, приведенным в соответствующих главах настоящих Правил.

СИЛОВЫЕ КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ

I-8-37. Силовые кабельные линии на напряжение до 1000 В испытываются по пп. 1, 2, 7, 13, на напряжение выше 1000 В и до 35 кВ — по пп. 1—3, 6, 7, 11, 13, на напряжение 110 кВ и выше — в полном объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. Проверка целости и фазировки жил кабеля. Проверяются целостность и совпадение наименования фаз подключаемых жил кабеля.

2. Измерение сопротивления изоляции. Производится мегомметром на напряжение 2500 В.

Для силовых кабелей напряжением до 1000 В величина сопротивления изоляции должна быть не менее 0,5 МОм. Для силовых кабелей напряжением выше 1000 В величина сопротивления изоляции не нормируется. Измерение следует производить до и после испытания кабеля повышенным напряжением.

3. Испытание повышенным напряжением выпрямленного тока. Силовые кабели напряжением выше 1000 В испытываются повышенным напряжением выпрямленного тока.

Величины испытательных напряжений и длительность приложения нормированного испытательного напряжения приведены в табл. I-8-47.

Таблица I-8-47

Испытательные напряжения выпрямленного тока для силовых кабелей

Тип кабеля	Испытательные напряжения, кВ, для кабелей на рабочее напряжение, кВ								Продолжительность испытания, мин
	2	3	6	10	10	35	110	220	
С бумажной изоляцией . .	12	18	36	60	100	175	300	450	10
С резиновой изоляцией марок ГТШ, КШЭ, КШВГ, КШВГЛ, КШБГД . . .	—	6	12	—	—	—	—	—	5
С пластмассовой изоляцией	—	15	—	—	—	—	—	—	10

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 установившейся величины.

4. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты.

Допускается производить для линий 110—220 кВ взамен испытания выпрямленным током. Величина 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 напряжением 35 кВ и выше.

Активное сопротивление жил кабельной линии постоянному току, приведенное к удельной величине (на 1 мм² сечения, 1 м длины при +20°C), 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 токораспределения по одножильным кабелям. Неравномерность в распределении токов на кабелях не должна быть более 10%.

8. Проверка защиты от баланса токов. Производится проверка действия установленных антикоррозионных защит.

9. Испытание на наличие нерастворенного воздуха (пропиточное испытание). Проводится для маслонаполненных кабельных линий напряжением 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 маслонаполненных кабельных линий напряжением 110—220 кВ.

11. Контроль состояния антикоррозийного покрытия. Производится для стального трубопровода маслонаполненных кабельных линий напряжением 110—220 кВ.

12. Проверка характеристик масла. Производится для маслонаполненных кабельных линий напряжением 110—220 кВ. Отбор проб следует производить из всех элементов линии.

Пробы масла марки С-220, отбираемые через 3 суток после заливки, должны удовлетворять требованиям табл. I-8-48.

Таблица I-8-48

Предельные значения показателей качества масла кабельных линий

Показатель масла	Нормы для масла марки	
	С-220	МН-3
Пробивная прочность, кВ/см, не менее	180	180
Тангенс угла диэлектрических потерь при +100°C, %, 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

Пробы масла марки МН-3, отбираемые из линий низкого и высокого давления через 5 суток после заливки, должны удовлетворять требованиям табл. I-8-48.

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

**ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ
НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В**

I-8-38. Воздушные линии электропередачи испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

1. Проверка изоляторов. Производится согласно I-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 опрессованной 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 переког 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 стальалюминиевых проводов сечением 150—600 мм²— более 6 мм;

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

3. Измерение сопротивления заземления опор, их оттяжек и тросов. Производится в соответствии с I-8-36.

**СОДЕРЖАНИЕ
«ПРАВИЛ УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК»**

Раздел I. Общие правила

- Глава I-1. Общая часть
Глава I-2. Электроснабжение и электрические сети
Глава I-3. Выбор проводников по нагреву, экономической плотности тока и по условиям короны
Глава I-4. Выбор электрических аппаратов и проводников по условиям короткого замыкания
Глава I-5. Учет электроэнергии
Глава I-6. Электрические измерения
Глава I-7. Заземление, защитные меры безопасности
Глава I-8. Объем и нормы приемо-сдаточных испытаний электрооборудования

Раздел II. Канализация электроэнергии

- Глава II-1. Электропроводки
Глава II-2. Шинопроводы и токопроводы напряжением до 35 кВ
Глава II-3. Кабельные линии напряжением до 220 кВ
Глава II-4. Воздушные линии электропередачи напряжением до 1000 В
Глава II-5. Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1000 В

Раздел III. Защита и автоматика

- Глава III-1. Защита электрических сетей напряжением до 1000 В
Глава III-2. Релейная защита
Глава III-3. Автоматика
Глава III-4. Вторичные цепи

Раздел IV. Распределительные устройства и подстанции

- Глава IV-1. Распределительные устройства напряжением до 1000 В
Глава IV-2. Распределительные устройства и подстанции напряжением выше 1000 В
Глава IV-3. Преобразовательные подстанции и установки

Глава IV-4. Аккумуляторные установки

Раздел V. Электросиловые установки

- Глава V-1. Электромашинные помещения
- Глава V-2. Генераторы и синхронные компенсаторы
- Глава V-3. Электродвигатели и их коммутационные аппараты
- Глава V-4. Электрооборудование кранов
- Глава V-5. Электрооборудование лифтов
- Глава V-6. Конденсаторные установки

Раздел VI. Электрическое освещение

- Глава VI-1. Общая часть
- Глава VI-2. Внутреннее освещение
- Глава VI-3. Наружное освещение
- Глава VI-4. Рекламное освещение
- Глава VI-5. Осветительные арматуры, установочные аппараты

Раздел VII. Электрооборудование специальных установок

- Глава VII-1. Электрооборудование жилых и общественных зданий
- Глава VII-2. Электрооборудование зрелищных предприятий
- Глава VII-3. Электроустановки во взрывоопасных зонах
- Глава VII-4. Электроустановки в пожароопасных зонах
- Глава VII-5. Электротермические установки
- Глава VII-6. Электросварочные установки
- Глава VII-7. Торфяные электроустановки

ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

РАЗД. I. ОБЩИЕ ПРАВИЛА

Гл. I-8

Объем и нормы приемо-сдаточных испытаний электрооборудования

Редактор *Р. А. Скитева*

Художественный редактор *А. Г. Кирьянов*

Технический редактор *И. Н. Подшебякин*. Корректор *Л. С. Тимохова*

Подписано к печати с матриц 16/VIII-1977 г. Формат 84×108^{1/2}. Бумага типогр. № 3. Усл. печ. л. 2,94. Уч.-изд. л. 4,28. Тираж 800 000 (III завод 400 001—600 000) экз.

Цена 21 коп. Зак. изд. 76124. Зак. тип. 385.

Атомиздат, 103031 Москва, К-31, ул. Жданова, 5.
Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли, 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Общие положения § I-8-1 — I-8-12	5
Синхронные генераторы и компенсаторы § I-8-13	7
Машины постоянного тока § I-8-14	14
Электродвигатели переменного тока § I-8-15	16
Силовые трансформаторы, автотрансформаторы, масляные реакторы и заземляющие реакторы (дугогасящие катушки) § I-8-16	19
Измерительные трансформаторы § I-8-17	22
Масляные выключатели § I-8-18	24
Воздушные выключатели § I-8-19	27
Выключатели нагрузки § I-8-20	30
Разъединители, отделители и короткозамыкатели § I-8-21	31
Комплектные распределительные устройства внутренней и наружной установки (КРУ и КРУН) § I-8-22	33
Комплектные экранированные токопроводы с воздушным охлаждением и шинопроводы § I-8-23	34
Сборные и соединительные шины § I-8-24	35
Сухие реакторы § I-8-25	36
Статические преобразователи для промышленных целей § I-8-26	37
Конденсаторы бумажно-масляные § I-8-27	39
Вентильные разрядники § I-8-28	41
Трубчатые разрядники § I-8-29	42
Предохранители на напряжение выше 1000 В § I-8-30	42
Вводы и проходные изоляторы § I-8-31	43
Фарфоровые подвесные и опорные изоляторы § I-8-32	45
Трансформаторное масло § I-8-33	46
Электрические аппараты, вторичные цепи и электропроводки на напряжением до 1000 В § I-8-34	48
Аккумуляторные батареи § I-8-35	51
Заземляющие устройства § I-8-36	52
Силовые кабельные линии § I-8-37	52
Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1000 В § I-8-38	54
Содержание «Правил устройства электроустановок»	55