ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСТ 9219-95

АППАРАТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЯГОВЫЕ

Общие технические условия

Издание официальное

Госстандарт
Минск

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАН НИИ «Электротяжмаш»

ВНЕСЕН Государственным комитетом Украины по стандартизации, метрологии и сертификации

2 ПРИНЯТ Межгосударственны Советом по стандартизации, метрологии и сертификации от 26 апреля 1995 г. (протокол № 7 МГС)

За принятие проголосовали:

Наименование государства	Наименование национального органа стандартизации
Республика Беларусь	Белстандарт
Республика Казахстан	Госстандарт Республики Казахстан
Украина	Госстандарт Украины

3 Настоящий стандарт в части общих технических требований соответствует международным стандартам МЭК 77, МЭК 322, МЭК 337-2

4 ВЗАМЕН ГОСТ 9219—88

5 **ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Приказом Белстандарта от 6 июня 1996 г. № 101 непосредственно в качестве государственного стандарта Республики Беларусь с 1 января 1997 г.

© Белстандарт, 1996

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Республики Беларусь без разрешения Белстандарта

СОДЕРЖАНИЕ

С.

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Основные параметры и размеры 3
4 Технические требования 4
5 Требования к конструкции 21
6 Требования безопасности 24
7 Правила приемки 24
8 Методы испытаний 30
9 Транспортирование и хранение 68
10 Указания по эксплуатации 68
11 Гарантии изготовителя 68

Приложение А Метод измерения параметров восстанавливающегося напряжения испытательного контура постоянного тока 69

Приложение Б Примеры изображений осциллограмм и определение значений параметров при испытании аппаратов на коммутационную способность 72

Приложение В Пояснение терминов, встречающихся в стандарте 74

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

АППАРАТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЯГОВЫЕ
Общие технические условия

TRACTIVE ELECTRICAL APPARATUS
General technical conditions

ОКП 34 5700

Дата введения 1996—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на тяговые электрические аппараты (далее — аппараты), предназначенные для работы на подвижном составе рельсового транспорта, троллейбусах и других нестационарных объектах.

Стандарт не распространяется на тяговые электрические аппараты, работающие во взрывоопасной или химически агрессивной среде.

Требования этого стандарта являются обязательными.

Стандарт пригоден для целей сертификации изделий.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.004—91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.2.007.0—75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.1—75 ССБТ. Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.2—75 ССБТ. Трансформаторы силовые и реакторы электрические. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.3—75 ССБТ. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности

Издание официальное

ГОСТ 12.2.007.6—75 ССБТ. Аппараты коммутационные низковольтные. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.11—75 ССБТ. Преобразователи электроэнергии полупроводниковые. Требования безопасности

ГОСТ 20.39.108—85 Требования по эргономике, обитаемости и технической эстетике

ГОСТ 982—80 Масла трансформаторные. Технические условия

ГОСТ 2213—79 Предохранители переменного тока на напряжение 3 кВ и выше. Общие технические условия

ГОСТ 2582—81 Машины электрические вращающиеся тяговые. Общие технические условия

ГОСТ 6827—76 Электрооборудование и приемники электрической энергии. Ряд номинальных токов

ГОСТ 8865—93 Изделия электротехнические. Классы нагревостойкости электрической изоляции

ГОСТ 10434—82 Соединения контактные электрические. Классификация. Общие технические требования

ГОСТ 12434—93 Аппараты коммутационные низковольтные. Общие технические условия

ГОСТ 12766.1—90 Проволока из прецизионных сплавов с высоким электрическим сопротивлением. Технические условия

ГОСТ 12766.2—90 Лента из прецизионных сплавов с высоким электрическим сопротивлением. Технические условия

ГОСТ 14254—80 Изделия электротехнические. Оболочки. Степени защиты. Обозначения. Методы испытаний

ГОСТ 14255—69 Аппараты электрические на напряжение до 1000 В. Оболочки. Степени защиты

ГОСТ 15150—69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

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

ГОСТ 16962.1—89 Изделия электротехнические. Методы испытаний на устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 16962.2—90 Изделия электротехнические. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 17412—72 Изделия электротехнические для районов с холодным климатом

ГОСТ 17516.1—90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 18620—86 Изделия электротехнические. Маркировка

ГОСТ 23216—78 Изделия электротехнические. Общие требования к хранению, транспортированию, временной противокоррозионной защите и упаковке

ГОСТ 27924—88 Испытание на пожароопасность. Методы испытаний. Испытание на плохой контакт при помощи накальных элементов

3 Основные параметры и размеры

3.1 Аппараты по роду тока главной цепи должны изготовляться: постоянного тока, пульсирующего тока, переменного тока, а также для работы в цепях как постоянного, так и переменного тока.

3.2 Номинальные, максимальные и минимальные значения напряжений цепей аппаратов должны соответствовать указанным в таблице 1 и устанавливаться в стандартах, технических условиях, конструкторской документации на отдельные виды аппаратов, комплект аппаратов (блоков) или подвижной состав (далее — техническая документация).

Таблица 1 — Значения напряжений цепей аппарата

Напряжение в вольтах

Род тока	Номинальное	Максимальное	Минимальное
Постоянный	24	30	19
	50	55	35
	75	83	53
	110	121	77
	550	720	400
	750	975	550
	900	1000	765
	1500	1950	1100
	3000	4000	2200
	10000	11500	7500
Переменный	36	45	25
	127	160	89
	220	275	154
	380	475	266
	660	825	462
	25000	29000	19000

При этом контакторы, электромагниты, промежуточные реле, пневмоклапаны, катушки которых нагреты до установившейся температуры при номинальном напряжении и эффективной температуре окружающей среды, должны включаться при минимальном напряжении в соответствии с таблицей 1 и отключаться при снижении напряжения до 0,05 номинального.

3.3 Номинальные токи аппаратов по ГОСТ 6827 и должны устанавливаться в технической документации на конкретные виды аппаратов.

3.4 Номинальное давление сжатого воздуха — 0,5 МПа (5 кгс/см^2), максимальное — 0,675 МПа (6,75 кгс/см^2), минимальное — 0,35 МПа (3,5 кгс/см^2).

Для аппаратов, предназначенных для работы при номинальном давлении выше 0,5 МПа (5 кгс/см^2), номинальные, максимальные и минимальные давления должны устанавливаться в технической документации на конкретные виды аппаратов.

3.5 Режимы работы аппаратов:

— продолжительный;

— прерывисто-продолжительный;

— повторно-кратковременный с продолжительностью включения (ПВ) 15, 25, 40, 50, 60 %;

— кратковременный с длительностью рабочего периода 1, 5, 10, 15, 30 с; 1, 2, 5, 10, 30, 40, 60, 90 мин.

3.6 Для электронных аппаратов и в других обоснованных случаях допускаются другие номинальные значения напряжения, частоты, тока и продолжительности включения, определяемые схемой, техническими характеристиками элементов и подвижного состава.

Электрические и электронные аппараты электроподвижного состава должны обеспечивать надежную работу во всех режимах, предусмотренных технической документацией на конкретные виды аппаратов.

3.7 Габаритные, установочные и присоединительные размеры аппаратов должны быть указаны в технической документации на конкретные виды аппаратов.

3.8 Пояснения терминов, встречающихся в стандарте, приведены в приложении В.

4 Технические требования

4.1 Аппараты должны изготавливаться климатического исполнения У по ГОСТ 15150 и, по согласованию с заказчиком — климатических исполнений Т и УХЛ, в соответствии с требованиями настоящего стандарта и технической документации на конкретные виды аппаратов, утвержденной в установленном порядке.

4.2 Условия работы аппаратов

4.2.1 Номинальные значения климатических факторов внешней среды — ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543.1 при этом места установки аппаратов в зависимости от категории размещения:

а) для 1 — вне кузова подвижного состава (кроме городского транспорта);

б) для 2 — вне кузова подвижного состава городского транспорта;

в) внутри кузова электровозов и вне кузова в подвагонных камерах (оболочках);

г) для 3 — внутри кузова подвижного состава (кроме электровозов);

д) вне кузова внутри оболочек, обеспечивающих степень защиты не ниже 1Р54 по ГОСТ 14254;

е) для 4 — в кузовах с искусственно регулируемыми климатическими условиями.

Параметры аппаратов категории размещения 4 не должны изменяться после пребывания аппаратов в нерабочем состоянии при температурах, соответствующих категории размещения 3.

По согласованию с потребителем верхнее значение рабочей температуры может быть увеличено:

а) до 60 °С — для аппаратов, устанавливаемых в местах кузова, в которых имеются источники сильного дополнительного нагрева этих аппаратов;

б) до 70 °С — для аппаратов, устанавливаемых на дизеле подвижного состава.

При этом эффективное (расчетное) значение температуры окружающего воздуха должно быть равным 40 °С. Если при температуре выше 40 °С значения параметров срабатывания аппаратов (например, напряжение втягивания, отклонение уставки, выходные характеристики электронных аппаратов) отличаются от значений при температуре 40 °С, то эти отклонения должны быть согласованы с заказчиком.

Нижнее значение рабочей температуры окружающего воздуха аппаратов исполнений У, УХЛ3 — минус 50 °С, исполнений УХЛ1, УХЛ2 — минус 60 °С.

По согласованию с заказчиком при температурах ниже минус 30 °С допускаются отклонения параметров аппаратов от номинальных значений.

Эти отклонения должны быть указаны в технической документации на конкретные виды аппаратов.

4.2.2 Механические факторы внешней среды — по группам условий эксплуатации М25, М26, М27, М28 и М29 ГОСТ 17516.1.

4.2.3 Высота над уровнем моря — не более 1400 м.

4.3 Допустимые температуры нагрева

4.3.1 Допустимые превышения температуры частей аппаратов над температурой окружающего воздуха должны соответствовать указанным в таблице 2.

Эти превышения температуры относятся:

а) к номинальному режиму работы и параметрам аппаратов: току, частоте, напряжению (в том числе номинальному напряжению обмоток напряжения);

б) к работе аппарата с чистыми, неподгоревшими и неоплавленными контактными поверхностями коммутирующих контактов и чистыми разборными неразмыкаемыми соединениями.

Таблица 2 — Допустимые превышения температуры

Наименование частей аппарата	Допустимое превышение температуры (при температуре окружающего воздуха 40 °С), °С
1 Коммутирующие контакты (кроме указанных в пунктах 2, 8):	
а) из меди, сплавов меди и металлокерамических композиций на основе меди	75
б) с контактными накладками из серебра (кроме указанных в пункте 2)	Указывается в технической документации*
в) с контактными накладками из металлокерамических композиций на базе серебра (кроме указанных в пункте 2)	То же*
г) клиновые и скользящие с контактными накладками из серебра или металлокерамических композиций на базе серебра	75
2 Коммутирующие контакты при малых (до 5 Н) контактных нажатиях (например, реле) с контактными накладками из серебра или металлокерамических композиций на базе серебра	65
3 Контактные соединения внутри аппаратов разборные и неразборные (кроме указанных в пунктах 4 — 6), контактные соединения выводов аппаратов	

Продолжение таблицы 2

Наименование частей аппарата	Допустимое превышение температуры (при температуре окружающего воздуха 40 °С), °С
с внешними проводниками (кроме указанных в пункте 4): а) из меди, алюминия и их сплавов, из низкоуглеродистой стали, защищенные от коррозии покрытием неблагородными металлами, обеспечивающими стабильность переходного сопротивления лучше меди	65
б) из меди и ее сплавов, из низкоуглеродистой стали, защищенные от коррозии покрытием контактной поверхности серебром	80
4 Контактные соединения резисторов (внутри аппарата и соединения выводов с внешними проводниками)	Указывается в технической документации*
5 Контактные соединения внутри аппарата, паянные мягкими оловянистыми припоями	80
6 Контактные соединения внутри аппарата: а) выполненные при помощи пайки твердым припоем или сварки	Указывается в технической документации*
б) алюминиевые шины и голые алюминиевые провода, соединенные методом холодной и горячей сварки	200
7 Голые шины, голые однослойные катушки, гибкие соединения	Указывается в технической документации*
8 Детали (в том числе контакты), работающие как пружины: а) из меди (кроме указанных в пункте 8, перечисление б)	35
б) контакты для разъединителей из меди	50
в) из фосфористой бронзы и аналогичных ей сплавов	65
г) из бериллиевой бронзы и куниаля	110
д) из углеродистой конструкционной качественной стали	45

Продолжение таблицы 2

Наименование частей аппарата	Допустимое превышение температуры (при температуре окружающего воздуха 40 °С), °С
9 Резисторы:	
а) из проволоки с высоким электрическим сопротивлением по ГОСТ 12766.1	350 в наиболее нагретой точке
б) из ленты с высоким электрическим сопротивлением по ГОСТ 12766.2	800 в наиболее нагретой точке
10 Обмотки многослойных катушек с изоляционными материалами нагревостойкостью по ГОСТ 8865 (кроме указанных в пункте 11) классов:	
A	85
E	95
B	105
F	125
H	150
(при измерении методом сопротивления)	
11 Обмотки реакторов силовых цепей подвижного состава классов:	
A	85
E	115
B	130
F	155
H	180
(при измерении методом сопротивления)	
12 Рукоятки:	
а) из металла;	15
б) из изоляционного материала	25
13 Доступные для прикосновения оболочки (электрические печи, калориферы и др.)	40
14** Патроны предохранителей в наиболее нагретой точке:	
а) из керамического изоляционного материала	115
б) из органического изоляционного материала	65

Окончание таблицы 2

Наименование частей аппарата	Допустимое превышение температуры (при температуре окружающего воздуха 40 °С), °С
15 Трансформаторное масло (ГОСТ 982) в верхнем слое при использовании в аппарате, не имеющем дугогашения	65
16 Полупроводниковые элементы, установленные на охладителях	В соответствии с технической документацией на полупроводниковые элементы

*Определяется свойствами и допустимой температурой соседних частей.

**Требования данного пункта относятся к предохранителям постоянного тока, применяемым на городском транспорте и к предохранителям постоянного и переменного тока выше 1000 В.

4.3.2 Величины допустимых превышений температуры аппаратов, у которых эффективная (расчетная) температура окружающего воздуха отличается от 40 °С, должны быть изменены так, чтобы допустимая температура нагрева, определяемая как сумма указанных в таблице 2 превышений и расчетной температуры окружающего воздуха, сохранялась неизменной.

4.4 Электрическая прочность изоляции

4.4.1 Изоляция сухих и чистых аппаратов, не бывших в эксплуатации, должна выдерживать в течение 1 мин испытательное напряжение частоты 50 Гц, указанное в таблице 3 и по 4.4.3 — 4.4.5.

Изоляция комплекта аппаратов, установленных на подвижном составе, должна выдерживать испытательное напряжение, уменьшенное на 15 % по сравнению с указанным выше.

Эти требования не распространяются на:

а) цепи аппаратов, в которые включены комплектующие изделия (электродвигатели, штепсельные соединители и др.) с меньшими испытательными напряжениями. Для этих цепей аппаратов следует принимать испытательные напряжения, установленные для комплектующих изделий;

б) цепи аппаратов, подвергающиеся частому воздействию коммутационных и атмосферных перенапряжений (например, катушки приводов быстродействующих автоматических выключателей электровозов и электропоездов), для которых в технической документации на конкретные виды аппаратов должны быть установлены более высокие испытательные напряжения.

Таблица 3 — Испытательное напряжение изоляции

Напряжение в вольтах

Номинальное напряжение изоляции		Испытательное напряжение (действующее значение)
Постоянный ток	Переменный ток	
До 30 включ.	До 30 включ.	750
Св. 30 « 300 «	Св. 30 « 100 «	1500
« 300 « 660 «	« 100 « 660 «	$2,0U + 1500$*
« 660 « 4000 «	« 660 « 3000 «	$2,5U + 2000$
—		$1,2\ (2,5U + 2000)$**
—	10000; 25000	$2,2U + 20000$

*Для аппаратов тролейбусов — $1,25(2,0U + 1500)$.

**Для отдельных аппаратов, не установленных в комплектные устройства (ящики).

Примечание. Рассчитанное значение испытательного напряжения округлить в большую сторону до ближайшего значения, кратного 100 В.

4.4.2 Номинальное напряжение изоляции цепи аппарата должно быть равно номинальному напряжению этой цепи по 3.2, кроме номинального напряжения изоляции главных цепей аппаратов пульсирующего тока, которое должно быть увеличено на 20 % по сравнению с указанным в 3.2.

Номинальное напряжение изоляции цепей аппаратов, включенных на часть напряжения источника питания, должно приниматься равным номинальному напряжению источника питания.

Номинальное напряжение изоляции аппаратов, включенных в электрические цепи подвижного состава, присоединяемые к тяговому трансформатору, средняя (потенциальная) точка которых постоянно заземлена через активное сопротивление не более 10 Ом, принимается равным 0,5 номинального.

4.4.3 Испытательное напряжение контактных узлов аппаратов, имеющих дугогасительную камеру (между разомкнутыми контактами при установленной дугогасительной камере), и предохранителей (между токоведущими частями патрона без установленной плавкой вставки) могут быть уменьшены (по сравнению с указанными в таблице 3) до:

— $1,65U + 1000$ при U св. 220 до 660 В;

— $2,2U + 1500$ при U св. 660 до 3000 В,

а если воздушный промежуток шунтирован сопротивлением (для увеличения отключающей способности) до 0,75 испытательного напряжения, указанного в данном пункте выше.

4.4.4 Аппараты (резисторы и др.), имеющие двойную изоляцию токоведущей цепи от заземленных частей, должны выдерживать:

— испытательное напряжение по таблице 3 — основная изоляция;

— испытательное напряжение $2U + 1000$ В — дополнительная изоляция.

4.4.5 Испытательное напряжение заземленных катушек аппаратов (между катушками и заземленными частями, между катушками и магнитопроводом при отключенном заземлении) должно быть равно 1,1 номинального напряжения изоляции.

4.5 В технической документации на конкретные виды аппаратов должны указываться допустимые значения сопротивления изоляции отдельных аппаратов в следующих условиях:

а) при нормальных климатических условиях испытания, характеризующихся следующими значениями факторов внешней среды:

1) температура — плюс (25±10) °С;

2) относительная влажность воздуха от 45 до 80 %;

3) атмосферное давление 84,0 — 106,7 кПа (630 — 800 мм рт.ст), сопротивление 100 МОм;

б) после испытаний на воздействие верхнего значения температуры среды — сопротивление 3 МОм;

в) после испытаний на воздействие влажности воздуха — сопротивление 0,5 МОм.

4.6 Коммутационная способность контакторов и автоматических выключателей (главных цепей аппарата)

4.6.1 Коммутационная способность — номинальная, предельная, критическая — контакторов (в том числе контактных элементов аппаратов с групповым приводом) и автоматических выключателей должна характеризоваться нагрузкой (ток, напряжение, постоянная времени или коэффициент мощности электрической цепи), которую эти аппараты, оставаясь в предусмотренном состоянии, могут коммутировать:

а) многократно при нормальной работе коммутируемой цепи — номинальная коммутационная способность (износостойкость);

б) небольшое число раз при перегрузке (для контакторов) или коротком замыкании (для автоматических выключателей) коммутируемой цепи — предельная коммутационная способность;

в) небольшое число раз при токе коммутируемой цепи, равном критическому току аппарата, — критическая коммутационная способность.

При срабатывании выключателей от тока уставки, реле перегрузки или дифференциального реле они должны проверяться на отключение токов, равным уставкам выключателей и реле.

4.6.2 Параметры нагрузки и соответствующие им числа коммутационных циклов должны соответствовать указанным в таблице 4.

Таблица 4 — Параметры нагрузки

Наименование параметров			Значение
Критическая коммутационная способность	Отключение	Критический ток	Не более 0,1 номинального тока аппарата, но не более 50 А
		Максимальное напряжение	По таблице 1
		Постоянная времени и коэффициент мощности электрической цепи	По 4.6.4
	Число циклов отключений		Шесть с интервалом 2 мин
Номинальная коммутационная способность (износостойкость)	Включение	Номинальный включаемый ток	Устанавливается в технической документации
		Номинальное напряжение	По 4.6.4
		Постоянная времени или коэффициент мощности электрической цепи	
	Отключение	Номинальный отключаемый ток	Устанавливается в технической документации*
		Номинальное напряжение	Устанавливается в технической документации
		Постоянная времени или коэффициент мощности электрической цепи	По 4.6.4
	Число циклов включений — отключений		По таблице 5

Окончание таблицы 4

Наименование параметров			Значение
Предельная коммутационная способность	Включение	Предельный включаемый ток	Устанавливается в технической документации
		Максимальное напряжение	По таблице 1
		Постоянная времени или коэффициент мощности электрической цепи	По 4.6.4
	Отключение	Предельный отключаемый ток	Устанавливается в технической документации
		Максимальное напряжение	По таблице 1
		Постоянная времени или коэффициент мощности электрической цепи	По 4.6.4
		Число циклов включений — отключений	Для контакторов — 6 с интервалом 2 мин (из них 3 при номинальном напряжении и 3 при максимальном) Для автоматических выключателей — 3 с интервалом 2 мин**

*Для аппаратов, срабатывающих по сигналу реле перегрузки, не менее 1,2 тока уставки этих реле.

**Для быстродействующих автоматических выключателей электровозов и электропоездов постоянного тока — по три цикла при индуктивности 5, 10, 15 мГн, при этом интервал между циклами 2 мин.

4.6.3 Если аппарат предназначен для работы в других режимах, отличающихся от указанных в таблице 4, то в технической документации на конкретные виды аппаратов должны указываться параметры нагрузки, числа и частоты коммутационных циклов, соответствующие этим режимам.

4.6.4 Коэффициент мощности и постоянная времени электрической цепи (если в технической документации на конкретные виды аппаратов не установлены другие значения) следует принимать следующими:

$$\cos\varphi = 0{,}65; \quad \frac{L}{R} = 0{,}01 \text{ с},$$

за исключением контакторов цепей управления, для которых следует принимать:

$$\cos\varphi = 0{,}5; \quad \frac{L}{R} = 0{,}05 \text{ с}.$$

Эти требования не распространяются на аппараты на напряжение свыше 1000 В, для которых значения $\cos\varphi$, $\frac{L}{R}$ должны устанавливаться в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Вместо $\frac{L}{R}$ может устанавливаться значение L, мГн.

Допуск для $\cos\varphi$ ±0,05, для $\frac{L}{R}$ ±15 %.

4.6.5 Наибольшее напряжение на контактах при отключении нагрузки, соответствующей предельной, номинальной и критической коммутационной способности, не должны превышать амплитудных значений испытательных напряжений по 4.4. Для аппаратов с номинальным напряжением изоляции 3000 В наибольшие напряжения на контактах не должны превышать 9000 В, при этом для аппаратов, устанавливаемых совместно с разрядниками или другими средствами защиты, допускается 13500 В. Для аппаратов вагонов метрополитена с номинальным напряжением изоляции 750 В наибольшее напряжение на контактах не должно превышать 3900 В.

Время горения дуги при отключении критического и предельного тока — не более 0,5 с.

Граница ионизированной зоны выхлопа дугогасительных устройств при отключении номинального и критического тока не более 50 мм, предельного — не более 100 мм.

По согласованию с потребителем (если допускают условия монтажа аппаратов) эти значения могут быть увеличены.

4.6.6 Быстродействующие автоматические выключатели электровозов и электропоездов при отсутствии нагрузки не должны отключаться при толчках величиной 0,5 от уставки и начальной крутизне 600 А/мс, а также должны при номинальном напряжении и индуктив-

ности 15 мГн 60 раз отключать токи коротких замыканий, равные половине предельного отключаемого тока, при этом коммутационные перенапряжения не должны превышать указанных в 4.6.5.

4.7 Коммутационная способность аппаратов цепей управления

4.7.1 Коммутационная способность аппаратов цепей управления (реле, контроллеров управления, вспомогательных контактов аппарата и др.) должна характеризоваться нагрузкой, которую эти аппараты могут коммутировать многократно (номинальная коммутационная способность), оставаясь в предусмотренном состоянии.

4.7.2 Параметры нагрузки и соответствующие им числа коммутационных циклов должны соответствовать указанным в таблице 5.

Таблица 5 — Параметры нагрузки

Наименование параметров		Значение
Номинальная коммутационная способность (износостойкость)	Напряжение	Номинальное напряжение аппарата (для вспомогательных контактов аппарата — номинальное напряжение вспомогательной цепи аппарата)
	Включаемый ток	Устанавливается в технической документации
	Отключаемый ток	То же
Предельная коммутационная способность	Постоянная времени или коэффициент мощности электрической цепи	$\frac{L}{R}$ = 0,05 с * cos φ = 0,4 *
	Число циклов включений — отключений	По таблице 6
	Напряжение	Максимальное напряжение по таблице 1
	Предельный включаемый ток	Устанавливается в технической документации
	Предельный отключаемый ток	То же
	Постоянная времени или коэффициент мощности	$\frac{L}{R}$ = 0,05 с * cos φ = 0,4 *
	Число циклов включений — отключений	10 (с интервалом 10 с)

*В технической документации могут быть установлены другие значения. Допуск для cos φ ± 0,05, допуск для $\frac{L}{R}$ ± 15 %.

4.7.3 Номинальная коммутационная способность (износостойкость) должна соответствовать указанной в таблице 6.

Таблица 6 — Номинальная коммутационная способность (износостойкость)

Аппараты	Коммутационная износостойкость, млн. циклов, не менее*
1 Аппараты, управляющие пуском, торможением, скоростью подвижного состава	0,050
2 Аппараты (автоматические), управляющие вспомогательными агрегатами подвижного состава	0,025
3 Другие аппараты, в том числе аппараты защиты (кроме автоматических выключателей главных цепей)	0,005

*При периодических испытаниях 180 циклов

4.8 Точность срабатывания реле и автоматических выключателей должна характеризоваться:

а) отклонением уставки δ при нормальных климатических условиях испытания

$$\delta = \frac{M - T}{T} \cdot 100 \ , \qquad (1)$$

б) отклонением уставки δ_Φ при климатических и механических воздействиях (при испытаниях на устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам и на стойкость к механическим воздействующим факторам)

$$\delta_\Phi = \frac{M_\Phi - T}{T} \cdot 100 \ , \qquad (2)$$

где T — номинальное значение величины уставки;

M — среднее арифметическое ряда величин срабатывания в нормальных климатических условиях испытания;

M_Φ — среднее арифметическое ряда величин срабатывания при климатических или механических воздействиях.

Отклонение уставки реле повышения или понижения напряжения контактной сети и реле защиты тяговых двигателей тепловозов и электровозов при перегрузке должны соответствовать указанным в таблице 7, для других реле и автоматических выключателей эти требования должны устанавливаться в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Таблица 7 — Отклонение уставки реле

Вид аппарата	Отклонение уставки, %, не более	Отклонение уставки $\delta_ф$, %, не более	
		при испытаниях на устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам	при испытаниях на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам
Реле повышения или понижения напряжения контактной сети; реле защиты тяговых двигателей при перегрузке	± 5	± 7,5 *	± 7,5
То же, но с механической защелкой	± 7,5	± 10 *	± 10

*Для реле напряжения без учета погрешности, обусловленной температурным коэффициентом сопротивления меди.

Примечание. В технической документации могут быть указаны различные положительные и отрицательные допуски, но их сумма не должна превышать суммы, соответствующей допускам, указанным в таблице 7.

4.9 Допустимые отклонения сопротивлений от номинальных значений

4.9.1 Отклонения сопротивлений постоянному току резисторов (как отдельных, так и собранных в комплект) от номинальных значений при температуре 20 °С не должны превышать следующих значений:

а) для резисторов цепи регулирования магнитного потока тяговых двигателей ±5 % (для резисторов, устанавливаемых на тепловозах ±10 %);

б) для резисторов цепи пуска и торможения ±5 % (для резисторов, устанавливаемых на городском транспорте ±10 %).

Для резисторов, не определяющих основные параметры подвижного состава ±10 %).

Для остальных резисторов требования по сопротивлению постоянному току устанавливаются в технической документации на конкретные виды аппаратов.

4.9.2 Отклонения сопротивлений постоянному току катушек напряжения постоянного тока от номинальных значений при температуре 20 °С не должны превышать плюс 8 %, минус 5 %, катушек тока (если номинальные значения указаны в технической документации на конкретные виды аппаратов) — плюс 5 %, минус 8 %.

4.10 Требования к предохранителям

Требования данного пункта относятся к предохранителям постоянного тока, применяемым на городском транспорте, и предохранителям постоянного и переменного тока на напряжение свыше 1000 В.

4.10.1 Время-токовые характеристики предохранителей должны быть указаны в стандартах или технических условиях отдельно для времени плавления плавкого элемента и времени горения дуги в зависимости от величины тока в пределах от номинального тока плавления до предельного отключаемого тока.

Значение тока (заданное в отношении к номинальному току плавкой вставки $I_н$), при котором плавкая вставка предохранителей плавится в течение 1 ч при температуре (20±5) °С, должно быть не менее 1,3 $I_н$ и не более 2,0 $I_н$ для предохранителей на номинальное напряжение до 4000 В.

4.10.2 Предохранители должны отключать любой ток в пределах от минимального тока плавления до предельного отключаемого тока при номинальном напряжении и максимальном напряжении по таблице 1 и значениях постоянной времени, указанных в технической документации на конкретные виды аппаратов. При этом патрон предохранителя не должен быть разрушен. Требования к коммутационным перенапряжениям — по 4.6.5.

4.10.3 Предохранители постоянного и переменного тока на напряжение свыше 1000 В по диапазону токов отключения в соответствии с ГОСТ 2213 делятся на два класса: 1 и 2.

Предохранители класса 1 должны отключать любой ток в пределах от минимального тока плавления до номинального тока отключения, а предохранители класса 2 (применяемые главным образом совместно с другими аппаратами, способными отключать токи, меньше нормированного минимального тока отключения предохранителя) от нормированного минимального тока отключения при номинальном и максимальном напряжении по таблице 1 и значениях постоянной времени, указанных в технической документации на конкретные виды аппаратов. При этом патрон предохранителя не должен быть разрушен. Требования к коммутационным перенапряжениям — по 4.6.5.

Условные времена плавления и диапазон токов отключения предохранителей специального назначения (например, быстродействующих и предохранителей, работающих в повторнократковременном режиме) должны быть приведены в технической документации на эти предохранители.

4.11 Механическая износостойкость аппаратов должна устанавливаться в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8 — Механическая износостойкость аппарата

Назначение аппарата	Механическая износостойкость, млн. циклов, не менее*
Управление пуском, торможением и скоростью подвижного состава при 4 и более рабочих циклах срабатываний аппарата (или узла аппарата) в период от пуска до торможения. Например, контактный элемент контроллера машиниста, контактор главного контроллера	1
То же, при 2 — 3 циклах Например, поездной (линейный) контактор тепловоза (электровоза)	0,5
То же, при одном цикле Например, главный контроллер, контроллер машиниста, переключатели для управления переключением в тяговом и тормозном режимах	0,2
Управление в режиме реверсирования подвижного состава: а) для аппаратов трамваев и троллейбусов б) для всех аппаратов (кроме перечисления «а»)	 0,0025 0,1
Управление вспомогательными электрическими агрегатами подвижного состава: а) компрессорами, калориферами б) другими агрегатами	 0,5 0,02*
Защита агрегатов подвижного состава	0,02*
Видимое разъединение электрических цепей (разъединители, рубильники и др.)	0,02
Межкузовное (междублочное) соединение электрических цепей (соединители штепсельные и др.)	0,002

*Для аппаратов с особыми условиями эксплуатации (например, клапаны с электропневматическим приводом, управляющие звуковой сигнализацией, подачей песка; реле боксования; реле заземления), а также не перечисленных в таблице 8, число циклов механической износостойкости должно устанавливаться в технической документации на конкретные виды аппаратов, в соответствии с требуемыми сроками службы и частотой включения.

Для аппаратов с многоступенчатым коммутирующим устройством, у которых отдельные узлы срабатывают несколько раз за один рабочий цикл аппарата, допускается устанавливать минимально допустимое число циклов механической износостойкости этих узлов, равное числу циклов механической износостойкости аппарата. При этом в технической документации на конкретные виды аппаратов должна быть оговорена возможность замены этих узлов.

Аппараты, прошедшие испытания на механическую износостойкость, должны сохранять способность выполнять свое функциональное назначение.

4.12 Номенклатура и значение показателей надежности электрических аппаратов устанавливают в стандартах или технических условиях на конкретные виды аппаратов, на комплекты оборудования или на подвижной состав, согласованных с потребителем.

При расчете сроков службы аппаратов, предназначенных для работы при температурах выше 40 °С, следует принимать, что при этих температурах аппараты могут работать до 15 % рабочего времени.

4.13 Аппараты, изготавливаемые по ГОСТ 12434 или другим стандартам или техническим условиям, могут применяться на подвижном составе, если их соответствие требованиям настоящего стандарта подтверждается испытаниями.

4.14 Комплектность аппаратов

Комплектность аппаратов устанавливают в технической документации на изделия, предназначенные для самостоятельной поставки.

4.15 Маркировка

4.15.1 Маркирование аппаратов — по ГОСТ 18620.

4.15.2 Основные маркировочные данные должны содержать:

а) обозначение типа аппарата;

б) номинальные значения важнейших параметров аппарата (не более трех параметров), если они не входят в условное обозначение типа изделия;

в) дату изготовления;

г) массу (при массе изделия 10 кг и более);

д) товарный знак предприятия-изготовителя.

4.15.3 Содержание маркировки катушек аппаратов должно быть следующим:

а) обозначение катушки по конструкторской документации;

б) номинальное напряжение, В (для катушек напряжения) или номинальный ток, А (для катушек тока);

в) марка провода и его диаметр, мм;

г) число витков обмотки;

д) сопротивление обмотки при 20 °С, Ом;

е) обозначение рода тока.

Допускается:

1) производить маркирование только по перечислению «а», если остальные данные указаны в техническом описании или инструкции по эксплуатации аппарата;

2) не производить маркирование по перечислению «е»;

3) не производить маркирование неремонтопригодных и токовых однослойных катушек.

4.15.4 На аппаратах, имеющих сложную схему соединений, должна быть нанесена электрическая схема, а зажимы для присоединения внешних проводников должны иметь обозначения в соответствии с этой схемой.

Допускается не наносить на аппараты электрическую схему, если она приводится в техническом описании или инструкции по эксплуатации аппарата или подвижного состава.

4.16 Упаковка

4.16.1 Требования к упаковке аппаратов должны соответствовать ГОСТ 23216.

4.16.2 Индивидуальная и транспортная (общая) упаковка аппаратов должна обеспечивать сохранение технико-эксплуатационных качеств аппаратов и предохранять их от повреждения при транспортировании и хранении.

5 Требования к конструкции

5.1 Аппараты в зависимости от предъявляемых требований к категории, месту размещения и условиям эксплуатации должны изготавливаться в следующих исполнениях, представленных в таблице 9.

Таблица 9 — Требования к категориям, месту размещения и условиям эксплуатации

Исполнение	Обозначение степени защиты по ГОСТ 14255	Определение степени защиты по ГОСТ 14254
Открытое	IP00	Аппарат не защищен от прикосновения к его частям, находящимся под напряжением и к движущимся частям
Защищенное	IP20	Аппарат снабжен оболочкой для защиты: от прикасания к его частям, находящимся под напряжением, к опасным движущимся частям; от попадания внутрь оболочки пальцев, предметов длиной не более 80 мм; от проникновения твердых тел размером свыше 12 мм. Например, электронные блоки с защитным кожухом

Окончание таблицы 9

Исполнение	Обозначение степени защиты по ГОСТ 14255	Определение степени защиты по ГОСТ 14254
Водозащищенное	IP23	Защищенный аппарат выполнен так, что исключается проникновение внутрь оболочки: пальцев или предметов длиной не более 80 мм; твердых тел размером свыше 12 мм. Дождь, падающий на оболочку под углом 60 ° от вертикали, не оказывает вредного действия на изделие
Каплезащищенное	IP32	Защищенный аппарат выполнен так, что исключается проникновение внутрь оболочки: инструментов, проволоки и т. д. диаметром или толщиной более 2,5 мм; твердых тел размером более 2,5 мм. Капли воды, вертикально падающие на оболочку, не оказывают вредного воздействия на аппарат при наклоне его оболочки на любой угол до 15° относительно нормального положения
Брызгозащищенное	IP44	Защищенный аппарат выполнен так, что исключается проникновение внутрь оболочки проволоки и твердых тел размером более 1,0 мм. Вода, разбрызгиваемая на оболочку в любом направлении, не должна оказывать вредного действия на аппарат
Пыле-брызгозащищенное	IP54	Защищенный аппарат выполнен так, что проникновение внутрь оболочки пыли и воды, разбрызгиваемой на оболочку в любом направлении, полностью не предотвращено. Однако пыль и вода не могут проникать в количестве, вызывающем нарушение работы аппарата
Пыле-водоструезащищенное	IP55	Защищенный аппарат выполнен так, что проникновение пыли внутрь оболочки и струи воды, поступающей в любом направлении на оболочку, полностью не предотвращено. Однако пыль и вода не могут проникать в количестве, вызывающем нарушение работы аппарата

5.2 Поверхности деталей, подверженные коррозии, должны иметь защитное покрытие, при этом выбор групп условий эксплуатации металлов и покрытий должен производиться в зависимости от категории размещения аппаратов в соответствии с требованиями раздела 7 ГОСТ 15150, выбор видов и толщины покрытий — по стандартам.

Поверхности шихтованных магнитопроводов, образующие размыкаемые воздушные зазоры, и деталей, изнашивающихся от трений и подлежащих смазке в эксплуатации, могут не иметь защитного покрытия.

Детали, поверхности которых полностью или частично закрыты сопрягаемыми деталями, могут иметь покрытие в виде смазки.

5.3 Детали и сборочные единицы аппаратов, быстроизнашивающиеся в эксплуатации и сменные (например, дугогасительные камеры, контакты, гибкие соединения и др., кроме имеющих индивидуальную подгонку), должны быть взаимозаменяемыми и удобными для обслуживания.

Перечень запасных деталей и сборочных единиц, подлежащих проверке на взаимозаменяемость, должен устанавливаться в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Если замена таких деталей и узлов требует применения специального инструмента, то инструмент должен входить в комплект аппарата, указанный в технической документации.

5.4 Резьбовые соединения аппаратов должны быть надежно предохранены от самоотвинчивания.

5.5 Контактные соединения как разборные, так и неразборные должны быть выполнены так, чтобы не было недопустимого снижения контактного нажатия в процессе эксплуатации в соответствии с ГОСТ 10434.

5.6 Детали, сжимающие провода и кабели, должны иметь форму, которая исключала бы их повреждение, приводящее к нарушению работы аппарата в эксплуатации.

5.7 Аппараты с пневматическим приводом и электропневматические клапаны на номинальное давление сжатого воздуха 0,5 МПа (5 кгс/см^2) должны выдерживать в течение 1 мин без повреждений давление, равное 1,5 номинального; для аппаратов на номинальное давление, отличное от 0,5 МПа (5 кгс/см^2), значение давления устанавливается в технической документации на конкретные виды аппаратов.

5.8 Конструкция аппаратов защищенного исполнения должна обеспечивать доступ для его осмотра.

По согласованию с потребителем аппарат может снабжаться устройством, исключающим свободный доступ к его элементам. Электронные аппараты должны быть опломбированы.

5.9 Металлическая оболочка аппарата должна быть выполнена так, чтобы исключалась возможность переброски на нее электрической дуги.

5.10 Конструкция оболочки аппарата должна обеспечивать ввод (вывод) проводов и кабелей и иметь достаточные размеры для их размещения с учетом допустимых радиусов изгиба. Способ и направление их ввода (вывода) должны устанавливаться в технической документации на конкретные виды аппаратов.

5.11 Требования к конструкции и материалам для аппаратов исполнения УХЛ — по ГОСТ 17412.

5.12 Аппараты допускается изготавливать с элементами виброзащиты (амортизаторами).

5.13 Вновь разрабатываемые аппараты должны быть по возможности унифицированы, полностью или частично (по конструктивным элементам) для всех видов подвижного состава, предусмотренных стандартом.

5.14 В конструкции аппаратов должны учитываться требования эргономики по ГОСТ 20.39.108.

6 Требования безопасности

6.1 Аппараты должны соответствовать требованиям «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ) и обеспечивать условия эксплуатации, установленные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденными Госэнергонадзором 21 декабря 1984 г.

6.2 Аппараты должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0 — ГОСТ 12.2.007.3, ГОСТ 12.2.007.6, ГОСТ 12.2.007.11, требования пожаробезопасности по ГОСТ 12.1.004.

6.3 Металлические рукоятки, маховички, педали должны иметь надежную изоляцию от частей аппаратов, находящихся под напряжением, и надежное электрическое соединение с заземленными частями.

7 Правила приемки

7.1 Для контроля соответствия аппаратов требованиям технической документации устанавливаются следующие категории испытаний: приемо-сдаточные, периодические, квалификационные, типовые, сертификационные.

По требованию заказчика испытания опытных образцов проводят в условиях эксплуатации.

7.1.1 Приемо-сдаточным испытаниям подвергается каждый аппарат.

7.1.2 Периодические испытания проводят не реже одного раза в два года с целью контроля стабильности качества продукции и возможности продолжения выпуска. Число образцов для испытаний — один.

7.1.3 Квалификационные испытания проводятся при изготовлении установочной серии или первой промышленной партии с целью оценки готовности предприятия к выпуску продукции данного типа в заданном объеме. Число образцов для испытаний должно быть не менее двух. Для испытаний механической и коммутационной износостойкости дополнительно представляется два образца. Для комплектных устройств число образцов для испытаний — один.

7.1.4 Типовые испытания должны проводиться при изменении конструкции, применяемых материалов, технологии изготовления, если эти изменения могут повлиять на технические характеристики и качество аппаратов. Число образцов для испытаний должно быть не менее двух, для комплектных устройств — не менее одного.

Типовые испытания проводят в объеме квалификационных испытаний по тем показателям, на которые могли повлиять проведенные изменения.

7.1.5 Сертификационные испытания — контрольные испытания продукции, проводимые с целью установления соответствия характеристик ее свойств национальным или международным нормативным документам.

7.2 Периодические, квалификационные, типовые и сертификационные испытания проводят на аппаратах, прошедших приемо-сдаточные испытания. При неудовлетворительных результатах периодических испытаний хотя бы по одному из показателей необходимо проводить по этому показателю повторные испытания на удвоенном количестве образцов. Если при повторных периодических испытаниях окажется, что хотя бы один аппарат не соответствует требованиям одного из пунктов программы испытаний, то результат повторной проверки является окончательным и распространяется на всю партию. Периодические, квалификационные, типовые и сертификационные испытания серии аппаратов или части ее могут проводиться на отдельных типопредставителях, при этом должна обеспечиваться проверка всех параметров этих аппаратов. Изготовитель аппаратов должен предъявлять потребителю по его требованию протоколы испытаний аппаратов.

7.3 Испытания аппаратов по 4.13 должны проводиться по программе квалификационных испытаний. Если требования к этим аппаратам выше требований настоящего стандарта или не отличаются от них, испытание на соответствие этим требованиям допускается не проводить.

7.4 Аппараты подвергаются испытаниям по программе, приведенной в таблице 10.

Таблица 10 — Программа испытаний аппарата

Наименование испытаний и проверок*	Вид испытаний			Номер пункта	
	Приемо-сдаточные	Периодические	Квалификационные	Технических требований	Методов испытаний
1 Общая проверка:					
а) проверка качества сборки	+	+	+	4.1	8.2.1
б) проверка габаритных размеров	–	+	+	4.1; 3.7	8.1
в) проверка установочных размеров	+	+	+	4.1; 3.7	8.1; 8.2.9
г) проверка контролируемых размеров (зазоров, провалов, контактов и др.)	–	+	+	4.1; 3.7	8.2.9
д) проверка наличия электрического контакта в контактных соединениях	+	+	+	3.7	8.2.2
е) проверка контактных нажатий	+	+	+	3.7	8.2.10
ж) проверка правильности выполнения электрического монтажа по схеме	+	+	+	4.1	8.1.1
з) проверка маркировки	+	+	+	4.15	8.2.2
и) проверка комплектности	+	+	+	4.14	8.2.2
к) проверка наличия защитных покрытий	–	+	+	5.1	8.2.2
л) проверка массы	–	+	+	3.7	8.2.5
м) проверка взаимозаменяемости запасных деталей и сборочных единиц	–	–	+	5.3	8.2.8

Продолжение таблицы 16

Наименование испытаний и проверок*	Вид испытаний			Номер пункта	
	Приемо-сдаточные	Периодические	Квалификационные	Технических требований	Методов испытаний
н) проверка диаграммы замыканий коммутирующих элементов многопозиционных аппаратов	+	+	+	3.7	8.2.6
о) проверка усилия переключения или усилия разъема аппаратов с ручным приводом	–	+	+	3.7	8.2.6
2 Проверка электрического сопротивления постоянному току:					
а) катушек с нормируемыми значениями	+	+	+	4.9.2	8.3
б) резисторов	+	+	+	4.9.1	8.3
3 Проверка параметров:					
а) проверка тока (напряжения) срабатывания	+	+	+	4.2.4	8.1; 8.3
б) проверка тока (напряжения) возврата	–	+	+	4.2.4	8.1; 8.3
в) проверка уставок реле и автоматических выключателей	+	+	+	4.8	8.1
г) проверка срабатывания аппаратов с электродвигательным приводом	+	+	+	4.2.4	8.1
д) проверка срабатывания аппаратов с пневматическим приводом	+	+	+	4.2.5	8.1
е) проверка параметров электронных аппаратов	+	+	+	4.1	8.1
ж) проверка электрических параметров (реакторов, дросселей, трансформаторов, магнитных усилителей, выпрямителей, штепсельных соединителей)**	+	+	+	4.1	8.1; 8.4

Продолжение таблицы 10

Наименование испытаний и проверок*	Вид испытаний			Номер пункта	
	Приемо-сдаточные	Периодические	Квалификационные	Технических требований	Методов испытаний
4 Проверка аппаратов с электропневматическими клапанами:					
а) проверка герметичности	+	+	+	4.2.2	8.5
б) проверка прочности	–	–	+	5.6	8.1
5 Испытание на нагревание	–	+	+	4.3	8.8
6 Проверка сопротивления изоляции:					
а) в нормальных климатических условиях	+	+	+	4.5	8.7.2
б) после испытаний на воздействие верхнего значения температуры	–	–	+	4.5	8.12
в) после испытаний на воздействие влажности воздуха	–	–	+	4.5	8.12
7 Проверка электрической прочности изоляции	+	+	+	4.4	8.6
8 Испытания на коммутационную (предельную, критическую) способность	–	+	+	4.6	8.10
9 Испытания на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам внешней среды:					
а) испытание по определению резонансных частот конструкции	–	–	+	4.2.3	8.11
б) испытание на устойчивость при воздействии синусоидальной вибрации (испытание на виброустойчивость)	–	–	+	4.2.3	8.11

Продолжение таблицы 10

Наименование испытаний и проверок*	Вид испытаний			Номер пункта	
	Приемо-сдаточные	Периодические	Квалификационные	Технических требований	Методов испытаний
в) испытание на прочность при воздействии синусоидальной вибрации длительное (испытание на вибропрочность длительное)	–	–	+	4.2.3	8.11
г) испытание на воздействие механических ударов одиночного действия (испытание на воздействие одиночных ударов)	–	–	+	4.2.3	8.11
10 Испытания на устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам***:					
а) испытание на воздействие верхнего значения температуры среды при эксплуатации	–	+	+	4.2.1	8.12
б) испытание на воздействие влажности воздуха (длительное)	–	+	+	4.2.1	8.12
в) испытание на воздействие нижнего значения температуры среды при эксплуатации	–	–	+	4.2.1	8.12
г) испытание на воздействие нижнего значения температуры среды при транспортировании и хранении	–	–	+	4.2.1	8.12
д) испытание на воздействие изменения температуры среды	–	–	+	4.2.1	8.12
е) испытание на воздействие инея с последующим его оттаиванием	–	–	+	4.2.1	8.12
11 Испытание на коммутационную износостойкость	–	–	+	4.7.3	8.13

Окончание таблицы 10

Наименование испытаний и проверок*	Вид испытаний			Номер пункта	
	Приемо-сдаточные	Периодические	Квалификационные	Технических требований	Методов испытаний
12 Испытание на механическую износостойкость	–	–	+	4.1.1	8.13
13 Испытание степени защиты	–	–	+	5.1	8.15

*Отдельные испытания и проверки комплектных устройств (блоков, ящиков, щитов, панелей и др.) допускается проводить на их составных частях, что должно устанавливаться в технической документации на конкретные виды аппаратов.

**Наименование испытаний и проверок для конкретных видов изделий устанавливается в технической документации.

***Дополнительные виды испытаний для аппаратов категории 1 должны устанавливаться в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Примечания.

1 Знак «+» означает, что испытания проводят, знак «–» — испытания не проводят.

2 Испытания по пункту 10, перечисления «г», «д», «е» проводят только для исполнений УХЛ, при этом испытание по пункту 10, перечисление «е» проводят в соответствии с ГОСТ 15150, ГОСТ 17412 для исполнений УХЛ.

3 Для аппаратов, не имеющих подвижных частей, испытания по пункту 9, перечисление «б» не проводят.

4 При периодических испытаниях аппаратов исполнения Т допускается проводить только испытания по пункту 7 и пункту 10, перечисление «в», если для других видов испытаний имеются положительные результаты испытаний такого же аппарата исполнения У или УХЛ.

8 Методы испытаний

8.1 Общие положения

8.1.1 Номенклатура и объем испытаний, их последовательность, возможность проведения нескольких испытаний на одних и тех же образцах, а также специфические методы испытаний и контроля, не приведенные в настоящем стандарте, должны соответствовать уста-

новленным в технической документации на конкретные виды, серии и типы аппаратов.

8.1.2 Аппараты следует испытывать в полностью собранном виде, если иное не установлено в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.1.3 Все испытания, если их режим и специфические условия не установлены в технической документации на конкретные виды аппаратов, следует проводить при нормальных климатических условиях испытаний по ГОСТ 15150.

8.1.4 Перед началом испытаний, а также если требуется привести аппараты из нагретого состояния в холодное, аппарат для начальной стабилизации должен быть выдержан в помещении, где проводят испытание, в течение времени, необходимого для достижения всеми деталями аппарата температуры, имеющей отличие от температуры помещения не более чем на ±3 °С, что проверяют термометром, термопарой или другими средствами, обеспечивающими необходимую точность. Если такую проверку проводят, то аппарат должен быть выдержан в помещении не менее 15 ч. Это время может быть уменьшено на основании результатов ранее проведенных испытаний.

8.1.5 При проведении испытаний о замыкании или размыкании контактов аппарата следует судить по срабатыванию электрического индикатора, включенного в их цепь.

В качестве индикатора может применяться неоновая лампа, миллисекундомер, контрольный аппарат, включающая (отключающая) катушка которого соединена последовательно с контактом испытуемого аппарата, или другой регистрирующий прибор, обеспечивающий необходимую точность. Вид и параметры индикатора должны устанавливаться в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.1.6 При испытаниях точность установки режимов и класс точности средств измерений должны быть не ниже, а погрешности измерений параметров и характеристик должны быть не выше значений, указанных в настоящем стандарте и стандартах на конкретные виды аппаратов.

Средства измерений испытательных режимов должны быть проверены в соответствии с действующими стандартами. Средства испытаний должны быть аттестованы или проверены в установленном порядке.

8.1.7 В протоколах испытаний должны указываться примененные средства измерения и их класс точности.

8.1.8 Периодические, квалификационные и типовые испытания аппаратов должны проводиться при питании всех цепей родом тока, на который они рассчитаны.

В отдельных случаях допускается проводить испытания в условиях эксплуатации либо эквивалентных режимах и значениях параметров, установленных в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Приемо-сдаточные испытания аппаратов пульсирующего тока, а также узлов аппаратов постоянного тока с катушками управления, питаемыми пульсирующим током, разрешается проводить при постоянном токе, если установлено, что род тока не влияет на точность результатов испытаний.

Допускается проверять сопротивление катушек до окончательной сборки аппаратов.

8.2 Общая проверка

8.2.1 Внешний вид аппаратов проверяют визуально и сличением с внешним видом образца.

При визуальном контроле внешнего вида и качества соединений составных частей аппаратов рекомендуется применять увеличительные средства (лупы, очки, микроскопы и т.п.) с увеличением, указанным в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.2.2 Визуально и с применением инструмента общего назначения контролируют:

а) укомплектованность аппарата всеми необходимыми комплектующими и запасными деталями и сборочными единицами, а также специальными инструментами и сопроводительными эксплуатационными документами согласно ТУ на конкретные виды аппаратов;

б) четкость и правильность маркировки аппарата, его выводов, катушек, электрической схемы на аппарате или внутри оболочки;

в) качество сборки, отделки, пайки;

г) отсутствие загрязнений и посторонних частиц;

д) отсутствие ослаблений, креплений и наличие невыпадающих винтов, отвинчиваемых при периодическом обслуживании в эксплуатации;

е) наличие защиты от коррозии и качество исполнений защитных, защитно-декоративных, специальных покрытий и отсутствие повреждений этих покрытий;

ж) правильность выполнения контактных соединений;

з) выполнение требований безопасности конструкций по разделу 6 настоящего стандарта.

8.2.3 Визуально и (или) с применением средств измерений контролируют правильность выполнения электрического монтажа по схеме, правильность включения для каждого из коммутационных

положений аппарата и соответствие сопротивления катушек, заземленных цепей и других элементов значениям, установленным в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Контроль электрического сопротивления следует проводить по методам, указанным в 8.7.

8.2.4 Визуально следует контролировать плавность и четкость перемещения подвижных частей аппаратов, а также отсутствие затираний в промежуточных положениях.

8.2.5 Массу аппаратов следует проверять взвешиванием на весах, обеспечивающих требуемую точность, установленную в технической документации на конкретные виды аппаратов, по методике, приведенной в описании весов.

8.2.6 Контроль установочных и присоединительных размеров аппарата, провалов и зазоров контактов, электрических зазоров и пути утечки, величин перемещений отдельных звеньев механизмов, а также других, необходимых для работы аппарата размеров следует проводить с помощью универсального или специального измерительного инструмента, или шаблонов, обеспечивающих проверку размеров с погрешностью, не более указанной в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.2.7 Проверку взаимозаменяемости сборочных единиц и деталей аппаратов, а также запасных деталей и сборочных единиц следует проводить путем замены их без применения специального инструмента, если он не входит в комплект аппарата. Взаимозаменяемость оценивают по функционированию аппаратов.

Проверка по данному пункту может быть совмещена с проведением пробного монтажа.

8.2.8 Пробный монтаж следует проводить в рабочем положении аппарата. Для этой цели аппарат закрепить всеми предусмотренными крепежными деталями. Произвести отвинчивание и завинчивание крепежных деталей, после чего к аппарату следует поочередно присоединять провода, кабели или шины, имеющие минимальное и максимальное сечение, предусмотренные в технической документации на конкретные виды аппаратов. При этом следует проверить: возможность смены деталей и сборочных единиц на запасные; возможность монтажа аппарата и подключение кабелей или шин к выводам аппарата без специального инструмента, если последний не входит в комплект аппарата; отсутствие нарушений работы аппарата от воздействия подключенных проводов, кабелей, шин или от затягивания крепежных деталей.

8.2.9 Определение провала и зазора контактов

8.2.9.1 Провал контактов следует определять в их включенном положении одним из следующих методов:

а) измерением расстояния, на которое смещается место соприкосновения контакт-детали (подвижной или неподвижной), после

удаления одной из контакт-деталей, препятствующей перемещению другой контакт-детали, после их соприкосновений;

б) измерением зазора между контакт-деталью и ее упором с последующим пересчетом (если требуется) по размерам, указанным в чертежах;

в) по разности полного хода контактной траверсы и ее хода до соприкосновения контакт-деталей, которое фиксируется по срабатыванию электрического индикатора (8.1.5).

8.2.9.2 Зазор контактов следует определять одним из следующих методов:

а) путем непосредственного измерения кратчайшего расстояния между подвижной и неподвижной контакт-деталями в их разомкнутом положении;

б) по ходу контактной траверсы до соприкосновения контакт-деталей, которое фиксируется по срабатыванию электрического индикатора (8.1.5).

8.2.9.3 По согласованию с потребителем допускается применение других методов определения значений провала и зазора контактов, которые должны быть установлены в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.2.10 Определение контактных нажатий

8.2.10.1 Конечное контактное нажатие следует проверять после окончания замыкания контакт-деталей прибором для измерения силы, усилие которого прикладывается в точке и в направлении оттягивания контакт-детали, предусмотренных в чертежах на аппарат, в тот момент, когда имеется сигнал индикатора цепи (8.1.5), включенного последовательно с контакт-деталями, или освобождается бумажная полоска толщиной не более 0,1 мм, зажатая между контакт-деталями (бумажная полоска должна полностью перекрывать всю поверхность соприкосновения контакт-деталей).

Определение момента размыкания контакт-деталей с помощью индикатора цепи является предпочтительным.

Если при измерении направление силы проходит через центр симметрии поверхности или линия касания перпендикулярна к поверхности контакт-деталей, то в этом случае результаты измерения дают непосредственно значение контактного нажатия. Если указанные условия не выполнены, то для определения контактных нажатий необходимо сделать соответствующий перерасчет.

8.2.10.2 Начальное контактное нажатие следует определять в момент начала замыкания контакт-деталей аналогично тому, как указано в 8.2.10.1.

8.2.10.3 Если нет возможности измерить контактное нажатие методами, указанными в 8.2.10.1 и 8.2.10.2, допускается определять контактное нажатие по деформации пружины и ее измеренной жесткости или другими методами, установленными в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.2.10.4 Конечное и начальное нажатие определяют как среднее арифметическое результатов не менее трех измерений.

8.3 Контроль параметров срабатывания

8.3.1 При испытании аппарат должен находиться в рабочем положении. Если аппарат предназначен для работы в разных рабочих положениях (например, в вертикальном, горизонтальном), то контроль параметров срабатывания следует проводить в наиболее неблагоприятном (с точки зрения срабатывания) положении.

8.3.2 Если для аппаратов с оболочкой при ранее проведенных испытаниях установлено, что снятие оболочки не влияет на параметры срабатывания, то допускается контролировать срабатывание аппарата без оболочки.

8.3.3 Перед определением значений величин срабатывания рекомендуется проверять в холодном состоянии электрическое сопротивление катушек напряжения аппаратов и элементов теплового действия, по которым протекает ток.

8.3.4 Параметры срабатывания аппарата контролируют при определенном роде тока и, в случае переменного тока, при номинальной частоте, указанной в технической документации на конкретные виды аппаратов. Допускается контроль при любом роде тока, если это соответствует указанному в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Источник энергии и схема питания должны быть такими, чтобы подводимое к регулирующему органу аппарата напряжение (ток) было стабильно при измерении сопротивления, происходящем в цепи при испытании, включая срабатывание регулирующего органа.

При испытании переменным током должна обеспечиваться практически синусоидальная форма кривой напряжения (тока), если она влияет на результат испытания.

Степень стабильности напряжения (тока) и допустимая пульсация выпрямленного напряжения (тока) при испытании должны соответствовать указанным в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.3.5 Контроль параметров срабатывания двигательных приводов аппаратов следует проводить без тока в главной цепи.

8.3.6 Контроль параметров срабатывания в холодном или нагретом состоянии аппарата следует проводить при нормированных тем-

пературах окружающей среды, установленных в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Допускается проводить испытания при температурах, отличающихся от указанных. При этом, если установлено существенное влияние температуры окружающей среды и теплового состояния аппарата на параметры срабатывания, то к воздействующей величине вносят соответствующие поправки.

8.3.7 Если требуемая величина срабатывания задана двумя крайними значениями воздействующей величины, при одном из которых аппарат не должен срабатывать, а при другом должен срабатывать, то контроль срабатывания и несрабатывания следует проводить при этих двух значениях воздействующей величины.

Если требуется, чтобы аппарат сработал только при каком-либо одном заданном значении воздействующей величины и всех больших (меньших) значениях, то контроль срабатывания следует проводить только при заданном значении.

Если следует проверить срабатывание или несрабатывание аппарата при заданном значении воздействующей величины, то предварительно следует установить такие параметры цепи, которые обеспечивают требуемое значение воздействующей величины на реагирующем органе аппарата, и провести проверку срабатывания или несрабатывания путем включения цепи.

При испытании аппаратов теплового действия значения тока поддерживают неизменными до момента срабатывания или в течение заданного времени.

8.3.8 При испытании аппаратов напряжение (ток) срабатывания следует контролировать по результатам не менее трех измерений. Это требование не распространяется на приемо-сдаточные испытания.

Если предусматривается изменение полярности напряжения (тока), подаваемого на катушку постоянного тока, то следует проводить по три измерения при каждой полярности.

Если из-за переходного режима, возникающего в момент включения цепи катушки переменного тока, значение величины срабатывания существенно зависит от фазы электродвижущейся силы в момент включения цепи, то следует проводить замыкание цепи при заданном в стандартах на конкретные виды аппаратов значении фазы, либо включать цепь при заведомо малых значениях напряжения (тока) с последующим плавным его повышением. Если вышеуказанное требование не выполняется, то следует проводить не менее 20 измерений.

8.3.9 Специфические условия испытаний и критерии оценки результатов измерений (по среднему арифметическому или худшему результату) должны соответствовать установленным в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.3.10 При контроле параметров срабатывания аппаратов теплового действия следует применять провода, кабели и шины, площади сечения и размеры которых указаны в 8.8.2.1.

8.3.11 Напряжение срабатывания аппаратов ($U_{ср}$) в вольтах с катушкой напряжения постоянного тока следует определять путем измерения силы тока срабатывания с пересчетом результатов измерения по формуле:

$$U_{ср} = I_{ср} \cdot R_{у}, \qquad (3)$$

где $I_{ср}$ — ток срабатывания аппарата, А;

$R_{у}$ — сопротивление цепи катушки при определенном тепловом состоянии катушки, Ом.

8.3.12 Испытания аппаратов с электромагнитным приводом следует проводить по расчетному минимальному току срабатывания, приведенному в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Минимальный ток срабатывания (I_{min}) в амперах определяется по формуле:

$$I_{min} = \frac{U_{min}}{R_{т}}, \qquad (4)$$

где U_{min} — минимальное напряжение питания, В;

$R_{т}$ — значение сопротивления обмотки, нагретой до установившейся температуры при эффективном значении температуры окружающей среды, Ом.

Допускается проводить испытания по расчетному минимальному напряжению срабатывания ($U_{р}$) в вольтах, приведенному в технической документации на конкретные виды аппаратов и определяемому по формуле:

$$U_{р} = I_{min} \cdot R_{н}, \qquad (5)$$

где $R_{н}$ — номинальное значение сопротивления обмотки, приведенное в технической документации, Ом.

Допускается проводить методом контроля тока приемо-сдаточные испытания аппаратов с катушками напряжения по 4.8.

8.4 Проверка индуктивности

Индуктивность катушек без стали следует определять мостом переменного тока или по сопротивлению переменному току при номинальной частоте. Если частота не оговорена, то при частоте 50 Гц.

Индуктивность катушек со стальным сердечником, предназначенных для работы в цепях постоянного тока, следует определять одним из указанных ниже методов:

а) осциллографированием процесса отключения цепи по постоянной времени контура;

б) осциллографированием процессов отключения цепи по количеству электричества, протекающего через катушку за данный отрезок времени.

8.4.1 Индуктивность сглаживающих и других реакторов, предназначенных для работы в цепях пульсирующего тока, следует определять одним из следующих методов:

а) изменением на испытуемом реакторе переменных составляющих напряжения и тока, получаемого путем наложения переменного тока на постоянный (схема наложения);

б) сравнением падений напряжений при последовательном соединении испытуемого аппарата с тарированными воздушными индуктивностями в цепи с определенной величиной пульсирующего тока, определенным коэффициентом и частотой пульсации.

Могут применяться и другие методы измерений, обеспечивающие необходимую точность измерения.

Активные потери и полное сопротивление неуправляемых индуктивных катушек со сталью, предназначенных для работы в цепях переменного тока, следует измерять методом трех приборов (амперметром; вольтметром, ваттметром) при частоте 50 Гц.

Активные потери в реакторах, работающих на пульсирующем токе, следует определять, как I^2R_c с последующей корректировкой на расчетную рабочую температуру.

Для сглаживающих реакторов, имеющих разомкнутую магнитную систему, рекомендуется проводить измерение пульсирующих потерь по схеме наложения.

8.5 Проверка герметичности

8.5.1 Герметичность электропневматических клапанов следует проверять измерением утечки воздуха через них из резервуара емкостью 1 л, наполненного сжатым воздухом при максимальном давлении, по 3.4.

Проверку клапана, запираемого воздухом, следует проводить при отключенной обмотке.

Проверка клапана, запираемого электромагнитом, проводится при минимальном токе срабатывания, определяемом по 8.3.12 при испытании на воздействие нижнего значения температуры среды при эксплуатации — при минимальном напряжении.

При периодических, квалификационных и типовых испытаниях проверку следует проводить после 180 срабатываний при номинальном напряжении с частотой 60 срабатываний в минуту.

Аппарат считается выдержавшим испытание, если через 10 мин после начала проверки давление в резервуаре снизилось не более чем на 10 %.

8.5.2 Герметичность пневматических приводов аппаратов следует проверять измерением утечки воздуха через привод из резервуара емкостью 1 л, наполненного сжатым воздухом при максимальном давлении, по 3.4.

Аппарат считается выдержавшим испытание, если через 10 мин после начала проверки давление воздуха в резервуаре снижается не более чем на 5 %.

8.5.3 Герметичность аппаратов, имеющих несколько узлов, находящихся под давлением, а также комплекта аппаратов с общей пневматической системой следует проверять утечкой воздуха через испытуемый образец из резервуара емкостью 1 л.

При этом давление в резервуаре не должно снижаться более чем на 10 % от номинального спустя время (T) в минутах, выраженного следующим уравнением:

$$T = \frac{10}{m + 0{,}5n}, \qquad (6)$$

где m — число электропневматических клапанов;

n — число пневматических цилиндров, присоединенных к резервуару.

8.5.4 Проверку герметичности при приемо-сдаточных испытаниях допускается производить другими методами при условии, что они обеспечивают то же качество проверки.

Пневматические приводы, предназначенные для кратковременной работы (продолжительностью не более 5 с), допускается не подвергать испытаниям на герметичность при условии выполнения требований 3.4.

8.6 Испытание изоляции

8.6.1 Испытание электрической прочности изоляции испытательным напряжением следует проводить в холодном состоянии аппарата, если иное не установлено в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.6.1.1 Аппарат, имеющий основание из изоляционного материала, при испытании должен быть установлен в рабочем положении на металлическое основание. Допускается устанавливать аппарат на металлическое основание без крепления.

Подвергаемые испытанию изоляционные детали (например, детали корпуса, рукоятки) следует плотно обертывать металлической фольгой, электрически соединенной с металлическим основанием (корпусом). Если рукоятка управления металлическая, то она должна быть соединена с корпусом.

При приемо-сдаточных испытаниях использование металлической фольги необязательно.

Если электрическая прочность изоляции аппарата зависит от изолирования выводов лентой или от применения специальной изоляции, то такая изоляция должна быть применена при испытаниях.

8.6.1.2 Испытательная установка для проверки электрической прочности изоляции должна содержать трансформатор, соответствующие защитные блокировки и средства измерения.

Мощность испытательного трансформатора должна быть такой, при которой действующее значение установившегося тока короткого замыкания на стороне испытательного напряжения должно быть не менее 0,5 А.

При испытаниях в течение 1 с допускается применять трансформатор меньшей мощности, но не менее 0,5 кВ · А, если измерение испытательного напряжения проводят на стороне высокого напряжения или контролируют ток утечки.

Измерение испытательного напряжения следует проводить непосредственно на стороне высокого напряжения испытательного трансформатора.

Допускается проводить измерение на стороне низкого напряжения при условии, что при испытании значение тока в обмотке низкого напряжения равно значению тока холостого тока. За значение испытательного напряжения принимают его действующее значение.

Погрешность установки испытательного напряжения должна быть не более ±5 %.

8.6.1.3 Испытательное напряжение практически синусоидальной формы (с коэффициентом амплитуды 2±0,1) частоты 50 Гц, значение которого указано в стандартах на конкретные виды аппаратов, должно быть приложено в течение (60±5) с. При приемо-сдаточных испытаниях продолжительность приложения полного испытательного напряжения должно быть не менее 1 с.

Испытание изоляции полным испытательным напряжением в течение 60 с следует проводить только один раз.

Последующие испытания следует проводить при 80 % полного испытательного напряжения.

Если в аппарате имеются цепи, рассчитанные на меньшее испытательное напряжение (например электродвигатели, приборы, конденсаторы и полупроводниковые устройства), то они должны быть отключены и подвергнуты испытанию отдельно. Если это невозможно, то условия испытания должны соответствовать указанным в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Допускается дополнительно испытывать изоляцию импульсным напряжением.

После испытаний на воздействие влажности воздуха испытательное напряжение составляет 50 % полного.

8.6.1.4 Электрические цепи, подлежащие испытаниям, и места приложения испытательного напряжения следует устанавливать в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.6.1.5 При испытании электрической прочности изоляции цепей статических полупроводниковых преобразователей узлы, содержащие транзисторы, микросхемы и т.п. , должны быть отключены от схемы преобразователя.

8.6.1.6 Допускается проводить одновременно испытания изоляции главной и вспомогательной цепей и цепей управления.

При испытании главной цепи любые цепи управления и вспомогательные цепи, которые обычно не соединены с главной цепью, должны быть соединены с корпусом.

При замкнутых главных контактах испытательное напряжение должно быть приложено:

а) между всеми токоведущими частями всех полюсов, соединенных вместе, и корпусом аппарата;

б) между каждым полюсом в отдельности и всеми остальными полюсами, соединенными с корпусом аппарата.

При разомкнутых главных контактах испытательное напряжение должно быть приложено:

а) между всеми токоведущими частями всех полюсов, соединенных вместе, и корпусом аппарата;

б) между выводами с одной стороны, соединенными вместе, и выводами с другой стороны, соединенных вместе.

8.6.1.7 При испытании цепи управления и вспомогательной цепи главная цепь должна быть соединена с корпусом.

Испытательное напряжение должно быть приложено:

а) между всеми соединенными вместе цепями управления и вспомогательными цепями, которые обычно не соединены с главной цепью, и корпусом аппарата;

б) между каждой частью цепи управления и вспомогательной цепью, которая в условиях эксплуатации может быть изолирована от остальных частей, и всеми остальными частями, соединенными вместе.

8.7 Измерение электрического сопротивления изоляции

8.7.1 Измерение электрического сопротивления изоляции следует проводить омметром постоянного тока или другими испытательным устройством:

а) при атмосферном давлении ниже 53 кПа (400 мм рт. ст.) и напряжении, установленном в стандартах на конкретные виды аппаратов;

б) при атмосферном давлении 53 кПа (400 мм рт. ст.) и выше и напряжении, указанном в таблице 11.

Таблица 11 — Измерение электрического сопротивления изоляции

В вольтах

Номинальное напряжение по изоляции	Напряжение омметра
До 30 включ.	100
Св. 30 « 60 «	250
« 60 « 300 «	500
« 300 « 660 «	1000
« 660 « 1000 «	2500
« 1000 « 3000 «	2500

Погрешность измерения должна быть не более ±20 %.

При измерении сопротивления изоляции специальным устройством допускается прикладывать другое напряжение, но не ниже номинального и не выше испытательного напряжения по 8.7.3.

Измерение сопротивления изоляции следует проводить между всеми соединенными между собой токоведущими частями и частями, к которым при обслуживании возможны прикосновения (например оболочки, рукоятки);

между каждой электрически независимой частью и заземленными металлическими частями изделия.

8.7.2 Провода и проходные изоляторы, которые применяют при измерении сопротивления изоляции и входят внутрь камеры влажности, во время испытаний изоляции на воздействие влажности воздуха должны иметь суммарное сопротивление изоляции не менее 100 МОм, если в технической документации на конкретные виды аппаратов нет других указаний.

8.7.3 Сопротивление изоляции электронных аппаратов, содержащих транзисторы, микросхемы и т. п. следует измерять омметром на напряжение 100 В.

8.7.4 Аппарат считают выдержавшим испытание, если сопротивление изоляции не ниже значений, указанных в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.8 Испытание на нагревание

8.8.1 Общие положения

8.8.1.1 При испытании аппарат должен находиться в рабочем положении. Если аппарат предназначен для работы в разных рабочих положениях, то он должен испытываться в одном или нескольких положениях, при котором его части имеют наиболее высокие температуры. Аппарат должен быть защищен от посторонних воздушных течений, солнечных или других тепловых излучений.

8.8.1.2 Многопозиционный аппарат должен находиться в таком коммутационном положении, при котором его части имеют наиболее высокие температуры.

8.8.1.3 Аппарат с несъемной оболочкой и аппарат, предназначенный для эксплуатации только в специальной оболочке, следует испытывать в их оболочках. Отверстия, закрытые при эксплуатации, должны быть закрыты и при испытании. Не допускается делать отверстия, создающие непредусмотренную вентиляцию.

Провода и кабели должны вводиться в оболочку способом, предусмотренным для их ввода при эксплуатации.

8.8.1.4 Перед испытанием контактных коммутационных аппаратов допускается сделать несколько включений-отключений без тока у разъединителей и без тока или под током у других видов аппаратов.

8.8.1.5 До испытания следует контролировать суммарное электрическое сопротивление постоянному току (падение напряжения) токоведущей цепи аппарата и (или) отдельных ее участков.

8.8.2 Условия испытаний в зависимости от значений испытательного тока

8.8.2.1 При токе до 400 А включительно соединения должны быть выполнены медными одножильными изолированными проводами или кабелями с площадью сечения, указанной в таблице 12.

Таблица 12 — Площадь сечения проводов и кабелей

Значение испытательного тока, А	Площадь сечения, мм^2
До 7,9 включ.	1,0
Св. 7,9 « 15,9 «	1,5
« 15,9 « 22,0 «	2,5
« 22 « 30 «	4

Окончание таблицы 12

Значение испытательного тока, А					Площадь сечения, мм^2
Св.	30	до	39	включ.	6
«	39	«	54	«	10
«	54	«	72	«	16
«	72	«	93	«	25
«	93	«	117	«	35
«	117	«	147	«	50
«	147	«	180	«	70
«	180	«	216	«	95
«	216	«	250	«	120
«	250	«	287	«	150
«	287	«	334	«	185
«	334	«	400	«	240

Проводники должны свободно висеть в воздухе и располагаться друг от друга на расстоянии, примерно равном расстоянию между выводами.

Минимальная длина каждого проводника от вывода аппарата до другого вывода или до вывода источника питания, или до точки соединения в звезду должна равняться:

1 м — при площади сечения до 35 мм^2;

2 м — при площади сечения более 35 мм^2.

8.8.2.2 При токе свыше 400 до 800 А соединения должны быть выполнены медными одножильными изолированными проводами или кабелями, или эквивалентными медными шинами с площадью сечения, указанной в таблице 13.

Провода, кабели или медные шины должны располагаться друг от друга на расстоянии, примерно равном расстоянию между выводами. Медные шины должны иметь матовое покрытие черного цвета. Параллельно расположенные провода, кабели, присоединяемые к одному зажиму, необходимо соединять в один пучок и располагать в воздухе на расстоянии 10 мм друг от друга. Параллельно расположенные медные шины, присоединяемые к одному выводу, необходимо располагать на расстоянии друг от друга, примерно равном толщине

шины. При несоответствии размеров шин размерам выводов или при отсутствии необходимых шин допускается применение других шин примерно того же сечения и с той же или меньшей поверхностью охлаждения.

Не допускается расположение проводов, кабелей или медных шин разных фаз при их взаимном чередовании.

Минимальная длина каждого проводника от одного вывода аппарата до другого вывода или до вывода источника питания должна быть 2 м, а минимальная длина до точки соединения в звезду может быть сокращена до 1,2 м.

Таблица 13 — Площадь сечения проводов, кабелей и медных шин

Значение испытательного тока, А	Медные провода и кабели		Медные шины	
	Число, шт.	Площадь сечения, мм^2	Число	Размеры, мм
Св. 400 до 500 включ.	2	150	2	30×5
« 500 « 630 «		185		40×5
« 630 « 800 «		240		50×5
« 800 « 1000 «	—	—		60×5
« 1000 « 1250 «				80×5
« 1250 « 1600 «			3	100×5
« 1600 « 2000 «				
« 2000 « 2500 «			4	
« 2500 « 3150 «			3	100×10

Примечание. Шины следует устанавливать, как правило, в вертикальном положении. Допускается другая установка шин, если это устанавливается в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.8.2.3 При токе свыше 800 до 3150 А соединения должны быть выполнены медными шинами с размерами, указанными в таблице 13, если аппарат предназначен для применения не только кабелей. В случае присоединения только кабелей их размеры и расположение должны соответствовать установленным в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Медные шины должны иметь матовое покрытие черного цвета и должны располагаться друг от друга в соответствии с требованиями по 8.8.2.2.

Минимальная длина шин от одного вывода аппарата до другого вывода или до вывода источника питания должна быть 3 м, но она может быть сокращена до 2 м при условии, что нагрев конца шин у источника питания не более чем на 5 °С ниже нагрева его средней части. Минимальная длина шин от вывода аппарата до точки соединения в звезду должна быть 2 м.

8.8.2.4 При токе свыше 3150 А условия испытания должны соответствовать установленным в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.8.2.5 Испытание на нагревание аппаратов, предназначенных для работы на высоте до 2000 м, может проводиться на любом уровне в пределах этой высоты.

Если аппарат предназначен для работы на высоте свыше 2000 м, испытание его следует проводить в условиях, установленных в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.8.2.6 Испытание на нагревание должно проводиться при верхнем значении температуры окружающей среды, установленной для данного аппарата. Допускается проведение испытаний и при другой температуре, но в этом случае следует вносить поправку по результатам испытаний, если иное не установлено в технической документации на конкретные виды аппаратов. При температуре окружающей среды от 10 до 40 °С поправка не требуется.

8.8.2.7 Температуру окружающей среды во время испытания измеряют термометром (или прибором с термодатчиком). Изменение температуры окружающей среды во второй половине времени испытания не должно превышать ±3 °С.

При испытании без применения камеры тепла за температуру окружающей среды следует принимать среднее арифметическое значение показаний не менее двух термометров (или прибора с двумя и более термодатчиками), равномерно размещенных относительно аппарата на расстоянии (1±0,2) м, примерно посередине его высоты. Для аппаратов с малой рассеиваемой мощностью допускается расположение термометра (термодатчика) на меньшем расстоянии, если ранее проведенные испытания подтверждают допустимость этого.

Термометры (термодатчики) следует защищать от тепловых излучений, посторонних воздушных течений и влияния быстрых изменений температуры на показания, например, погружением термометра (термодатчика) в наполненный трансформаторным маслом сосуд объемом около 200 $см^3$.

8.8.2.8 Если эффект взаимного нагрева между главной цепью, цепью управления и вспомогательной цепью может иметь значение, то испытание их на нагревание должно производиться одновременно.

8.8.2.9 Температура считается установившейся, если при продолжительном и прерывистопродолжительном режимах она изменяется не более чем на ±1 °С в течение 1 ч, а при повторнократковременном режиме последовательные максимумы температуры изменяются более чем на ±5 °С.

8.8.3 Испытание на нагревание главной цепи

8.8.3.1 Испытание на нагревание должно производиться при номинальном тепловом токе в зависимости от исполнения аппарата.

8.8.3.2 При испытании однофазным переменным током или постоянным током испытательный ток в цепи должен быть не ниже, установленного в технической документации на конкретные виды аппаратов. При испытании трехфазным током среднее арифметическое значение тока для трех фаз должно быть не ниже тока, установленного в технической документации на конкретные виды аппаратов, а токи в отдельных фазах не должны отличаться от среднего арифметического значения более чем на ±5 %.

Испытание аппарата, предназначенного для работы на постоянном токе, допускается проводить от источника питания переменного тока, если это не предусмотрено в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Испытание многополюсного аппарата при переменном токе допускается проводить однофазным током при последовательном соединении всех полюсов при условии, что можно пренебречь магнитным влиянием полюсов друг на друга.

Примечание. Магнитное влияние полюсов друг на друга может быть определено по результатам специально проведенного исследовательского испытания при питании цепей аппарата однофазным, а затем трехфазным током. Это особенно важно при токах более 400 А.

8.8.3.3 Испытание аппарата, предназначенного для работы на переменном токе, следует проводить при номинальной частоте или при частоте от 45 до 62 Гц, если его номинальная частота составляет 50 или 60 Гц. При более высокой или низкой номинальной частоте предельное отклонение частоты не должно превышать ±20 %.

8.8.3.4 Испытание аппаратов, предназначенных для продолжительного, прерывистопродолжительного или повторнократковременного режима работы, может начинаться как в холодном, так и в нагретом состоянии аппарата. Испытание следует продолжать до достижения установившейся температуры, но не более 8 ч.

Допускается для сокращения времени испытания несколько увеличивать ток в первой половине испытания с последующим понижением его до заданного значения испытательного тока.

Аппараты, предназначенные для работы в повторнократковременном режиме, допускается испытывать при такой постоянной нагрузке, значение которой эквивалентно по условиям нагрева нагрузке повторнократковременного режима. Для последовательно включенных элементов цепи (контактов, главной цепи выключателей и т. п.), изменения сопротивления которых при нагревании практически не влияют на ток, а также для резисторов, сопротивления которых мало изменяется при нагревании, эквивалентные условия будут при токе, равном среднему квадратичному току при заданном повторнократковременном режиме.

Примечание. Аппараты, предназначенные для повторнократковременного режима работы, двигательный привод которых не допускает работу в прерывистопродолжительном режиме, следует испытывать по методам, установленным в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Если при работе в повторнократковременном режиме работы возможен существенный добавочный нагрев контактов от воздействия дуги, то необходимо определять превышение температуры при коммутации тока в соответствующем номинальном режиме. Допустимое превышение температуры в этом случае рекомендуется устанавливать в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.8.3.5 Испытание аппаратов, предназначенных для кратковременного режима, следует начинать в холодном состоянии аппарата и продолжить в течение времени, указанного в стандартах на конкретные виды аппаратов. Температура различных частей должна быть измерена в конце этого испытания.

8.8.4 Испытание на нагревание вспомогательных цепей

8.8.4.1 Испытание вспомогательных цепей следует проводить при соответствующем роде тока, номинальной частоте в случае переменного тока и номинальном напряжении, если иное не установлено в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Вспомогательные цепи, предназначенные для работы в продолжительном и прерывистопродолжительном режимах работы, следует испытывать до достижения установившейся температуры, но не более 8 ч.

8.8.4.2 Для цепей управления, питаемых только во время выполнения операций включения и отключения, испытания должны проводиться при соблюдении следующих условий (если иное не установлено в технической документации на конкретные виды аппаратов):

а) если аппарат снабжен устройством, которое автоматически отключает цепь в конце операции, то этот аппарат следует включать 10 раз подряд с интервалом между двумя последующими включениями не более 10 с;

б) если аппарат не имеет автоматического устройства для отключения цепи в конце операции, то цепь следует включать 10 раз подряд с интервалами между двумя последующими включениями не более 10 с и длительностью каждого включения 1 с. После полного охлаждения цепь должна быть включена один раз в течение 10 с.

Превышение температуры должно измеряться в конце этих испытаний.

8.8.4.3 Электромагниты аппаратов, предназначенных для продолжительного и прерывистопродолжительного режима работы, следует испытывать при протекании соответствующего номинального тока по главной цепи. Температуру следует измерять после достижения установившегося ее значения в главной цепи и в электромагните управления.

8.8.4.4 Электромагниты аппаратов, предназначенных для повторнократковременного режима работы, должны подвергаться испытаниям по 8.8.4.3, а также в повторнократковременном режиме работы в соответствии с классом частоты включения при отсутствии тока в главной цепи.

Испытания следует проводить до достижения установившейся температуры.

8.8.4.5 Электромагниты аппаратов, предназначенных для кратковременного режима работы, должны подвергаться испытаниям по 8.8.3.5.

8.8.5 Измерение температуры

8.8.5.1 При испытании на нагревание должны определяться температура или превышение температуры частей аппарата над температурой окружающей среды.

Температуру частей аппарата определяют термометром, термопарой, по изменению сопротивления, а также любым другим способом, обеспечивающим измерение с допустимой погрешностью, не более установленной в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Температура многослойных катушек должна определяться по изменению электрического сопротивления. Допускается применение других методов, если метод сопротивления неосуществим.

Температура масла в маслонаполненном аппарате должна измеряться в его верхнем слое.

8.8.5.2 Измерение температуры методом термометра следует применять в тех случаях, когда деталь аппарата доступна и настолько

крупна, что может быть обеспечена хорошая теплопередача от детали к термометру, и температура детали практически не изменяется от наличия термометра.

Чувствительный элемент термометра следует плотно прижать к детали, температуру которой измеряют. Крепление термометра при испытании не должно ослабевать.

При испытании следует применять термометры, на показания которых не оказывают существенного влияния магнитные поля.

8.8.5.3 При измерении превышения температуры методом термопары спай термопары должен быть расположен в ближайшем доступном месте от наиболее горячей точки детали. Спай термопары припаивают, приваривают, приклеивают, плотно прижимают или устанавливают в специально высверленных в деталях отверстиях и уплотняют теплопроводящим материалом.

Сечение проводов термопары следует выбирать в зависимости от массы детали, на которой измеряется превышение температуры.

Провода термопары должны быть скручены между собой и расположены вне сферы действий сильных переменных магнитных полей. Если это выполнить невозможно, следует компенсировать индуктированные электродвижущие силы.

Холодный спай термопары следует располагать в месте, где измеряют температуру окружающей среды. Он не должен подвергаться воздействию тепловых излучений и посторонних воздушных течений. Если такие условия создать невозможно, вводят соответствующую поправку. Холодный спай термопары целесообразно помещать в сосуд с трансформаторным маслом, как указано в 8.8.2.7.

Температура среды, окружающей холодный спай термопары, должна измеряться термометром (термодатчиком), расположенным в непосредственной близости от спая.

8.8.5.4 Измерение температуры методом сопротивления следует применять для определения среднего превышения температуры обмоток катушек, резисторов или других деталей, изготовленных из металла с известным коэффициентом сопротивления.

Для определения превышения температуры электрических контактов этот метод непригоден.

Превышение температуры детали ($\Delta\theta$) (тета) в градусах Цельсия над температурой окружающей среды в нагретом состоянии аппарата вычисляют по формуле:

$$\Delta\theta = \frac{R_2 - R_1}{R_1}/K + \theta_1/ + \theta_1 - \theta_2 \ , \qquad (7)$$

где R_2 — электрическое сопротивление детали при температуре θ_2, Ом;

R_1 — электрическое сопротивление детали при температуре θ_1, Ом;

K — коэффициент: для меди — 235, для алюминия — 245;

θ_1 — температура окружающей среды при измерении электрического сопротивления детали в холодном состоянии аппарата, °С;

θ_2 — температура окружающей среды при измерении электрического сопротивления детали в нагретом состоянии, °С.

Электрическое сопротивление отдельных элементов аппарата должно быть определено в нагретом и холодном состояниях аппарата одним и тем же методом и одними и теми же приборами. Места присоединения проводов при измерении должны быть одни и те же. Электрическое сопротивление определяют по 8.9.

При испытании катушек переменного тока для ускорения измерения электрического сопротивления необходимо применять быстродействующие приборы (например, цифровой или неуравновешенный измерительный мост).

Если нельзя измерить электрическое сопротивление непосредственно в конце испытания на нагревание (например, в катушках переменного тока), то после отключения необходимо снять кривую остывания путем измерения электрического сопротивления через определенные промежутки времени. По кривой остывания (электрическое сопротивление или температура в зависимости от времени) экстраполяцией определяется максимальное превышение температуры в момент отключения.

8.8.6 Испытание на нагревание аппаратов (магнитные усилители и др.), предназначенных для работы при переменных частоте и токе нагрузки, должны проводиться в эквивалентном по нагреву режиме.

Испытание на нагревание аппаратов может проводиться с применением искусственного обдува, создающего условия охлаждения аппарата, идентичные эксплуатационным.

Испытание на нагревание электронных аппаратов проводят только для элементов, оговоренных для этих испытаний в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.8.7 Аппарат считается выдержавшим испытание на нагревание, если превышение температуры соответствует данным, приведенным в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.9 Контроль электрического сопротивления и потребляемой мощности.

8.9.1 Электрическое сопротивление токоведущих цепей и элементов аппарата постоянного тока контролируют при помощи моста постоянного тока или определения по методу вольтметра-амперметра.

8.9.2 Электрическое сопротивление катушек, элементов теплового действия и резисторов контролируют при таком токе, при котором температура этих деталей за время измерения тока и напряжения практически не изменилась. Время измерения должно быть минимальным.

Расчетное значение сопротивления ($R_{норм}$) в омах при номинальной температуре пересчета, установленной в технической документации на конкретные виды аппаратов, исчисляют по формуле:

$$R_{норм} = R_{изм} \frac{K + \theta_{норм}}{K + \theta_{изм}}, \qquad (8)$$

где $R_{изм}$ — измеренное значение сопротивления при температуре $\theta_{изм}$, Ом;

K — коэффициент: для меди — 235, для алюминия — 245;

$\theta_{норм}$ — номинальная температура, например 20 или 40 °С;

$\theta_{изм}$ — температура окружающей среды, при которой проводилось измерение сопротивления $R_{изм}$, °С.

8.9.3 Электрическое сопротивление токоведущих цепей или элементов аппаратов переменного тока определяют по методу вольтметра-амперметра.

8.9.4 При измерении электрического сопротивления методом вольтметра-амперметра и при измерении падения напряжения на отдельных участках цепи провода вольтметра следует присоединить прижатием в соответствующих точках токоведущей цепи аппарата остро отточенных игл, которыми заканчиваются провода, либо привинчиванием, припаиванием или привариванием.

Провода для измерения падения напряжения на участках, имеющих малые электрические сопротивления, следует присоединять так, чтобы переходное сопротивление контакта этого участка с проводниками, подводящими ток, не входило в значение измеренного электрического сопротивления.

Измерительный прибор подключают к выводам при измерении электрического сопротивления полюса аппарата в местах, предназначенных для присоединения к аппарату проводов, кабелей или шин.

При наличии в контролируемой цепи контактов показания приборов отсчитывают не ранее чем через 1 с после начала протекания тока при установившемся значении тока.

8.9.5 Сопротивление защитного заземления аппарата контролируют методом амперметра-вольтметра при напряжении постоянно-

го тока не более 12 В и токе 10 А, если ток не больше номинального тока аппарата. В ином случае измерение следует проводить при номинальном токе.

8.9.6 Мощность, потребляемую обмотками аппаратов и аппаратом в целом, проверяют ваттметром, варметром, векторметром или методом амперметра-вольтметра при номинальном режиме работы в нагретом до установившейся температуры состояния, если иное не установлено в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.10 Испытание на коммутационную способность

8.10.1 Коммутационная способность аппарата, характеризуемая его включающей и отключающей способностями, должна проверяться в режимах редких коммутаций и (или) токов короткого замыкания в соответствии с требованиями технической документации на конкретные виды аппаратов.

Если аппарат предназначен для работы в нескольких категориях применения, то испытания следует проводить в наиболее типичной категории применения, установленной в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Проверка включающей и отключающей способности может быть объединена в одном испытательном цикле или проводиться в виде отдельных испытаний.

Если необходимое для испытания аппарата общее количество коммутационных операций превышает установленное в технической документации на конкретные виды аппаратов, то допускается проводить испытания по частям на нескольких одинаковых аппаратах.

8.10.2 Испытание аппарата на коммутационную способность следует проводить в его рабочем положении, имитирующем условия монтажа и эксплуатации. Если аппарат предназначен для работы в разных рабочих положениях, то он должен испытываться в наиболее неблагоприятном положении.

Если в технической документации на конкретные виды аппаратов не установлено, с какой стороны аппарата подключается источник питания, испытания следует проводить дважды: один раз источник следует подключать с одной стороны аппарата, второй раз — с другой стороны. Испытания в этом случае могут проводиться на разных образцах.

Подводящие провода, кабели или шины, аналогичные тем, которые используются в эксплуатации, должны присоединяться к выводам аппарата способом, предусмотренным при их монтаже в условиях эксплуатации.

8.10.3 Аппарат с несъемной оболочкой и аппарат, предназначенный для эксплуатации только в специальной оболочке, следует испытывать в соответствии с требованиями 8.8.1.3.

8.10.4 Аппараты с двигательным приводом, работающем от источников электрической энергии и (или) сжатого воздуха, должны испытываться при значениях напряжения цепи управления и (или) давления сжатого воздуха, установленных в технической документации на конкретные виды аппаратов. Допускается цепи управления и вспомогательные цепи при испытании питать от независимого источника, имеющего предусмотренные род тока, напряжение и частоту (при переменном токе).

Условия управления аппаратами с ручным приводом при проведении испытаний должны соответствовать установленным в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Перед испытанием следует убедиться в правильности работы привода аппарата при отсутствии тока в цепи нагрузки.

8.10.5 Проверка коммутационной способности аппаратов должна проводиться по испытательным схемам, приведенным на чертежах 1 и 2 для следующих случаев испытаний:

а) трехполюсного аппарата или трех однополюсных аппаратов в трехфазной испытательной схеме переменного тока (рисунок 1а);

б) двухполюсного аппарата в однофазной испытательной схеме переменного тока или испытательной схеме постоянного тока (рисунок 1б);

в) однополюсного аппарата в однофазной испытательной схеме или в испытательной схеме постоянного тока (рисунок 1в);

г) одного из идентичных вспомогательных контактов аппаратов в испытательной схеме переменного или постоянного тока (рисунок 2а);

д) двух электрически независимых между собой вспомогательных контактов аппарата в испытательной схеме переменного или постоянного тока (рисунок 2б).

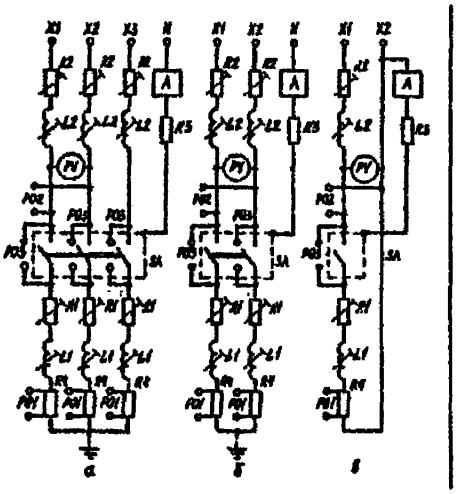
Испытательные схемы состоят из источников питания, цепи нагрузки и испытуемого аппарата.

8.10.6 Источник питания должен обладать достаточной мощностью, которая позволяла бы проверять заданные характеристики.

При испытании на отключающую способность источник питания должен быть таким, чтобы к моменту гашения дуги возвращающееся напряжение было 110 % номинального напряжения испытуемого аппарата. Для обеспечения этого, при необходимости, можно увеличить напряжение источника питания, но при этом отклонение наибольшего мгновенного значения ожидаемого тока включения от заданного не должно превышать допустимого для испытуемого аппарата значения тока.

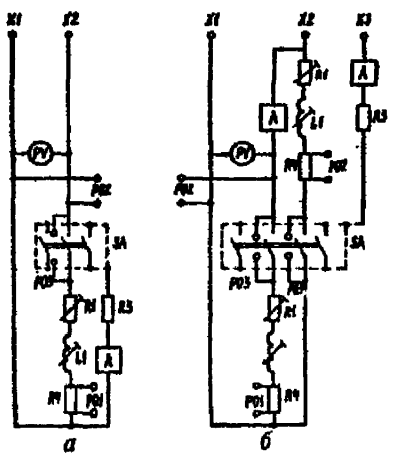
8.10.7 Частота источника питания переменного тока должна быть равна номинальной.

При невозможности достижения такой частоты при испытании в режиме редких коммутаций, испытания следует проводить при частоте в соответствии с требованиями 8.8.3.3.



X1, *X2*, *X3* — клеммы источника питания; *N* — нейтральная точка источника питания; *PV* — вольтметр; *R1*, *R2* — регулируемые резисторы; *L1*, *L2* — регулируемые катушки индуктивности; *R3* — резистор для ограничения тока в устройстве А; *R4* — шунт; *A* — устройство для обнаружения перекрытий дуги; *SA* — испытуемый аппарат; *PO1* — осциллограф для записи тока; *PO2*, *PO3* — осциллографы для записи напряжения.

Рисунок 1



X1, *X2*, *X3* — клеммы источника питания; *PV* — вольтметр; *R1* — регулируемый резистор; *L1* — регулируемые катушки индуктивности; *R3* — резистор для ограничения тока в устройстве А; *A* — устройство для обнаружения перекрытий дуги; *SA* — испытуемый аппарат; *PO1* — осциллограф для записи тока; *PO2*, *PO3* — осциллографы для записи напряжения; *R4* — шунт.

Рисунок 2

Примечание. Провод *X3* следует присоединять на половину от общего числа операций к проводу *X1* и на вторую половину к проводу *X2* (при испытаниях на переменном и постоянном токе).

Если отключающая способность в режиме короткого замыкания существенно зависит от частоты, то предельное отклонение частоты не должно превышать ±5 %. Если отключающая способность практически не зависит от частоты, то предельное отклонение не должно превышать ±25 %.

8.10.8 Для получения требуемых тока и постоянной времени электрической цепи или коэффициента мощности испытательного контура последовательно с испытываемым аппаратом следует включать регулируемые индуктивные и активные нагрузки.

При испытании в режиме коммутации тока короткого замыкания нагрузку следует включать между аппаратом и источником энергии.

В остальных случаях, если в технической документации на конкретные виды аппаратов нет иных указаний, испытуемый многополюсный аппарат должен быть включен между нагрузками и источником энергии.

8.10.9 При испытании аппаратов на переменном токе параметры восстанавливающегося напряжения (частота колебаний f и коэффициент превышения амплитуды γ цепи нагрузки) должны обеспечиваться резисторами и конденсаторами, подключаемыми параллельно нагрузке в тех случаях, когда эти параметры установлены в технической документации на конкретные виды аппаратов.

Примечания:

1 Метод измерения параметров восстанавливающегося напряжения, схема испытания и формулы для определения f и γ приведены в справочном приложении А.

2 Для проверки только включающей способности регулировать коэффициент γ и частоту колебаний f не обязательно.

8.10.10 В качестве индуктивной нагрузки следует применять катушки индуктивности без ферромагнитного магнитопровода.

При испытании аппаратов категории применения ДС-II в качестве индуктивной нагрузки применяют катушки индуктивности с ферромагнитным магнитопроводом. Для аппаратов категории применения АС-II допускается применение катушек с магнитопроводом.

При применении катушек с магнитопроводом при переменном токе магнитопровод должен быть шихтован и не насыщен так, чтобы ток был практически синусоидальным.

Параллельное включение индуктивных нагрузок допускается, если они идентичны.

При испытании главной цепи катушки индуктивности без магнитопровода в каждом полюсе могут быть шунтированы резистором в соответствии с требованиями, установленными в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.10.11 Для контроля наличия перекрытий дуги все заземляемые во время работы части аппаратов, включая оболочку, и все токоведущие части, не принадлежащие к испытуемой цепи, должны быть изолированы от земли и соединены через регистрирующие устройства с нейтральной точкой источника питания или с искусственной нейтральной точкой, созданной, например, соединенными в звезду индуктивными сопротивлениями, или в случаях испытания постоянным током — с искусственной нейтральной точкой, образованной, например, двумя активными сопротивлениями, позволяющими пропускать ток при перекрытии дуги не менее 100 А.

В качестве регистрирующего устройства может применяться предохранитель в виде медной проволоки длиной 50 мм, диаметром 0,1 мм или другой указатель тока утечки. Значение тока в цепи регистрирующего устройства при перекрытии должно быть ограничено до 100 А, для чего следует предусмотреть соответствующий последовательно включенный резистор или подобрать индуктивность искусственной нейтрали (сопротивление дуги при перекрытии принимается равным нулю).

8.10.12 Для контроля границ ионизированной зоны выхлопа дугогасительных устройств должны быть расположены пластины из листовой стали толщиной (3±0,25) мм с отверстиями диаметром (7±0,25) мм и расстоянием между центрами отверстий (10±0,5) мм. Пластины должны быть присоединены к нейтральной точке, указанной в 8.10.11.

Зону выхлопа пламени контролируют по методам, приведенным в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.10.13 Шлейф осциллографа *PO*1 (см. рисунки 1 и 2) для записи тока следует подсоединять к шунтам *R*4, включенным последовательно с каждым полюсом аппарата.

Шлейф осциллографа *PO*2 для записи напряжения должен быть подсоединен к выводам испытуемого аппарата со стороны источника питания.

Шлейф осциллографа *PO*3 следует присоединять к выводам каждого полюса.

Значения сопротивления измерительных цепей *PO*3 должны составлять не менее 100 Ом/В возвращающегося напряжения.

8.10.14 Испытания на коммутационную способность должны проводить при параметрах цепи и в режимах, установленных в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.10.15 При контроле зоны критических токов должна быть проверена способность аппарата нормально отключать цепи в заданном диапазоне токов. Токи, число включений и отключений, интервал между ними при промежуточных и крайних значениях тока

должны соответствовать установленным в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.10.16 При испытании на коммутационную способность действующее значение тока определяют по амперметру, если во время испытания удается поддержать ток неизменным в течение времени, достаточном для снятия отсчета по амперметру.

В остальных случаях значения тока следует определять по осциллограммам, полученным при помощи малоиндуктивных шунтов или воздушных трансформаторов тока.

По осциллограммам следует определять также:

а) значение напряжения на контактах в момент отключения;

б) время дуги;

в) собственные времена срабатывания аппаратов;

г) начальную скорость нарастания тока.

Перенапряжение на контактах следует определять безинерционным измерительным прибором (например, электронным осциллографом), включенным параллельно контактам, между которыми разрывается цепь. Допускается применять другие методы измерений перенапряжения (например, регистраторами амплитуд перенапряжений), которые не оказывают существенного влияния на процесс коммутации.

После отключения тока аппарат необходимо выдерживать под напряжением не менее 0,1 с. В случае, когда есть опасность повторного пробоя межконтактного промежутка (например, при наличии вблизи него органической изоляции), это время следует увеличить до 5 мин.

8.10.17 При переменном токе, если сопротивление испытательной цепи является в основном сопротивлением нагрузки, коэффициент мощности цепи следует определять фазометром или при помощи амперметра, вольтметра и ваттметра, или по осциллограммам тока и напряжения (по углу φ). В остальных случаях коэффициент мощности следует рассчитать по постоянной времени (T), которую определяют по осциллограммам тока испытательного контура, как постоянную времени затухания апериодической составляющей в соответствии с рисунком 3 по формуле:

$$T = \frac{t_2 - t_1}{L_n \dfrac{I_{a1}}{I_{a2}}}, \qquad (9)$$

где t_1, t_2 — моменты времени, при которых ток равен амплитудному значению;

I_{a1}, I_{a2} — значения постоянных слагающих тока, определенные по кривой, проходящей посредине между огибающими амплитуд, соответствующие моментам времени t_1 и t_2.

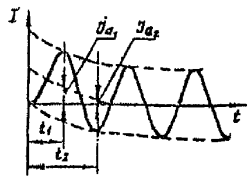


Рисунок 3

Коэффициент мощности цепи cos φ вычисляют по формуле:

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 T^2}} \qquad (10)$$

где $\omega = 2\pi f$;

f — частота тока источника питания.

Этот способ допускается применять, если измерение осуществляется без трансформаторов тока или если они существенно не искажают форму кривой тока.

В трехфазных системах коэффициент мощности нагрузки определяют как среднее арифметическое значение коэффициентов мощности трех фаз.

При этом в каждой фазе коэффициент мощности не должен отличаться от среднего арифметического значения более чем на ±25 %.

8.10.18 При постоянном токе постоянную времени испытательной цепи следует определять как время, в течение которого ток после включения возрастает до 63 % от его наибольшего значения, если в качестве индуктивной нагрузки применяют катушку индуктивности без ферромагнитного магнитопровода. В случае применения катушек индуктивности с ферромагнитным магнитопроводом следует определять либо значение $T_{0,95}$ как время, в течение которого ток после включения возрастает до 95 % от его установившегося значения, либо значение условной постоянной времени цепи τ как 1/3 этого времени.

8.10.19 При градуировке испытательной цепи (см. рисунки 1 и 2) испытуемый аппарат *SA* следует заменить временной перемычкой, имеющей пренебрежительно малое полное сопротивление по сравнению с сопротивлением испытательной цепи. Испытательную схему

следует включать одновременно во всех полюсах и кривую тока записать осциллографом *PO*1 в течение не менее 0,1 с.

8.10.20 При проведении испытания аппаратов временные перемычки следует заменить испытуемым аппаратом.

Испытательный цикл должен соответствовать параметрам и требованиям, установленным в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.10.21 Подводимое и возвращающееся напряжение следует определять по осциллограмме, снятой при испытании на отключение. Примеры изображений осциллограмм и определение значений параметров при испытании аппаратов на коммутационную способность приведены в справочном приложении Б.

За возвращающееся напряжение для трехфазной цепи следует принимать его среднее арифметическое значение для трех фаз. При этом возвращающееся напряжение в отдельных фазах не должно отличаться от среднего арифметического значения более чем на ±5 %.

8.10.22 Включающую способность аппаратов, предназначенных для коммутации токов короткого замыкания, следует определять наибольшим мгновенным значением (амплитудой при переменном токе) ожидаемого тока в цепи, которое способен включать аппарат (см. справочное приложение Б).

Для аппаратов переменного тока, не предназначенных для коммутации токов короткого замыкания (например, контакторов, аппаратов цепей управления), включающую способность следует определять наибольшим для трех фаз действующим значением периодической составляющей тока включаемой цепи.

8.10.23 Отключающую способность при переменном токе следует определять действующим значением периодической составляющей ожидаемого тока в цепи в момент, соответствующий появлению дуги в результате отключения (см. справочное приложение Б).

За действующее значение периодической составляющей тока для трехфазной цепи следует принимать ее среднее арифметическое значение для трех фаз. При этом токи в отдельных фазах не должны отличаться от среднего арифметического значения более чем на ±10 %.

Отключающую способность при постоянном токе следует определять наибольшим значением ожидаемого тока в цепи A_2 для случая отключения аппаратом тока раньше, чем он достигнет своего наибольшего значения, и значением А для случая отключения аппаратом тока после того, как он достигнет своего наибольшего значения (см. справочное приложение Б).

8.10.24 Если аппарат предназначен для работы в определенном контуре, то коммутационная способность может выражаться любыми

параметрами контура, достаточно полно характеризующими трудность коммутации.

8.10.25 Однополюсные аппараты, предназначенные для работы в трехфазных сетях, следует испытывать при включении их одновременно во все три фазы.

Если испытывают однополюсные аппараты, предназначенные для автоматического отключения токов короткого замыкания в однофазной цепи, или двухполюсные в одно- или трехфазной цепи, необходимо при помощи специального устройства проводить замыкание цепи в моменты времени, характеризуемые фазой напряжения 0; 45; 90; 135 °.

При отсутствии такого специального устройства допускается для однополюсных аппаратов проведение достаточного количества опытов отключения токов короткого замыкания с тем, чтобы получить хотя бы один раз включение в указанные моменты времени.

Если испытывают однополюсные или двухполюсные аппараты, не предназначенные для автоматического отключения токов короткого замыкания, рекомендуется проводить отключения так, чтобы дуга появлялась при разных фазах тока для того, чтобы при испытании проверить наиболее тяжелые условия коммутации.

8.10.26 При испытании аппарата только на включающую способность испытываемым аппаратом следует производить только включение тока при номинальном напряжении, а отключение тока должно проводиться другим аппаратом. Отключение цепи или уменьшение тока в ней не должно происходить ранее достижения включенного положения контактов испытуемого аппарата.

8.10.27 При испытании аппаратов в режиме трехфазного короткого замыкания контакты вспомогательных аппаратов, включающие ток, должны замыкаться практически одновременно.

8.10.28 Если испытуемый аппарат имеет несколько идентичных вспомогательных контактов, то следует испытывать только один из них в схеме, приведенной на рисунке 2а, причем такой, у которого вероятнее всего перекрытие дуги на корпус или на соседние контакты.

Если два соседних контакта электрически независимы между собой, то испытание следует проводить на обоих контактах одновременно по схеме, приведенной на рисунке 2б.

8.10.29 Аппарат считается выдержавшим испытание на коммутационную способность, если:

а) аппарат произвел указанное в технической документации на конкретные виды аппаратов количество коммутационных операций и при этом не произошло переброса дуги на металлическую оболочку или соседние токоведущие части, опасная зона выхлопа и время дуги не превышают допустимых значений, не произошло повреждение

изоляции, сваривания контактов, разрушения оболочки, появления внешних эффектов, которые могут быть опасны для обслуживающего персонала при правильном обслуживании или не произошло такого повреждения, которое препятствует нормальной работе аппарата после проведения обычных работ по обслуживанию (очистка, смена деталей на запасные);

б) аппарат соответствует другим требованиям на коммутационную способность, установленным технической документацией на конкретные виды аппаратов.

8.10.30 При испытании аппаратов защиты на одноразовую предельную коммутационную способность при токах короткого замыкания в циклах ВО, а также при отключении аппарат должен быть способен однократно отключить ток безопасно для обслуживающего персонала и расположенных вблизи проводок, оборудования и др. При этом испытуемый аппарат может быть поврежден так, что он не допускает ремонта. Условия и параметры испытания, критерии годности должны быть установлены в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.11 Испытания на механические воздействия

8.11.1 Испытания на механические воздействия должны проводиться по ГОСТ 16962.2 со следующими дополнениями:

— после испытания аппаратов на вибропрочность детали аппаратов не должны иметь трещин, поломок, а резьбовые и др. соединения не должны быть ослаблены. Аппараты должны быть проверены на соответствие требованиям по пунктам 2, 3, 4, 6 перечисление «а», 7 таблицы 10;

— общая продолжительность испытаний на вибропрочность — по ГОСТ 16962.2. Для аппаратов городского транспорта допускается уменьшение общей продолжительности испытаний до 25 ч;

— испытание на вибропрочность аппаратов группы М 25 должно производиться при ускорении 1g.

8.11.2 При испытаниях аппаратов на виброустойчивость следует производить проверку параметров по пункту 3 перечисление «а», «в», «г», «д» и пункту 4 перечисление «а» таблицы 10.

Испытания аппаратов на проверку отклонения уставок (таблица 7) при механических воздействиях проводить в положении, соответствующем указанному в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.11.3 Испытание на воздействие одиночных ударов должно производиться без электрической нагрузки в направлении, соответствующем направлению движения подвижного состава.

Детали аппаратов не должны иметь трещин, поломок, а резьбовые и др. соединения не должны быть ослаблены. Аппараты должны быть проверены на соответствие требованиям пунктов 2, 3, 4, 6, 7 таблицы 10.

8.11.4 Аппараты, не допускающие наклон, могут испытываться при приложении нагрузки в одном направлении.

8.12 Испытания на климатические воздействия

8.12.1 Испытания на климатические воздействия должны проводиться по ГОСТ 16962.1 со следующими дополнениями.

8.12.2 Испытание аппаратов на воздействие верхнего значения температуры среды должно проводиться при эффективной температуре окружающего воздуха 40 °С либо при верхнем значении рабочей температуры (если она выше эффективной).

Испытание на воздействие нижнего значения температуры среды при эксплуатации аппаратов с пневматическим приводом и электропневматических клапанов должно проводиться при температурах минус 30 °С и минус 50 °С.

При испытаниях на воздействие верхнего значения температуры среды при эксплуатации и на воздействие нижнего значения температуры среды при эксплуатации следует производить по пункту 3, перечисления «в», «г», «д», «е», пункту 4 перечисление «а» и пункту 6, перечисление «б» (для испытаний на воздействие верхнего значения температуры среды при эксплуатации) таблицы 10.

Испытание аппаратов климатического исполнения УХЛ по пункту 10, перечисление «г» таблицы 10 должно проводиться при температуре минус 60 °С.

8.12.3 При испытаниях на воздействие влажности воздуха следует проводить проверку по пункту 1, перечисление «к» и пункту 6, перечисление «в» и пункту 7 таблицы 10, а также проверку работоспособности. Качество защитных покрытий проверяют визуальным контролем.

8.13 Испытание на механическую и коммутационную номинальную способность (износостойкость)

8.13.1 При испытании аппарата на износостойкость следует выполнять требования 8.11.2.

8.13.2 Перед и во время испытания должна проводиться предусмотренная смазка трущихся частей.

Замена сменных деталей, регулировка отдельных узлов аппаратов (и смазка аппаратов) при испытаниях на механическую износостойкость допускается, если это предусмотрено технической документацией на конкретные виды аппаратов. При этом замена может осуществляться не более двух раз за количество циклов, указанных в 4.11.

При испытания на коммутационную износостойкость аппаратов по таблице 7 допускается производить зачистку контактов и дугогасительных камер, если это предусмотрено технической документацией на конкретные виды аппаратов.

8.13.3 Аппараты с ручным приводом допускается испытывать как вручную, так и при помощи специальных приспособлений, достаточно точно воспроизводящих условия при оперировании вручную.

8.13.4 Аппараты с двигательным приводом, работающим от источника электрической энергии и (или) сжатого воздуха, а также аппараты с независимым расцепителем должны испытываться при: определенном роде тока, номинальной частоте (при переменном токе), номинальных значениях напряжения цепи управления и (или) давлении сжатого воздуха с предельным отклонением ±5 %.

8.13.5 Включение и (или) отключение аппарата при испытании должно проводиться каждым для предусмотренных для этого видов приводов и (или) расцепителей. Количество циклов оперирования должно соответствовать установленным в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.13.6 До, после и во время испытаний, через определенное число циклов, в соответствии с установленным в технической документации на конкретные виды аппаратов следует контролировать параметры, влияющие на работу аппарата (например, нажатия, зазоры, провалы и суммарные толщины контактов, дребезг контактов, величины перемещений подвижных частей, параметры срабатывания), которые могут изменяться в процессе испытаний.

8.13.7 При испытании аппаратов допускается обычное техническое обслуживание, как например, регулировка хода и контактных нажатий, очистка аппарата без разборки от пыли, копоти в сроки, предусмотренные в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.13.8 Количество коммутационных циклов при испытании аппарата следует определять счетчиком циклов или по числу коммутационных циклов в единицу времени, помноженному на продолжительность испытаний, или простым счетом.

8.13.9 Допускается проводить испытания на механическую и коммутационную износостойкость по ускоренным методам, если это установлено в технической документации на конкретные виды аппаратов.

При испытании на механическую износостойкость допускается учитывать число отработанных коммутационных циклов при предыдущих испытаниях.

8.13.10 Испытания на механическую износостойкость следует проводить при частоте коммутационных циклов, установленной в технической документации на конкретные виды аппаратов. Для сокращения продолжительности испытаний допускается выбирать максимально возможную частоту, при которой:

а) аппарат работает четко;

б) не происходит недопустимого нагрева катушек и других его частей;

в) после включения и отключения подвижная часть успевает прийти в состояние покоя.

У аппаратов с двигательным приводом, работающим от источников электрической энергии и (или) сжатого воздуха, длительность подачи питания в цепь управления должна быть больше времени срабатывания аппарата. Допускается применять искусственное охлаждение двигательного прибора.

8.13.11 Для контроля состояния элементов коммутационного контактного аппарата и фиксации отказов во время испытаний на механическую износостойкость допускается пропускать через контакты ток в соответствии с установленным в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.13.12 Испытание на коммутационную износостойкость следует проводить в режиме испытания (частота коммутации в 1 ч, напряжение, ток, постоянная времени или коэффициент мощности электрической цепи при включении и отключении, восстанавливающееся напряжение) в соответствии с требованиями технической документации на конкретные виды аппаратов. Время протекания тока после каждого включения должно быть не меньше времени дребезга контактов при включении.

8.13.13 При испытании аппаратов на коммутационную износостойкость следует выполнять требования 8.8.1.3.

8.13.14 Проверка аппаратов на коммутационную износостойкость должна проводиться по испытательным схемам, приведенным на рисунке 4 и 5 для следующих случаев испытаний:

а) одно- и двухполюсных аппаратов категорий применения АС-1, АС-22, ДС-3, ДС-5, ДС-22, ДС-23 (см. рисунок 4а);

б) вспомогательных контактов категорий применения АС-П и ДС-П (см. рисунок 4б);

в) трехполюсных аппаратов категорий применения АС-1, АС-2, АС-22, АС-23, АС-24 (см. рисунок 4в);

г) трехполюсных аппаратов категорий применения АС-3 (см. рисунок 5а);

д) одно- и двухполюсных аппаратов категорий применения ДС-2 и ДС-4 (см. рисунок 5б).

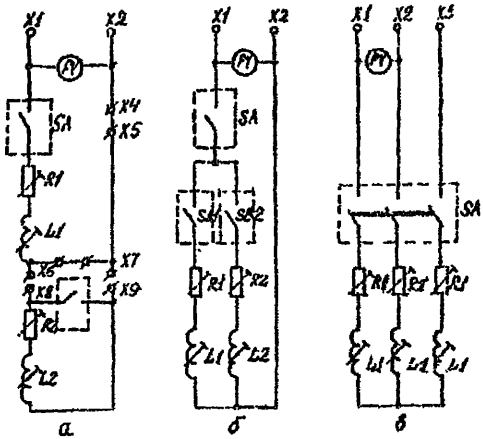
Испытательные схемы состоят из источника питания, цепи нагрузки, вспомогательных аппаратов и испытуемого аппарата.

Испытуемый аппарат должен быть включен между источником энергии и нагрузкой.

8.13.15 Для получения заданных значений тока, постоянной времени или коэффициента мощности испытательной цепи последовательно с испытуемым аппаратом следует включать регулируемые индуктивную и активную нагрузки, согласно требованиям 8.10.8 и 8.10.10.

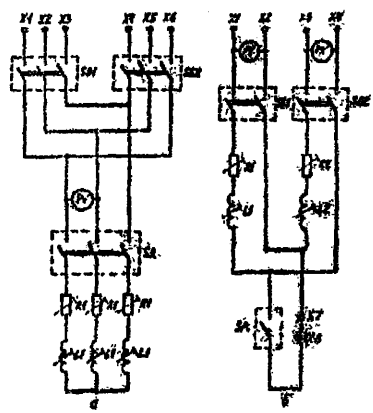
8.13.16 При применении в схеме (см. рисунок 4б) катушек индуктивности без магнитопровода нагрузки могут быть шунтирова-

ны резистором, забирающим ток, значение которого установлено в технической документации на конкретные виды аппаратов.



X1, *X2*, *X3* — клеммы источника питания; *R1*, *R2* — регулируемые резисторы; *L1*, *L2* — регулируемые катушки индуктивности; *SA* — испытуемый аппарат; *SB1*, *SB2* — вспомогательные аппараты; *PV* — вольтметр; *X4*, *X5* — клеммы для подключения второго полюса при двухполюсном аппарате; *X6*, *X7*, *X8*, *X9* — клеммы для подключения нагрузки при испытании в режиме АС—II (перемычка *X6* — *X7* должна быть снята)

Рисунок 4



X1, *X2*, *X3*, *X4*, *X5*, *X6* — клеммы источников питания; *R1*, *R2* — регулируемые резисторы; *L1*, *L2* — регулируемые катушки индуктивности; *SA* — испытуемый аппарат; *SB1* и *SB2* — вспомогательные аппараты; *X7* и *X8* — клеммы для подключения второго полюса при двухполюсном аппарате; *PV* — вольтметр.

Рисунок 5

8.13.17 Коэффициент мощности или постоянную времени испытательной цепи следует определять по 8.10.17 и 8.10.18.

8.13.18 При испытании аппаратов переменного тока при необходимости обеспечения требуемых параметров восстанавливающегося напряжения следует учитывать требования 8.10.9.

8.13.19 Аппарат считается выдержавшим испытание, если он соответствует требованиям по износостойкости, установленным в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.13.20 После достижения числа циклов, указанных в 8.13.5, рекомендуется продолжать испытания для выявления полного ресурса и набор статистических данных об отказах аппарата.

8.14 Методы контроля показателей надежности

8.14.1 Методы контроля показателей надежности должны быть установлены в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.15 Испытания оболочек

8.15.1 Испытания оболочек следует проводить по методике ГОСТ 14254.

8.15.2 Испытания оболочек степени защиты IP54 на пыленепроницаемость могут проводиться посредством обдувания из пульверизатора их порошком талька в струе воздуха, направленной вдоль стыков крышки оболочки. Обдувание каждой из сторон оболочки следует проводить в течение 5 мин. Содержание талька в воздухе должно быть не менее 50 г на 1 м^3, а скорость испытательной смеси — не менее 5 м/с.

Аппарат считается выдержавшим испытание, если внутри оболочки не накопился порошок талька в таком количестве или в таком распределении, при котором нарушается нормальная работа аппаратов.

8.16 Контроль на соответствие требованиям безопасности

8.16.1 Опасную зону выхлопа контролируют в соответствии с требованиями 8.10.11 и 8.10.12.

8.16.2 При визуальном контроле по 8.2 выполнение требований безопасности контролируют в части:

а) выполнения элементов защитного заземления (зануления) и его электрического сопротивления;

б) наличия рымболтов, крюков или специальных отверстий для подъема и перемещения аппарата при монтаже и такелажных работах;

в) фиксации аппарата выдвижного исполнения в рабочем и контрольном положениях, наличия блокировки, не позволяющей вкатывание или выкатывание аппарата во включенном положении, правильной последовательности размыкания токоведущих цепей и цепей заземления при вкатывании и выкатывании аппарата;

г) соответствия направления движения рукояток и маховиков при оперировании аппаратов с ручным приводом;

д) правильности работы блокировок органов управления.

8.16.3 Четкость фиксации коммутационных положений аппарата, усилие оперирования аппаратов с ручным приводом и усилие сочленения (расчленения) разъемных контактных соединений аппаратов выдвижного исполнения следует контролировать на соответствие требованиям и по методам, установленным в технической документации на конкретные виды аппаратов.

8.16.4 Степени защиты от прикосновений к токоведущим движущимся частям аппарата контролируют в соответствии с ГОСТ 14254.

8.16.5 Изоляцию металлических рукояток, маховиков, педалей и металлических валов ручных приводов от токоведущих частей аппарата контролируют в соответствии с требованиями 8.7.

8.16.6 Температуру на поверхности органов управления аппарата контролируют в соответствии с требованиями 8.8.

8.17 Испытание на пожароопасность

8.17.1 Испытание на пожароопасность следует проводить по ГОСТ 12.1.004, приложение 3, 5 и методике ГОСТ 27924.

8.18 Методы контроля соблюдения требований безопасности

8.18.1 Методы контроля соблюдения требований безопасности должны быть приведены в технической документации на конкретные виды аппаратов.

9 Транспортирование и хранение

9.1 Транспортирование — по группе условий Ж2 ГОСТ 15150.

Допускается транспортирование без индивидуальной и транспортной упаковки, например, в контейнерах и крытых транспортных средствах при условии обеспечения защиты аппаратов от повреждения в соответствии с ГОСТ 23216 или ТУ на конкретные виды аппаратов.

9.2 Хранение — по группе условий С, ГОСТ 15150.

10 Указания по эксплуатации

Указания по установке, монтажу и применению аппаратов на месте эксплуатации должны быть приведены в инструкциях по эксплуатации на конкретные виды аппаратов.

11 Гарантии изготовителя

11.1 Изготовитель должен гарантировать соответствие аппаратов требованиям настоящего стандарта при условии соблюдения правил транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

11.2 Гарантийный срок эксплуатации — 2 года со дня ввода аппарата в эксплуатацию, но не более 3 лет со дня изготовления.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Метод измерения параметров восстанавливающегося напряжения испытательного контура постоянного тока

Параметры восстанавливающегося напряжения (частота колебаний f в килогерцах и коэффициент превышения амплитуды γ) в основном определяются собственной частотой и затуханием колебаний в цепи нагрузки в соответствии с рисунком А.1 и не зависят от приложенного напряжения и его частоты. Учитывая это, контроль параметров восстанавливающегося напряжения испытательного контура осуществляется путем осциллографирования напряжения на одной фазе при условии, что нагрузки в остальных фазах соединены параллельно. На рисунке А.2 приведена схема измерения на фазе 1 цепи; схемы измерения на фазах 2 и 3 аналогичны. Резисторы и конденсаторы должны быть подобраны таким образом, чтобы обеспечивалось следующее равенство:

$$f = 2000 \cdot I_c^{0,2} \cdot U_c^{-0,8} \pm 10\% \ , \qquad (A.1)$$

где I_c — отключаемый (или включаемый) ток, А;
U_c — номинальное рабочее напряжение, В.

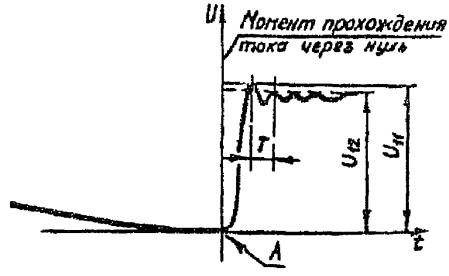


Рисунок А.1

Из рисунка А.1 следует:

$$f = \frac{1}{T} \ , \qquad (A.2)$$

$$\gamma = \frac{U_{11}}{U_{12}}; \quad \gamma = (1{,}1 \pm 0{,}05) \qquad (A.3)$$

При измерении источник питания отключают. Заземляют только точку, указанную на схеме, приведенной на рисунке А.2.

Возбуждение цепи катушки производится от генератора *G* синусоидального напряжения через диод и практически безиндуктивный резистор *R*3. Цепь отключается диодом при прохождении тока через нуль, а колебания восстанавливающегося напряжения (рисунок А.1) регистрируются на экране электронного осциллографа, развертку которого следует синхронизировать с частотой генератора.

Напряжение генератора должно быть не выше номинального напряжения диода *V*. Время восстановления обратного сопротивления диода *V* должно быть не более 4 нс.

Частота генератора выбирается в зависимости от тока, коммутируемого в контуре:

2 кГц — при токах отключения до 1000 А;

4 кГц — при токах отключения свыше 1000 А.

Схема осциллографирования восстанавливающегося напряжения

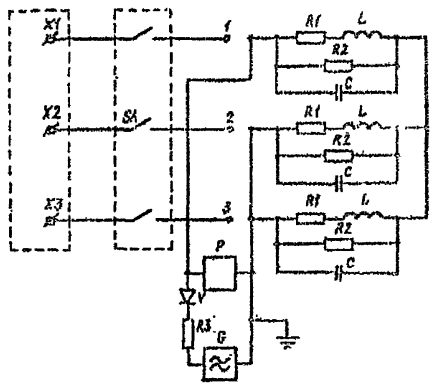


Рисунок А.2

X1, *X2*, *X3* — клеммы источника питания; *SA* — испытуемый аппарат; *R1* и *L* — активное и индуктивное сопротивление нагрузки; *R2* — шунтирующий резистор; *C* — шунтирующий конденсатор; *P* — электронный осциллограф; *V* — диод; *R3* — добавочный резистор; *G* — генератор.

Чтобы не искажать импульс тока сопротивление резистора *R*3 должно быть не менее, чем в 10 раз больше полного сопротивления

фазной нагрузки контура Z при частоте генератора G и определяться по формуле:

$$R3 \geq 10z\,,$$

$$z = \sqrt{R2^2 + \omega^2 L^2}\,, \qquad (A.4)$$

$$\omega = 2\pi f_G\,,$$

где f_G — частота генератора.

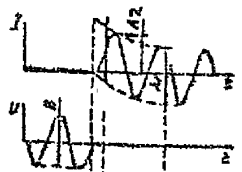
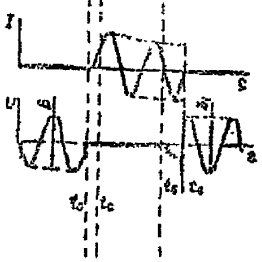
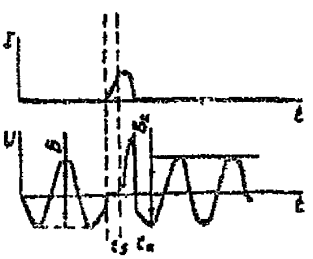
Благодаря высокой частоте генератора, цепь нагрузки при контроле является практически полностью индуктивной, и в момент прохождения тока через нуль прилагаемое напряжение будет иметь пиковое значение U_{11}. Касательная к кривой напряжения в исходной точке А (см. рисунок А.1) должна проходить практически горизонтально. Коэффициент превышения амплитуды γ определяется как величина отношения напряжения U_{11} и U_{12}, а частота определяется как обратная величина колебания Т восстанавливающего напряжения.

Допускается применять другие методы определения параметров восстанавливающегося напряжения, например, при подаче в цепь нагрузки тока прямоугольной формы.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

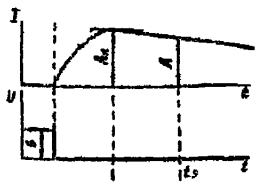
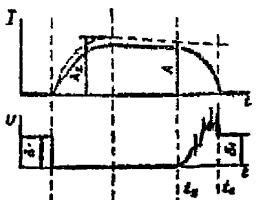
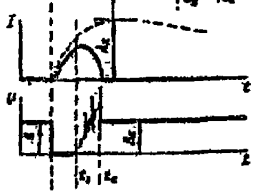
Примеры изображений осциллограмм и определение значений параметров при испытании аппаратов на коммутационную способность

Таблица Б.1 — Испытание переменным током

Осциллограммы тока и напряжения	Измеряемая величина	Значение параметра коммутационной способности при		Примечание
		включении	отключении	
	—	—	—	Калибровка цепи без испытуемого аппарата. Пиковый ожидаемый ток включения A_3. Симметричный ожидаемый ток отключения: $\frac{A_2}{2\sqrt{2}}$ или $\frac{A_1}{2\sqrt{2}}$
	Ток	A_3	$\frac{A_1}{2\sqrt{2}}$	Отключение цепи после момента, когда ток достигает своего пикового значения
	Напряжение	$\frac{B}{2\sqrt{2}}$	$\frac{B_1}{2\sqrt{2}}$	
	Ток	A_3	$\frac{A_2}{2\sqrt{2}}$	Отключение цепи до момента, когда ток достигает своего пикового значения
	Напряжение	$\frac{B}{2\sqrt{2}}$	$\frac{B_2}{2\sqrt{2}}$	

Примечание. t_s — момент размыкания контактов; t_0 — момент погасания дуги.

Таблица Б.2 — Испытание постоянным током

Осциллограммы тока и напряжения	Измеряемая величина	Значение параметра коммутационной способности при включении	Значение параметра коммутационной способности при отключении	Примечание
	—	—	—	Калибровка цепи без испытуемого аппарата. Пиковый ожидаемый ток включения A_2
	Ток	A_2	A	Отключение цепи после момента, когда ток достигает своего наибольшего значения
	Напряжение	B	B_1	
	Ток	A_2	A_2	Отключение цепи до момента, когда ток достигает своего наибольшего значения
	Напряжение	B	B_2	

Примечание. t_s — момент размыкания контактов; t_c — момент погасания дуги.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

Таблица В.1 — Пояснение терминов, встречающихся в стандарте

Термины	Пояснение
Тяговый электрический аппарат	Электрический аппарат, предназначенный для работы на подвижном составе рельсового транспорта (в том числе несамоходных вагонах) и троллейбусах. К тяговым электрическим аппаратам относятся: коммутационные аппараты, предохранители, трансформаторы, за исключением обеспечивающих основное питание тяговых двигателей, реакторы (дроссели), резисторы (сопротивления), штепсельные и другие контактные соединения, электропневматические клапаны (вентили), магнитные усилители, электронные аппараты — устройства управления, защиты, контроля, регулирования, выполненные на основе электронной техники, а также комплектные устройства — ящики, блоки, панели, щиты и другие содержащие отдельные электрические аппараты
Главная цепь аппарата	Токоведущие части аппарата, присоединяемые к электрической цепи, которой аппарат должен управлять в соответствии с его основным назначением
Номинальный ток аппарата	Ток, который определяется условиями нагрева главной цепи аппарата в его основном номинальном режиме и основном конструктивном исполнении
Номинальный отключаемый ток аппарата	Ток, который аппарат способен отключить многократно при номинальных параметрах коммутируемой цепи, оставаясь в предусмотренном состоянии
Предельный отключаемый ток аппарата	Наибольшая величина тока, при которой аппарат может произвести ограниченное количество отключений, не повреждаясь ни механически, ни электрически, при определенном восстанавливающемся напряжении и допустимых внешних эффектах. Для автоматического выключателя и предохранителя за эту величину принимается то наибольшее установившееся значение тока, которое могло бы иметь место в цепи с данным электрическим сопротивлением, индуктивностью, а при необходимости и емкостью, при отсутствии в этой цепи автоматического выключателя или предохранителя

Окончание таблицы В 1

Термины	Пояснение
Критический ток аппарата	Наименьший отключаемый ток, при котором время горения дуги максимально
Номинальное напряжение аппарата	Номинальное напряжение его главной цепи. Если главная цепь аппарата предназначена для работы при нескольких напряжениях, то за номинальное напряжение аппарата принимается большее из этих напряжений
Номинальное напряжение изоляции аппарата (или цепи аппарата)	Напряжение, в соответствии с которым выбираются: напряжение для испытания изоляции; расстояния между частями аппарата, имеющими различные потенциалы и электрические зазоры. Если цепи аппарата (главная, вспомогательная, цепь управления) имеют различные номинальные напряжения изоляции, то за номинальное напряжение изоляции аппарата принимается наибольшее из этих напряжений
Аппарат пульсирующего тока	Электрический аппарат, по главной цепи которого протекает ток от выпрямителя с однофазной двухполупериодной схемой выпрямления
Коэффициент пульсации тока	Выраженное в процентах отношение разности максимального значения пульсирующего тока к сумме этих значений за один период пульсации
Клапан (вентиль) электропневматический	Пневмораспределитель, управляемый электромагнитом и предназначенный для выпуска и впуска сжатого воздуха, питающего пневматические приводы
Рабочий цикл аппарата	Выключение и отключение для аппаратов с одноступенчатым коммутирующим устройством и последующее переключение на все позиции с возвратом в исходное положение для аппарата с многоступенчатым коммутирующим устройством
Электронный аппарат	Разновидность тягового электрического аппарата, выполненного на основе электронной техники
Наибольшее напряжение	Наибольшее допускаемое значение напряжения на шинах тяговых подстанций и токоприемниках электроподвижного состава при любых эксплуатационных условиях, за исключением коммутационных режимов

УДК 629.4.06:006.354 Е76

Ключевые слова: тяговые электрические аппараты, главная цепь, род тока, параметры и размеры, прочность изоляции, степень защиты, климатические и механические воздействия, требования безопасности

Издание подготовлено по ГОСТ 9219-95 -К
Отделение оперативной печати УкрНИИССИ, 1995. Зак. 208

Ответственный за выпуск В.И.Лабодаев
Технический редактор Л.А.Шубин

Доп. тир 1 экз. Заказ 4410/136, 199

Подписан в печать Формат 60x84/16 Бумага типографская

Усл.-печ.л. 5,0 Усл.кр.отт. 5,0 Уч.-изд.л. 3,96

Заказ 4410/42 Тираж 15 экз.
Доп. тир. 5 экз заказ 4410/102
Доп. тир. 3 экз. Заказ 4410/233

Белстандарт, 220053, Минск, Старовиленский тракт, 93. Лицензия N 278

БелГИСС, 220113, Минск, ул.Мележа, 3. Лицензия № 132

Отпечатано в типографии ИПДП "БелГИССиздат"
220049, Минск, ул.Черняховского, 1

gost.e-ecolog.ru