

**ПРАВИЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

**НОРМЫ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И АППАРАТОВ
ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

**1. Контактные соединения сборных и соединительных шин,
проводов и грозозащитных тросов**

К, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой планово-предупредительного ремонта (далее - ППР).

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
1.1. Контроль опрессованных контактных соединений	К	Контролируются геометрические размеры и состояние контактных соединений. Геометрические размеры (длина и диаметр опрессованной части корпуса зажима) должны соответствовать требованиям указаний по монтажу зажимов На поверхности зажима не должно быть трещин, коррозии, механических повреждений	Стальной сердечник опрессованного соединительного зажима не должен быть смещен относительно симметричного положения более чем на 15% длины прессуемой части зажима
1.2. Контроль контактных соединений, выполненных с применением овальных соединительных зажимов		Геометрические размеры зажимов не должны отличаться от предусмотренных указаниями по монтажу зажимов На поверхности зажима не должно быть трещин, коррозии (на стальных соединительных зажимах), механических повреждений	Число витков скрутки скручиваемых зажимов на сталеалюминиевых, алюминиевых и медных проводах должно быть не менее 4 и не более 4,5; а зажимов типа СОАС-95-3 при соединении проводов АЖС 70/39 - от 5 до 5,5 витков
1.3. Контроль болтовых контактных соединений: 1) контроль затяжки болтов контактных соединений	К	Проверяется затяжка болтов контактных соединений, выполненных с применением соединительных пласечных, петлевых переходных, соединительных переходных, ответвительных, аппаратных зажимов	Проверка производится в соответствии с инструкцией по монтажу зажима
2) измерение переходных сопротивлений	М	На ВЛ сопротивление участка провода с соединителем не должно более чем в 2 раза превышать сопротивление участка	Измеряется переходное сопротивление неизолированных проводов ВЛ напряжением 35 кВ и выше, шин и токопроводов

<p>1.4. Контроль сварных контактных соединений</p> <p>1) контроль контактных соединений, выполненных с применением термитных патронов</p> <p>2) контроль контактных соединений сборных и соединительных шин, выполненных сваркой</p> <p>1.5. Тепловизионный контроль</p>	<p>К</p> <p>М</p>	<p>провода такой же длины</p> <p>На подстанциях сопротивление контактного соединения не должно более чем в 1,2 раза превышать сопротивление участка (провода, шины) такой же длины, как и соединителя</p> <p>В сварных соединениях, выполненных с применением термитных патронов, не должно быть пережогов наружного повива провода или нарушения сварки при перегибе сваренных концов провода; усадочных раковин в месте сварки глубиной более 1/3 диаметра провода из алюминия, его сплавов или меди, глубиной более 6 мм для сталеалюминиевых проводов сечением 150-600 мм²</p> <p>В сварном соединении не должно быть трещин, прожогов, кратеров, непроваров сварного шва более 10% его длины при глубине более 15% толщины свариваемого металла. Суммарное значение непроваров, подрезов, газовых включений в швах алюминиевых шин должно быть не более 15% толщины свариваемого металла в каждом рассматриваемом сечении</p> <p>Производится в соответствии с установленными нормами и инструкциями заводов-изготовителей</p>	<p>распределительных устройств на ток 1000 А и более</p> <p>Периодичность контроля - 1 раз в 6 лет</p> <p>При положительных результатах тепловизионного контроля измерения переходных сопротивлений не проводятся</p>
--	-------------------	--	---

2. Силовые трансформаторы, автотрансформаторы и масляные реакторы (далее трансформаторы).

К, Т, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
2.1. Определение условий включения трансформатора	К	Трансформаторы, прошедшие капитальный ремонт с полной или частичной заменой обмоток или изоляции, подлежат сушке независимо от результатов измерений. Трансформаторы, прошедшие капитальный ремонт без	При заполнении трансформаторов маслом с иными характеристиками, чем у слитого до ремонта, может наблюдаться изменение сопротивления изоляции и tgδ, что должно учитываться при комплексной оценке

		<p>замены обмоток или изоляции, могут быть включены в работу без подсушки или сушки при соответствии показателей масла и изоляции обмоток требованиям таблицы 1 (Приложение 3.1), а также при соблюдении условий пребывания активной части на воздухе. Продолжительность работ, связанных с разгерметизацией должна быть не более:</p> <p>1) для трансформаторов на напряжение до 35 кВ - 24 ч при относительной влажности до 75% и 16 ч при относительной влажности до 85%;</p> <p>2) для трансформаторов напряжением 110 кВ и более - 16 ч при относительной влажности до 75% и 10 ч при относительной влажности до 85%. Если время осмотра трансформатора превышает указанное, но не более чем в 2 раза, то должна быть проведена контрольная подсушка трансформатора</p>	<p>состояния трансформатора</p> <p>Условия включения сухих трансформаторов без сушки определяются в соответствии с указаниями завода-изготовителя</p> <p>При вводе в эксплуатацию трансформаторов, прошедших капитальный ремонт в условиях эксплуатации без смены обмоток и изоляции рекомендуется выполнение контроля в соответствии с требованиями, приведенными в нормативно-технической документации</p>
<p>2.2. Измерение сопротивления изоляции:</p> <p>1) обмоток</p>	<p>К, Т, М</p>	<p>Наименьшие допустимые значения сопротивления изоляции, при которых возможно включение трансформаторов в работу после капитального ремонта, регламентируются указаниями табл.2 (Приложение 3.1)</p> <p>Измерения в процессе эксплуатации производятся при неудовлетворительных результатах испытаний масла и (или) хроматографического анализа растворенных в масле газов, а также в объеме комплексных испытаний</p> <p>Для трансформаторов на напряжение 220 кВ сопротивление изоляции рекомендуется измерять при температуре не ниже 20°C, а до 150 кВ - не ниже 10°C</p>	<p>Измеряется мегаомметром на напряжение 2500 В</p> <p>Производится как до ремонта, так и после его окончания. См. также примечание 3</p> <p>Измерения производятся по схемам табл.3 (Приложение 3.1). При текущем ремонте измерение производится, если специально для этого не требуется расшировка трансформатора</p>
<p>2) доступных стяжных шпилек, бандажей, полубандажей ярем, прессующих колец, ярмовых балок и электростатических экранов</p>	<p>К</p>	<p>Измеренные значения должны быть не менее 2 МОм, а сопротивление изоляции ярмовых балок не менее 0,5 МОм</p>	<p>Измеряется мегаомметром на напряжение 1000 В у масляных трансформаторов только при капитальном ремонте, а у сухих трансформаторов и при</p>

<p>2.3. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь tgδ изоляции обмоток</p>	<p>К, М</p>	<p>Для трансформаторов, прошедших капитальный ремонт, наибольшие допустимые значения tgδ изоляции приведены в табл.4 (Приложение 3.1)</p> <p>В эксплуатации значение tgδ не нормируется, но оно должно учитываться при комплексной оценке результатов измерения состояния изоляции. Измерения в процессе эксплуатации проводятся при неудовлетворительных результатах испытаний масла и (или) хроматографического анализа растворенных в масле газов, а также в объеме комплексных испытаний. Результаты измерений tgδ изоляции обмоток, включая динамику их изменений, должны учитываться при комплексном рассмотрении данных всех испытаний</p>	<p>текущем ремонте</p> <p>При межремонтных испытаниях измерение производится у силовых трансформаторов на напряжение 110 кВ и выше или мощностью 31500 кВА и более</p> <p>У трансформаторов на напряжение 220 кВ tgδ рекомендуется измерять при температуре не ниже 20°C, а до 150 кВ не ниже 10°C. Измерения производятся по схемам табл.3 (Приложение 3.1)</p> <p>См. также примечание 3</p>
<p>2.4. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты</p> <p>1) изоляции обмоток 35 кВ и ниже вместе с вводами</p> <p>2) изоляции доступных для испытания стяжных шпилек, бандажей, полубандажей ярем, прессующих колец, ярмовых балок и электростатических экранов</p> <p>3) изоляции цепей защитной аппаратуры.</p>	<p>К</p> <p>К</p>	<p>См. табл.5 (Приложение 3.1). Продолжительность испытания – 1 мин. Наибольшее испытательное напряжение при частичной замене обмоток принимается равным 90%, а при капитальном ремонте без замены обмоток и изоляции или с заменой изоляции, но без замены обмоток - 85% от значения, указанного в табл. 5 (Приложение 3.1).</p> <p>Производится напряжением 1 кВ в течение 1 мин, если заводом-изготовителем не установлены более жесткие нормы испытания</p> <p>Производится напряжением 1 кВ в течение 1 мин</p> <p>Значение испытательного напряжения при испытаниях изоляции электрических цепей манометрических термометров - 0,75 кВ в</p>	<p>При капитальных ремонтах маслонаполненных трансформаторов без замены обмоток и изоляции испытание изоляции обмоток повышенным напряжением не обязательно. Испытание изоляции сухих трансформаторов обязательно</p> <p>Испытание производится в случае вскрытия трансформатора для осмотра активной части. См. также п.3.25.</p> <p>Испытывается изоляция (относительно заземленных частей) цепей с присоединенными трансформаторами тока, газовыми и защитными реле, маслоуказателями, отсечным клапаном и датчиками</p>

2.5. Измерение сопротивления обмоток постоянному току	К, М	<p>течение 1 мин</p> <p>Должно отличаться не более чем на 2% от сопротивления, полученного на соответствующих ответвлениях других фаз, или от значений заводских и предыдущих эксплуатационных измерений, если нет особых оговорок в паспорте трансформатора</p> <p>В процессе эксплуатации измерения могут производиться при комплексных испытаниях трансформатора</p>	<p>температуры при отсоединенных разьемах манометрических термометров, цепи которых испытываются отдельно</p> <p>Производится на всех ответвлениях, если в заводском паспорте нет других указаний, и если для этого не требуется выемки активной части. Перед измерениями сопротивления обмоток трансформаторов, снабженных устройствами регулирования напряжения, следует произвести не менее трех полных циклов переключения</p>
2.6. Проверка коэффициента трансформации	К	<p>Должен отличаться не более чем на 2% от значений, полученных на соответствующих ответвлениях других фаз, или от заводских (паспортных) данных. Кроме того, для трансформаторов с РПН разница коэффициентов трансформации должна быть не выше значения ступени регулирования</p>	<p>Производится на всех ступенях переключателя</p>
2.7. Проверка группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов и полярности выводов однофазных трансформаторов	К	<p>Группа соединений должна соответствовать паспортным данным, а полярность выводов - обозначениям на щитке или крышке трансформатора</p>	<p>Производится при ремонтах с частичной или полной заменой обмоток</p>
2.8. Измерение тока и потерь холостого хода	К	<p>Значение тока и потерь холостого хода не нормируется.</p> <p>Измерения производятся у трансформаторов мощностью 1000 кВА и более</p>	<p>Производится одно из измерений:</p> <p>1) при номинальном напряжении измеряется ток холостого хода</p> <p>2) при пониженном напряжении измеряются потери холостого хода по схемам, по которым производилось измерение на заводе-изготовителе</p>
2.9. Оценка состояния переключающих устройств	К	<p>Осуществляется в соответствии с требованиями инструкций заводов-изготовителей или нормативно-технических документов</p>	<p>-</p>
2.10. Испытание бака на плотность	К	<p>Продолжительность испытания во всех случаях - не менее 3 ч</p> <p>Температура масла в баке трансформаторов напряжением до 150 кВ не ниже 10 °С, трансформаторов</p>	<p>Производится: у трансформаторов напряжением до 35 кВ включительно - гидравлическим давлением столба масла, высота которого над уровнем</p>

		<p>220 кВ - не ниже 20 °С</p> <p>Не должно быть течи масла</p> <p>Герметизированные трансформаторы и не имеющие расширителя испытанием не подвергаются</p>	<p>заполненного расширителя принимается равной 0,6 м; для баков волнистых и с пластинчатыми радиаторами - 0,3 м;</p> <p>у трансформаторов с пленочной защитой масла - созданием внутри гибкой оболочки избыточного давления воздуха 10 кПа</p> <p>у остальных трансформаторов - созданием избыточного давления азота или сухого воздуха 10 кПа в надмасляном пространстве расширителя</p> <p>Производится согласно типовым и заводским инструкциям</p>
2.11. Проверка устройств охлаждения	К	<p>Устройства должны быть исправными и удовлетворять требованиям заводских инструкций</p>	
2.12. Проверка средств защиты масла от воздействия окружающего воздуха	К, Т, М	<p>Проверка воздухоосушителя, установок азотной и пленочной защиты масла, термосифонного или адсорбирующего фильтров производится в соответствии с требованиями инструкций заводов-изготовителей или нормативно-технических документов</p>	<p>Индикаторный силикагель должен иметь равномерную голубую окраску зерен. Изменение цвета зерен силикагеля на розовый свидетельствует о его увлажнении</p>
2.13. Испытание трансформаторного масла:			
1) из трансформаторов;	К, Т, М	<p>У трансформаторов напряжением до 35 кВ включительно - по показателям п.п.1-5, 7 табл.6 (приложение 3.1)</p> <p>У трансформаторов напряжением 110 кВ и выше - по показателям п.п.1-9 табл.6 (приложение 3.1), а у трансформаторов с пленочной защитой дополнительно по п.10 той же таблицы</p>	<p>Производится:</p> <p>1) после капитальных ремонтов трансформаторов</p> <p>2) не реже 1 раза в 5 лет для трансформаторов мощностью выше 630 кВА, работающих с термосифонными фильтрами;</p> <p>3) не реже 1 раза в 2 года для трансформаторов мощностью выше 630 кВА, работающих без термосифонных фильтров</p> <p>Производится 1 раз в 2 года, а также при комплексных испытаниях трансформатора</p>
2) из баков контакторов устройств РПН	Т, М	<p>Масло следует заменить:</p> <p>1) при пробивном напряжении ниже 2,5 кВ в контакторах с изоляцией 10 кВ, 30 кВ - с изоляцией 35 кВ, 35 кВ - с изоляцией 40 кВ, 110 кВ - с изоляцией 220 кВ;</p> <p>2) если в нем обнаружена вода (определение качественное) или механические примеси</p>	<p>Производится в соответствии с инструкцией завода-изготовителя данного переключателя</p>

2.14. Испытание трансформаторов включением на номинальное напряжение	К	(определение визуальное) В процессе 3-5 кратного включения трансформатора на номинальное напряжение и выдержки под напряжением в течение времени не менее 30 мин не должны иметь место явления, указывающие на неудовлетворительное состояние трансформатора	Трансформаторы, работающие в блоке с генератором, включаются в сеть подъемом напряжения с нуля
2.15. Хроматографический анализ газов, растворенных в масле	М	Оценка состояния трансформатора и определение характера возможных дефектов производится 1 раз в 6 мес. в соответствии с рекомендациями методических указаний по диагностике развивающихся дефектов по результатам хроматографического анализа газов, растворенных в масле	Состояние трансформаторов оценивается путем сопоставления измеренных данных с граничными концентрациями газов в масле и по скорости роста концентрации газов в масле
2.16. Оценка влажности твердой изоляции	К, М	Допустимое значение влагосодержания твердой изоляции после капитального ремонта - 2%, эксплуатируемых - 4% по массе; в процессе эксплуатации допускается не определять, если влагосодержание масла не превышает 10 г/т Производится первый раз через 10-12 лет после включения, в дальнейшем 1 раз в 4-6 лет у трансформаторов напряжением 110 кВ и выше мощностью 60 МВА и более	При капитальном ремонте определяется по влагосодержанию заложенных в бак образцов, в эксплуатации - расчетным путем
2.17. Оценка состояния бумажной изоляции обмоток: по наличию фурановых соединений в масле	М	Допустимое содержание фурановых соединений, в том числе фурурола, приведено в п.11 табл.6 (Приложение 3.1)	Производится хроматографическими методами 1 раз в 12 лет, а после 24 лет эксплуатации - 1 раз в 4 года
по степени полимеризации бумаги	К	Ресурс бумажной изоляции обмоток считается исчерпанным при снижении степени полимеризации бумаги до 250 единиц	
2.18. Измерение сопротивления короткого замыкания (Z_k) трансформатора	К, М	Значения Z_k не должны превышать исходные более чем на 3%. У трехфазных трансформаторов дополнительно нормируется различие значений Z_k по фазам на основном и крайних ответвлениях - оно не должно превышать 3%	Производится у трансформаторов мощностью 125 МВА и более (при наличии РПН - на основном и обоих крайних ответвлениях) после воздействия на трансформатор тока КЗ, превышающего 70% расчетного значения, а также в объеме комплексных

2.19. Испытание вводов	К, М	Производится в соответствии с указаниями раздела 10	испытаний
2.20. Испытание встроенных трансформаторов тока	К, М	Производится в соответствии с указаниями п.п.20.1, 20.3.2, 20.5, 20.6, 20.7 раздела 20	
2.21. Тепловизионный контроль	М	Производится в соответствии с установленными нормами и инструкциями заводов-изготовителей	

Примечания:

1. Испытания по п.п.2.1, 2.3, 2.8-2.12, 2.13, 2.15 и 2.16 для сухих трансформаторов всех мощностей не проводятся.
2. Измерения сопротивления изоляции и tgδ должны производиться при одной и той же температуре или приводиться к одной температуре. Измеренные значения tgδ изоляции при температуре изоляции 20°C и выше, не превышающие 1%, считаются удовлетворительными, и их пересчет к исходной температуре не требуется.
3. Силовые трансформаторы 6-10 кВ мощностью до 630 кВА межремонтным испытаниям и измерениям не подвергаются.

3. Полупроводниковые преобразователи и устройства (далее - преобразователи)

К, Т, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
3.1. Измерение сопротивления изоляции токоведущих частей	К, М	Не менее 5 Мом	Производится в холодном состоянии и при незаполненной системе охлаждения для силовой части мегаомметром на напряжение 2500 В, для цепей вторичной коммутации - мегаомметром на напряжение 1000 В. Все тиристоры, вентили, конденсаторы, обмотки трансформаторов на время испытаний следует закортить
3.2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты изоляции токоведущих цепей агрегата относительно корпуса и между цепями, не связанными между собой	К, М	См. табл.7 (Приложение 3.1). Продолжительность испытания -1 мин	Силовые цепи переменного и выпрямленного напряжений на время испытаний должны быть электрически соединены
3.3. Проверка режимов работы силовых полупроводниковых приборов:			
1) разброс в распределении токов по параллельным ветвям тиристоры или вентилей	К, Т, М	Не более 15% среднего значения тока через ветвь	
2) разброс в распределении	К, Т, М	Не более 20% среднего значения	

напряжения по последовательно включенным тиристорам и вентилям			
3) измерение сопротивления анод-катод на всех тиристорах (проверка отсутствия пробоя)	К, Т, М	Разброс сопротивлений не более 10 %	Измеряется омметром
4) проверка отсутствия обрыва в вентилях (измерения прямого и обратного падения напряжения на вентилях)	К, М	Падение напряжения на вентилях должно быть в пределах заводских данных	Измеряется вольтметром или осциллографом при предельном токе
3.4. Измерение сопротивления обмоток трансформатора агрегата (выпрямительного, последовательного и др.)	К	Снижение относительно результатов заводских испытаний не более $\pm 5\%$.	Данные измерений должны быть приведены к одной температуре с заводскими данными
3.5. Проверка системы управления тиристорами	К, Т, М	Производится в объеме и по методике, предусмотренной техническими условиями и заводскими инструкциями	-
3.6. Проверка системы охлаждения тиристор и вентиля	К, Т, М	Температура должна оставаться в нормированных пределах	Производится по методике завода-изготовителя
3.7. Снятие рабочих, регулировочных, динамических и других характеристик	К	Отклонения от заданных характеристик должны оставаться в пределах, установленных заводом-изготовителем	То же
3.8. Проверка трансформаторов агрегата	К, М	-	Производится в соответствии с указаниями главы 3.6 и инструкциями заводов-изготовителей

4. Конденсаторы

К, Т - производятся в сроки, установленные системой ППР

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
4.1. Проверка состояния конденсатора	Т	Производится внешним осмотром. Не должно быть течи пропитывающей жидкости, повреждения изоляторов, габаритные размеры должны соответствовать указанным в инструкции завода-изготовителя	С эксплуатации снимаются конденсаторы, имеющие неустранимую капиллярную течь, повреждение изоляторов, увеличение габаритных размеров сверх указанных в заводской инструкции
4.2. Измерение сопротивления изоляции	Т	Сопротивление изоляции между выводами и корпусом должно соответствовать данным заводской инструкции	Производится мегаомметром на напряжение 2500 В
4.3. Испытание	К	Значение и	Испытывается изоляция

повышенным напряжением промышленной частоты		продолжительность приложения испытательного напряжения устанавливаются заводскими инструкциями. При отсутствии указаний заводов изготовителей испытательные напряжения конденсаторов для повышения $\cos\phi$ принимаются по табл.8 (Приложение 3.1), для конденсаторов связи по табл.5 (Приложение 3.1). Испытания напряжением промышленной частоты могут быть заменены одноминутным испытанием выпрямленным напряжением удвоенного значения	относительно корпуса при закороченных выводах конденсатора. Испытание конденсаторов, имеющих один соединенный с корпусом вывод, не производится
4.4. Измерение емкости отдельного элемента	К, Т	Измеренная емкость должна отличаться от паспортных данных более чем: на $\pm 10\%$ - конденсаторов в установках для повышения коэффициента мощности, конденсаторов в установках продольной компенсации и конденсаторов в установках для защиты от перенапряжений; на $\pm 5\%$ - конденсаторов связи, отбора мощности и делительных При удовлетворительных результатах тепловизионного контроля измерение емкости не обязательно	Производится при температуре (15-35) °С При контроле конденсаторов под рабочим напряжением оценка их состояния производится сравнением измеренных значений емкостного тока или напряжения конденсатора с исходными данными или значениями, полученными для конденсаторов других фаз (присоединений)
4.5. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь	К	Измеренное значение $\text{tg}\delta$ не должно превышать значения 0,8% (при температуре 20°C)	Измерения производится на конденсаторах связи, отбора мощности и делителей напряжения
4.6. Тепловизионный контроль	М	Производится в соответствии с установленными нормами и инструкциями заводов-изготовителей	

6. Силовые кабельные линии

К, Т, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
6.1. Определение целостности жил и фазировки	К, Т	Все жилы должны быть целыми и сфазированными	Производится после окончания монтажа, перемонтажа муфт или отсоединения жил кабеля
6.2. Измерение сопротивления изоляции	К, Т, М	Сопротивление изоляции силовых кабелей напряжением до 1000 В должно быть не ниже 0,5 Мом. У силовых кабелей напряжением выше 1000 В сопротивление изоляции не нормируется	Производится мегаомметром на напряжение 2500 В течение 1 мин
6.3 Испытание	К, Т, М	Испытательные	Периодичность

<p>повышенным выпрямленным напряжением</p>	<p>напряжения принимаются в соответствии с табл.10 (Приложение 3.1) с учетом местных условий работы силовых кабельных линий</p> <p>Длительность приложения испытательного напряжения:</p> <p>для кабелей на напряжение до 35 кВ с бумажной и пластмассовой изоляцией при приемо-сдаточных испытаниях - 10 мин, а в процессе эксплуатации - 5 мин;</p> <p>кабелей на напряжение 3-10 кВ с резиновой изоляцией - 5 мин;</p> <p>для кабелей на напряжение 110-220 кВ - 15 мин</p> <p>Допустимые токи утечки и значения коэффициента несимметрии при измерении тока утечки приведены в табл.11 (Приложение 3.1)</p> <p>Могут не проводиться испытания:</p> <p>двух параллельных кабелей длиной до 60 м, которые являются выводами линии из ТП и РП</p> <p>кабелей со сроком эксплуатации более 15 лет, на которых удельное число пробоев составляет более 30 на 100 км в год</p> <p>кабелей, подлежащих выводу из эксплуатации в ближайшие 5 лет</p> <p>Кабели с резиновой изоляцией на напряжение до 1000 В испытаниям повышенным выпрямленным напряжением не подвергаются</p>	<p>испытания кабелей на напряжение до 35 кВ - 1 раз в год в течение первых 5 лет эксплуатации, а в дальнейшем:</p> <p>1 раз в 2 года для кабельных линий, у которых в течение первых 5 лет не наблюдалось пробоев при испытаниях и в эксплуатации 1 раз в год, если в этот период отмечались пробои изоляции</p> <p>1 раз в 3 года для кабельных линий на закрытых территориях (подстанции, заводы и др.); во время ремонтов оборудования для кабелей, присоединенных к агрегатам и кабельных перемычек напряжением 6-10 кВ между сборными шинами и трансформаторами в распределительных устройствах</p> <p>Кабели на напряжение 110-220 кВ испытываются через 3 года после ввода в эксплуатацию и в дальнейшем 1 раз в 5 лет</p> <p>Рекомендуется производить измерение сопротивления изоляции кабелей на напряжение выше 1000 В до и после испытания повышенным напряжением</p>
<p>6.4. Контроль степени осушения вертикальных участков</p>	<p>М</p> <p>Разность нагрева отдельных точек при токах, близких к номинальным, должна быть не более 3°C. Контроль осушения можно производить также путем снятия кривых $\text{tg}\delta = f(U)$ на вертикальных участках</p>	<p>Производится на кабелях 20-35 кВ с пропитанной вязким составом бумажной изоляцией по решению технического руководителя Потребителя путем измерения и сопоставления температур нагрева оболочки в разных точках вертикального участка</p>
<p>6.5. Контроль заземлений</p>	<p>К</p> <p>Производится в соответствии с указаниями раздела 26</p> <p>В эксплуатации целостность металлической связи между заземлителями кабельных линий на напряжение 110-220 кВ и нейтралью трансформаторов проверяется 1 раз в 5 лет</p>	<p>Производится у металлических концевых муфт и заделок кабелей напряжением выше 1000 В, а у кабелей напряжением 110-220 кВ - также у металлических конструкций кабельных колодцев и подпиточных пунктов</p>

6.6. Измерение токораспределения по одножильным кабелям	К	Неравномерность распределения токов на кабелях должна быть не более 10% (особенно если это приводит к перегрузке отдельных фаз)	-
6.7. Проверка антикоррозийных защит	М	При проверке измеряются потенциалы и токи в оболочках кабелей и параметры электрозащиты (ток и напряжение катодной станции, ток дренажа) в соответствии с руководящими указаниями по электрохимической защите подземных энергетических сооружений от коррозии Оценку коррозионной активности грунтов и естественных вод следует производить в соответствии с требованиями государственных стандартов Сроки проведения измерений блуждающих токов в земле определяются руководителем Потребителя, но не реже 1 раза в три года	Проверяется работа антикоррозийных защит для кабелей с металлической оболочкой, проложенных в грунтах со средней и низкой коррозионной активностью (удельное сопротивление грунта выше 20 Ом), при среднесуточной плотности тока утечки в землю выше 0,15 мА/дм ² ; кабелей с металлической оболочкой, проложенных в грунтах с высокой активностью (удельное сопротивление грунта менее 20 Ом) при любой среднесуточной плотности тока в землю кабелей с незащищенной оболочкой и разрушенными броней и защитными покровами стального трубопровода кабелей высокого давления независимо от агрессивности грунта и видов изоляционных покрытий
6.8. Измерение температуры кабелей	М	Температура кабелей должна быть не выше допустимых значений	Производится по местным инструкциям на участках трассы, где имеется опасность перегрева кабелей
6.9. Испытание пластмассовой оболочки (шланга) повышенным выпрямленным напряжением	К, Т, М	Испытательное напряжение 10 кВ прикладывается между металлической оболочкой (экраном) и землей, длительность приложения испытательного напряжения - 1 мин	Испытание проводится через 1 год после ввода в эксплуатацию и затем 1 раз в 3 года

7. Воздушные линии (ВЛ) электропередачи

К, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
7.1 Проверка состояния трассы воздушных линий	М	Производится измерение ширины просеки, высоты деревьев и кустарников под проводами, расстояний элементов ВЛ до стволов деревьев и их кроны	На ВЛ с неизолированными проводами производится не реже 1 раза в 3 года, измерение высоты деревьев и кустарников под проводами - по мере необходимости Расстояния и ширина просек должны

7.2. Проверка состояния фундаментов опор	М	Измеряются размеры сколов и трещин фундаментов. Уменьшение диаметра анкерных болтов, зазоры между пятой опоры и фундаментом не допускаются	соответствовать установленным требованиям Периодичность измерений - 1 раз в 6 лет Измеренные значения не должны превышать установленных в нормативно-технических документах и проектах ВЛ
7.3. Проверка состояния опор 7.3.1. Измерения прогибов металлических конструкций опор	М	Измеряются прогибы металлических опор и металлических элементов железобетонных опор. Предельные значения допусков для стрелы прогиба (кривизны) проверяемых элементов: траверса опоры - 1:300 длины траверсы стойка или подкос металлической опоры - 1:700 длины стойки, но не более 20 мм поясные уголки в пределах панели и элементов решетки в любой плоскости - 1:750 длины элемента	Периодичность измерений не реже 1 раза в 6 лет и после воздействия на ВЛ механических нагрузок, превышающих расчетные
7.3.2. Контроль оттяжек опор	М	Измеряется тяжение в тросовых оттяжках опор и контролируется целостность оттяжки Тяжение в оттяжках не должно отличаться от проектного более чем на 20% Уменьшение площади сечения троса оттяжки не должно превышать 10%	Производятся по мере необходимости в соответствии с ТИ ВЛ 35-800 кВ
7.3.3. Контроль коррозионного износа металлических элементов опор	М	Допустимое отношение фактического сечения металлического элемента (детали) к предусмотренному проектом при сплошной или язвенной коррозии должно быть не менее: 0,9 - для несущих элементов; 0,8 для ненесущих элементов; 0,7 - для косынок Не допускается сквозное коррозионное поражение, щелевая коррозия с появлением трещин и разрушением сварных швов, трещины в сварных швах и околошовной зоне, трещины в металле	Контролю подлежат металлические опоры и траверсы, металлические элементы железобетонных и деревянных опор, металлические подножки, анкеры и тросы На ВЛ в зонах V-VII-й степеней загрязненности атмосферы периодичность измерений не реже 1 раза в 6 лет, в остальных - в соответствии с ППР
7.3.4. Контроль железобетонных опор и приставок	М	Производится измерение трещин, прогибов, разрушения бетона железобетонных опор и	Периодичность измерений не реже 1 раза в 6 лет

7.3.5. Контроль деревянных деталей опор	М	<p>приставок. Значения прогибов и дефектов не должны превышать величин, указанных в таблице 12 (Приложения 3.1)</p> <p>Отклонение размеров деталей от предусмотренных проектом допускается в пределах:</p> <p>по диаметру - (-1 +2) по длине - ± 1 см на каждый метр длины; минусовый допуск для траверс не допускается</p> <p>Измерения производятся на (8-10)% деталей опор</p>	<p>Периодичность измерений, а также места, в которых контролируется опора, принимается в соответствии с установленными требованиями</p> <p>Между ремонтами измеряется степень (глубина, размеры) внешнего и внутреннего загнивания деталей опор</p>
7.3.6. Проверка правильности установки опор	К, М	См. табл.12 (Приложение 3.1).	
7.4. Контроль проводов, грозозащитных тросов	К, М	<p>Производится измерение расстояний от проводов и грозозащитных тросов до поверхности земли, до различных объектов и сооружений в местах сближения и пересечений, между проводами разных линий при совместной подвеске проводов.</p> <p>Расстояния от проводов ВЛ до земли, до сооружений и в местах сближения должны быть не менее установленных правилами устройства электроустановок, допускается уменьшение расстояния от проводов ВЛ до деталей опор не более чем на 10%.</p>	<p>Измерения производятся после воздействия на ВЛ предельных токовых нагрузок, механических нагрузок и температуре окружающего воздуха выше расчетных значений, а также периодически не реже 1 раза в 6 лет на пересечениях и сближениях</p> <p>При капитальных ремонтах измерения производятся после замены, перемонтажа или перетяжки проводов (их участков)</p>
7.5 Контроль стрел провеса, расстояний до элементов ВЛ	К, М	<p>Фактическая стрела провеса не должна отличаться от предусмотренной проектом более чем на 5% при условии соответствия нормативным значениям расстояний до земли и пересекаемых объектов</p> <p>Расстояние по воздуху между проводом и телом опоры, между проводами на транспозиционной опоре и на ответвлениях не должны быть меньше чем на 10% от норм, предусмотренных проектом</p> <p>Разница стрел провеса между проводами разных фаз и между проводами различных ВЛ при совместной подвеске не должна превышать 10% от проектного значения стрелы провеса</p>	<p>Периодичность измерений -1 раз в 6 лет:</p> <p>на ВЛ 6-20 кВ - $(1\pm 2)\%$ пролетов на ВЛ 35-220 кВ - $(3\pm 5)\%$ пролетов</p>
7.6. Контроль сечения	М	Измеряется площадь	Допустимое уменьшение

проводов и грозозащитных тросов		сечения проводов и тросов, изменившаяся в результате обрыва отдельных проволок	площади сечения проводов принимается в соответствии с установленными требованиями
7.7. Контроль соединений проводов и тросов	К, М	См. раздел "Контактные соединения проводов, грозозащитных тросов, сборных и соединительных шин"	
7.8. Контроль изоляторов и изолирующих подвесок		Контроль состояния изоляторов и изолирующих подвесок производится внешним осмотром	Проверка состояния установленных на ВЛ стеклянных и полимерных подвесных изоляторов и любых изоляторов грозозащитных тросов не производится
7.8.1. Измерение сопротивления изоляции	К	Измерение сопротивления фарфоровых подвесных изоляторов производится мегаомметром на напряжение 2500 В только при положительной температуре окружающего воздуха. Сопротивление каждого подвесного изолятора должно быть не менее 300 МОм	Необходимость испытания штыревых изоляторов на ВЛ устанавливается ППР с учетом местных условий эксплуатации
7.8.2. Измерение распределения напряжения по изоляторам	М	Производится в поддерживающих и натяжных гирляндах с фарфоровыми изоляторами на ВЛ, находящейся под напряжением, при положительной температуре окружающего воздуха. Усредненные распределения напряжений по подвесным фарфоровым изоляторам гирлянд приведены в табл. 13 (Приложение 3.1). При проверке изолятора измерительной штангой изолятор бракуется, если значение измеренного на нем напряжения меньше 50% указанного в табл. 12 (Приложение 3.1). При проверке изоляторов штангой с постоянным искровым промежутком изолятор бракуется, если пробой промежутка не происходит при напряжении, соответствующем дефектному состоянию наименее электрически нагруженного изолятора гирлянды	Периодичность измерений принимается в соответствии с установленными требованиями При положительных результатах измерений по п. 7.8.3 проверка распределения напряжения по изоляторам не производится
7.8.3. Дистанционная проверка изоляторов	М	Контроль производится с использованием инфракрасных и/или электронно-оптических приборов	Отбраковка изоляторов производится в соответствии с инструкциями по применению приборов
7.9. Контроль линейной арматуры	М	Линейная арматура должна браковаться и подлежать	Производится внешним осмотром

		замене, если: поверхность арматуры покрыта сплошной коррозией; в деталях арматуры имеются трещины, раковины, оплавки, изгибы; формы и размеры деталей не соответствуют чертежам; оси и другие детали шарнирных соединений имеют износ более 10%. Расстояние между осью гасителя вибрации и местом выхода провода (троса) из поддерживающего или натяжного зажима, точки схода с ролика многороликового подвеса или от края защитной муфты не должно отличаться от проектного значения более чем на 25 мм Расстояние между электродами искровых промежутков на грозозащитных тросах не должны отличаться от проектных значений более чем на $\pm 10\%$	
7.10. Проверка заземляющих устройств	К, М	Производится в соответствии с указаниями раздела 26	
7.11. Проверка трубчатых разрядников	К, М	Производится в соответствии с указаниями раздела 18	
7.12. Тепловизионный контроль	М	Производится в соответствии с установленными нормами и инструкциями заводов-изготовителей	

8. Сборные и соединительные шины

К, М - производятся в сроки, установленные системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
8.1. Проверка сопротивления изоляции подвесных и опорных фарфоровых изоляторов	К	Сопротивление каждого подвесного фарфорового изолятора или каждого элемента многоэлементного изолятора должно быть не менее 300 мОм	Производится мегаомметром на напряжение 2500 В только при положительной температуре окружающего воздуха
8.2. Испытание изоляции повышенным напряжением	К	Значения испытательного напряжения приведены в табл.5 (Приложение 3.1)	Вновь устанавливаемые многоэлементные или подвесные фарфоровые изоляторы должны испытываться повышенным напряжением 50 Гц, прикладываемым к каждому элементу изолятора
8.3. Проверка состояния вводов и проходных изоляторов	К, М	Производится в соответствии с указаниями раздела 9	-
8.4. Контроль	М	Производится в	-

контактных соединений 8.5. Тепловизионный контроль	М	соответствии с указаниями раздела 1 Производится в соответствии с установленными нормами и инструкциями заводов-изготовителей
---	---	--

9. Вводы и проходные изоляторы

К, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
9.1. Измерение сопротивления изоляции	К, М	Не менее 500 МОм	Измеряется сопротивление основной изоляции измерительной и последней обкладок вводов с бумажно-масляной изоляцией относительно соединительной втулки. Измерение производится мегаомметром на напряжение 2500 В
9.2. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь (tgδ) и емкости изоляции	К, М	См. табл.14 (Приложение 3.1). Предельное увеличение емкости основной изоляции составляет 5% от значения, измеренного при вводе в эксплуатацию Измерение tgδ и емкости основной изоляции производится при напряжении 10 кВ, изоляции измерительного конденсатора (C ₂) и (или) последних слоев изоляции (C ₃) при напряжении 5 кВ	Производится у вводов и проходных изоляторов с основной бумажно-масляной, бумажно-бакелитовой и бумажно-эпоксидной изоляцией Измерение tgδ у вводов с маслосборной изоляцией не обязательно
9.3 Испытание повышенным напряжением промышленной частоты	К, М	См. табл.5 (Приложение 3.1). Вводы, установленные на силовых трансформаторах испытываются совместно с обмотками этих трансформаторов	Продолжительность приложения испытательного напряжения для вводов, испытываемых совместно с обмотками трансформаторов, а также для вводов с основной фарфоровой изоляцией - 1 мин, для вводов и изоляторов из органических твердых материалов и кабельных масс - 5 мин
9.4. Проверка качества уплотнений вводов	К	Производится у маслоснаполненных негерметичных вводов с бумажно-масляной изоляцией на напряжение 110 кВ и выше созданием в них избыточного давления масла 0,1 МПа. Продолжительность испытания - 30 мин	При испытании не должно быть признаков течи масла и снижения испытательного давления Допускается снижение давления за время испытаний не более 5 кПа
9.5. Испытание трансформаторного масла из маслоснаполненных вводов	К, М	См. табл.6 (Приложение 3.1)	
9.6. Проверка манометра	М	Проверяются манометры герметичных вводов путем	Проверка производится в трех оцифрованных точках

		сличения их показаний с показаниями аттестованного манометра. Допустимое отклонение показаний манометра от аттестованного не более 10% верхнего предела измерений	шкалы: начале, середине и конце
9.7. Тепловизионный контроль	М	Производится в соответствии с установленными нормами и инструкциями заводов-изготовителей	

10. Масляные и электромагнитные выключатели

К, Т, М – производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
10.1. Измерение сопротивления изоляции: 1) изоляции подвижных и направляющих частей; выполненных из органического материала	К	См табл.15 (Приложение 3.1)	Производится мегаомметром на напряжение 2500 В
2) изоляции вторичных цепей и обмоток электромагнитов управления (далее - ЭМУ)	К, М	Производится в соответствии с указаниями раздела 28 (не менее 1 МОм.)	Производится мегаомметром на напряжение 1000 В
10.2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты: 1) опорной изоляции и изоляции относительно корпуса	К	Продолжительность испытания - 1 мин	-
2) изоляции вторичных цепей и обмоток ЭМУ	К, М	Значение испытательного напряжения принимается в соответствии с табл.5 (Приложение 3.1)	У маломасляных выключателей 6-10 кВ испытывается также изоляция межконтактного разрыва
10.3. Испытание вводов	К, М	Производится в соответствии с указаниями раздела 28	-
10.4. Оценка состояния внутрибаковой изоляции и изоляции дугогасительных устройств баковых масляных выключателей 35 кВ	К	Испытания проводятся в соответствии с указаниями раздела 9	-
10.5. Измерение сопротивления постоянному току: 1) контактов масляных выключателей;	К, Т, М	Если tgδ вводов снижен более чем на 5%, то изоляция подлежит сушке	Производится, если при измерении tgδ вводов на полностью собранном выключателе получены повышенные значения по сравнению с нормами, приведенными в табл.14 (Приложение 3.1)
		Сопротивление токоведущего контура не должно превосходить значений, указанных в табл.16 (Приложение 3.1). Нормы на	-

		значения сопротивлений отдельных участков токоведущего контура указываются в заводской инструкции	
2) шунтирующих резисторов дугогасительных устройств		Измеренные значения сопротивлений должны соответствовать заводским данным с указанными в них допусками	-
3) обмоток ЭМУ		Должно соответствовать заводским данным	-
10.6. Проверка времени движения подвижных частей выключателя	К	Полученные значения времени от подачи команды до момента замыкания (размыкания) контактов масляных выключателей должны соответствовать величинам, указанным в табл.16 (Приложение 3.1)	-
10.7. Измерение хода подвижной части выключателя вжима (хода) контактов при включении, контроль одновременности замыкания и размыкания контактов	К, М	Полученные значения должны соответствовать величинам, указанным в табл.16 (Приложение 3.1)	-
10.8. Проверка действия механизма свободного расцепления	К, М	Механизм свободного расцепления должен позволить проведение операции отключения на всем ходе контактов, т.е. в любой момент от начала операции включения Механизм свободного расцепления проверяется в работе при полностью включенном положении привода и в двух-трех промежуточных положениях	Допускается не производить проверку срабатывания механизма свободного расцепления приводов ПП-61 и ПП-67 в промежуточных положениях из-за возникновения опасности резкого возврата рычага ручного привода
10.9. Проверка регулировочных и установочных характеристик механизмов приводов выключателей	К	Проверка производится в объеме и по нормам заводских инструкций и паспортов каждого типа привода и выключателя	-
10.10. Проверка срабатывания привода при пониженном напряжении	К	Минимальное напряжение срабатывания электромагнитов отключения приводов масляного выключателя должно быть не менее $0,7U_{ном}$ при постоянном токе и $0,65U_{ном}$ при переменном токе; электромагнитов включения $0,85U_{ном}$ при переменном токе и $0,8U_{ном}$ при постоянном токе	Наименьшее напряжение срабатывания электромагнитов управления выключателей с пружинными приводами должно определяться при рабочем натяге (грузе) включающих пружин согласно указаниям заводских инструкций
10.11. Испытание выключателя многократными включениями и отключениями	К	Включение, отключение и сложные циклы (В-О, О-В, О-В-О) при многократном опробовании должны производиться при	Двух-, трехкратное опробование в циклах О-В и О-В-О производится для выключателей, предназначенных для работы

10.12. Испытание трансформаторного масла из баков выключателя	К, М	<p>номинальном напряжении на выводах электромагнитов</p> <p>Число операций для каждого режима опробования - (3±5)</p> <p>Баковые выключатели 110 кВ и выше:</p> <p>а) пробивное напряжение - не менее 60 кВ для выключателей 110 кВ и не менее 65 кВ для выключателей 220 кВ</p> <p>б) содержание механических примесей – отсутствие</p> <p>Пробивное напряжение трансформаторного масла баковых выключателей:</p> <p>на напряжение до 15 кВ - 20 кВ;</p> <p>на напряжение до 35 кВ - 25 кВ</p>	<p>в цикле АПВ</p> <p>Для баковых (многообъемных) выключателей на напряжение 110 кВ и выше испытания проводятся при выполнении ими предельно допустимого числа коммутаций (отключений и включений) токов КЗ или нагрузки</p> <p>Масло из баковых выключателей на напряжение до 35 кВ и маломасляных (малообъемных) на все классы напряжения после выполнения ими предельно допустимого числа коммутаций токов КЗ или токов нагрузки испытанию не подлежит и должно заменяться свежим</p>
10.13. Испытание встроенных трансформаторов тока	М	Производится в соответствии с указаниями п.п.20.1, 20.3.2, 20.5, 20.6, 20.7 раздела 20	
10.14. Тепловизионный контроль	М	Производится в соответствии с установленными нормами и инструкциями заводов-изготовителей	

11. Воздушные выключатели

К, Т, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
11.1. Измерение сопротивления изоляции: 1) воздухопроводов, опорных и подвижных частей, выполненных из органических материалов 2) многоэлементных изоляторов 3) вторичных цепей, обмоток включающего и отключающего электромагнитов	К	<p>См. табл.15 (Приложение 3.1)</p> <p>Сопротивление каждого элемента многоэлементного изолятора должно быть не менее 300 МОм</p> <p>Производится в соответствии с указаниями раздела 28</p>	<p>Производится мегаомметром на напряжение 2500 В</p> <p>Производится мегаомметром на напряжение 2500 В только при положительной температуре окружающего воздуха</p> <p>Производится мегаомметром на напряжение 1000 В</p>
11.2. Испытание повышенным напряжением промышленной			

частоты: 1) опорной изоляции выключателей		Значение испытательного напряжения принимается в соответствии с табл.5 (Приложение 3.1)	Продолжительность испытания - 1 мин
2) изоляции вторичных цепей и обмоток ЭМУ	К	Производится в соответствии с указаниями раздела 28	
11.3. Измерение сопротивления постоянному току: 1) токоведущего контура	К, Т	Предельные значения сопротивлений контактных систем должны соответствовать величинам, приведенным в табл.17 (Приложение 3.1)	Сопротивление токоведущего контура при капитальных ремонтах измеряется для каждого элемента в отдельности, при текущих ремонтах допускается измерять сопротивление токоведущего контура в целом
2) делителей напряжения и шунтирующих резисторов	К, Т	Значения сопротивлений должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 17 (Приложение 3.1)	При отсутствии норм значения сопротивлений при измерениях должны соответствовать данным первоначальных измерений с отклонением не более 5%
3) измерение сопротивления обмоток и электромагнитов и цепей управления	К, Т, М	Измеренные значения должны составлять: электромагниты типа ВВ-400-15 с форсировкой: 1-ая обмотка - $(10 \pm 1,5)$ Ом; 2-ая обмотка - (45 ± 2) Ом; обе обмотки - $(55 \pm 3,5)$ Ом; электромагниты завода "Электроаппарат" - $(0,39 \pm 0,03)$ Ом	
11.4. Проверка срабатывания привода выключателя при пониженном напряжении	К, Т	ЭМУ должны срабатывать при напряжении не более $0,7U_{ном}$ при питании от аккумуляторных батарей и не более $0,65U_{ном}$ при питании от сети переменного тока через выпрямительные устройства	Проверка производится при наибольшем рабочем давлении в резервуарах выключателя Напряжение на электромагниты должно подаваться толчком
11.5. Проверка характеристик выключателей	К, Т	При проверке работы воздушных выключателей должны определяться характеристики, предписанные заводскими инструкциями и паспортами на выключатели	Виды операций и сложных циклов, значения давлений и напряжений оперативного тока, при которых должна производиться проверка выключателей, приведены в табл.18 (Приложение 3.1)
11.6. Испытание выключателя многократными включениями и отключениями	К	Количество операций и сложных циклов, выполняемых при разных давлениях, устанавливается согласно табл. 18 (приложение 3.1)	Опробования в цикле В-О обязательны для всех выключателей; в циклах О-В и О-В-О - только для выключателей, предназначенных для работы в режиме АПВ
11.7. Испытание конденсаторов делителей напряжения	К	Производится в соответствии с указаниями раздела 4	-
11.8. Тепловизионный контроль	М	Производится в соответствии с установленными нормами и инструкциями заводов-изготовителей	

12. Элегазовые выключатели

К, Т, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания	
12.1. Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей и обмоток электромагнитов	К	Производится в соответствии с указаниями раздела 28	Испытания производятся на полностью собранных аппаратах напряжением 35 кВ и ниже	
12.2. Испытание изоляции: 1) Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты	К, Т	Значение испытательного напряжения принимается по табл.5 (Приложение 3.1)		
2) Испытание изоляции вторичных цепей и обмоток ЭМУ	К	Производится в соответствии с указаниями раздела 28		
12.3. Измерение сопротивления постоянному току: 1) Измерение сопротивления главной цепи	К, Т	Сопротивление должно измеряться как в целом всего токоведущего контура, так и отдельно каждого разрыва дугогасительного устройства (если это позволяет конструкция аппарата)		При текущем ремонте измеряется сопротивление токоведущего контура выключателя в целом
2) Измерение сопротивления обмоток ЭМУ и добавочных резисторов в их цепи	К, Т	Измеренные значения сопротивлений должны соответствовать заводским нормам		
12.4. Проверка минимального напряжения срабатывания выключателей	К	Выключатели должны срабатывать при напряжении: не более $0,7U_{ном}$ при питании привода от источника постоянного тока не более $0,65U_{ном}$ при питании привода от сети переменного тока Напряжение на электромагниты должно подаваться толчком	Проверка проводится при номинальном давлении элегаза в полостях выключателя и наибольшем рабочем давлении в резервуарах привода	
12.5. Испытание конденсаторов делителей напряжения	К	Испытания должны выполняться в соответствии с указаниями раздела 4	Значения измеренной емкости должны соответствовать норме завода-изготовителя	
12.6. Проверка характеристик выключателей	К, Т	При проверке работы элегазовых выключателей должны определяться характеристики, предписанные заводскими инструкциями. Результаты проверок должны соответствовать паспортным данным. Виды операций и сложных циклов, значений	Значения собственных времен отключения и включения должны обеспечиваться при номинальном давлении элегаза в дугогасительных камерах выключателя, избыточном начальном давлении сжатого воздуха в резервуарах привода, равном	

12.7. Контроль наличия утечек элегаза	К, Т	давлений в резервуаре привода и напряжений оперативного тока, при которых должна производиться проверка, приведены в табл.18 (Приложение 3.1) Контроль производится с помощью течеискателя. Щупом течеискателя обследуются места уплотнений стыковых соединений и сварных швов выключателя. Контроль производится при номинальном давлении элегаза	номинальному, и номинальном напряжении на выводах ЭМУ Результат контроля считается удовлетворительным, если выходной прибор течеискателя не показывает утечки
12.8. Проверка содержания влаги в элегазе	К	Содержание влаги определяется на основании измерения точки росы. Температура точки росы должна быть не выше минус 50°C	Измерения производятся перед заполнением и пробы элегаза после заполнения
12.9. Испытания встроенных трансформаторов тока	К, Т	Производится в соответствии с указаниями п.п.20.1, 20.3.2, 20.5, 20.6, 20.7 раздела 20	
12.10. Тепловизионный контроль	М	Производится в соответствии с установленными нормами и инструкциями заводов-изготовителей.	

13. Вакуумные выключатели

К - производится в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
13.1. Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей и ЭМУ	К	Производится в соответствии с указаниями раздела 28	
13.2. Испытание изоляции повышенным напряжением:			
1) Испытание изоляции выключателя	К	Значение испытательного напряжения принимается согласно табл.5 (Приложение 3.1)	
2) Испытание изоляции вторичных цепей и обмоток ЭМУ	К	Испытание должно производиться в соответствии с указаниями раздела 28	
13.3. Проверка минимального напряжения срабатывания ЭМУ	К	ЭМУ должны срабатывать при напряжениях: электромагниты включения - $0,85U_{ном}$ электромагниты отключения - $0,7U_{ном}$	
13.4. Испытания выключателей многократными опробованиями	К	Число операций сложных циклов должно составлять: (3±5) операций включения и отключения (2±3) цикла В-О без выдержки времени между	Испытания проводятся при номинальном напряжении на выводах электромагнитов

13.5. Проверка характеристик выключателя		операциями Производятся в соответствии с указаниями заводов-изготовителей	
13.6. Тепловизионный контроль	М	Производится в соответствии с установленными нормами и инструкциями заводов-изготовителей.	

14. Выключатели нагрузки

К, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
14.1. Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей и обмоток ЭМУ	К	Производятся в соответствии с указаниями раздела 28	
14.2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты: 1) изоляции выключателей;	К	Испытательное напряжение должно соответствовать данным табл.5 (Приложение 3.1)	Продолжительность испытания - 1 мин
2) изоляции вторичных цепей и обмоток ЭМУ	К	Производится в соответствии с указаниями раздела 28	
14.3. Измерение сопротивления постоянному току: 1) токоведущего контура		Сопротивление не должно быть выше первоначального или исходного более чем в 1,5 раза Результаты измерения сопротивления токоведущего контура полюса должны соответствовать заводским данным, а при их отсутствии - данным первоначальных измерений, отличающимся не более чем на 10%	Производится у контактной системы фазы и каждой пары рабочих контактов выключателя
2) обмоток ЭМУ		Результаты должны соответствовать заводским данным, а при их отсутствии - данным первоначальных измерений	
14.4. Определение степени износа дугогасящих вкладышей	К	Толщина стенки вкладышей должна быть в пределах $(0,5 \pm 1,0)$ мм	
14.5. Определение степени обгорания контактов	К	Обгорание подвижного и неподвижного дугогасительных контактов в сумме должно быть не более 4 мм	Определяется расстоянием между подвижным и неподвижным главными контактами в момент их замыкания
14.6. Проверка действия механизма свободного расцепления	К	Механизм свободного расцепления должен быть проверен в работе при включенном положении привода, в двух-трех промежуточных его положениях и на границе зоны действия свободного	-

14.7. Проверка срабатывания привода при пониженном напряжении	К	расцепления Выполняется в соответствии с указаниями п.10.10 раздела 10	-
14.8. Испытание выключателя многократными включениями и отключениями	К	Производится при номинальном напряжении на выводах в соответствии с указаниями п.10.11 раздела 10	
14.9. Тепловизионный контроль	М	Производится в соответствии с установленными нормами и инструкциями заводов-изготовителей	

15. Предохранители, предохранители-разъединители

К, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
15.1. Испытание опорной изоляции предохранителей повышенным напряжением промышленной частоты	К	Испытательное напряжение должно соответствовать данным табл.5 (Приложение 3.1)	Допускается производить совместно с испытанием изоляторов ошиновки ячеек
15.2. Проверка целостности плавкой вставки	К	Целостность плавкой вставки проверяется омметром; наличие маркировки со значением номинального тока плавкой вставки - визуально	Значение номинального тока плавкой вставки должно соответствовать проектным данным
15.3. Измерение сопротивления постоянному току токоведущей части патрона выхлопного предохранителя	К	Измеренное значение сопротивления должно соответствовать значению номинального тока по маркировке на патроне	Проводится при наличии соответствующих данных в инструкции завода-изготовителя
15.4. Измерение контактного нажатия в разъемных контактах предохранителя	К	Измеренное значение должно соответствовать заводским данным	
15.5. Проверка состояния дугогасительной части патрона выхлопного предохранителя	К	Измеряется внутренний диаметр дугогасительной части патрона предохранителя-разъединителя. Измеренное значение диаметра должно соответствовать заводским данным	
15.6. Проверка предохранителя-разъединителя	К	Выполняется 5 циклов операций включения и отключения предохранителя-разъединителя. Каждая операция должна быть успешной с первой попытки	
15.7. Тепловизионный контроль	М	Производится в соответствии с установленными нормами и инструкциями заводов-изготовителей.	

16. Разъединители, короткозамкатели и отделители

К, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
16.1. Измерение сопротивления изоляции: 1) поводков и тяг, выполненных из органических материалов 2) Измерение сопротивления изоляции многоэлементных изоляторов 3) Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей и электромагнитов управления	К	Результаты измерений сопротивлений изоляции должно быть не ниже значений, приведенных в табл.15 (Приложение 3.1) Производится в соответствии с указаниями раздела 8	Производится мегаомметром на напряжение 2500 В
16.2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты: 1) основной изоляции	К	Испытательное напряжение одноэлементных опорных изоляторов должно соответствовать данным табл.5 (Приложение 3.1) Испытание изоляции многоэлементных изоляторов производится в соответствии с указаниями раздела 8	Испытание повышенным напряжением опорно-стержневых изоляторов не обязательно
2) изоляции вторичных цепей и обмоток ЭМУ	К	Производится в соответствии с указаниями раздела 28	
16.3. Измерение сопротивления постоянному току: 1) контактной системы разъединителей и отделителей; 2) обмоток ЭМУ	К	Результаты измерений должны соответствовать заводским нормам, а при их отсутствии - данным таблицы 19 (Приложение 3.1) Результаты измерений сопротивлений обмоток должны соответствовать заводским нормам	
16.4. Измерение усилия вытягивания ножа из неподвижного контакта разъединителя или отделителя	К	Результаты измерений должны соответствовать заводским нормам, а при их отсутствии данным табл. 20 (Приложение 3.1)	-
16.5. Проверка работы разъединителя, короткозамыкателя и отделителя	К	Аппараты с ручным управлением должны быть проверены выполнением 5 операций включения и 5 операций отключения. Аппараты с	-

16.6. Определение временных характеристик	К	дистанционным управлением проверяются выполнением пяти операций включения и отключения при номинальном напряжении на выводах ЭМУ и электродвигателей Результаты измерений должны соответствовать заводским нормам, а при их отсутствии приведенным в табл.21 (Приложение 3.1) с отклонением не более чем на $\pm 10\%$	Время движения подвижных частей определяется у короткозамыкателей и отделителей при отключении
16.7. Проверка работы механической блокировки	К, Т	Блокировка не должна позволять оперирование главными ножами при включенных заземляющих ножах	
16.8. Тепловизионный контроль	М	Производится в соответствии с установленными нормами и инструкциями заводов-изготовителей	

17. Вентильные разрядники и ограничители перенапряжений

К, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
17.1. Измерение сопротивления разрядников и ограничителей перенапряжения	М	Сопротивление ограничителей перенапряжений с номинальным напряжением менее 3 кВ должно быть не менее 1000 МОм. Сопротивление ограничителей перенапряжений с номинальным напряжением 3-35 кВ должно соответствовать требованиям заводов-изготовителей. Сопротивление ограничителей перенапряжений с номинальным напряжением 110 кВ и выше должно быть не менее 3000 МОм и не должно отличаться более чем на $\pm 30\%$ от данных, приведенных в паспорте или полученных при предыдущих измерениях в эксплуатации. Сопротивление разрядников РВН, РВП, РВО, GZ должно быть не менее 1000 МОм Сопротивление элементов разрядников РВС должно соответствовать требованиям заводской инструкции, а элементов разрядников РВМ, РВРД, РВМГ - указанным в табл.22 (Приложение 3.1)	Измерения производятся при выводе в плановый ремонт оборудования, к которому подключены защитные аппараты, но не реже одного раза в 6 лет У разрядников и ОПН на номинальное напряжение 3 кВ и выше измерения производятся мегаомметром на напряжение 2500 В, у разрядников и ОПН на номинальное напряжение менее 3 кВ - мегаомметром на напряжение 1000 В
17.2. Измерение	М	Сопротивление изоляции	Измеряется

сопротивлений изоляции изолирующих оснований разрядников с регистраторами срабатывания		должно быть не менее 1 МОм	мегаомметром на напряжение 1000-2500 В
17.3. Измерение тока проводимости вентильных разрядников при выпрямленном напряжении	М	Значения токов проводимости вентильных разрядников должны соответствовать указанным заводом-изготовителем или приведенным в табл.23	Внеочередное измерение тока проводимости производится при изменении сопротивления вышеуказанных в п.17.1
17.4. Измерение тока проводимости ограничителей перенапряжений	М	Значения токов проводимости ОПН должны соответствовать указанным заводом-изготовителем или приведенным в табл.24 (Приложение 3.1)	В процессе эксплуатации для ограничителей 110 и 220 кВ измерения рекомендуется производить без отключения от сети ежегодно перед грозным сезоном по методике завода-изготовителя
17.5. Проверка элементов, входящих в комплект приспособлений для измерения тока проводимости ограничителей под рабочим напряжением		Производится в соответствии с указаниями завода-изготовителя	
17.6. Измерение пробивного напряжения вентильных разрядников при промышленной частоте	К	Измеренные пробивные напряжения могут отличаться от данных завода-изготовителя на +5 - -10% или должны соответствовать приведенным в табл.25 (Приложение 3.1)	Измерение производится только после ремонта со вскрытием разрядника по методике завода-изготовителя специально обученным персоналом при наличии установки, обеспечивающей ограничение времени приложения напряжения
17.7. Проверка герметичности разрядника	К	Изменение давления при перекрытом вентиле за 1-2 часа должно быть не выше 0,07 кПа (0,5 мм.рт.ст.)	Производится только после ремонта со вскрытием разрядника при разрежении 40-50 кПа (300-400 мм.рт.ст.).
17.8. Тепловизионный контроль	М	Производится в соответствии с установленными нормами и инструкциями заводов-изготовителей	

19. Сухие реакторы

К, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
19.1. Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно болтов крепления	К, М	После капитального ремонта - не ниже 0,5 МОм, в эксплуатации - не ниже 0,1 МОм	Производится мегаомметром на напряжение 2500 В
19.2. Испытание опорных изоляторов повышенным	К	См. табл.5 (приложение 3.1). Продолжительность испытания 1 мин.	Может производиться совместно с испытанием изоляторов ошиновки ячейки

напряжением промышленной частоты			
----------------------------------	--	--	--

20. Трансформаторы тока

К, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
20.1. Измерение сопротивления изоляции: 1) первичных обмоток	К, М	Не нормируется	Производится у трансформаторов напряжением выше 1000 В мегаомметром на напряжение 2500 В
2) вторичных обмоток		Должно быть не ниже 1 МОм вместе с подсоединенными к ним цепями	Производится мегаомметром на напряжение 1000 В. У трансформаторов тока ТФН-220 кВ при наличии вывода от экрана вторичной обмотки измеряется также сопротивление изоляции между экраном и вторичной обмоткой
20.2. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь tgδ изоляции обмоток	М	Предельные значения tgδ изоляции обмоток трансформаторов тока с бумажно-масляной изоляцией приведены в табл.27 (Приложение 3.1). Измерения производятся при напряжении 10 кВ	Производятся: у трансформаторов тока напряжением 110 кВ и выше - при неудовлетворительных показателях качества залитого в них масла у трансформаторов тока напряжением 35 кВ - при ремонтных работах в ячейках (на присоединениях), где они установлены
20.3. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты: 1) изоляции первичных обмоток;	М	Значения испытательного напряжения приведены в табл.5 (Приложение 3.1). Длительность испытания для трансформаторов тока с фарфоровой внешней изоляцией – 1 мин, с органической изоляцией - 5 мин. Трансформаторы тока напряжением более 35 кВ повышенным напряжением не испытываются	Допускается испытывать измерительные трансформаторы совместно с ошиновкой. В этом случае испытательное напряжение принимается по нормам, принятым для электрооборудования с самым низким уровнем испытательного напряжения. Испытание повышенным напряжением трансформаторов тока, соединенных с силовыми кабелями 6-10 кВ, производится без расшиновки вместе с кабелями по нормам,

2) изоляция вторичных обмоток		Производится напряжением 1000 В в течение 1 мин	принятым для кабелей
20.4. Снятие характеристик намагничивания	К	Характеристика снимается при повышении напряжения на одной из вторичных обмоток до начала насыщения, но не выше 1800 В. При наличии у обмотки ответвлений характеристика снимается на рабочем ответвлении Допускается снятие только трех контрольных точек. Отличия от значений, измеренных на заводе-изготовителе, или от измеренных на исправном трансформаторе тока, однотипном с проверяемым, не должно превышать 10%	Снятая характеристика сопоставляется с типовой характеристикой намагничивания или с характеристиками намагничивания исправных трансформаторов, однотипных с проверяемым
20.5. Измерение коэффициента трансформации	К	Отклонение измеренного коэффициента от паспортного или от измеренного на исправном трансформаторе, однотипном с проверяемым, не должно превышать 2%	
20.6. Измерение сопротивления обмоток постоянному току	К	Отклонение измеренного сопротивления от паспортного или от измеренного на других фазах не должно превышать 2%	При сравнении измеренного значения с паспортными данными измеренное значение должно приводиться к заводской температуре
20.7. Испытания трансформаторного масла	М	Масло из трансформаторов тока 110-220 кВ испытывается согласно требованиям табл. 6 (Приложение 3.1), п.п.1-3 один раз в два года	Периодичность отбора проб масла при превышении "нормально допустимых" должна устанавливаться учащенной
20.8. Испытания встроенных трансформаторов тока	М	Испытания встроенных трансформаторов тока производятся по 20.1, 20.3.2, 20.5, 20.6, 20.7	
20.9. Тепловизионный контроль	М	Производится в соответствии с установленными нормами и инструкциями заводов-изготовителей	

21. Электромагнитные трансформаторы напряжения

М - производится в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
21.1. Измерение сопротивления изоляции:	М		
1) первичных обмоток		Сопротивление изоляции трансформаторов напряжением до 35 кВ должно быть не менее 100 МОм, трансформаторов напряжением 110-220 кВ - не менее 300 МОм	Производится мегаомметром на напряжении 2500 В
2) вторичных обмоток		Сопротивление изоляции	Производится

21.2. Испытание трансформаторного масла	М	вторичных обмоток совместно с подключенными цепями, а также связующих обмоток каскадных трансформаторов должно быть не менее 1 МОм Масло испытывается на соответствие показателям табл.6, п.п.1-3 с учетом примечания к таблице (Приложение 3.1) Масло из трансформаторов напряжением до 35 кВ допускается не испытывать	мегаомметром на напряжение 1000 В У маслonaполненных каскадных трансформаторов напряжения оценка состояния масла в отдельных ступенях производится по нормам, соответствующим напряжению ступени
21.3. Тепловизионный контроль	М	Производится в соответствии с установленными нормами и инструкциями заводов-изготовителей	

22. Комплектные распределительные устройства внутренней и наружной установки

К, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
22.1. Измерение сопротивления изоляции: 1) первичных цепей	К, М	Сопротивление изоляции полностью собранных цепей должно быть не ниже значений, приведенных в табл.15 (Приложение 3.1)	Производится мегаомметром на напряжение 2500 В
2) вторичных цепей		Производится в соответствии с указаниями раздела 28	Производится мегаомметром на напряжение 1000 В
22.2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты: 1) изоляции ячеек	К	Испытательное напряжение полностью смонтированных ячеек устанавливается согласно приведенным в табл. 5 (Приложение 3.1). Продолжительность приложения испытательного напряжения для фарфоровой изоляции - 1 мин; если изоляция ячеек содержит элементы из твердых органических материалов, продолжительность приложения испытательного напряжения - 5 мин	Все выдвижные элементы с выключателями устанавливаются в рабочее положение (выключатели включены), выдвижные элементы с силовыми и измерительными трансформаторами, с разрядниками выкатываются в контрольное положение. Силовые кабели на время испытаний должны быть отсоединены
2) изоляции вторичных цепей		Испытание должно производиться в соответствии с указаниями раздела 28	
22.3. Проверка соосности и вхождения подвижных контактов в неподвижные	К, М	Несоосность контактов не должна превышать (4-5) мм. Вертикальный люфт ламелей разъединяющих контактов выкатной тележки должен быть в пределах (8-14) мм.	

22.4. Измерение сопротивления постоянному току	К	Вхождение подвижных контактов в неподвижные должно быть не менее 15 мм, запас хода - не менее 2 мм Сопротивление разъемных контактов должны соответствовать указаниям инструкций заводов изготовителей, а при их отсутствии соответствовать данным, приведенным в табл.27 (Приложение 3.1)	Производится выборочно, если позволяет конструкция КРУ или КРУН, во вторичных цепях - только для контактов скользящего типа
22.5. Контроль сборных шин	М	Контроль контактных соединений сборных шин должен выполняться в соответствии с указаниями раздела 1	
22.6. Механические испытания	К	Производится четырех-пятикратное выкатывание и вкатывание выдвигных элементов. Проверяется соосность разъединяющих контактов главной цепи, работа шторочного механизма, блокировок, фиксаторов	-

Примечания: 1. Комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией испытываются с учетом указаний организации-изготовителя.

2. Испытания аппаратов КРУ и КРУН (выключателей, измерительных трансформаторов, разрядников и др.) проводятся в соответствии с указаниями соответствующих разделов данных норм.

23. Электродвигатели переменного тока

Т, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
23.1. Измерение сопротивления изоляции:		У электродвигателей мощностью более 5 МВт измерения производятся в соответствии с установленными нормами и инструкциями заводов-изготовителей	Сопротивление изоляции измеряется мегаомметром на напряжение: 500 В - у электродвигателей напряжением до 500 В 1000 В - у электродвигателей напряжением до 1000В 2500 В - у электродвигателей напряжением выше 1000 В
1) обмоток статора, у электродвигателей на напряжение выше 1000 В или мощностью от 1 МВт до 5 МВт	К, Т	Сопротивление изоляции должно быть не ниже значений, приведенных в табл.28 (Приложение 3.1)	
2) обмоток статора, у электродвигателей на напряжение до 1000 В	К, Т	Сопротивление изоляции обмоток должно быть не менее 1 МОм при температуре 10-30°С, а при температуре 60°С - 0,5 МОм	Значения сопротивлений относятся ко всем видам изоляции
3) коэффициент абсорбции (отношение R_{60}/R_{15}) обмоток статора электродвигателей	К, Т	Значение R_{60}/R_{15} должно быть не ниже 1,3 у электродвигателей с терморезистивной изоляцией и не ниже 1,2 у электродвигателей с	Производится мегаомметром на напряжение 2500 В для электродвигателей мощностью от 1 до 5 МВт, а

напряжением выше 1000 В		микалентной компаундированной изоляцией	также меньшей мощности для электродвигателей наружной установки с микалентной компаундированной изоляцией
4) обмоток ротора	К, Т	Сопротивление изоляции должно быть не менее 0,2 МОм	Производится у синхронных электродвигателей и асинхронных электродвигателей с фазным ротором напряжением 3 кВ и выше или мощностью более 1 МВт мегаомметром на напряжение 1000 В (допускается 500 В)
5) термоиндикаторов с соединительными проводами	К	Не нормируется	Производится мегаомметром на напряжение 250 В
6) подшипников	К	Не нормируется	Производится у электродвигателей напряжением 3 кВ и выше, подшипники которых имеют изоляцию относительно корпуса, производятся относительно фундаментной плиты при полностью собранных маслопроводах мегаомметром на напряжение 1000 В при ремонтах с выемкой ротора
23.2. Оценка состояния изоляции обмоток электродвигателей перед включением	К	Электродвигатели включаются без сушки, если значения сопротивления изоляции обмоток и коэффициента абсорбции не ниже значений, приведенных в п.23.1.	
23.3. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты	К	Значение испытательного напряжения принимается по табл.29 (Приложение 3.1)	По решению технического руководителя Потребителя испытание электродвигателей напряжением до 1000 В может не производиться
23.4. Измерение сопротивления постоянному току: 1) обмоток статора и ротора;	К	Измеренные значения сопротивлений различных фаз обмоток, приведенные к одинаковой температуре, не должны отличаться друг от друга и от исходных данных более чем на $\pm 2\%$	Производится у электродвигателей напряжением 3 кВ и выше, сопротивление обмотки ротора измеряется у синхронных двигателей и электродвигателей с фазным ротором
2) реостатов и пускорегулировочных резисторов		Сопротивление не должно отличаться от исходных значений более чем на $\pm 10\%$	У электродвигателей напряжение 3 кВ и выше производится на всех ответвлениях. У остальных измеряется общее сопротивление реостатов и пусковых резисторов и проверяется целостность

23.5. Измерение зазоров между сталью ротора и статора	К	У электродвигателей мощностью 1000 кВт и более, у всех электродвигателей ответственных механизмов, а также у электродвигателей с выносными подшипниками скольжения размеры воздушных зазоров в точках, расположенных по окружности ротора и сдвинутых относительно друг друга на угол 90°, или в точках, специально предусмотренных при изготовлении электродвигателя, не должны отличаться более чем на 10% от среднего размера	отпаек Производится, если позволяет конструкция электродвигателя
23.6. Измерение зазоров в подшипниках скольжения	К	Увеличение зазоров в подшипниках скольжения сверх значений, приведенных в табл.30 (Приложение 3.1), указывает на необходимость перезаливки вкладыша	-
23.7. Проверка электродвигателя на холостом ходу или с ненагруженным механизмом	К	Ток холостого хода не должен отличаться более чем на 10% от значения, указанного в каталоге или в инструкции завода изготовителя. Продолжительность испытания - 1 час	Производится у электродвигателей напряжением 3 кВ и выше и мощностью 100 кВт и более
23.8. Измерение вибрации подшипников электродвигателя	К, М	Вертикальная и поперечная составляющая вибрации, измеренные на подшипниках электродвигателей, сочлененных с механизмами, не должна превышать значений, указанных в заводских инструкциях. При отсутствии таких указаний см. табл.31 (Приложение 3.1)	Производится у электродвигателей напряжением 3 кВ и выше и электродвигателей ответственных механизмов
23.9. Измерение разбега ротора в осевом направлении	К	Не выше 4 мм, если в заводской инструкции не установлена другая норма	Производится у электродвигателей, имеющих подшипники скольжения, ответственных механизмов или в случае выемки ротора
23.10. Проверка работы электродвигателя под нагрузкой	К	Производится при нагрузке электродвигателя не менее 50% номинальной	Производится у электродвигателей напряжением выше 1000 В
23.11. Гидравлические испытания воздухоохладителя	К	Производится избыточным давлением 0,2-0,25 МПа (2-2,5 кгс/см ²), если отсутствуют другие указания завода-изготовителя	Продолжительность испытания - 5-10 мин
23.12. Проверка исправности стержней короткозамкнутого ротора	К	Стержни короткозамкнутых электродвигателей должны быть целыми	Производится у асинхронных электродвигателей мощностью 100 кВт и более
23.13. Испытание возбудителей		Производится у синхронных электро-	

	двигателей в соответствии с требованиями заводских инструкций	
--	---	--

24. Машины постоянного тока

К, Т - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
24.1. Оценка состояния обмоток	К	Машины постоянного тока включаются без сушки при соблюдении следующих условий: - машины напряжением до 500 В, если значение сопротивления изоляции обмоток не менее приведенного в табл.32 (Приложение 3.1) - машины напряжением выше 500 В, если значение сопротивления изоляции обмоток не менее приведенного в табл. 32 (Приложение 3.1) и значение коэффициента абсорбции не менее 1,2	
24.2. Измерение сопротивления изоляции: 1) обмоток	К, Т	Измеренное значение сопротивления обмоток должно быть не ниже приведенных в табл.32 (Приложение 3.1). В эксплуатации сопротивление изоляции обмоток измеряется вместе с соединенными с ними цепями и кабелями	Сопротивление изоляции обмоток измеряется относительно корпуса при номинальном напряжении обмотки до 500 В мегаомметром на напряжение 500 В, при номинальном напряжении обмотки выше 500 В - мегаомметром на напряжение 1000 В
2) бандажей		Не менее 0,5 МОм	Сопротивление изоляции бандажей измеряется относительно корпуса и удерживаемых им обмоток вместе с соединенными с ними цепями и кабелями
24.3. Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты	К	См. табл.33 (приложение 3.1). Продолжительность испытания - 1 мин	Не производится у машин мощностью до 200 кВт на напряжение до 440 В
24.4. Измерение сопротивления постоянному току	К	См. табл.34 (Приложение 3.1)	Измерения производятся при практически холодном состоянии машины
24.5. Снятие характеристик холостого хода и испытание витковой изоляции	К	Отклонение снятой характеристики от заводской не нормируется. При испытании витковой изоляции машин с числом полюсов более четырех среднее	Характеристика холостого хода снимается у генераторов постоянного тока. Подъем напряжения производится до значения, равного 130% номинального

24.6. Измерение воздушных зазоров под полюсами	К	напряжение между соседними коллекторными пластинами не должно быть выше 24 В. Продолжительность испытания витковой изоляции - 3-5 мин Зазоры в диаметрально противоположных точках не должны отличаться один от другого более чем на $\pm 10\%$ среднего зазора	Измерение производится у генераторов, а также у электродвигателей мощностью более 3 кВт
24.7. Проверка работы машины на холостом ходу	К	Ток холостого хода не нормируется, оценивается рабочее состояние машины	Производится не менее 1ч
24.8. Определение пределов регулирования частоты вращения	К	Пределы регулирования должны соответствовать технологическим данным механизма	Производится на холостом ходу и под нагрузкой у электродвигателей с регулируемой частотой вращения

25. Электродные котлы

К, Т или М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
25.1. Измерение сопротивления столба воды изолирующей вставки	К, Т или М	Сопротивление столба воды (Ом) в каждой из вставок должно быть не менее $0,06U_{\phi} \cdot n$; где U_{ϕ} - фазное напряжение электродного котла, В; n - число изолирующих вставок всех котлов котельной Не менее $200n$.	Измеряется у электродных котлов напряжением выше 1000 В Измеряется у электродных котлов напряжением до 1000 В
25.2. Измерение удельного сопротивления питательной (сетевой) воды	К, М	При 20°C должно быть в пределах, указанных заводом-изготовителем	Измеряется у электродных котлов перед пуском и при изменении источника водоснабжения, а при снабжении из открытых водоемов - не реже 4 раз в год
25.3. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты: 1) изоляции корпуса котла вместе с изолирующими вставками, освобожденными от воды 2) изолирующих вставок	К	Продолжительность испытания - 1 мин См. табл.5 (Приложение 3.1) Производится двукратным номинальным фазным напряжением	- -
25.4. Измерение сопротивления изоляции котла без воды	К	Не менее 0,5 МОм, если заводом-изготовителем не оговорены более высокие требования	Измеряется в положении электродов при максимальной и минимальной мощности по отношению к корпусу

25.5. Проверка действия защитной аппаратуры котла	К, Т, М	Производится в соответствии с местными инструкциями и инструкциями заводов-изготовителей	мегаомметром на напряжение 2500 В
---	---------	--	-----------------------------------

26. Заземляющие устройства

К, Т, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
26.1. Проверка соединений заземлителей с заземляемыми элементами, в том числе с естественными заземлителями	К, М	Проверка производится для выявления обрывов и других дефектов путем осмотра, простукивания молотком и измерения переходных сопротивлений. Проверка соединения с естественными заземлителями производится после ремонта заземлителей	В случае измерения переходных сопротивлений следует учитывать, что сопротивление исправного соединения не превышает 0,05 Ом У кранов проверка наличия цепи должна производиться не реже 1 раза в год
26.2. Проверка напряжения прикосновения на территории электроустановки и напряжения на заземляющем устройстве	К, М	Наибольшее напряжение не должно превышать: 500 В при длительности воздействия 0,1 с 400 В при длительности воздействия 0,2 с 200 В при длительности воздействия 0,5 с 130 В при длительности воздействия 0,7 с 100 В при длительности воздействия 1 с 65 В при длительности воздействия от 1 с до 5 с Промежуточные допустимые напряжения в интервале времени от 0,1 с до 1 с следует определять интерполяцией	Производится в электроустановках, выполненных по нормам на напряжение прикосновения в контрольных точках, в которых значения напряжения прикосновения определены при проектировании, после капитального ремонта заземлителей За длительность воздействия принимается суммарное время действия резервной релейной защиты и собственного времени отключения выключателей
26.3. Проверка состояния элементов заземляющего устройства, находящихся в земле: 1) электроустановок, кроме ВЛ 2) ВЛ	М	Проверка коррозионного состояния производится не реже 1 раза в 12 лет. Элемент заземлителя должен быть заменен, если разрушено более 50% его сечения Проверка заземлителей в ОРУ электростанций и подстанций производится выборочно, в местах наиболее подверженных коррозии, а также вблизи мест заземления нейтралей силовых трансформаторов, присоединений разрядников и ограничителей перенапряжений На ВЛ выборочная	В ЗРУ осмотр элементов заземлителей производится по решению технического руководителя Потребителя Проверку следует

<p>26.4. Измерение сопротивлений заземляющих устройств: 1) опор воздушных линий электропередачи</p>	<p>К, Т, М</p>	<p>проверка со вскрытием грунта производится не менее чем у 2% опор от общего числа опор с заземлителями</p> <p>Значения сопротивлений заземлителей опор приведены в табл.35 (Приложение 3.1)</p>	<p>производить в населенной местности, на участках с наиболее агрессивными, выдуваемыми и плохопроводящими грунтами</p> <p>Производятся после ремонтов, но не реже 1 раза в 6 лет для ВЛ напряжением до 1000В и 12 лет для ВЛ выше 1000В на опорах с разрядниками и другим электрооборудованием и выборочно у 2% металлических и железобетонных опор на участках в населенной местности. Измерения производятся также после реконструкции и ремонта заземляющих устройств, а также при обнаружении разрушения или следов перекрытия изоляторов электрической дугой</p>
<p>2) электроустановок, кроме воздушных линий электропередачи 26.5. Проверка состояния пробивных предохранителей в установках напряжением до 1000В</p>	<p>К, Т, М К, Т</p>	<p>Значения сопротивлений заземляющих устройств электроустановок приведены в табл.36 (Приложение 3.1)</p> <p>Предохранители должны быть исправными и соответствовать номинальному напряжению сети</p>	<p>Производится не реже 1 раза в 6 лет, а также при предположении о срабатывании</p>

27. Стационарные, передвижные, комплектные переносные испытательные установки

К, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
<p>27.1. Измерение сопротивления изоляции: 1) цепей и аппаратуры напряжением выше 1000 В 2) цепей и аппаратуры напряжением до 1000В</p>	<p>К</p>	<p>Сопротивление изоляции не нормируется</p> <p>Сопротивление должно быть не менее 1 МОм</p>	<p>Измерение производится мегаомметром на напряжение 2500 В То же, на напряжение 1000 В</p>
<p>27.2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты</p>	<p>К</p>	<p>Испытательное напряжение принимается согласно заводским инструкциям или техническим условиям и должно быть не ниже 115% номинального напряжения испытательной установки. Продолжительность</p>	<p>Испытываются цепи высокого напряжения испытательных установок, испытательных аппаратов, мостов для измерения диэлектрических потерь, эталонных конденсаторов и других элементов высокого напряжения испытательных</p>

27.3. Проверка исправности измерительных устройств и испытательных трансформаторов	К	испытания - 1 мин Классы точности и коэффициенты трансформации должны соответствовать паспорту	схем Проверяется точность измерения мостов, измерительных приборов и устройств. Исправность обмоток испытательных и измерительных трансформаторов оценивается измерением коэффициента трансформации и класса точности
27.4. Проверка действия блокировочных устройств, средств сигнализации и защиты испытательных установок	К	Все блокировочные устройства, средства сигнализации и защиты должны быть исправными и работать четко в заданном режиме	Производится 3-5 операций по проверке действия защитных и предупредительных элементов испытательной установки при имитации различных режимов ее работы
27.5. Проверка интенсивности рентгеновского излучения кенотронов испытательных установок	К	Допустимая мощность дозы рентгеновского излучения в любой доступной точке установки на расстоянии 5-10 см от поверхности защиты (кожуха) не должна превышать 0,02 нКл/(г·с) (0,28 мР/час или 0,08 мкР/с). Значение допустимой дозы излучения дано из расчета 36-часовой рабочей недели. В случае иной продолжительности эти значения должны быть умножены на коэффициент $36/t$, где t - фактическая продолжительность рабочей недели, час	Производится в тех случаях, когда при проведении капитального ремонта испытательной установки было изменено расположение в ней кенотронов. Дозиметрическая проверка эффективности защиты от рентгеновского излучения осуществляется при наибольших значениях напряжения и тока на аноде кенотрона. Эффективность защиты от рентгеновского излучения определяется измерением мощности дозы излучения микрорентгенометром МРМ-2 или дозиметром Кура

28. Электроустановки, аппараты, вторичные цепи, нормы испытаний которых не определены в разделах 2-27, и электропроводки напряжением до 1000 В

К, Т, М - производятся в сроки, устанавливаемые системой ППР.

Наименование испытания	Вид испытания	Нормы испытания	Указания
28.1. Измерение сопротивления изоляции	К, Т, М	См. табл.37 (Приложение 3.1)	
28.2. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты электротехнических изделий напряжением выше 12 В переменного тока и - 120 В постоянного тока, в том числе: 1) изоляция обмоток и токоведущего кабеля переносного	К	Длительность приложения напряжения ($U_{исп}$) - 1 мин Для электроинструмента на напряжение до 50 В $U_{исп}$ принимается 550 В. Для	У электроинструмента с корпусом из изоляционного материала на время

<p>электроинструмента относительно корпуса и наружных металлических деталей</p>	<p>электроинструмента на напряжение выше 50 В и мощности до 1 кВт - 900 В, при мощности более 1 кВт - 1350 В</p>	<p>испытаний должны быть обернуты металлической фольгой и соединены с заземлителем корпус и соединенные с ним детали. При сопротивлении изоляции более 10 МОм испытание повышенным напряжением может быть заменено измерением одноминутного сопротивления изоляции мегаомметром на напряжение 2500 В</p>
<p>2) изоляции обмоток понижающих трансформаторов</p>	<p>Испытательное напряжение должно быть 1350 В при номинальном напряжении первичной обмотки трансформатора 127-220 В, и 1800 В при номинальном напряжении первичной обмотки 380-440 В</p>	<p>Испытательное напряжение прикладывается поочередно к каждой из обмоток. При этом остальные обмотки должны быть соединены с заземленным корпусом и магнитопроводом</p>
<p>28.3. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты силовых и вторичных цепей рабочим напряжением выше 50 В переменного тока, не содержащих устройств с микроэлектронными элементами: 1) изоляции распределительных устройств элементов приводов выключателей, короткозамыкателей, отделителей, аппаратов, а также вторичных цепей управления, защиты, автоматики, телемеханики и т.д. 2) изоляции силовых и осветительных электропроводок</p>	<p>К Продолжительность испытания - 1 мин. Испытательное напряжение - 1000 В</p>	<p>См. также главу 3 п.3.6.23. При проведении испытаний мегаомметром на 2500 В можно не проводить измерений мегаомметром на 500-1000 В</p>
<p>28.4. Проверка срабатывания защиты при системе питания с заземленной нейтралью (TN-C, TN-C-S, TN-S)</p>	<p>К, Т, М При замыкании на нулевой защитный проводник ток однофазного короткого замыкания должен составлять не менее: трехкратного значения номинального тока плавкой вставки предохранителя трехкратного значения номинального тока регулируемого расцепителя автоматического выключателя</p>	<p>Производится в случае, если сопротивление изоляции оказалось ниже 1 МОм Проверяется непосредственным измерением тока однофазного короткого замыкания с помощью специальных приборов или измерением полного сопротивления петли фаза-нуль с последующим определением тока короткого замыкания У электроустановок, присоединенных к одному</p>

		с обратнoзависимой от тока характеристикой трехкратного значения уставки по току срабатывания регулируемого расцепителя автоматического выключателя обратнoзависимой от тока характеристикой 1,1 верхнего значения тока срабатывания мгновенно действующего расцепителя (отсечки)	щитку и находящихся в пределах одного помещения, допускается производить измерения только на одной, самой удаленной от точки питания установке У светильников наружного освещения проверяется срабатывание защиты только на самых дальних светильниках каждой линии Проверку срабатывания защиты групповых линий различных приемников допускается производить на штепсельных розетках с защитным контактом Производится на установках, срабатывание защиты которых проверено
28.5 Проверка наличия цепи между заземленными установками и элементами заземленной установки	К, Т, М	Не должно быть обрывов и неудовлетворительных контактов. Переходное сопротивление контактов должно быть не выше 0,05 Ом	
28.6. Проверка действия расцепителей	К	Пределы работы расцепителей должны соответствовать заводским данным	-
28.7. Проверка устройств защитного отключения	М	Производится путем нажатия на кнопку "Т" (тест), включенного в сеть устройства	Производится не реже 1 раза в квартал
28.8 Проверка работы контакторов и автоматов при пониженном и номинальном напряжении оперативного тока	К	См. табл.38 (Приложение 3.1)	-
28.9. Проверка фазировки распределительных устройств напряжением до 1000 В и их присоединений	К	Должно иметь место совпадение по фазам	-
28.10. Измерение напряжений прикосновения и шага	К	В системе с заземленной нейтралью при однофазном коротком замыкании напряжение прикосновения и шага не должно превышать 50 В, если для конкретных помещений не установлены другие значения	Измерение производится в животноводческих комплексах, банях с электронагревателями и на других объектах, где в целях предотвращения электротравматизма выполнено уравнивание и выравнивание потенциалов
28.11. Проверка главной заземляющей шины (ГЗШ)	К, Т	Проверка затяжки болтовых и целостность сварных контактных соединений	Производится в соответствии с указаниями п.1
28.12. Измерение уровня освещенности и других светотехнических	К, Т	Освещенность и другие светотехнические параметры должны быть не ниже значений, предусмотренных	Оценка результатов контрольных измерений должна производиться с учетом типа применяемых

параметров		нормами	ламп и напряжения в момент измерения.
------------	--	---------	---------------------------------------

Таблица 1

Порядок и объем проверки изоляции обмоток трансформаторов после капитального ремонта и заливки маслом.

Трансформаторы	Объем проверки	Показатели масла и изоляции обмоток	Комбинация условий по предыдущему столбцу, достаточных для включения трансформатора	Дополнительные указания
1. До 35 кВ мощностью до 10000 кВА	1. Отбор пробы масла 2. Измерение сопротивления изоляции R_{60} 3. Определение отношения R_{60}/R_{15}	1. Характеристика масла (в объеме сокращенного анализа) - в норме 2. Сопротивление изоляции R_{60} за время ремонта снизилось не более чем на 30% 3. Сопротивление изоляции R_{60} не ниже указанного в табл.2 4. Отношение R_{60}/R_{15} при температуре (10-30)°С должно быть не менее 1,3	1. Для трансформаторов до 1000 кВА - одна из комбинаций условий: 1, 2; 1, 3 2. Для трансформаторов от 1000 кВА до 10000 кВА - одна из комбинаций условий: 1, 2, 4; 1, 3, 4	1. Проба масла должна отбираться не ранее чем через 12 часов после заливки (доливки) его в трансформатор 2. Для трансформаторов до 1000 кВА допускается определять только значение пробивного напряжения пробы масла
2. До 35 кВ мощностью более 10000 кВА; 110 кВ и выше всех мощностей	1. Отбор пробы масла 2. Измерение сопротивления изоляции R_{60} 3. Определение отношения R_{60}/R_{15} 4. Измерение $\text{tg}\delta$ у трансформаторов 110 кВ и выше	1. Характеристики масла (в объеме сокращенного анализа) - в норме 2. Сопротивление изоляции за время ремонта снизилось не более чем на 30% 3. Сопротивление изоляции R_{60} не менее указанного в табл.2* 4. Отношение R_{60}/R_{15} при температуре (10-30)°С не менее 1,3 5. Значения $\text{tg}\delta$ не превышают значений, указанных в табл.4 и 5	1. Для трансформаторов 35 кВ мощностью более 10000кВА - комбинация условий: 1, 3, 4, 5 2. Для трансформаторов 110 кВ и выше - комбинация условий 1-6	-

*Для трансформаторов до 110 кВ. Для трансформаторов выше 110 кВ сопротивление изоляции не нормируется, но должно учитываться при комплексном рассмотрении результатов измерений.

Таблица 2

Наименьшие допустимые сопротивления изоляции R_{60} обмоток трансформаторов

Номинальное напряжение обмотки высшего напряжения, кВ	Значения R_{60} , МОм, при температуре обмотки, °С						
	10	20	30	40	50	60	70
Масляные до 35	450	300	200	130	90	60	40
Масляные 110	900	600	400	260	180	120	80
Масляные свыше 110	Не нормируется						
Сухие до 1 кВ	-	100	-	-	-	-	-
Сухие более 1 кВ до 6 кВ	-	300	-	-	-	-	-

Сухие более 6 кВ	-	500	-	-	-	-
------------------	---	-----	---	---	---	---

Примечание: Значения, указанные в таблице, относятся ко всем обмоткам данного трансформатора.

Таблица 3

Схемы измерения характеристик изоляции трансформаторов

Последовательность измерений	Двухобмоточные трансформаторы		Трехобмоточные трансформаторы	
	Обмотки, на которых проводят измерения	Заземляемые части трансформатора	Обмотки, на которых проводят измерения	Заземляемые части трансформатора
1	НН	Бак, ВН	НН	Бак, СН, ВН
2	ВН	Бак, НН	СН	Бак, НН, ВН
3	(ВН + СН)*	Бак	ВН	Бак, НН, СН
4	-	-	(ВН + СН)*	Бак, НН
5	-	-	(ВН + СН + НН)*	Бак

В процессе эксплуатации допускается проводить измерения также по зонам изоляции (например, ВН - бак, НН - бак, ВН - НН) с подсоединением вывода "экран" мегаомметра к свободной обмотке или баку.

* Измерения обязательны только для трансформаторов мощностью 16000 кВА и более.

Таблица 4

Наибольшие допустимые значения tgδ изоляции обмоток трансформаторов в масле

Трансформаторы	10	20	30	40	50	60	70
35 кВ мощностью более 10000 кВА и 110 кВ всех мощностей	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
220 кВ всех мощностей	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0

Примечание: Значения, указанные в таблице, относятся ко всем обмоткам данного трансформатора.

Таблица 5

Испытательные напряжения промышленной частоты в эксплуатации для электрооборудования классов напряжения до 35 кВ с нормальной и облегченной изоляцией

Класс напряжения, кВ	Испытательное напряжение, кВ			
	Силовые трансформаторы, шунтирующие и дугогасящие реакторы		Аппараты, трансформаторы тока и напряжения, токоограничивающие реакторы, изоляторы, вводы, конденсаторы связи, экранированные токопроводы, сборные шины, КРУ и КТП, электродные котлы	
	Нормальная изоляция	Облегченная изоляция*	Фарфоровая изоляция**	Другие виды изоляции**
до 0,69	4,3	2,6	1,0	1,0
3	15,3	8,5	24,0	21,6
6	21,3	13,6	32,0 (37,0)	28,8 (33,3)
10	29,8	20,4	42,0 (48,0)	37,8 (43,2)
15	38,3	31,5	55,0 (63,0)	49,5 (56,7)
20	46,8	42,5	65,0 (75,0)	58,5 (67,5)
35	72,3	-	95,0 (120,0)	85,5 (108,0)

Примечания: * Испытательные напряжения герметизированных трансформаторов принимаются в соответствии с указаниями заводов-изготовителей.

** Значения в скобках распространяются на промежуток между контактами коммутационных аппаратов.

Таблица 6

Предельно допустимые показатели качества трансформаторного масла

№	Наименование	Категория	Перед заливкой	Эксплуатационное*	Примечание
---	--------------	-----------	----------------	-------------------	------------

п/п	показателя	электрооборудования	свежее	регенерированное	нормально допустимое	предельно допустимое	
1	Пробивное напряжение, КВ, не менее:	Электрооборудование: до 15кВ включительно до 35кВ включительно до 150кВ включительно 220 кВ	30 35 60 65	30 35 60 65	40 60	20 25 35 55	
2	Кислотное число, мг КОН/г масла, не более	Электрооборудование до 220кВ включительно	0,02	0,05	0,1	0,25	
3	Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	Электрооборудование до 220кВ включительно	135	130	Снижение не более чем на 5°С по сравнению с предыдущим анализом	125	
4	Влагосодержание, % массы (г/г), не более:	Трансформаторы с пленочной и азотной защитами масла, герметичные маслонаполненные вводы, герметичные измерительные трансформаторы Силовые и измерительные трансформаторы, негерметичные маслонаполненные вводы Электрооборудование, при отсутствии требований предприятий-изготовителей по количественному определению влагосодержания	0,001 (10) - Отсутствие	0,001 (10) 0,002 (20) Отсутствие	0,0015 (15) - Отсутствие	0,0025 (25) 0,003 (30) Отсутствие	Допускается определение данного показателя методом Карла Фишера или хроматографическим методом
5	Содержание механических примесей: %, (класс чистоты, не более)	Электрооборудование до 220 кВ	Отсутствие (11)	Отсутствие (11)	Отсутствие (13)	Отсутствие (13)	
6	Тангенс угла диэлектрических потерь при 90°С, %, не более	Силовые трансформаторы до 220 кВ Измерительные трансформаторы до 220кВ	1,7 1,7	1,5		5	
		Электрооборудование до 150 кВ включительно 220 кВ		5	8 5	10 7	
7	Содержание водорастворимых кислот и щелочей:	Электрооборудование до 220 кВ включительно Силовые трансформаторы, герметичные измерительные трансформаторы и маслонаполненные вводы; Негерметичные измерительные трансформаторы и маслонаполненные вводы	Отсутствие	Отсутствие	0,014 0,03	- -	

8	Содержание антиокислительной присадки (АГИДОЛ-1 (2,6-дитретбутил-4-метилфенол или ионол)), % массы, не менее	Электрооборудование до 220 кВ включительно	0,2	0,18	0,1		
9	Температура застывания, °С, не выше	Электрооборудование, заливаемое арктическим маслом	-60	-60	-	-	
10	Газосодержание в соответствии с инструкциями организации-изготовителя, % объема, не более)	Трансформаторы с пленочной защитой, герметичные маслonaполненные вводы напряжением до 220 кВ	0,1 (0,5)	0,1 (0,5)	2	4	
11	Содержание растворимого шлама, % массы, не более	Силовые и измерительные трансформаторы, негерметичные маслonaполненные вводы напряжением до 220 кВ	-	-	-	0,005	
12	Содержание фурановых производных, % массы, не более (в том числе фурфурола)	Трансформаторы и маслonaполненные вводы напряжением до 220 кВ	-	-	0,0015 (0,001)		
13	Содержание серы, % не более	Электрооборудование до 220 кВ включительно	-	0,6	-	-	

* Для трансформаторного масла устанавливаются две области эксплуатации: нормально допустимая - в указанных пределах изменений характеристик масла гарантируется нормальная работа электрооборудования, контроль состояния масла проводится по показателям 1-3 таблицы (сокращенный анализ); предельно допустимая - при характеристиках масла выше указанных как "нормально допустимые", но ниже "предельно допустимых" требуется установить более учащенный и расширенный контроль состояния масла и принять меры по восстановлению эксплуатационных свойств масла или предусмотреть замену масла.

Таблица 7

Испытательные напряжения промышленной частоты изоляции полупроводниковых преобразователей

Номинальное напряжение, В	Испытательное напряжение, кВ	Номинальное напряжение, В	Испытательное напряжение, кВ
до 24	0,5	201-500	2,0
25-60	1,0	свыше 500	2,5U _{раб} + 1, но не более 3*
61-200	1,5		

* U_{раб} - действующее значение напряжения испытываемой цепи.

Таблица 8

Испытательное напряжение промышленной частоты конденсаторов

Испытательное напряжение, (кВ), при номинальном напряжении (типе) конденсатора, кВ						
до 0,66	1,05	3,15	6,3	10,5	СММ-20/3-0,107	КМ2-10,5-24
2,3	4,3	15,8	22,3	30,0	22,5	22,5-25,0

Таблица 10

Испытательное выпрямленное напряжение силовых кабелей

Номинальное напряжение, кВ	0,66	1	2	3	6	10	20	35	110	220
Кабели с бумажной изоляцией										
Испытательное напряжение, кВ	2,5	2,5	10-17	15-25	36	60	100	175	285	510
Кабели с пластмассовой изоляцией										
Испытательное напряжение, кВ	-	2,5*	-	7,5	36	60	-	-	285	-
Кабели с резиновой изоляцией**										
Испытательное напряжение, кВ				6	12	20				

* Испытание выпрямленным напряжением одножильных кабелей с пластмассовой изоляцией без брони (экранов), проложенных на воздухе, не производится.

** После ремонтов, не связанных с перемонтажом кабелей, изоляция проверяется мегаомметром на напряжение 2500 В, а испытание повышенным выпрямленным напряжением не производится.

Таблица 11

Токи утечки и коэффициенты несимметрии для силовых кабелей

Кабели напряжением, кВ	Испытательное напряжение, кВ	Допустимое значение тока утечки, мА	Допустимое значение коэффициента несимметрии*, (I_{max}/I_{min})
6	36	0,2	2
	45	0,3	2
10	50	0,5	3
	60	0,5	3
20	100	1,5	3
	140	1,8	3
35	150	2,0	3
	175	2,5	3
110	285	Не нормируется	
220	510	Не нормируется	

* - для одножильных кабелей на напряжение 6-35 кВ коэффициент асимметрии не нормируется.

.....

Таблица 14

Допускаемые значения tgδ изоляции вводов и проходных изоляторов при температуре 20°C

Вид и зона изоляции ввода	Предельные значения tgδ, %, для вводов с номинальным напряжением, кВ		
	35	110-150	220
Бумажно-масляная изоляция: основная изоляция (C ₁) и изоляция измерительного конденсатора (C ₂)	-	1,5	1,2
последние слои изоляции (C ₃)	-	3,0	2,0
Твердая изоляция с масляным заполнением: основная изоляция	1,5	1,5	-
Бумажно-бакелитовая изоляция с мастичным заполнением: основная изоляция	9,0	-	-
Маслобарьерная изоляция ввода: основная изоляция	-	5	4

Таблица 15

Наименьшее допустимое сопротивление изоляции подвижных и направляющих частей выключателей, выполненных из органического материала

Сопротивление изоляции, МОм, для выключателей на номинальное напряжение, кВ		
3-10	15-150	220
300	1000	3000

Характеристики масляных и электромагнитных выключателей

Тип выключателя	Номинальный ток, А	Сопротивление контактов, мкОм	Собственное время, с, не более	
			включения	отключения
ВМП-10 (ПЭ-11)*	630	78	0,3	0,12
(пружинный привод)	1000	72	0,2	0,1
МГ-10	5000	300**	0,75	0,135
МГ-20	5000	300**	0,8	0,155
МГГ-10	3150	18; 240**	0,4	0,11
	4000	14; 240**		
	5000	12; 240**		
ВМ-14, ВМ-16	200	350		
	600	150	0,24	0,12
ВМ-22	600	150	0,24	0,15
	1000, 1500	100		
ВМ-23	600	150	0,28	0,15
	1000, 1500	100		
ВМГ-133 (ПС-10)	600	100	0,23	0,1
(ППМ-10)			0,3	0,1
(ПВ-10)			0,16	0,1
ВМГ-10	630	75	0,3	0,12
	1000	70		
ВПМП-10	530	78	0,3	0,12
	1000	72		
ВМПЭ-10	630	50	0,3	0,07
	1000	40		
	1600	30		
	3150	10	0,3	0,09
ВМПП-10	630	55	0,2	0,1
	1000	45		
	1600	32		
ВМП-10	600	55	0,3	0,1
	1000	40		
	1500	30		
ВМП-10П	600	55	0,2	0,1
	1000	40		
	1500	30		
ВММ-10	400	55	0,2	0,1
	630	85		
ВК-10	630	50/45***	0,075	0,05
	1000	45/40***		
	1600	25		
ВКЭ-10	630	50/45***	0,3	0,07
	1000	45/40 ***		
	1600	25		
ВЭ-10, ВЭС-6	1600	30	0,075	0,06
	2000-2500	20		
	3200-3600	15		
С-35 (ШПЭ-12)	630	310	0,34	0,05
(ПП-67)	630	310	0,4	0,12
(ЩПЭ-38)	3200	80	0,64	0,055
МКП-35	1000	250	0,43	0,05
ВТ-35, ВТД-35	630	550	0,35	0,12
МКП-110	630	1300	0,6	0,05
МКП-110М	630	800	0,06	0,05
МКП-110-5	1000	800	0,85	0,06
(ШПЭ-37)				
(ШПЭ-44)			0,5	0,055

У-110-2000-40 (ШПВ)	2000	800	0,3	0,06
(ШПЭ)			0,7	0,06
У-110-2000-50 (ШПВ)	2000	365	0,3	0,05
(ШПЭ)			0,7	0,05
ВМТ-110, 25 кА		115	0,13	0,035
40 кА		85	0,13	0,03
ММО-110	1250	180	0,15	0,05
ВМТ-220, 25 кА		115	0,13	0,035
40 кА		85	0,13	0,03
МКП-220	600	1200	0,7	0,03
МКП-274	600	800		
У-220-1000/2000-25	2000	600	0,8	0,05
У-220-2000-40	2000	450	0,75	0,045

* - в скобках указан тип привода.

** - сопротивление дугогасительных контактов.

*** - в числителе указаны данные для выключателей на номинальный ток отключения 20 кА, в знаменателе - на ток отключения 40 кА.

Таблица 17

Значения сопротивлений постоянному току элементов воздушных выключателей

Тип выключателя	Сопротивление токоведущего контура полюса, мкОм, не более	Сопротивление одного элемента омического делителя или шунтирующего резистора, Ом
ВВУ-35	80	4,6-0,25
ВВН-110	140	150±5
ВВШ-110	140	150(+4, -2)
ВВУ-110	300	5±0,3 (нижний модуль)
		100±2 (верхний модуль)
ВВБ-110	80	100±2
ВВБМ-110	80	50±1
ВВБК-110	80	47,5 (+1, -0,5)
ВВН-154	200	15000±150
ВВШ-150	200	150 (+4, -2)
ВВБ-220	300	100±2
ВВБК-220	300	47,5 (+1, -0,5)
ВВД-220	300	50±1

Примечания: 1. Предельные значения сопротивлений одного элемента (разрыва) гасительной камеры и отделителя и одного дугогасительного устройства модуля: выключателей серии ВВН - 20 мкОм, серий ВВУ, ВВБ, ВВБК, ВВД - 80 мкОм.

2. Сопротивления шунтирующих резисторов, устанавливаемых на одном полюсе выключателя, не должны различаться более, чем допускается заводской инструкцией.

.....

Таблица 19

Допустимые значения сопротивлений контактных систем разъединителей

Тип разъединителя	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Допустимое значение сопротивления, мкОм
РЛН	35-220	600	220
Остальные типы	Все классы напряжения	600	175
		1000	120
		1500-2000	50

.....

Таблица 22

Значение сопротивлений вентильных разрядников или их элементов

Тип разрядника или элемента	Сопротивление, МОм		Допустимые изменения по сравнению с заводскими данными или данными первоначальных измерений
	не менее	не более	
РВМ-3	15	40	±30%
РВМ-6	100	250	
РВМ-10	170	450	
РВМ-15	600	2000	
РВМ-20	1000	10000	
РВРД-3	95	200	В пределах значений, указанных в столбцах 2 и 3
РВРД-6	210-940		
РВРД-10	770	5000	
Элемент разрядника			±60%
РВМГ-110М	400	2500	
РВМГ-150М	400	2500	
РВМГ-220М	400	2500	

Таблица 23

Токи проводимости вентильных разрядников при приложении выпрямленного напряжения

Тип разрядника или элемента	Испытательное напряжение, кВ	Ток проводимости, мкА, при температуре 20°С	
		не менее	не более
РВС-15*	16	450 (200)	620 (340)
РВС-20*	20	450 (200)	620 (340)
РВС-33	32	450 (200)	620 (340)
РВС-35*	32	450 (200)	620 (340)
РВМ-3	4	380	450
РВМ-6	6	120	220
РВМ-10	10	200	280
РВМ-15	18	500	700
РВМ-20	28	500	700
РВЭ-25М	28	400	650
РВМЭ-25	32	450	600
РВРД-3	3	30	85
РВРД-6	6	30	85
РВРД-10	10	30	85
Элемент разрядника РВМГ	30	1000	1350

Примечание: * значения токов в скобках относятся к разрядникам для сетей с изолированной нейтралью и компенсацией емкостного тока замыкания на землю, изготовленных после 1975 года.

Таблица 24

Токи проводимости ограничителей перенапряжений при переменном напряжении частоты 50 Гц

Тип ограничителя перенапряжений	Наибольшее рабочее напряжение, кВ	Ток проводимости, мА при температуре 20 °С	
		Ограничивающий область нормального состояния	Предельно допустимый
ОПН-110У1	73	1,0	1,2
ОПН-1-110ХЛ4	73	2,0	2,5
ОПН-110ПН	73	0,9	1,2
ОПН-150У1	100	1,2	1,5
ОПН-150ПН	100	1,1	1,5
ОПН-220У1	146	1,4	1,8
ОПН-1-220УХЛ4	146	2,0	2,5
ОПН220ПН	146	1,3	1,8

Таблица 25

Пробивные напряжения разрядников и элементов разрядников при частоте 50 Гц

Тип разрядника или элемента	Действующее значение пробивного напряжения, кВ	
	не менее	не более
РВП, РВО-6	16	19
РВП, РВО-10	26	30,5
РВС-15	35	51
РВС-20	42	64
РВС-33	66	84
РВС-35	71	103
РВМ-6	14	19
РВМ-10	24	32
РВМ-15	33	45
РВМ-20	45	59
РВРД-3	7,5	9
РВРД-6	15	18
РВРД-10	25	30
Элемент разрядников РВМГ	60,5	72,5

Таблица 27

Допустимые значения сопротивлений постоянному току элементов КРУ

Измеряемый элемент*	Номинальный ток контактов, А	Допустимое сопротивление, мкОм
Втычные контакты первичной цепи	400	75
	630	60
	1000	50
	1600	40
	2000 и выше	33
Связь заземления выдвигного элемента с корпусом		Не более 0,1 Ом

* Измерение выполняется, если позволяет конструкция КРУ.

Таблица 28

Наименьшие допустимые значения сопротивления изоляции электродвигателей на напряжение выше 1000 В

Температура обмотки, °С	Сопротивление изоляции R_{60} , МОм при номинальном напряжении обмотки кВ		
	3-3,15	6,0-6,3	10,0-10,5
10	30	60	100
20	20	40	70
30	15	30	50
40	10	20	35
50	7	15	25
60	5	10	17
75	3	6	10

Таблица 29

Испытательные напряжения промышленной частоты для обмоток электродвигателей переменного тока

Испытуемый элемент	Мощность электродвигателя, кВт	Номинальное напряжение электродвигателя, кВ	Испытательное напряжение, кВ
Обмотка статора	40 и более, а также электродвигатели	0,4 и ниже	1,0
		0,5	1,5
		0,66	1,7

	ответственных механизмов* Менее 40	2,0 3,0 6,0 10,0 0,66 и ниже	4,0 5,0 10,0 16,0 1,0
Обмотка ротора синхронных электродвигателей, предназначенных для непосредственного пуска, с обмоткой возбуждения, замкнутой на резистор или источник питания	-	-	1,0
Обмотка ротора электродвигателя с фазным ротором	-	-	$1,5 U_p^{**}$, но не менее 1,0
Резистор цепи гашения поля синхронных электродвигателей	-	-	2,0
Реостаты и пускорегулировочные резисторы	-	-	$1,5 U_p$, но не менее 1,0

* Испытание необходимо производить тотчас после останова электродвигателя до его очистки от загрязнений.

** U_p - напряжение на кольцах при разомкнутом неподвижном роторе и номинальном напряжении на статоре.

Таблица 32

Наименьшие допустимые сопротивления изоляции обмоток машин постоянного тока

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

Таблица 33

Испытательные напряжения промышленной частоты для изоляции машин постоянного тока

Испытываемый элемент	Испытательное напряжение, кВ	Указания
Обмотки:		Производится у машин мощностью более 3 кВт
машин на напряжение до 100 В	$1,6U_{ном} + 0,8$	
машин на напряжение выше 100 В мощностью до 1000 кВт	$1,6U_{ном} + 0,8$, но не менее 1,2	
машин на напряжение выше 100 В мощностью более 1000 кВт	$1,6U_{ном} + 0,8$	
возбудителей синхронных двигателей и синхронных компенсаторов	$0,8U_{ном}$ но не менее 1,2 и не более 2,8	

Бандажи якоря	1	Для машин мощностью более 3 кВт
Реостаты и пускорегулирующие резисторы	1	Изоляцию можно испытывать совместно с изоляцией цепей возбуждения

Таблица 34

**Норма отклонения значений сопротивления постоянному току
элементов машин постоянного тока**

Испытываемый элемент	Норма	Указания
Обмотки возбуждения	Значения сопротивлений обмоток не должны отличаться от исходных значений более чем на 2%	-
Обмотка якоря (между коллекторными пластинами)	Значение измеренного сопротивления должно отличаться не более чем на 10%, за исключением случаев, когда это обусловлено схемой соединения	Измерения производятся у машин мощностью более 3 кВт
Реостаты и пускорегулирующие резисторы	Недолжно быть обрывов цепей	-

Таблица 35

**Наибольшие допустимые значения сопротивлений заземлителей опор
воздушных линий электропередачи**

Характеристика объекта	Удельное сопротивление грунта, ρ , Ом·м	Сопротивление, Ом
Линии на напряжение выше 1000 В		
Опоры, имеющие грозозащитный трос или другие устройства грозозащиты, металлические и железобетонные опоры ВЛ 35 кВ и такие же опоры ВЛ 3-20 кВ в населенной местности, заземлители оборудования на опорах 110 кВ и выше	до 100	10*
	более 100 до 500	15*
	более 500 до 1000	20*
	более 1000 до 5000	30*
	более 5000	0,006 ρ *
Электрооборудование, установленное на опорах ВЛ 3-35 кВ	-	250/ I_p **, но не более 10
Металлические и железобетонные опоры ВЛ 3-20 кВ в ненаселенной местности	до 100 более 100	30 0,3 ρ
Трубчатые разрядники на подходах линий к подстанциям с вращающимися машинами, вентильные разрядники на кабельных вставках подходов к подстанциям с вращающимися машинами	-	5
Вентильные разрядники и нелинейные ограничители перенапряжений на подходах линий к подстанциям с вращающимися машинами	-	3
Опоры с тросом на подходах линий к подстанциям с вращающимися машинами	-	10
Линии на напряжение до 1000 В***		
Опора ВЛ с устройствами грозозащиты	-	30
Опоры с повторными заземлителями нулевого провода при напряжении источника питания:	660/380 В	15
	380/220 В	30
	220/127 В	60

* Для опор высотой более 40 м на участках ВЛ, защищенных тросом, сопротивление заземлителей должно быть в 2 раза меньше указанных в таблице.

** I_p - расчетный ток замыкания на землю, в качестве которого принимается:

в сетях без компенсации емкостного тока замыкания на землю – ток замыкания на землю;

в сетях с компенсацией емкостного тока замыкания на землю:

- для электроустановок, к которым присоединены компенсирующие аппараты, - ток, равный 125% номинального тока наиболее мощного из этих аппаратов;
 - для электроустановок, к которым не присоединены компенсирующие аппараты, - ток замыкания на землю, проходящий в данной сети при отключении наиболее мощного из компенсирующих аппаратов.
- *** При удельном эквивалентном сопротивлении грунта более 100 Ом·м допускается увеличение приведенных значений в 0,01ρ раз, но не более десятикратного.

Таблица 36

**Наибольшие допустимые значения сопротивлений
заземляющих устройств электроустановок**

Характеристика объекта	Удельное сопротивление грунта, ρ, Ом·м	Сопротивление, Ом
Электроустановки напряжением 110 кВ и выше сетей с эффективным заземлением нейтрали, выполненные по нормам на сопротивление	до 500	0,5
	более 500	$0,002 \cdot 0,5\rho$
Электроустановки 3-35 кВ сетей с изолированной нейтралью	до 500	$250/I_p^*$, но не более 10 Ом
	более 500	$0,002\rho \cdot 250/I_p$
Электроустановки сетей напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью напряжением: 660/380 В 380/220 В 220/127 В	до 100 (более 100)	15** (15·0,01ρ)
		30** (30·0,01ρ)
		60** (60·0,01ρ)
Электроустановки сетей напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью при мощности источника питания: более 100 кВА до 100 кВА	до 500	$50/I_p^*$, но не более 4 Ом
	более 500	$50/I_p^*$, но не более 10 Ом

* I_p - см. примечание к табл.34.

** - сопротивление заземляющего устройства с учетом повторных заземлений нулевого провода должно быть не более 2, 4 и 8 Ом при линейных напряжениях соответственно 660, 380 и 220 В источника трехфазного тока и напряжениях 380, 220 и 127 В источника однофазного тока.

Таблица 37

**Минимально допустимые значения сопротивления изоляции элементов
электрических сетей напряжением до 1000 В**

Наименование элемента	Напряжение мегаомметра, В	Сопротивление изоляции, МОм	Примечание
Электроизделия и аппараты на номинальное напряжение, В: до 50 свыше 50 до 100 свыше 100 до 380 свыше 380	100	Должно соответствовать указаниям изготовителей, но не менее 0,5	При измерениях полупроводниковые приборы в изделиях должны быть зашунтированы
	250		
	500-1000		
	1000-2500		
Распределительные устройства, щиты и токопроводы	1000-2500	не менее 1	Измерения производятся на каждой секции распределительного устройства
Электропроводки, в том числе осветительные сети	1000	не менее 0,5	Измерения сопротивления изоляции в особо опасных помещениях и наружных установках производятся 1 раз в год. В остальных случаях измерения производятся 1 раз в 3 года. При измерениях в силовых цепях должны быть

			приняты меры для предотвращения повреждения устройств, в особенности микроэлектронных и полупроводниковых приборов. В осветительных сетях должны быть вывинчены лампы, штепсельные розетки и выключатели присоединены.
Вторичные цепи распределительных устройств, цепи питания приводов выключателей и разъединителей, цепи управления, защиты, автоматики, телемеханики и т.п.	1000-2500	не менее 1	Измерения производятся со всеми присоединенными аппаратами (катушки, контакторы, пускатели, выключатели, реле, приборы, вторичные обмотки трансформаторов напряжения и тока)
Краны и лифты	1000	не менее 0,5	Производится не реже 1 раза в год
Стационарные электроплиты	1000	не менее 1	Производится при нагретом состоянии плиты не реже 1 раза в год
Шинки постоянного тока и шинки напряжения на щитах управления	500-1000	не менее 10	Производится при отсоединенных цепях
Цепи управления, защиты, автоматики, телемеханики, возбуждения машин постоянного тока на напряжение 500-1000 В, присоединенных к главным цепям	500-1000	не менее 1	Сопротивление изоляции цепей напряжением до 60 В, питающихся от отдельного источника, измеряется мегаомметром на напряжение 500 В и должно быть не менее 0,5 МОм
Цепи, содержащие устройства с микроэлектронными элементами, рассчитанные на рабочее напряжение, В: до 60 выше 60	100 500	не менее 0,5 не менее 0,5	