ГОСТ 687—78

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА НАПРЯЖЕНИЕ СВЫШЕ 1000 В

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Издание официальное

ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.316.542.025:006.354 Группа Е72

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА НАПРЯЖЕНИЕ СВЫШЕ 1000 В

Общие технические условия

A. c. circuit-breakers for voltages exceeding 1000 V.
General technical specifications

ГОСТ 687—78*

Взамен ГОСТ 687—70, ГОСТ 688—67

Дата введения 01.01.80

Ограничение срока действия снято по протоколу № 2—92 Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации (ИУС 2—93)

Настоящий стандарт распространяется на выключатели (включая их приводы), предназначенные для коммутации электрических цепей при нормальных и аварийных режимах в сетях трехфазного переменного тока частоты 50 Гц с номинальным напряжением от 6 до 750 кВ включительно, в том числе на выключатели, предназначенные на экспорт.

Стандарт не распространяется на выключатели специальных исполнений, предназначенные:

- для работы в опасных в отношении пожара или взрыва помещениях (например в газовых шахтах);
- для частых коммутационных операций (например для электротермических установок);
- для передвижных электроустановок (например для электровозов, экскаваторов).

Стандарт соответствует Публикации МЭК 56 (1—6) и 427 в части, касающейся основных технических характеристик и методов испытаний.

Термины, применяемые в стандарте, и их определения приведены в приложении 1.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ

1.1. Выключатели подразделяются по следующим основным признакам.

1.1.1. По роду установки:

- для работы в помещениях (категории размещения 3 и 4*);
- для работы на открытом воздухе (категория размещения 1*);
- для работы в металлических оболочках комплектных распределительных устройств (КРУ), устанавливаемых в помещениях (категорий размещения 3 и 4*) и на открытом воздухе (категория размещения 2*).

1.1.2. По принципу устройства (виды):

- масляные — баковые и маломасляные;
- газовые — воздушные и элегазовые;
- электромагнитные;
- вакуумные.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1.1.3. По конструктивной связи между полюсами:

а) трехполюсное исполнение:

- с тремя полюсами в общем кожухе;

* По ГОСТ 15150—69.

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

** Издание (сентябрь 2001 г.) с Изменениями № 1, 2, утвержденными в декабре 1986 г., июне 1988 г. (ИУС 3—87, 10—88)*

- с тремя полюсами на общем основании (фиксированное междуполюсное расстояние);

б) однополюсное исполнение — с полюсами, установленными на отдельных основаниях (нефиксированное междуполюсное расстояние).

1.1.4. По функциональной связи между полюсами — с функционально независимыми полюсами (на каждый полюс отдельный привод, отдельный дутьевой клапан и др.) и с функционально зависимыми полюсами (на три полюса общий привод, общий дутьевой клапан, общая воздушная подушка масляного выключателя и др.).

1.1.5. По характеру конструктивной связи выключателя с приводом:

- с отдельным приводом, связанным с выключателем (или полюсом выключателя) механической передачей;

- со встроенным приводом, являющимся неотъемлемой, конструктивно не выделенной, частью полюса выключателя.

1.1.6. По виду привода, в зависимости от рода энергии, используемой в процессе включения:

а) с двигательным приводом зависимого (прямого) действия (электромагнитным, электродвигательным), непосредственно использующим электрическую энергию постоянного, переменного или выпрямленного тока;

б) с двигательным приводом независимого (косвенного) действия, использующим энергию, запасенную в приводе до совершения операции:

- маховым (инерционным) с запасаемой кинетической энергией маховика, приведенного предварительно во вращательное движение;

- пневматическим или пневмогидравлическим, с запасаемой потенциальной энергией предварительно сжатого газа (воздуха) в резервуаре (ресивере или аккумуляторе) привода (выключателя);

- пружинным, с запасаемой потенциальной энергией предварительно заведенной пружины (пружин).

1.1.7. По наличию или отсутствию резисторов, шунтирующих разрывы дугогасительного устройства:

- с шунтирующими резисторами, действующими только в процессе отключения или только в процессе включения (одностороннего действия);

- с шунтирующими резисторами, действующими как в процессе отключения, так и в процессе включения (двухстороннего действия);

- без шунтирующих резисторов.

1.1.8. По наличию или отсутствию конденсаторов, шунтирующих разрывы дугогасительного устройства и (или) отделителя:

- с конденсаторами;

- без конденсаторов.

1.1.9. По пригодности выключателя для работы при автоматическом повторном включении (АПВ):

- предназначенные для работы при АПВ;

- не предназначенные для работы при АПВ.

2. ОСНОВНЫЕ (НОМИНАЛЬНЫЕ) ПАРАМЕТРЫ

2.1 К номинальным параметрам выключателя относятся:

- номинальное напряжение выключателя — $U_{ном}$ (соответствующее ему наибольшее рабочее напряжение выключателя — $U_{н.\,р}$);

- номинальный ток выключателя — $I_{ном}$;

- номинальный ток отключения выключателя — $I_{о.\,ном}$;

- номинальное давление сжатого газа (воздуха) газового выключателя и (или) пневматического или пневмогидравлического привода — $P_{ном}$;

- номинальное напряжение включающих и отключающих устройств выключателя (привода) и элементов вспомогательных цепей (управления, блокировки и сигнализации) — $U_{п.\,ном}$.

Значения номинальных параметров выключателя должны выбираться из числа стандартных значений, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

Обозначение параметра	Значение параметра
$U_{ном}$ /$U_{нр}$, кВ	6*/7,2; 10/12; 15**/17,5; 20***/24; 24*4/26,5; 27*4/30; 35/40,5; 110/126; 150/172; 220/252; 330/363; 500/525; 750/787
$I_{ном}$, А	200; 400; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000; 5000; 6300; 8000; 10000; 11200*5; 12500; 14000*5; 16000; 18000*5; 20000; 22400*5; 25000; 28000*5; 31500
$I_{о, ном}$, кА	2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 35,5*5; 40; 45*5; 50;56*5; 63; 71*5; 80; 90*5; 100; 112*5; 125; 140*5; 160; 180*5; 200; 224*5; 250
$P_{ном}$ МПа (кгс/см^2)	0,6(6); 1,0(10); 1,5(15); 2,0(20); 2,6(26); 3,2(32); 4,0(40); 5,0(50)
$U_{п, ном}$ *7, В	Для постоянного тока — 24; 48; 110; 220. Для переменного тока (однофазного и трехфазного) частоты 50 Гц — 100*6; 127; 220; 380

* В том числе для существующих и расширяющихся электрических сетей на номинальное напряжение 3 кВ.

** Для существующих электрических сетей на номинальные напряжения 15 кВ и для цепей генераторов и синхронных компенсаторов на номинальное напряжение 13,8 и15,75 кВ.

*** В том числе для цепей генераторов и синхронных компенсаторов на номинальное напряжение 18 кВ.

*4 Только для выключателей, предназначенных для цепей генераторов и синхронных компенсаторов.

*5 При условии согласования с заказчиком.

*6 Номинальное вторичное напряжение трансформатора напряжения, используемого для питания вспомогательных цепей выключателя (привода).

*7 Для электромагнитов, применяемых в последовательном соединении с другими электромагнитами или с резисторами, под $U_{п, ном}$ понимается напряжение, приложенное ко всем последовательно соединенным элементам.

Примечания:

1. Номинальное давление сжатого газа выключателей с индивидуальной компрессорной установкой (в частности, элегазовых выключателей, а также пневмогидравлических приводов) не нормируется.

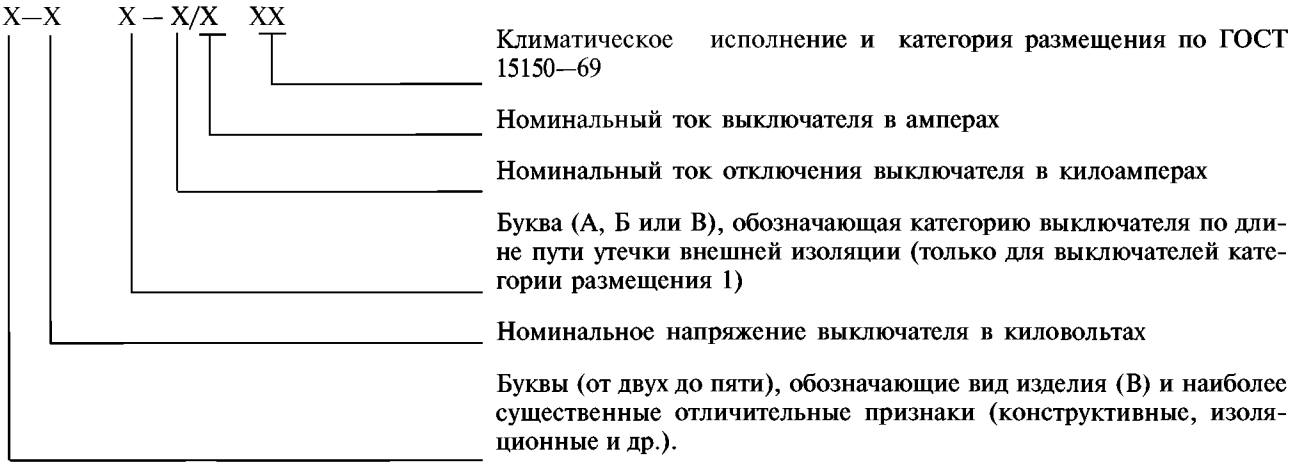
2. Для включающих электромагнитов и электродвигателей приводов зависимого (прямого) действия номинальные напряжения 24 и 48 В постоянного тока и 100 В переменного тока не применяются.

3. Номинальные напряжения вспомогательных цепей могут отличаться от номинального напряжения включающих электромагнитов и электродвигателей двигательных приводов зависимого (прямого) действия.

4. В случае питания приемников постоянного тока двигательных приводов через выпрямительные устройства от сети переменного тока номинальные напряжения на стороне постоянного тока устанавливаются изготовителем приводов; они могут отличаться от указанных в настоящей таблице.

2.2. **(Исключен, Изм. № 2).**

2.3. Структура условного обозначения выключателя.

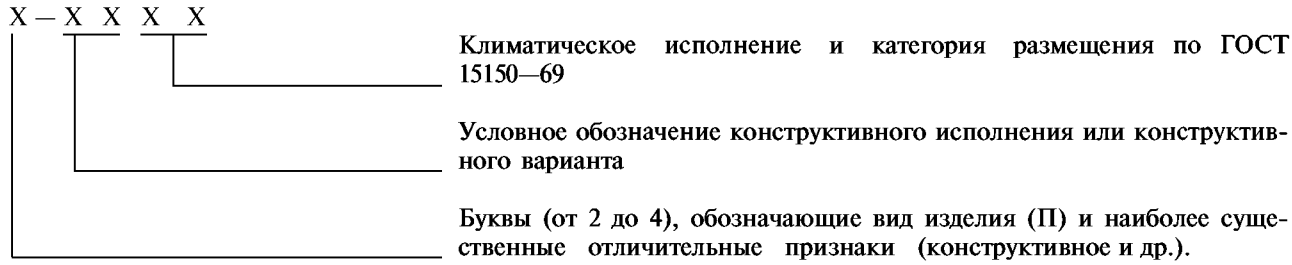


Пример условного обозначения масляного бакового выключателя на номинальное напряжение 220 кВ, категории Б по длине пути утечки внешней изоляции, с номинальным током отключения 40 кА, номинальным током 2000 А, климатического исполнения У, категории размещения 1 в технической документации и при заказе:

ВМБ-220Б-40/2000У1

Примечание. Буквенная часть условного обозначения представляет обозначение серии; совокупность буквенного обозначения, значения номинального напряжения и категории по длине пути утечки — обозначение типа; приведенное выше обозначение в целом — обозначение типоисполнения выключателя.

2.4. Структура условного обозначения привода (конструктивно самостоятельного, отдельно поставляемого):



Пример условного обозначения электромагнитного привода конструктивного исполнения 33, климатического исполнения У, категории размещения 3 в технической документации и при заказе:

ПЭ-33У3

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

3.1. Общие требования

3.1.1. Выключатели должны изготовляться в соответствии с требованиями настоящего стандарта по рабочим чертежам, утвержденным в установленном порядке.

Требования, дополняющие или ужесточающие требования настоящего стандарта и относящиеся, в частности, к выключателям для КРУ и к выключателям, специальных исполнений (например для работы на высоте, большей указанной в п. 3.1.3), требования к выключателям, не указанным в п. 1.1, а также конкретные значения параметров и технических характеристик отдельных типов выключателей должны указываться в соответствующих стандартах или технических условиях (далее — стандарты на конкретные типы выключателей).

3.1.2. Выключатели должны быть предназначены для эксплуатации в районах с умеренным и (или) холодным климатом в условиях, предусмотренных для климатических исполнений У и (или) ХЛ категорий размещения 1, 2, 3, 4 по ГОСТ 15150—69, и удовлетворять в части воздействия климатических факторов внешней среды требованиям ГОСТ 15150—69 и ГОСТ 15543—70.

Для маломасляных, воздушных генераторных, элегазовых и электромагнитных выключателей климатического исполнения У, категории размещения 3 нижнее значение рабочей температуры окружающего воздуха в стандартах на конкретные типы выключателей должно приниматься равным минус 25 °С.

3.1.3. Выключатели должны быть предназначены для работы на высоте над уровнем моря до 1000 м, за исключением выключателей на номинальное напряжение 750 кВ, предназначенных для работы на высоте до 500 м.

3.1.4. Выключатели на $U_{ном} \leq 35$ кВ должны быть предназначены для работы в электрических сетях с изолированной нейтралью, а по требованию заказчика — как с изолированной, так и с заземленной нейтралью.

Выключатели $U_{ном} \geq 110$ кВ должны быть предназначены для работы в сетях с заземленной нейтралью (с коэффициентом замыкания на землю не более 1,4).

3.1.5. Технические требования к выключателям, предназначенным для поставки на экспорт, и методы их испытаний, дополняющие или ужесточающие требования и методы испытаний настоящего стандарта, должны устанавливаться в стандартах на конкретные типы выключателей.

3.2. Требования к электрической прочности изоляции

3.2.1 Электрическая прочность изоляции выключателей на номинальные напряжения до 500 кВ должна соответствовать требованиям ГОСТ 1516.1—76, а выключателей на 750 кВ — требованиям ГОСТ 20690—75.

Требования к электрической прочности изоляции выключателей для комплектных распределительных устройств (КРУ) в герметичной оболочке с внутренней газовой изоляцией и вакуумных выключателей устанавливаются в стандартах на конкретные типы КРУ.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

3.2.2. Дополнительные требования к электрической прочности изоляции выключателей категории размещения 2, определяемые конденсацией влаги (выпадением росы), должны быть установлены в стандартах на конкретные типы выключателей этой категории.

3.2.3. Выключатели категории размещения 1 должны иметь длину пути утечки внешней изоляции по ГОСТ 9920—89.

Категория выключателей в зависимости от длины пути утечки внешней изоляции (А, Б или В) должна указываться в стандартах на конкретные типы выключателей.

3.2.4. Междувитковая изоляция обмоток электромагнитов в цепях управления выключателя (кроме включенных во вторичную цепь трансформатора тока) должна выдерживать в течение 1 мин воздействие приложенного между выводами обмотки напряжения переменного тока частоты 50 Гц или повышенной частоты, действующее значение которого равно:

3,5 $U_{\text{п, ном}}$ — для обмоток переменного тока;

2,5 $U_{\text{п, ном}}$ — для обмоток постоянного тока;

3.3. Требования по нагреву

3.3.1. Выключатели в отношении нагрева в продолжительном режиме должны соответствовать требованиям ГОСТ 8024—90.

Установленные этим стандартом наибольшие допустимые температуры нагрева частей аппаратов и соответствующие превышения температуры* не должны быть превышены при следующих условиях:

а) для главной цепи — при токе, равном $I_{\text{ном}}$;

б) для обмоток электромагнитов, предназначенных для продолжительного режима (в том числе обмоток минимальных расцепителей напряжения), — при напряжении на выводах, равном 1,1 $U_{\text{п,ном}}$;

в) для обмоток максимальных расцепителей тока, встроенных в привод, при наименьшей установке отключающего тока для данного исполнения расцепителя — при токе, равном:

5,5 А — для исполнения с наименьшей уставкой 5 А;

10 А — для исполнения с наименьшей уставкой 10 А и более;

г) для контактов, контактных зажимов и других элементов вспомогательных цепей, предназначенных для работы в продолжительном режиме, — при токе 10 А, для элементов цепей с малым потреблением (до 0,5 А) — при токе 1 А.

3.3.2. Наибольшие допустимые температуры и соответствующие превышения температуры обмоток и других элементов вспомогательных цепей (кроме электродвигателей), предназначенных для кратковременного режима (только в процессе операции включения или отключения выключателя) должны соответствовать требованиям ГОСТ 8024—90 после 10-кратного срабатывания при напряжении на выводах обмотки, равном 1,1 $U_{\text{п, ном}}$ (для обмоток включающих электромагнитов приводов зависимого действия — при напряжении, равном $U_{\text{п, ном}}$), с минимально возможными интервалами времени между моментами подачи напряжения.

Обмотки отключающих электромагнитов должны, кроме того, выдерживать без повреждений, могущих препятствовать исправной работе, приложенное в течение 10 с (после срабатывания) напряжение, равное 1,1 $U_{\text{п,ном}}$.

3.3.3. Наибольшие допустимые температуры и превышения температуры частей электродвигателей для приводов и, в частности, в случае использования этих двигателей при напряжении, превышающем номинальное значение, должны соответствовать требованиям ГОСТ 183—74 после 10-кратного срабатывания привода при напряжении на зажимах двигателя, равном $U_{\text{п,ном}}$, с минимально возможными интервалами времени между моментами подачи напряжения.

---

* Нормы нагрева частей выключателя, находящихся в среде элегаза, устанавливаются в стандартах на конкретные типы выключателей.

3.4. Требования по механической работоспособности

3.4.1. Выключатель должен выполнять следующие механические операции и циклы операций при условиях, указанных в пп. 3.4.2—3.4.5, и с характеристиками работы механизма выключателя, обеспечивающими нормированные параметры коммутационной способности выключателя:

а) включение (В);

б) отключение (О);

в) включение — отключение (ВО), в том числе — без преднамеренной выдержки времени между В и О;

г) отключение — включение (ОВ) при любой бесконтактной паузе, начиная от $t_б$, соответствующей $t_{бт}$ (п. 3.6.1.5);

д) отключение — включение — отключение (ОВО) с интервалами времени между операциями согласно требованиям подпунктов *в* и *г*.

Требуемые характеристики работы механизма выключателя с предельными отклонениями от их нормированных значений должны указываться в стандартах на конкретные типы выключателей и (или) в эксплуатационной документации.

Примечание. Требования подпунктов *г* и *д* относятся только к выключателям, предназначенным для работы при АПВ.

3.4.2. Включение выключателей должно обеспечиваться при напряжении на зажимах электромагнита* выключателя (привода) и начальном избыточном давлении (для пневматических и пневмогидравлических приводов) в диапазонах, ограниченных нижним и верхним пределами (в процентах номинальных значений указанных величин) по пп. 3.4.2.1 и 3.4.2.2.

3.4.2.1. Диапазон напряжений:

а) для приводов зависимого (прямого) действия постоянного тока — от 85 % до 110 %;

б) для включающих электромагнитов приводов независимого (косвенного) действия — от 80 % до 110 %.

Примечание. Для приводов зависимого (прямого) действия переменного тока, а также постоянного тока, подключаемых к сети переменного тока через выпрямительные устройства, диапазон напряжений указывается в эксплуатационных документах.

3.4.2.2. Диапазон давлений:

а) для пневматических приводов (за исключением указанных в подпункте *б*) — от 85 % до 105 %;

б) для пневматических приводов, питающихся из общего с выключателем резервуара сжатого воздуха, — по п. 3.4.4.

Примечание. Для пневматических приводов, осуществляющих не только включение, но и отключение выключателя сжатым воздухом, для пневматических приводов с индивидуальным компрессором или насосом, а также для пневмогидравлических приводов диапазон давлений указывается в эксплуатационных документах.

3.4.3. Отключение выключателя с помощью электромагнита (воздействующего на удерживающее устройство привода или на пневматический или гидравлический клапан отключения) должно обеспечиваться при напряжении на зажимах электромагнита выключателя (привода) в диапазонах, ограниченных нижним и верхним пределами (в процентах номинальных значений указанных величин):

а) при питании электромагнитов постоянных током — от 70 % до 110 %;

б) при питании электромагнитов переменным током, а также постоянным током при подключении электромагнитов к сети переменного тока через выпрямительные устройства — от 65 % до 120 %.

Отключение с помощью встроенных в привод минимальных расцепителей напряжения и максимальных расцепителей тока должно обеспечиваться их соответствующими характеристиками, указанными в пп. 3.7.26—3.7.28.

3.4.4. Газовые выключатели, у которых включение и отключение или только отключение осуществляется путем непосредственного воздействия сжатого газа на поршневые устройства подвижных

---

* Здесь и в дальнейшем под «напряжением на зажимах электромагнита» понимается минимальное значение напряжения на его зажимах во время совершения операции. Под «электромагнитом» понимается также цепь, состоящая из нескольких последовательно соединенных электромагнитов и вспомогательных устройств привода (при их наличии), например резисторов и др.

контактов (встроенный привод), а также выключатели, имеющие отдельный пневматический привод, питающийся из общего с выключателем резервуара сжатого газа, должны выполнять операции и циклы операций, указанные в п. 3.4.1, при начальном (перед началом операции или цикла операций) давлении в резервуаре, лежащем в диапазоне, ограниченном нормированными для данного выключателя верхним пределом в соответствии с табл. 2 и нижним пределом согласно нижеследующему:

а) для циклов ОВ и ОВО (п. 3.4.1 *г*, *д*) — по табл. 2;

б) для операций В и О цикла ВО (п. 3.4.1 *а*, *б*, *в*), выполняемых выключателями, не предназначенными для АПВ, — не более нижнего предела по табл. 2.

Таблица 2*

МПа (кгс/см²)

Номинальное избыточное давление	Нижний предел начального давления	Верхний предел начального давления
0,6 (6)	0,55 (5,5)	0,65 (6,5)
1,0 (10)	0,95 (9,5)	1,05 (10,5)
1,5 (15)	1,4 (14)	1,6 (16)
2,0 (20)	1,9 (19)	2,1 (21)
2,6 (26)	2,5 (25)	2,7 (27)
3,2 (32)	3,1 (31)	3,3 (33)
4,0 (40)	3,9 (39)	4,1 (41)
5,0 (50)	4,9 (49)	5,1 (51)

в) для операций О, выполяемых выключателями, предназначенными для АПВ, — при значении давления, остающегося в резервуаре выключателя после одного цикла О—$t_{бт}$—В, выполненного при нормированном нижнем пределе.

3.4.5. Нормированное для пружинного привода усилие (статический момент) или статическая работа пружин (пружины) с допускаемыми отклонениями (нижний и верхний пределы), при которых обеспечивается выполнение операций и циклов операций по п. 3.4.1, должны указываться в стандартах на конкретные типы выключателей и (или) в эксплуатационной документации.

Там же должны указываться нормированные характеристики пружин (пружины) для отключения, если привод производит и эту операцию.

3.4.6. Электродвигатели приводов косвенного действия, используемые для завода пружин или для приведения в действие индивидуального компрессора или насоса, а также электромагниты контакторов или прочих вспомогательных устройств, действующих при замыкании цепи, должны нормально работать при диапазоне напряжений на их выводах, ограниченном верхним пределом, равным 110 % номинального напряжения и нижним пределом, равным 85 % — при питании постоянным током и 80 % номинального напряжения — при питании переменным током.

3.4.7. Выключатели категории размещения 1 должны нормально работать в условиях гололеда при толщине корки льда до 20 мм и ветре скоростью до 15 м/с, а при отсутствии гололеда — при ветре скоростью до 40 м/с.

3.4.8. Выключатели категории размещения 1 должны быть рассчитаны на тяжение проводов в горизонтальном направлении в плоскости, перпендикулярной продольной оси выключателя, не менее 500 Н (50 кгс) для выключателей на номинальные напряжения до 35 кВ включительно, 1000 Н (100 кгс) для выключателей на 110, 150 и 220 кВ и 1500 Н (150 кгс) для выключателей на 330 кВ и выше.

3.4.9. По стойкости к воздействию механических факторов внешней среды выключатели, предназначенные для установки в зданиях машинных залов с электрическими машинами мощностью 2500 кВт и выше, должны соответствовать группе М6 по ГОСТ 17516—72.

---

* Данные табл. 2 относятся только к воздушным выключателям. Данные для элегазовых выключателей должны указываться в стандартах на конкретные типы этих выключателей.

3.4.10. Значения ресурса по механической стойкости выключателей (число циклов «включение — произвольная пауза — отключение» В—$t_п$—О без тока в главной цепи) следует выбирать из ряда: 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 10000 циклов.

Для элегазовых выключателей ресурс по механической стойкости должен составлять не менее 3000 циклов.

Ресурс по механической стойкости вакуумных и электромагнитных выключателей, выключателей на номинальные токи 5000 А и выше, выключатели для комплектных распределительных устройств на номинальные напряжения от 110 кВ и выше должен указываться в стандартах на конкретные типы выключателей.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

3.5. Требования к стойкости при сквозных токах короткого замыкания

3.5.1. Выключатель во включенном положении должен выдерживать без повреждений, могущих препятствовать его исправной работе, электродинамическое и термическое воздействие сквозных токов короткого замыкания с параметрами, вплоть до следующих нормированных значений:

а) наибольший пик (ток электродинамической стойкости) $i_д$, равный 2,55 $I_{о,ном}$;

б) начальное действующее значение периодической составляющей $I_{н,п}$*, равное $I_{о,ном}$;

в) среднеквадратическое значение тока за время его протекания (ток термической стойкости) I_T, значение которого должно быть не менее $I_{о,ном}$;

г) время протекания тока (время короткого замыкания) $t_{к,з}$, равное:

1 или 2 с — для выключателей на $U_{ном} \geq 330$ кВ;

1 или 3 с — для выключателей на $U_{ном} \leq 220$ кВ.

Примечание. По требованию заказчика допускается для отдельных типов выключателей нормировать: $i_д$ и $I_{н.п}$ — большими, чем указано в подпунктах *а* и *б*.

3.5.2. Допускается использование выключателя при времени короткого замыкания t, превышающем $t_{к,з}$, при уменьшенном по сравнению с I_T, значении тока I_t согласно формуле

$$I_t = I_T \sqrt{\frac{t_{к,з}}{t}} .$$

При $t < t_{к,з}$ I_t принимается равным I_T.

3.5.3. Обмотки электромагнитов и другие элементы цепей максимальных расцепителей тока, встроенных в привод, должны при подтянутом якоре выдерживать без повреждений протекание тока 150 А в течение 1 с для расцепителей магнитного действия на уставки отключающего тока менее 80 А и 2 с для расцепителей с выдержкой времени, а обмотки электромагнитов расцепителей мгновенного действия на уставки отключающего тока 80 А и более должны выдерживать протекание тока 250 А в течение 1 с.

3.6. Требования к коммутационной способности

3.6.1. Коммутационная способность выключателя при коротких замыканиях должна обеспечиваться при указанных в настоящем подразделе характеристиках и условиях:

3.6.1.1. Напряжение сети — вплоть до равного наибольшему рабочему напряжению $U_{н,р}$, соответствующему номинальному напряжению выключателя $U_{ном}$.

Примечание. Для выключателей на $U_{ном} = 15$ кВ, предназначенных для использования также в сетях с $U_{ном} = 13{,}8$ кВ, и выключателей на $U_{ном} = 20$ кВ, предназначенных для использования также в сетях с $U_{ном} = 18$ кВ, допускается дополнительно нормировать коммутационную способность при указанных номинальных напряжениях сетей, исходя из наибольших рабочих напряжений 15,2 и 19,8 кВ.

3.6.1.2. Ток отключения (отнесенный к соответствующим нормированным ниже условиям восстановления напряжения);

- действующее значение его периодической составляющей $I_{о,п}$, отнесенное к моменту прекращения соприкосновения дугогасительных контактов (черт. 1), — вплоть до равного $I_{о,ном}$;

---

* Числовое значение этой составляющей определяют делением на 2 $\sqrt{2}$ отрезка $D\,D'$ (в масштабе токов) между огибающей кривой тока, как показано на черт. 1.

- процентное содержание его апериодической составляющей в момент, указанный выше

$\beta = \frac{i_a}{I_{о,п}\sqrt{2}} \cdot 100$, черт. 1), — вплоть до равного нормированному значению $\beta_н$, определяемому по п. 3.6.2.

3.6.1.3. Восстанавливающееся напряжение — в соответствии с нормированными характеристиками собственного переходного восстанавливающегося напряжения (ПВН), указанными в п. 3.6.3.

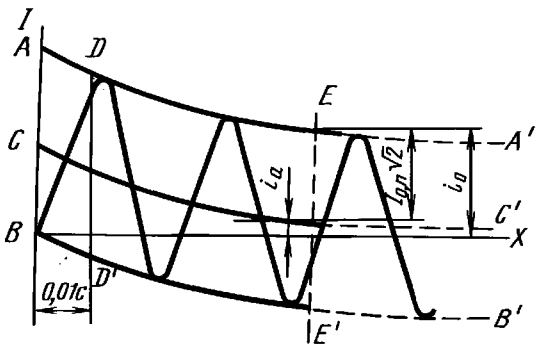
3.6.1.4. Ток включения:

- начальное действующее значение его периодической составляющей — вплоть до равного нормированному значению $I_{в,н}$, которое должно быть не менее $I_{о,ном}$;

- его наибольший пик $i_в$ — вплоть до равного нормированному значению $i_{в,н}$, которое должно быть не менее 2,55 $I_{в,н}$.

Примечание. Для отдельных типов генераторных выключателей допускается по согласованию с заказчиком нормировать $I_{в,н}$ меньше $I_{о,ном}$.

Периодическая и апериодическая составляющие тока короткого замыкания



AA' и *BB'* — огибающие кривой тока; *BX* — нулевая линия; *CC'* — кривая смещения нулевой линии кривой тока (кривая апериодической составляющей); *EE'* — момент прекращения соприкосновения дугогасительных контактов (возникновения дуги); $I_{о,п}$ — действующее значение периодической составляющей тока отключения, отнесенное к моменту *EE'*; i_a — апериодическая составляющая тока отключения в момент *EE'*; i_o — амплитуда тока отключения в момент *EE'*

Черт. 1

3.6.1.5. Выполняемая выключателем последовательность коммутационных операций с заданными интервалами между ними — в соответствии со следующими нормированными коммутационными циклами:

а) для выключателей, предназначенных для работы при АПВ, — каждый из следующих коммутационных циклов:

цикл 1: О—$t_{бт}$—ВО—180 с—ВО (см. также цикл 1 *а* — п. 3.6.4);

цикл 2: О—180 с—ВО—180 с—ВО,

где О — операция отключения тока короткого замыкания вплоть до равного $I_{о,ном}$;

ВО — операция включения на ток короткого замыкания вплоть до равного $I_{в,н}$ и немедленно (без преднамеренной выдержки времени) следующая за ней операция отключения;

$t_{бт}$ — нормированная бестоковая пауза при АПВ, значение которой для разных типов выключателей может находиться в пределах 0,3—1,2 с, причем для выключателей, предназначенных для работы при быстродействующем АПВ (БАПВ), это значение принимается равным 0,3 с;

б) для выключателей, не предназначенных для работы при АПВ, — только цикл 2.

Примечания:

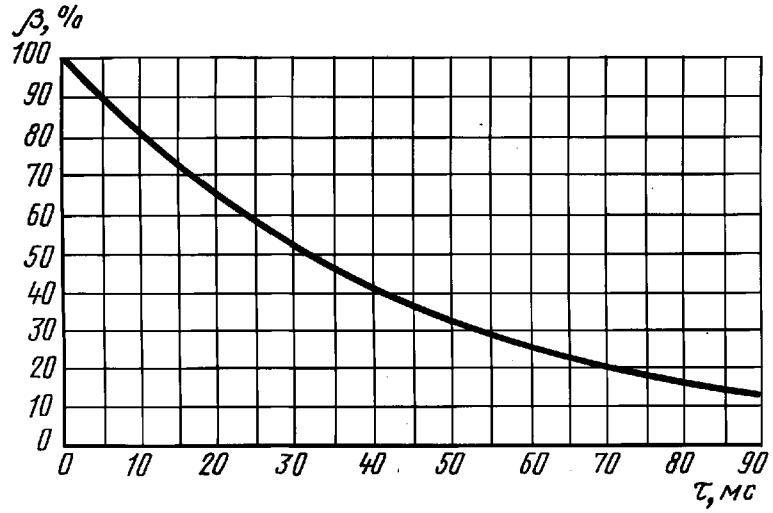
1. Коммутационная способность выключателей, предназначенных для работы при АПВ, обеспечивается также при бестоковых паузах, больших $t_{бт}$.

2. Для выключателей, предназначенных для работы при АПВ, токи включения и отключения для цикла 2 могут нормироваться бóльшими, чем для циклов 1 и 1*а*.

3. Если для выполнения последней части нормированного коммутационного цикла (ВО) требуется в течение интервала времени 180 с подпитка сжатым воздухом из магистрали резервуара воздушного выключателя или резервуара пневматического привода (для других видов выключателей), то необходимость этой подпитки должна указываться в эксплуатационной документации.

3.6.2. Нормированное процентное содержание апериодической составляющей номинального тока отключения $\beta_н$ для выключателей на $U_{ном} \le 220$ кВ определяется по кривой черт. 2 в функции времени τ от момента возникновения короткого замыкания до момента прекращения соприкосновения дугогасительных контактов. Время τ принимается равным собственному времени отключения выключателя $t_{о,с}$ с добавлением 10 мс.

Процентное содержание апериодической составляющей



Черт. 2

По согласованию с заказчиком добавление к $t_{о,с}$ для определения времени τ может быть принято больше 10 мс.

Для выключателей на $U_{ном} \geq 330$ кВ, а также для отдельных типов выключателей на $U_{ном} \leq 220$ кВ, например устанавливаемых вблизи генераторов, значение $\beta_н$ устанавливается по согласованию с заказчиком, но не менее значения, определяемого по кривой чер. 2.

Примечания:

1. Если в месте установки выключателя апериодическая составляющая тока короткого замыкания в конце промежутка времени τ превышает значение $\sqrt{2}\ I_{о,ном} \cdot \frac{\beta_н}{100}$, то использование выключателя допустимо по согласованию с изготовителем. Такое согласование не требуется, если соблюдено условие:

$$I_{о,п}\sqrt{2} + i_а \leq \sqrt{2}\ I_{о,ном}\left(1 + \frac{\beta_н}{100}\right).$$

2. Если $\beta \leq 20$ %, то принимается $\beta_н = 0$.

3.6.3. Нормированные характеристики ПВН (в виде условной граничной линии и линии запаздывания) определяются: двумя параметрами — $u_с$ и $t_з$, а также координатами u' и t_d, определяющими линию запаздывания, — согласно черт. 3;

или четырьмя параметрами — u_1, $u_с$, t_1 и t_2, а также координатами u' и t_d, определяющими линию запаздывания, — согласно черт. 4.

Применение двух или четырех параметров в зависимости от номинального напряжения выключателя $U_{ном}$ — согласно табл. 3 и черт. 3 и 4.

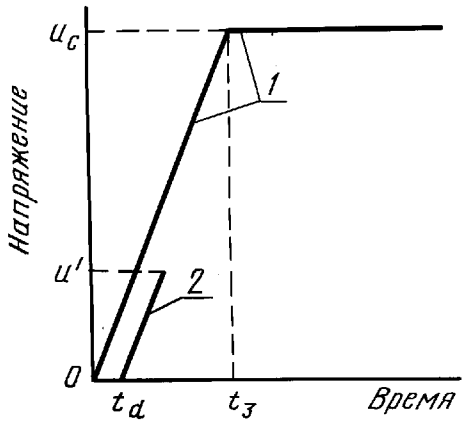
В табл. 3 указаны также значения коэффициента первого гасящего полюса $K_{п,г}$ и коэффициента

$$K_а = \frac{u_с}{K_{п,г}\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}U_{н,р}}.$$

Значения нормированных характеристик приведены:

- для ПВН, определяемого двумя параметрами, — на черт. 3 и в табл. 1 приложения 3 (значения $u_с$ — для первого гасящего дугу полюса);
- для ПВН, определяемого четырьмя параметрами, — на черт. 4 и в табл. 2 приложения 3 (значение u_1 — для первого гасящего дугу полюса).

Нормированные характеристики ПВН, определяемого двумя параметрами



1 — условная граничная линия ПВН;
2 — линия запаздывания ПВН (параллельная граничной линии).

Характеристики ПВН

Параметры и координаты	Ток отключения в процентах $I_{о, ном}$		
	100	60	30
u_c	$K_а K_{п, г} \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} U_{н, р}$ *		
$t_з$	$t_{з, 100}$	$t_{з, 600}$	$t_{з, 30}$
u'	$\frac{1}{3} u_c$		
t_d	$0{,}15 t_з$		

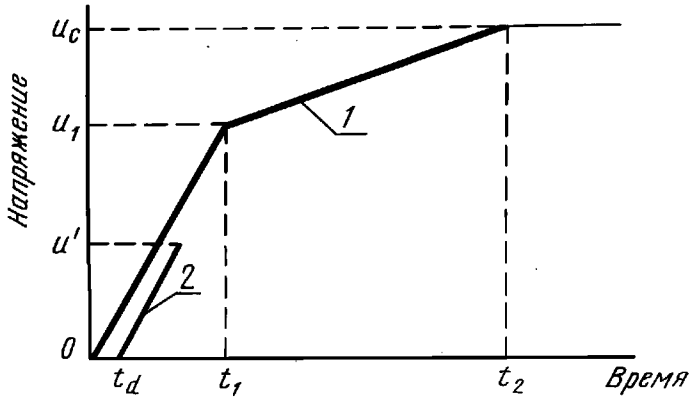
Значение параметра $t_з$, мкс

Параметры	$U_{ном} / U_{н, р}$, кВ				
	6/7,2	10/12	15/17,5	20/24	35/40,5
$t_{з, 100}$	35	51	60	75	99
$t_{з, 60}$	$\frac{1{,}5}{2{,}5 \times 1{,}4} t_{з, 100} = \frac{3}{7} t_{з, 100}$ **				
$t_{з, 30}$	$\frac{1{,}5}{5 \times 1{,}4} t_{з, 100} = \frac{3}{14} t_{з, 100}$				

Черт. 3

* Значения $K_а$ и $K_{п, г}$ — по табл. 3.
** Для $U_{ном} = 35$ кВ допускается по требованию заказчика принимать меньшие значения $t_{з, 60}$.

Нормированные характеристики ПВН, определяемого четырьмя параметрами



1 — условная граничная линия ПВН; *2* — линия запаздывания ПВН (параллельная граничной линии).

Характеристики ПВН

Параметры и координаты	Ток отключения в процентах		
	100	60	30
u_1	$K_{\text{п, г}} \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} U_{\text{н, р}}$ *		
u_c	$K_a u_1$*		
t_1	$t_{1,\ 100}$	$t_{1,\ 60} = 0{,}5t_{1,\ 100}$	$t_{1,\ 30} = 0{,}2t_{1,\ 100}$
t_2	$3t_{1,100}$	$3t_{1,60}$	$3t_{1,30}$
u'	$0{,}5u_1$		
t_d	2 мкс	4 мкс	8 мкс

Значения параметра $t_{1,100}$, мкс

Номинальный ток отключения $I_{\text{о, ном}}$, кА	$U_{\text{ном}}/U_{\text{н, р}}$, кВ					
	110/126	150/172	220/252	330/363	500/525	750/787
До 31,5	112	152	222	321	348	491
40	96	131	191	257	309	418
50	89	122	167	214	265	334
63 и более	79	108	148	192	232	309

Для промежуточных значений $I_{\text{о, ном}}$ (между указанными в таблице) значения $t_{1,100}$ определяются линейным интерполированием.

Черт. 4

* Значения K_a и $K_{\text{п, г}}$ — по табл. 3.

Таблица 3

Ток отключения в процентах $I_{о, ном}$	Номинальное напряжение выключателя $U_{ном}$, кВ		$K_а$	$K_{п, г}$ при $U_{ном}$, кВ	
	до 35 включ.	110 и выше		до 35 включ.	110 и выше
100	2 параметра	4 параметра	1,4	1,5	1,3
60			1,5		
30			1,5		

Кривая ПВН цепи в месте установки выключателя не должна выходить (должна быть не выше) за условную граничную линию ПВН, кроме того, должна один раз пересечь линию запаздывания и вторично ее не пересекать.

Требования к характеристикам ПВН для выключателей, предназначенных для прямого присоединения к воздушным линиям на $U_{ном} \geq 110$ кВ, с $I_{о, ном} > 12{,}5$ кА, для условий отключения неудаленных коротких замыканий определяются нормируемыми параметрами линии (применительно к однофазному короткому замыканию) — волновым сопротивлением $z = 450$ Ом и коэффициентом пика $K_{п, н} = 1{,}6$. Для отдельных типов выключателей на номинальные напряжения 330 кВ и выше допускается по согласованию с заказчиком нормировать значения z и $K_{п, н}$ меньшими, чем указано выше, например в случае, если в конструкции линии электропередачи предусмотрены мероприятия, уменьшающие эффект сближения проводов при коротком замыкании*.

Для особых условий работы выключателей, при которых характеристики ПВН отличаются от нормированных**, должны изготовляться специальные выключатели, для которых характеристики ПВН устанавливаются по согласованию с заказчиком.

3.6.4. Выключатели на номинальные напряжения до 220 кВ включительно, предназначенные для работы при АПВ, кроме нормированных коммутационных циклов по п. 3.6.1.5, должны также выполнять работу в цикле О—$t_{бт}$—ВО—2 с—ВО (цикл 1 *а*).

Если для отдельных типов воздушных выключателей для выполнения последней части этого цикла (ВО) требуется подпитка резервуара выключателя сжатым воздухом из магистрали в течение паузы 20 с, то необходимость этой подпитки и требуемый после подпитки минимум избыточного давления должны быть предусмотрены в стандартах на конкретные типы выключателей.

Для пневматических приводов выключателей, для которых нормируется цикл 1*а*, нижний предел давления устанавливается равным 0,9 $P_{ном}$.

Если для отдельных видов выключателей (кроме воздушных) в цикле 1*а* не может быть обеспечен номинальный ток отключения, то в стандартах на конкретные типы выключателей допускается устанавливать меньшие значения тока отключения для этого цикла.

Для выключателей с пружинным приводом допускается по согласованию с заказчиком вместо паузы 20 с в цикле 1*а* нормировать паузу увеличенной до значения, равного времени завода пружин.

По согласованию с заказчиком допускается для отдельных типов выключателей на $U_{ном} \leq 220$ кВ, предназначенных для АПВ, нормировать только циклы *1* и *2* (п. 3.6.1.5).

3.6.5. Включение выключателя на токи короткого замыкания вплоть до тока, равного нормированному (по п. 3.6.1.4) току включения $I_{в, н}$ (и, соответственно, $i_{в, н}$), должно быть, как правило, полным (например «с посадкой на защелку»).

Допускается изготовление выключателей с $i_{в, н} \geq 50$ кА, а также, по согласованию с заказчиком, и других выключателей, у которых полное включение происходит при токах короткого замыкания, меньших нормированного тока включения. Для таких выключателей дополнительно нормируется ток включения $I'_{в, н}$ (и, соответственно, $i'_{в, н}$), соответствующий наибольшему значению токов короткого

---

* Нормированные настоящим пунктом, а также п. 3.6.7 характеристики ПВН вводятся для выключателей, изготовляемых с 1 января 1983 г. До этого срока характеристики ПВН должны устанавливаться в стандартах на конкретные типы выключателей.

** Такие условия могут иметь место в частности при работе выключателя:

- в цепи мощного генератора;
- непосредственно за трансформатором (автотрансформатором) при отсутствии существенной емкости присоединений между ними, когда подлежащий отключению ток короткого замыкания, текущий от трансформатора, превышает 0,3 $I_{о, н}$; в цепях мощных шунтовых конденсаторных и реакторных установок.

замыкания, на которые выключатель способен включаться полностью. При включении таких выключателей на токи, превышающие $I'_{в,\,н}$ ($i'_{в,\,н}$), вплоть до тока $I_{в,\,н}$ ($i_{в,\,н}$) должно быть обеспечено автоматическое, без преднамеренной выдержки времени, отключение из недовключенного положения с помощью специального устройства, например отсечки по включаемому току, причем время действия этого устройства должно быть согласовано с заказчиком. Для возможности применения защиты с выдержкой времени или без нее при токах короткого замыкания, превышающих $I'_{в,\,н}$ ($i'_{в,\,н}$), должно быть предусмотрено выведение из действия указанного устройства (отсечки) при полностью включенном выключателе (например с помощью дополнительного контакта в цепи управления выключателя).

3.6.6. Если выключатели применяются с разными типами приводов, то, при необходимости, изготовитель может нормировать для каждого из этих типов свои значения тока включения и тока отключения.

3.6.7. Выключатели на номинальное напряжение 110 кВ и выше должны быть способны производить коммутации линий в условиях рассогласования фаз при нормированном токе отключения, составляющем 25 % $I_{о,\,ном}$.

Форма нормированной кривой ПВН должна соответствовать черт. 4 (четыре параметра). Нормированные значения параметров ПВН — согласно нижеследующему:

а) для выключателей на номинальные напряжения от 110 до 330 кВ:

$$u_1 = 2\,\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}\,U_{н,р};\ u_c = 1{,}25\,u_1\ ;$$

$$t_{1{,}25} = 2\,\frac{1{,}5}{1{,}3}\,t_{1{,}100}\ ;\ t_{2{,}25} = 3\,t_{1{,}25}\ ;$$

б) для выключателей на номинальные напряжения 500 и 750 кВ:

$$u_1 = 2{,}3\,\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}\,U_{н,р};\ u_c = 1{,}25\,u_1\ ;$$

$$t_{1{,}25} = 2{,}3\,\frac{1{,}5}{1{,}3}\,t_{1{,}100}\ ;\ t_{2{,}25} = 3\,t_{1{,}25}\ .$$

3.6.8 Допускаемое для каждого полюса выключателя без осмотра и ремонта дугогасительного устройства число операций отключения (ресурс по коммутационной стойкости) при токах короткого замыкания и при нагрузочных токах должно нормироваться в стандартах на конкретные типы выключателей и должно составлять:

а) при токах короткого замыкания в диапазоне свыше 60 % до 100 % $I_{о,\,ном}$ — не менее числа операций отключения, выбранных для уровня А или Б по табл. 4;

б) при токах короткого замыкания в диапазоне от 30 % до 60 % $I_{о,\,ном}$ — не менее числа операций отключения, большего в 1,7 раза числа операций отключения, нормированного по подпункту *а*.

Таблица 4

Вид выключателя	Наименьшее допустимое число операций отключения при токах в диапазоне свыше 60 % до 100 % $I_{о,\,ном}$ при значениях $I_{о,\,ном}$, кА					Уровень
	До 20	20—31,5	40	50	63	
Воздушные	10	8	7	4	4	А
Масляные	7	5	4	4	4	
Элегазовые	30	25	20	18	10	Б
Воздушные	20	18	15	10	6	
Масляные	10	7	6	6	6	
Вакуумные	30	25	20	18	10	

Примечания:

1. Допускаемое число операций отключения для выключателей на номинальный ток отключения свыше 63 кА, а также для электромагнитных выключателей следует устанавливать в стандартах на выключатели конкретных типов.

2. Число операций включения следует устанавливать в стандартах на конкретные типы выключателей.

3.6.9. Состояние выключателя после выполнения суммарного числа операций «В—О» (п. 3.6.8) должно соответствовать требованиям п. 7.6.2.6.

3.6.8, 3.6.9. **(Измененная редакция, Изм. № 2).**

3.6.10. Выключатели должны быть способны отключать токи намагничивания ненагруженных трансформаторов.

3.6.11. Выключатели на номинальные напряжения 110 кВ и выше в отношении отключения ненагруженных воздушных линий должны удовлетворять требованиям ГОСТ 12450—82.

3.7. Требования к конструкции

3.7.1. Резьбовые соединения, расположенные на подвижных частях выключателя, а также ответственные резьбовые соединения на неподвижных частях должны быть предохранены от самоотвинчивания.

3.7.2. Трущиеся части выключателя, требующие периодической смазки, должны иметь, при необходимости, смазочные отверстия или приспособления для смазки (с учетом возможности применения низкотемпературной консистентной смазки).

3.7.3. Металлические части выключателя, подвергающиеся воздействию климатических факторов внешней среды, должны иметь защитные покрытия.

3.7.4. Выключатель должен иметь контактную площадку для присоединения заземляющего проводника и заземляющий зажим (зажимы) по ГОСТ 21130—75 и ГОСТ 12.2.007.3—75 с указанием знака заземления по ГОСТ 21130—75.

3.7.5. Требования к указателю включенного и отключенного положения выключателя — по ГОСТ 12.2.007.3—75.

Если выключатель выполнен в виде отдельных полюсов, то указанные требования относятся к каждому полюсу.

3.7.6. Устройства для регулирования выключателя при монтаже и эксплуатации должны быть расположены так, чтобы к ним был обеспечен свободный доступ.

3.7.7. Электрические и пневматические элементы схем управления и питания выключателя и (или) привода сжатым газом должны быть расположены в местах, доступных для осмотра и ремонта.

3.7.8. Контактные зажимы выводов выключателя должны удовлетворять требованиям ГОСТ 10434—82 и ГОСТ 21242—75.

Зажимы для присоединения внешних вспомогательных цепей (цепей управления, сигнализации, блокировки, встроенных трансформаторов тока) должны удовлетворять требованиям ГОСТ 10434—82 и ГОСТ 19132—86, допускать присоединение проводов к ним при помощи отвертки и иметь маркировку на закрепленных в них проводах схемы управления выключателя и на указанных зажимах.

3.7.9. Быстроизнашивающиеся детали выключателя, входящие в комплект ЗИП, должны быть взаимозаменяемыми для одного и того же типоисполнения выключателя. Замена этих деталей должна быть возможна на месте установки выключателя.

3.7.10. В выключателях должна быть обеспечена возможность замены отдельных деталей и сборочных единиц при производстве ремонтных работ — в соответствии с указаниями эксплуатационной документации.

3.7.11. Разновременность работы разных полюсов выключателя при одновременном управлении ими не должна превышать:

- при отключении — 0,01 с;
- при включении выключателя с функционально зависимыми полюсами — 0,01 с.

Разновременность работы полюсов при включении выключателя с функционально независимыми полюсами устанавливается в стандартах на конкретные типы выключателей.

3.7.12. Выключатели, требующие применения подогрева при пониженных температурах окружающего воздуха и предназначенные для работы при этих условиях, должны иметь подогревательные устройства — одно- или многоступенчатые. Температура окружающего воздуха, при которой должны включаться эти устройства (ступени), должна указываться изготовителем в эксплуатационной документации.

На баках масляных выключателей должна быть предусмотрена возможность установки датчиков указателя температуры.

3.7.13. Выключатели категорий размещения 1 и 2, имеющие внутренние изоляционные полости, не заполненные постоянно изоляционной жидкостью или сжатым газом, должны иметь устройство (например вентиляционное, нагревательное или осушительное) для исключения конденсации влаги (при колебаниях температуры окружающего воздуха), могущей вызвать перекрытие изоляции.

3.7.14. Внутренние элементы изоляции, механизмы и электрические устройства выключателей категории размещения 1 должны быть защищены от попадания на них атмосферных осадков.

3.7.15. Конструкция выключателей климатического исполнения ХЛ должна в дополнение к требованиям настоящего стандарта соответствовать требованиям ГОСТ 17412—72.

3.7.16. Газоотводы, выхлопные и предохранительные устройства выключателей должны быть расположены так, чтобы выброс дугогасящей жидкости или газа или того и другого был направлен в сторону от места, где может находиться обслуживающий персонал. При необходимости изготовитель должен указывать границы пространства, внутри которого не должны находиться части под напряжением или заземленные части.

3.7.17. Металлические резервуары выключателей и приводов со сжатым газом должны соответствовать требованиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» Госгортехнадзора СССР.

3.7.18. Воздушные выключатели должны иметь следующие устройства:

а) манометр, указывающий давление воздуха в резервуаре выключателя (полюса, элемента полюса);

б) реле минимального давления или электроконтактный манометр (в количестве одного или, если требуется, двух), имеющие контакты, обеспечивающие подачу сигнала о снижении давления ниже допустимого и разрыв соответствующих цепей управления; при наличии в выключателе электроконтактного манометра указывающий манометр (подпункт *а*) не требуется;

в) запорный вентиль, устанавливаемый на общем воздухопроводе выключателя (полюса);

г) обратный клапан, препятствующий выходу сжатого воздуха из резервуара (или резервуаров) выключателя при понижении давления в подводящем воздухопроводе (магистрали);

д) фильтр для очистки поступающего в выключатель воздуха;

е) указатель действия вентиляции (при ее наличии); при применении тальковых дросселей продувки наличие указателя действия вентиляции не обязательно;

ж) устройство для слива влаги из нижней части резервуара (резервуаров) и выпуска воздуха.

3.7.19. Масляные выключатели должны иметь устройства, указанные в ГОСТ 12.2.007.3—75, а также устройство для слива конденсата из нижней части резурвуара (бака).

3.7.20. Для заполнения масляных выключателей должно применяться трансформаторное масло по ГОСТ 982—80 или ГОСТ 10121—76. Требования к пробивной прочности масла, а также возможность применения специальных масел должны устанавливаться в стандартах на конкретные типы выключателей.

3.7.21. В выключателях должна быть предусмотрена возможность установки счетчика числа срабатываний. Установка счетчика обязательна на выключателях на номинальные напряжения 110 кВ и выше на выключателях с пружинными приводами.

3.7.22. Конструкция привода выключателя, не включающегося полностью на нормированный ток включения (п. 3.6.5), а также его электрическая и (при наличии) пневматическая схема должны обеспечивать в процессе включения возможность подачи импульса в цепь отключения (например для отсечки по включаемому току — п. 3.6.5) и отключение из недовключенного положения при собственном времени действия защиты, устанавливаемом в стандартах на конкретные типы выключателей.

Указанная возможность должна быть обеспечена по крайней мере на участке хода подвижных частей выключателя от момента замыкания его главной цепи (пробой промежутка между контактами при их сближении) до полного включенного положения.

3.7.23. Конструкция выключателя (привода) должна (помимо операций включения и отключения и циклов операций при действии автоматики и по команде со щита управления) обеспечивать возможность:

а) «местного» оперативного и неоперативного отключения ручным воздействием на элемент механизма (защелку, кнопку, клапан и пр.);

б) «местного» неоперативного включения ручным воздействием на элемент механизма и (или) использованием специального приспособления (например домкрата, рычага).

Указанные требования на газовые выключатели не распространяются.

3.7.24. В конструкции пружинных приводов должны быть предусмотрены:

- невозможность движения контактов выключателя из отключенного положения при неполностью заведенной для включения пружины;

- наличие устройства для автоматического и ручного или только для ручного завода включающей пружины (пружин), которое должно допускать завод пружины непосредственно после включения выключателя для возможности осуществления АПВ;

- наличие устройства для сигнализации об окончании завода пружины и готовности к включению выключателя — в виде специального вспомогательного контакта на две цепи, а также механического указателя;

- наличие (по требованию заказчика) устройства для присоединения с помощью штепсельной вилки инвентарного пульта управления для дистанционного оперативного включения выключателя.

3.7.25. Приводы выключателей, имеющие исполнение со встроенными расцепителями, должны допускать установку до шести расцепителей отключения, а именно:

а) одного или двух отключающих электромагнитов, из которых один для оперативного отключения, а второй (в случае двух) для отключения от защиты (с питанием от независимого источника);

б) одного минимального расцепителя напряжения с выдержкой времени;

в) до четырех расцепителей максимального тока без выдержки времени или до трех расцепителей с выдержкой времени;

г) различных сочетаний из указанных расцепителей. По согласованию с заказчиком могут также изготовляться приводы с другими вариантами расцепителей (например с максимальным расцепителем тока, питающимся от трансформатора тока в схеме с дешунтированием).

По согласованию с заказчиком допускается изготовление приводов, допускающих встраивание менее шести расцепителей отключения.

Принятые для приводов каждого типа с учетом требований заказчика варианты сочетаний указанных расцепителей отключения должны указываться в стандартах на конкретные типы выключателей.

3.7.26. Минимальный расцепитель напряжения с выдержкой времени, встроенный в привод выключателя, должен иметь следующие характеристики:

а) номинальное напряжение — одно из номинальных напряжений $U_{\text{п, ном}}$ переменного тока, указанных в табл. 1;

б) напряжение срабатывания — от 35 % до 50 % номинального; при наличии возможности регулирования напряжения срабатывания отклонение этого напряжения относительно уставки не должно превышать ±10 %;

в) напряжение возврата — не более 85 % номинального напряжения;

г) потребление мощности при подтянутом якоре и при номинальном напряжении — не более 30 В · А;

д) выдержку времени срабатывания (при полном снятии напряжения) — от 0,5 до 4 с или от 1 до 9 с (в зависимости от исполнения);

е) отклонение времени срабатывания относительно среднего значения при 5 измерениях при уставках времени на крайних пределах и полном снятии напряжения сообщается изготовителем, но не должно превышать ±0,3 с при нижнем пределе и ±0,5 с при верхнем пределе выдержки.

3.7.27. Максимальный расцепитель тока мгновенного действия (без выдержки времени), встроенный в привод выключателя, должен иметь следующие характеристики:

а) отключающие токи, в зависимости от уставки, — в диапазоне от 5 до 200 А, причем допускается наличие нескольких исполнений на меньшие диапазоны отключающих токов, с плавным, ступенчатым или комбинированным способом изменения уставок и с обеспечением возможности (при ступенчатом способе) получения не менее двух уставок внутри каждого диапазона;

б) отклонение тока срабатывания, %, не более:

при ступенчатом способе изменения уставок — относительно тока уставки по шкале . . . . . ± 10

при плавном способе изменения уставок — относительно среднего значения на одной уставке при 5 измерениях . . . ±4

в) потребление мощности при неподтянутом якоре и токе 5 А при уставке 5 А — не более 30 В · А; потребление при подтянутом якоре и при других уставках должно сообщаться изготовителем по запросу потребителя.

3.7.28. Максимальный расцепитель тока с ограниченно зависимой выдержкой времени, встроенный в привод выключателя, должен иметь следующие характеристики:

а) отключающие токи, в зависимости от уставки, в диапазоне от 5 до 35 А, причем допускается наличие отдельных исполнений на меньшие диапазоны отключающих токов, с плавным, ступенчатым или комбинированным способом изменения уставок и с обеспечением возможности (при ступенчатом способе) получения не менее двух уставок внутри каждого диапазона:

б) отклонение тока срабатывания, %, не более:

при ступенчатом способе изменения уставок — относительно тока уставки по шкале . . . . . ±10

при плавном способе изменения уставок — относительно среднего значения на одной уставке при пяти измерениях . ±4

в) потребление мощности при неподтянутом якоре и токе 5 А на уставке 5 А — не более 40 В·А; потребление при подтянутом якоре и при других уставках сообщается изготовителем по запросу потребителя;

г) выдержку времени срабатывания (в независимой от тока части характеристик) — в диапазоне от 0 до 2 с или от 0 до 4 с (в зависимости от исполнения), с плавной регулировкой от 0,5 с до наибольшей уставки и с временем срабатывания при уставке на 0 с, не превышающим 0,2 с;

д) отклонение времени срабатывания (в независимой от тока части характеристики) относительно среднего значения на одной уставке при пяти измерениях — не более 0,2 с;

е) переход на независимую от тока часть характеристики — при кратности тока (относительно тока уставки) 3±0,5. Допускается по согласованию с заказчиком изготовление расцепителей с другими кратностями тока перехода на независимую часть характеристики;

ж) минимальный коэффициент возврата — не менее 0,6.

3.7.29. Конструкция приводов в части обеспечения подачи сигнала (аварийного) при отключении выключателя от защиты, возможности установки механических блок-замков для осуществления блокировки с приводами разъединителей (для пружинных приводов) и блокировки против повторения операции включения и отключения выключателя, когда команда на включение продолжает оставаться поданной после автоматического отключения выключателя, должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.3—75.

3.7.30. Выключатели должны иметь коммутирующие контакты для внешних вспомогательных цепей в количестве до 12, установленные на самом выключателе (приводе) или в непосредственной близости от него, в местах, доступных для осмотра и ремонта.

Количество коммутирующих контактов, в том числе количество замыкающих и размыкающих контактов для внешних цепей должно устанавливаться в стандартах на конкретные типы выключателей.

3.7.31. Выключатели (приводы) одного типоисполнения должны быть взаимозаменяемыми для одного и того же типа привода (выключателя), предназначенного для совместной работы с ним, при условии регулировки, предусмотренной эксплуатационной документацией.

3.8. Требования к надежности

3.8.1. Ресурс по механической стойкости выключателя до капитального ремонта (N) — не менее числа циклов, указанного в п. 3.4.10.

3.8.2. Средний срок службы выключателя до среднего ремонта — не менее 8 лет*.

3.8.3. Срок службы выключателя до списания — не менее 25 лет. Установленная безотказная наработка выключателей устанавливается в стандартах на выключатели конкретных типов.

3.8.1—3.8.3. **(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).**

4. КОМПЛЕКТНОСТЬ

4.1. В комплект выключателя должны входить:

- привод или (и) распределительный шкаф — в зависимости от типа выключателя;
- комплект ЗИП одиночный**;
- комплект ЗИП групповой** (на группу выключателей) — по требованию заказчика;
- комплект ЗИП ремонтный** — по требованию заказчика.

4.2. К комплекту выключателя должна прикладываться следующая документация:

- паспорт выключателя;
- паспорт сосуда, работающего под давлением (для газовых выключателей и для пневматических и пневмогидравлических приводов);

---

* Если до этого срока не исчерпаны ресурс по механической стойкости выключателя или нормированное допустимое число операций по коммутационной износостойкости.

** Если комплект ЗИП предусмотрен конструкторской документацией.

- техническое описание и инструкция по эксплуатации;
- ведомости ЗИП*.

Количество экземпляров этих документов на один выключатель или на партию выключателей устанавливается в стандартах на конкретные типы выключателей. По требованию потребителя к выключателю может прилагаться дополнительное количество экземпляров документации против установленного в стандартах на конкретные типы выключателей.

4.3. В комплект привода, выпускаемого отдельно от выключателя, должен входить:
- комплект ЗИП одиночный*;
- комплект ЗИП групповой* (на группу приводов) — по требованию заказчика;
- комплект ЗИП ремонтный* — по требованию заказчика.

4.4. К комплекту привода, выпускаемого отдельно от выключателя, должна прикладываться следующая документация:
- паспорт привода;
- паспорт сосуда, работающего под давлением (для пневматических и пневмогидравлических приводов);
- техническое описание и инструкция по эксплуатации;
- ведомости ЗИП*.

Количество экземпляров этих документов на один привод или на партию приводов устанавливается в стандартах на конкретные типы приводов. По требованию потребителя к приводу может прилагаться дополнительное количество экземпляров документации против установленного в стандартах на конкретные типы выключателей.

4.5. Состав комплектов ЗИП, указанных в пп. 4.1—4.4, а также количество выключателей (приводов) в группе, на обеспечение которой рассчитан групповой и ремонтный комплект ЗИП, устанавливаются стандартами на конкретные типы выключателей.

5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. Требования безопасности к конструкции выключателей должны соответствовать ГОСТ 12.2.007.3—75.

5.2. На наружных металлических частях выключателя (кроме арматуры изоляторов и контактных частей), находящихся во время работы выключателя под высоким напряжением, должны быть предостерегающие надписи или знаки, которые должны быть нанесены на кожухе, закрывающем группу деталей, или (при отсутствии кожуха) — на одной или нескольких деталях из группы металлически связанных между собой деталей.

Для выключателей на номинальные напряжения 35 кВ и выше, а также для выключателей на напряжения менее 35 кВ, предназначенных для установки на выкатной части КРУ, требования настоящего пункта не обязательны.

6. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ

6.1. Выключатели должны подвергаться предприятием-изготовителем приемосдаточным, периодическим и типовым испытаниям.

6.2. В зависимости от видов испытаний, проверяемых параметров и от конструкции выключателя объектами испытаний могут быть выключатель (все три полюса), полюс выключателя, элемент полюса, модуль, разрыв, отдельные сборочные единицы.

Для каждого вида испытаний в стандартах на конкретные виды выключателей указывается объект испытаний и количество экземпляров этого объекта. Образцы объектов для типовых и периодических испытаний должны быть отобраны из числа изделий, прошедших приемосдаточные испытания, или (для частей выключателя) проверку и приемку технического контроля.

Допускается отдельным видам испытаний подвергать разные экземпляры образцов (параллельные испытания).

Если объектом испытаний является часть выключателя (полюс, элемент полюса, модуль, разрыв), функционально связанная с другими такими же частями, то в программе и протоколе испыта-

---

* Если комплект ЗИП предусмотрен конструкторской документацией.

ний должны быть указаны меры, применяемые для воспроизведения (имитирования) влияния других частей на испытуемую, либо должно быть обосновано, что данное испытание одной части не облегчает условий испытания изделия.

6.3. Допускается в зависимости от конструктивных особенностей выключателя (а для приемосдаточных испытаний — также от объема производства):

- проводить испытания без установки отдельных сборочных единиц или деталей, функционально не влияющих на результаты испытаний;
- применять во время испытаний инвентарные сборочные единицы и детали, функционально не влияющие на результаты испытаний;
- имитировать отдельные сборочные единицы и детали соответствующими устройствами, функционально не влияющими на результаты испытаний;
- вводить отдельные уточнения условий проведения испытаний, функционально не влияющих на результаты испытаний.

Изложенные допущения должны указываться в стандартах на конкретные типы выключателей.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

6.4. До получения результатов первых периодических испытаний выпуск выключателей осуществляется на основании положительных результатов типовых и приемосдаточных испытаний. Первые периодические испытания этих выключателей должны проводиться после типовых испытаний в срок, указанный в стандартах на конкретные типы выключателей, но не превышающий установленный срок проведения периодических испытаний.

6.5. Приемосдаточные испытания

6.5.1. Выключатели должны предъявляться к приемке поштучно и подвергаться проверке сплошным контролем.

6.5.2. Испытания должны проводиться по программе, включающей следующие виды испытаний и проверок и указания о последовательности их проведения:

а) проверку на соответствие требованиям сборочного чертежа (п. 7.1);

б) проверку характеристик работы механизма выключателя и испытание на исправность его действия (пп. 7.2.1.1*а*, *б*);

в) испытание изоляции (п. 7.3.1), в том числе изоляции вспомогательных цепей напряжением промышленной частоты;

г) проверку электрического сопротивления главной цепи или его участков для выключателей с $I_{ном} \leq 6300$ А (п. 7.4.2);

д) проверку комплектности, консервации и упаковки на соответствие требованиям конструкторской документации.

6.6. Периодические испытания

6.6.1. Периодические испытания должны проводиться не реже одного раза в пять лет, за исключением испытаний по п. 6.6.2 *ж*, *з*, *и*, которые должны проводиться не реже одного раза в 10 лет.

6.6.2. Периодические испытания должны проводиться по программе, включающей указанные ниже виды испытаний и проверок и указания о последовательности их проведения:

а) проверку на соответствие требованиям сборочного чертежа (п. 7.1);

б) проверку характеристик работы механизма выключателя и испытание на исправность его действия (п. 7.2.1.1*а*, *б*);

в) испытание электрической прочности изоляции (п. 7.3);

г) испытание на нагрев (п. 7.4);

д) испытание на механическую износостойкость (п. 7.2.1.1*в*);

е) испытание на надежность по механическому ресурсу выключателей серийной продукции (п. 7.9);

ж) испытание на стойкость при сквозных токах короткого замыкания (п. 7.5);

з) испытание на коммутационную способность (п. 7.6);

и) испытание на стойкость к воздействию климатических факторов внешней среды (п. 7.7).

6.6.3. Если в процессе периодических испытаний получены неудовлетворительные результаты, то разрабатываются и внедряются мероприятия, исключающие их повторение.

После внедрения этих мероприятий должны проводиться повторые испытания по тем пунктам программы, по которым были получены неудовлетворительные результаты, а также те проведенные ранее испытания, на результаты которых могут повлиять внесенные изменения. Результаты повторных испытаний являются окончательными.

6.6.4. Если при наступлении срока проведения очередных периодических испытаний отсутствуют образцы выключателей какого-либо типа вследствие перерыва в их производстве, то испытания проводятся на образце (образцах) из первой партии, изготовленной после возобновления производства.

До завершения отдельных (длительных по времени) испытаний, предусмотренных программой периодических испытаний, основанием для выпуска выключателей является протокол предыдущих периодических испытаний.

6.7. Типовые испытания

6.7.1. Типовые испытания должны проводиться после освоения технологии производства выключателя (при запуске в серийное производство), а также в полном или сокращенном объеме при изменении конструкции, применяемых материалов или технологии производства, если эти изменения могут оказать влияние на характеристики или параметры выключателя.

6.7.2. Типовые испытания в полном объеме проводят по программе, включающей следующие виды испытаний и проверок:

а) проверку на соответствие требованиям сборочного чертежа (п. 7.1);

б) испытания на механическую работоспособность (п. 7.2);

в) испытание электрической прочности изоляции (п. 7.3);

г) испытание на нагрев (п. 7.4);

д) испытание на стойкость при сквозных токах короткого замыкания (п. 7.5);

е) испытания на коммутационную способность (п. 7.6);

ж) испытания на стойкость к воздействию климатических факторов внешней среды (п. 7.7);

и) испытание на надежность по механическому ресурсу (п. 7.8).

6.7.3. Необходимость проведения типовых испытаний и их объем при изменении конструкции, применяемых материалов или технологии производства, определяется изготовителем (разработчиком).

В зависимости от характера вносимого изменения испытаниям должны подвергаться те или иные объекты из числа указанных в п. 6.2, а также отдельные детали и образцы материалов.

Допускается распространять на данный тип выключателя положительные результаты типовых испытаний аналогичных конструкторских или технологических решений или материалов, проведенных на других изделиях.

6.7.4. Допускается засчитывать испытания, проведенные на опытном образце, в качестве типовых испытаний, если соблюдены следующие условия:

- опытный образец был изготовлен по технологии, предусмотренной для серийного производства;
- комиссией по приемке ОКР не были даны рекомендации по доработке конструкции, требующие проведения дополнительных испытаний.

Если эти условия не соблюдены и испытания опытного образца не могут быть зачтены полностью, то допускается при соответствующем техническом обосновании засчитывать отдельные виды испытаний, на результатах которых несоблюдение указанных условий не отражается.

6.8. Если периодическим или типовым испытаниям подвергнут выключатель, представляющий собой одно из типоисполнений серии выключателей с одним модулем или с несколькими последовательно соединенными модулями, то допускается другие типоисполнения выключателей этой серии испытывать не в полном объеме, распространив на них результаты испытаний первого типоисполнения. Техническое обоснование допустимости испытаний не в полном объеме должно быть приведено в протоколе испытаний.

6.9. Если периодическим или типовым испытаниям подвергнут выключатель, являющийся одним из типоисполнений серии выключателей, имеющих часть конструктивных элементов практически одинаковых, то другие выключатели этой серии могут не подвергаться отдельным видам указанных испытаний, с распространением на эти виды результатов испытаний, проведенных на первом выключателе.

Соответствующее техническое обоснование должно быть приведено в протоколе испытаний.

6.10. Если для управления данным выключателем предусмотрены разные типы приводов, то периодическим и типовым испытаниям в полном объеме он может подвергаться только с одним из них. Объем испытаний с другими типами приводов может быть сокращен и устанавливается изготовителем. Обоснование сокращения объема испытаний должно быть приведено в протоколе испытаний.

6.11. Допускается характеристики комплектующих изделий, указанные в их сопроводительной технической документации (например сопротивление обмоток электромагнитов, емкость шунтирующих конденсаторов, электрическую прочность изоляции вводов и т. п.), повторно не проверять, а заносить их в паспорт выключателя или в протокол испытаний по данным указанной технической документации.

6.12. Протоколы периодических и типовых испытаний должны предъявляться потребителю по его требованию.

7. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

7.1. Проверка на соответствие требованиям сборочного чертежа

7.1.1. Проверке подлежат:

а) состояние защитных покрытий, состояние поверхности наружных изоляционных частей, правильность маркировки и клейменения и прочие требования сборочного чертежа, которые могут быть проверены визуально — путем внешнего осмотра;

б) габаритные, установочные и присоединительные размеры* — измерением универсальным измерительным инструментом или шаблонами. Допускается проверку указанных размеров проводить на деталях и сборочных единицах до сборки выключателя;

в) масса выключателя* — взвешиванием на весах общего применения или с помощью пружинного динамометра. Допускается определять массу выключателя суммированием масс отдельных элементов и сборочных единиц.

7.2. Испытания на механическую работоспособность

7.2.1. *Общие положения*

7.2.1.1. В объем испытаний на механическую работоспособность входит:

а) проверка характеристик работы механизма выключателя на соответствие требованиям конструкторской документации (пп. 7.2.1.2 и 7.2.2);

б) испытание на исправность действия механизма выключателя (п. 7.2.3);

в) испытание на механическую износостойкость (п. 7.2.4);

г) испытание на оперирование при гололеде (п. 7.2.5);

д) испытание на оперирование при совместном действии тяжения проводов и ветровой нагрузки (п. 7.2.6);

е) испытание на стойкость к воздействию механических факторов внешней среды (п. 7.2.7).

7.2.1.2. К проверяемым характеристикам работы механизма выключателя (п. 7.2.1.1*а*) в зависимости от конструктивных особенностей выключателя относят: минимальные напряжения, давления, усилия (статические моменты) пружин при включении и отключении; время действия; скорости включения и отключения; ход контактов; контактные давления; электрическое сопротивление и ток потребления обмоток электромагнитов управления; расходы воздуха (газа) на операции и на утечки и др.

Перечень характеристик, проверяемых при приемосдаточных, периодических и типовых испытаниях данного выключателя, и соответствующая методика устанавливаются в стандартах на конкретные типы выключателей и в программах испытаний.

7.2.1.3. Для испытания на механическую работоспособность выключатель (или его часть — п. 6.2) должен быть установлен на своей, или на специальной (инвентарной) раме, или на другом достаточно жестком основании; при этом способ крепления, взаимное расположение и кинематическая связь выключателя (или его части) с приводом должны соответствовать монтажному чертежу и (или) инструкции изготовителя. Буферы, предназначенные для заполнения жидкостью, должны быть заполнены ею до установленного уровня. Масляные выключатели должны быть заполнены соответствующим маслом. Допускается проводить приемосдаточные испытания и отдельные виды периодических испытаний масляных выключателей без заполнения маслом, если исследованиями или испытаниями установлено, что это не облегчает условий испытаний.

7.2.1.4. Испытания на механическую работоспособность проводят при отсутствии тока в главной цепи выключателя.

---

* Только при периодических и типовых испытаниях.

7.2.2. *Проверка характеристик работы механизма выключателя*

7.2.2.1. Проверку электрического сопротивления обмоток электромагнитов управления проводят мостом постоянного тока, присоединяемого к выводам обмотки или ее секций.

7.2.2.2. Проверку тока потребления электромагнитов управления проводят осциллографированием тока, протекающего по обмотке электромагнита при выполнении операций В или О, при номинальном напряжении на зажимах цепи управления выключателя (привода) и — для воздушных (газовых) выключателей и (или) пневматических или пневмогидравлических приводов — при номинальном давлении воздуха (газа).

За величину тока потребления принимается его максимальное значение.

7.2.2.3. Определение минимального напряжения срабатывания включающих и отключающих устройств проводят путем проведения ряда последовательных операций О (или В) при снижении напряжения на зажимах электромагнита ступенями, начиная от нижнего предела напряжения до минимального значения, при котором еще обеспечивается выполнение соответствующей операции.

Для газовых выключателей и (или) пневматических или пневмогидравлических приводов определение минимального напряжения проводится при верхнем пределе начального давления.

7.2.2.4. Определение минимального давления срабатывания газового выключателя и (или) пневматического или пневмогидравлического привода проводят путем выполнения при номинальном напряжении на зажимах электромагнита ряда последовательных операций при снижении давления ступенями, начиная с нижнего предела начального давления до минимального значения, при котором еще обеспечивается выполнение соответствующей операции.

7.2.2.5. Определение минимального усилия пружин (или их статического момента), необходимого для срабатывания пружинного привода, проводят путем выполнения ряда последовательных операций включения (и отключения, если пружины предназначены и для этой операции) при уменьшении натяга (нажатия, статического момента) пружин ступенями, вплоть до минимального значения, при котором еще обеспечивается выполнение соответствующей операции.

7.2.2.6. Проверку скоростей движения контактов проводят при номинальном напряжении на зажимах электромагнита, номинальном давлении и нормированном усилии (моменте) пружин — в зависимости от типа привода, а также (при соответствующем указании в программе испытаний) — при нормированных нижних пределах указанных факторов.

7.2.2.7. Проверку времен действия, в том числе собственных времен отключения и включения, бесконтактной паузы, координации моментов размыкания и замыкания главных, дугогасительных и других контактов проводят, например осциллографом или электросекундомером.

Проверку времен действия проводят при номинальном напряжении на зажимах электромагнита, номинальном давлении и нормированном усилии (моменте) пружин — в зависимости от типа привода, а также (при соответствующем указании в программе испытаний) — при нормированных нижних пределах указанных факторов.

7.2.2.8. Проверку контактного давления (нажатия) размыкаемых контактов проводят либо косвенно — измерением усилий контактных пружин или определением силы вытягивания подвижного контакта, либо непосредственно по усилию оттягивания подвижной части контакта, измеренного динамометром в момент потери контакта. Последний способ является предпочтительным для пальцевых и ламельных контактов. Момент потери контакта при определении усилия оттягивания фиксируется, например контрольной лампой на напряжение до 12 В или при помощи тонкой (порядка 0,1 мм) полоски бумаги, заложенной между контактными поверхностями и освобождающейся в момент потери контакта.

7.2.2.9. Проверку расхода воздуха на операцию воздушного выключателя или пневматического привода проводят путем определения падения давления («сброса») в резервуаре выключателя (или привода) при выполнении соответствующей операции (О, В) или цикла О—ВО (а для пневматического привода, осуществляющего как включение, так и отключение, — также ОВ и ВО) при следующих условиях:

- при отсоединенном от питающей магистрали резервуаре;
- при номинальном напряжении на зажимах электромагнита;
- при номинальном начальном давлении в резервуаре (а при периодических и типовых испытаниях — также при нижнем и верхнем пределах).

Падение давления определяется по манометру, показание которого снимается через (30±5) с после выполнения операции (цикла).

Расход воздуха $V_в$, приведенный к нормальному атмосферному давлению, определяют по формуле

$$V_в = V_{рез} \cdot \frac{\Delta P}{P_н},$$

где $V_{рез}$ — суммарная емкость резервуаров (резервуара) и других полостей, постоянно с ними (с ним) связанных;

ΔP — падение давления («сброс»);

$P_н$ — нормальное атмосферное давление.

ΔP и $P_н$ должны иметь одинаковую размерность.

7.2.2.10. Проверку расхода воздуха в час на утечки проводят согласно нижеследующему:

- выключатель (привод) устанавливают в том положении (включенном или отключенном), при котором утечка имеет наибольшее значение (устанавливаемое при типовых испытаниях или предварительных исследованиях);

- резервуар выключателя (привода) заполняют сжатым воздухом до установившегося значения давления, равного номинальному начальному давлению с предельными отклонениями ±3 %, после чего резервуар отсоединяется от питающей магистрали и выдерживается под давлением в течение указанного в программе испытаний времени, необходимого для выравнивания температур сжатого и окружающего воздуха.

После этого резервуар выдерживают в течение времени, установленного в стандартах на конкретные типы выключателей, и расход воздуха вычисляют по разности показаний манометра (до и после выдержки) по формуле п. 7.2.2.9 и делят на время выдержки.

При приемосдаточных и периодических испытаниях допускается определять расходы на утечки отдельных составляющих частей выключателя с суммированием полученных значений.

При определении расхода воздуха на утечки отдельно для элементов системы воздухоснабжения (например встроенных в распределительный шкаф воздушного выключателя) с общей емкостью менее 10 — 15 л — рекомендуется применять подсоединенный к этой системе вспомогательный (инвентарный) резервуар, который может использоваться и для одновременного испытания нескольких одинаковых систем (распределительных шкафов).

Методику проверки расхода элегаза в элегазовых выключателях устанавливают в стандартах на конкретные типы этих выключателей.

7.2.2.11. Проверку конструкции привода выключателя на соответствие требованию п. 3.7.22 проводят после медленного доведения (например домкратом или рычагом) подвижных контактов выключателя из отключенного положения в положение, соответствующее моменту пробоя промежутка между сближающимися контактами и указанное в конструкторской документации.

В этом положении при подаче команды на отключение при наличии в конструкции привода механизма для разобщения подвижных частей выключателя с источником движущей силы (механизм «свободного расцепления») выключатель должен безотказно отключаться.

Такую же проверку проводят в промежуточном положении (примерно посредине) между указанным выше и полностью включенным положением.

7.2.3. *Испытание на исправность действия механизма выключателя*

7.2.3.1. Испытания проводят в объеме и при условиях, указанных в табл. 5.

Таблица 5

Количество и виды операций	Напряжение на зажимах включающих и отключающих устройств привода		Начальное давление для газовых выключателей	Начальное давление для пневматических и пневмогидравлических приводов	Усилие (статический момент) пружины (пружин) для пружинного привода
	зависимого (прямого) действия	независимого (косвенного) действия			
1. Пять операций В	Пониженный предел* для первой операции и нижний предел по п. 3.4.2.1*а* или *б* для остальных четырех операций	Нижний предел по п. 3.4.2.1*б***	Верхний предел по п. 3.4.4	Верхний предел по п. 3.4.2.2	Нормированное (п. 3.4.5)

Окончание табл. 5

Количество и виды операций	Напряжение на зажимах включающих и отключающих устройств привода		Начальное давление для газовых выключателей	Начальное давление для пневматических и пневмогидравлических приводов	Усилие (статический момент) пружины (пружин) для пружинного привода
	зависимого (прямого) действия	независимого (косвенного) действия			
2. Пять операций О	Нижний предел по п. 3.4.3	Нижний предел по п. 3.4.3	Верхний предел по п. 3.4.4	Верхний предел операции О (если привод производит и эту операцию) — см. примечание к п. 3.4.2.2	Нормированное для отключения (если привод производит и эту операцию) — см. п. 3.4.5
3. Пять операций О	Верхний предел по п. 3.4.3	Верхний предел по п. 3.4.3	Нижний предел для операции О по п. 3.4.4	То же, но нижний предел	То же
4. Пять операций В	Верхний предел по п. 3.4.2.1*а*	Верхний предел по п. 3.4.2.1*б*	То же, но для операции В	Пониженный предел	Пониженный предел или его эквивалентная имитация
5. Пять циклов ВО (см. п. 7.2.3.2)	Номинальное (см. табл. 1)	Номинальное (см. табл. 1)	Номинальное (см. табл. 1)	Номинальное (см. табл. 1)	Нормированное (п. 3.4.5)
6. Пять циклов О – $t_{бк}^{***}$ – В (для *выключателей,* предназначенных для АПВ)	Номинальное (см. табл. 1)	Номинальное (см. табл. 1)	Номинальное (см. табл. 1)	Номинальное (см. табл. 1)	Нормированное (п. 3.4.5)

* Под пониженным пределом понимается значение напряжения, давления и усилия (момента) пружин, уменьшенное против нижнего предела, указанного в пп. 3.4.2.1*а*, 3.4.2.2*а* или 3.4.5, устанавливаемое изготовителем (разработчиком) для включения выключателя при отсутствии тока в его главной цепи.

** Допускается испытывать при нижнем пределе по п. 3.4.3.

*** Допускается проведение испытания с бесконтактной паузой, получаемой при отсутствии преднамеренной выдержки времени между отключением и подачей команды на включение.

По окончании испытаний необходимо внешним осмотром убедиться в отсутствии механических повреждений.

7.2.3.2. При испытании по п. 5 табл. 5 циклы ВО выполняются без преднамеренной выдержки времени между В и О, для чего напряжение на зажимы вспомогательной цепи отключения подается через контакты главной цепи выключателя (дугогасительные контакты или контакты отделителя).

Если устройство выключателя (привода) обуславливает замыкание коммутирующих контактов вспомогательной цепи отключения ранее контактов главной цепи, то в одном из пяти циклов напряжение должно подаваться не через главные контакты, а непосредственно на зажимы цепи отключения, при этом должно быть проверено, что при подаче команды на включение эта операция либо вовсе не происходит, либо происходит с недоходом до полностью включенного положения не меньшим установленного конструкторской документацией, и с возвращением выключателя после этого в полностью отключенное положение.

Если указанные коммутирующие контакты замыкаются не ранее контактов главной цепи, то допускается во всех пяти циклах напряжение подавать не через контакты главной цепи, а непосредственно на зажимы цепи отключения.

При испытании по этому же пункту табл. 5 выключателей на номинальное напряжение до 35 кВ включительно проверяют хотя бы в одном из циклов действие блокировки против повторения операции включения и отключения выключателя, когда команда на включение продолжает оставаться поданной после автоматического отключения выключателя.

7.2.3.3. Допускается испытания по табл. 5 совмещать полностью или частично с испытаниями по проверке характеристик работы механизма выключателя (п. 7.2.2), если в процессе снятия характеристик установлено, что выключатель исправно работает в условиях, указанных в табл. 5.

7.2.3.4. Испытание масляных выключателей, не заливаемых при приемосдаточных испытаниях маслом, допускается проводить при напряжениях и давлениях (в пневматическом или пневмогидравлическом приводе) более низких, чем указано в табл. 5, если предварительными исследованиями установлена эквивалентность таких испытаний испытаниям заполненного маслом выключателя при напряжениях и давлениях, указанных в табл. 5.

7.2.3.5. Выключатели с приводом, имеющие встроенные минимальный расцепитель напряжения и (или) максимальные расцепители тока, должны дополнительно к испытаниям по табл. 5 испытываться на исправность действия при двух отключениях, произведенных с помощью каждого из расцепителей, с проверкой требований, указанных в пп. 3.7.26—3.7.28 при периодических и типовых испытаниях и указанных в пп. 3.7.26*б*, *в*, *д*, 3.7.27*б* и 3.7.28*б*, *г*, *д*, *е* — при приемосдаточных испытаниях.

7.2.4. Испытание на механическую износостойкость проводят в условиях, указанных в п. 7.2.1.3, путем выполнения без тока в главной цепи выключателя указанного в п. 3.4.10 числа циклов В—$t_п$—О с произвольными паузами между циклами, в том числе не менее 5 % общего числа циклов без преднамеренной выдержки времени между В и О — с подачей командного импульса на зажимы цепи отключения через контакты выключателя с учетом допущения по п. 7.2.3.2.

Указанное число циклов выполняется при номинальных значениях напряжения и (или) давления и (или) нормированном усилии (моменте) пружин — в зависимости от типа привода. Кроме того, должно быть выполнено не менее 25 циклов В—$t_п$—О при верхних пределах напряжения, давления и усилия (момента) пружин соответственно.

Если привод имеет встроенные расцепители, то с помощью каждого из них производится не менее 10 % всех операций отключения.

Между группами циклов выдерживаются интервалы, необходимые для охлаждения электрических и механических устройств привода.

В процессе испытания не допускается какая-либо регулировка или замена деталей. Допускается смазывание доступных без разборки выключателя трущихся частей, если необходимость смазывания и ее периодичность предусмотрена конструкторской документацией.

По окончании испытания определяют значения характеристик работы механизма выключателя, предусмотренных программой испытаний, после чего производится выборочная разборка и осмотр с целью обнаружения возможных механических повреждений.

Выключатель считается выдержавшим испытание на механическую износостойкость, если:

- в процессе испытания выключатель работал исправно;
- значения предусмотренных программой испытаний характеристик не вышли за пределы, установленные конструкторской документацией;
- при осмотре после испытания не обнаружено повреждений, могущих препятствовать дальнейшей исправной работе.

Если выключатель имеет контактные части, подвергающиеся серебрению с целью использования повышенных норм нагрева, то следует руководствоваться требованиями ГОСТ 8024—90.

7.2.5. Испытание на оперирование в условиях гололеда (п. 3.4.7) проводят в том случае, если выключатель имеет наружные открытые подвижные части (например рычаги, тяги) или размыкаемые контакты.

Для испытания в условиях гололеда на указанные подвижные части или контакты и на соседние с ними неподвижные части выключателя наращивают по возможности равномерную корку льда толщиной 20 мм как во включенном, так и в отключенном положении. Лед наращивают обрызгиванием водой при температуре окружающего воздуха не выше минус 7 °С и не ниже минус 20 °С с выдержкой после замораживания не менее 3 ч.

После выдержки производят операцию отключения или, соответственно, включения при нижних пределах напряжения, давления и усилия (момента) пружин — в соответствии с типом привода. После этого проводят проверку на исправность действия путем 5 включений и отключений при номинальных значениях напряжения, давления и (или) нормированном усилии (моменте) пружин.

7.2.6. Испытание на оперирование при совместном действии тяжения проводов и ветровой нагрузки (пп. 3.4.7 и 3.4.8) проводится согласно нижеследующему:

а) к одному из выводов полюса или элемента полюса (к верхнему, если выводы расположены на разных уровнях) прикладывается горизонтальная, в плоскости, перпендикулярной продольной оси выключателя (с допускаемыми отклонениями ±5°), нагрузка, равная нормированному значению допускаемого тяжения проводов. Приложение нагрузки может быть осуществлено, например с помощью троса, перекинутого через блок с соответствующим грузом на вертикальной части;

б) в зависимости от конструктивных особенностей выключателя и парусности отдельных его частей, к выключателю в одной или нескольких точках по высоте прикладывают горизонтальную нагрузку (нагрузки) в направлении наибольшей парусности, рассчитанная исходя из скорости ветра 40 м/с. Значение нагрузки, ее направление и точка (точки) приложения должны указываться в стандартах на конкретные типы выключателей;

в) проводится проверка исправности действия путем 5 включений и отключений при нормированных верхних и нижних пределах напряжения, давления и усилия (момента) пружин — в зависимости от типа привода.

7.2.7. Испытание выключателя на стойкость к воздействию механических факторов внешней среды (п. 3.4.9) проводится по ГОСТ 17516—72.

Допускается при соответствующем указании в стандарте на конкретный тип выключателя указанные испытания не проводить, а производить оценку пригодности выключателя к эксплуатации в распределительном устройстве машинного зала на основании положительных результатов эксплуатации аналогичных по конструкции выключателей других типов (другого типа), при этом должны быть зафиксированы параметры вибрации.

7.3. Испытание электрической прочности изоляции

7.3.1. Испытание электрической прочности изоляции выключателей на $U_{ном} \leq 500$ кВ проводят по ГОСТ 1516.1—76 и ГОСТ 1516.2—97, а выключателей на $U_{ном} = 750$ кВ — по ГОСТ 20690—75 и ГОСТ 1516.2—97.

Методы испытаний электрической прочности вакуумных выключателей устанавливают в технических условиях или стандартах на выключатели конкретных типов.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

7.3.2. Методы дополнительных испытаний электрической прочности изоляции выключателя категории размещения 2 на соответствие требованиям, определяемым конденсацией влаги (выпадением росы), устанавливают в стандартах на конкретные типы этих выключателей.

7.3.3. Проверку длины пути утечки внешней изоляции выключателей категории размещения 1 проводят по ГОСТ 9920—89.

7.3.4. Испытание междувитковой изоляции обмоток (п. 3.2.4) проводят напряжением переменного тока частоты 50 Гц или повышенной частоты, приложенным между выводами обмотки и получаемым либо от постороннего источника, либо путем индуктирования в обмотке с таким расчетом, чтобы ток в обмотке не превышал нормированного значения. Форма кривой испытательного напряжения не нормируется, его амплитуда должна соответствовать указанным в п. 3.2.4 значениям, умноженным на $\sqrt{2}$.

Испытательное напряжение выдерживают в течение 1 мин.

После этого испытания междувитковая изоляция не должна иметь повреждений, что определяется по отсутствию витковых замыканий (например по току небаланса в дифференциальной схеме испытания).

7.4. Испытание на нагрев

7.4.1. Испытание на нагрев главной цепи выключателя в продолжительном режиме проводят по ГОСТ 8024—90.

Выключатели с токоведущими системами всех трех полюсов, расположенными в общем кожухе, испытывают в трехфазной схеме, или (если взаимным магнитным влиянием полюсов можно пренебречь) — в однофазной схеме с последовательным соединением полюсов.

Выключатели с раздельными полюсами, в зависимости от конструктивных особенностей выключателей, наличия взаимного магнитного и (или) теплового влияния полюсов, выявленного в процессе предварительных исследований или типовых испытаний, испытывают:

- в однофазной схеме с «обратной» шиной, проходящей по оси соседнего полюса (или ближе), или с пропусканием тока последовательно через два или три полюса;
- в трехфазной схеме с допустимостью в конкретных случаях замены одного или двух полюсов шинами — при наличии значительного взаимного влияния полюсов.

Объект испытания (полюс, элемент полюса, модуль или часть полюса, содержащая токоведущую систему) и способ его испытания устанавливают в стандартах на конкретные типы выключателей.

Результаты испытаний, проведенных на одном из типоисполнений серии выключателей, допускается распространять на другие типоисполнения этой серии, если значение номинального тока и сечение токоведущих частей остаются неизменными, а условия охлаждения последних не ухудшены.

7.4.2. Проверку электрического сопротивления главной цепи полюса или его участков на соответствие требованиям конструкторской документации проводят по ГОСТ 8024—90.

7.4.3. Испытание на нагрев обмоток электромагнитов, коммутирующих контактов, зажимов и других элементов вспомогательных цепей, предназначенных для продолжительного режима, проводят по ГОСТ 8024—90.

7.4.4. Испытание на нагрев обмоток и других элементов вспомогательных цепей, предназначенных для кратковременного режима, проводят по ГОСТ 8024—90 в условиях, указанных в п. 3.3.2.

7.5. Испытание на стойкость при сквозных токах короткого замыкания

7.5.1. Испытуемый образец (п. 6.2) устанавливают в соответствии с п. 7.2.1.3. Конфигурацию токопроводящего контура, число шин и расположение ближайших мест их крепления устанавливают, при необходимости, в конструкторской документации.

7.5.2. Испытание выключателей (полюсов, элементов полюсов) на номинальные напряжения 110 кВ и выше допускается проводить на пониженной опорной (подвесной) изоляции.

7.5.3. Громоздкие выключатели (их полюсы или элементы полюсов) допускается испытывать по частям, если установлено, что условия термических и механических воздействий при этом не облегчаются.

Допускается также, при необходимости, испытанию по п. 7.5.8*б* подвергать собранный выключатель (полюс, элемент полюса), а испытание по п. 7.5.8*а* проводить по частям.

7.5.4. Перед испытанием проводят проверку исправности действия механизма выключателя путем выполнения 5 циклов «включение—произвольная пауза—отключение» при нормированных нижних пределах напряжения, давления или усилия (момента) пружин согласно пп. 3.4.3, 3.4.2 и 3.4.5, а для газовых выключателей: при нормированном нижнем пределе начального давления (п. 3.4.4) — для выключателей, не предназначенных для АПВ, или при том давлении, которое устанавливается в резервуаре выключателя после одного цикла О—$t_{бт}$—В, выполненного при нормированном нижнем пределе начального давления — для выключателей, предназначенных для АПВ.

При этом определяется скорость движения контактов при отключении или собственное время отключения выключателя.

В случае испытания по частям (п. 7.5.3) перед испытанием определяется усилие (статический момент), требуемое для размыкания контактов.

7.5.5. Испытание проводят в однофазной или трехфазной схеме.

При однофазной схеме испытанию могут подвергаться два соседних полюса (элемента полюса) или один полюс (элемент полюса) с обратной шиной, параллельной испытуемомоу полюсу (элементу) и проходящей на расстоянии, равном или меньшем (при согласии изготовителя) нормированного междуполюсного расстояния.

Для выключателей на номинальные напряжения 110 кВ и выше испытание двух соседних полюсов или применение обратной шины не обязательно.

7.5.6. Испытание проводится путем пропускания через включенный выключатель (полюс, элемент полюса) при любом подходящем для опыта напряжении частоты (50^{+5}_{-10}) Гц со следующими параметрами:

- наибольший пик — в пределах (1,0—1,1) $i_д$ (п. 3.5.1*а*);
- начальное действующее значение периодической составляющей* в пределах (1,0—1,15) $I_{н,т}$ (п. 3.5.1*б*);
- среднеквадратическое значение тока за время его протекания — в пределах (1,0—1,15) $I_т$ (п. 3.5.1*в*).

---

* Числовое значение определяют по осциллограмме в соответствии с п. 3.5.1*б*. Допускается вместо отрезка, относящегося к моменту времени 0,01 с после начала короткого замыкания, использовать отрезок, заключенный между вершиной второй полуволны и касательной к первой и третьей полуволнам.

Время протекания тока должно быть таким, чтобы произведение квадрата среднеквадратичного значения тока на время его протекания было в пределах (1,0—1,1) $I_T^2 \; t_{к,з}$ (п. 3.5.1*г*).

В зависимости от характеристик испытательной установки допускается:

а) в случае большого затухания периодической составляющей проводить испытание при меньшем среднеквадратичном значении тока с соответствующим увеличением времени его протекания (но не более чем до 2 $t_{к,з}$);

б) проводить испытание при увеличенном начальном действующем значении периодической составляющей тока, если это необходимо для получения требуемого наибольшего пика, с соответствующим уменьшением времени протекания тока.

7.5.7. При испытании в трехфазной схеме указанные в п. 7.5.6 требования к параметрам тока должны быть выдержаны хотя бы в одном из крайних полюсов выключателя. В двух других полюсах параметры тока не должны превышать верхних пределов, указанных в п. 7.5.6. При этом разница между значениями периодических составляющих токов в отдельных полюсах и их среднеарифметическим значением не должна превышать 10 %.

7.5.8. Если испытательная установка не позволяет получить параметры тока, указанные в п. 7.5.6, то допускается испытания по указанному пункту заменять следующими двумя испытаниями:

а) путем пропускания тока с наибольшим пиком и начальным действующим значением периодической составляющей согласно пп. 7.5.6 и 7.5.7 в течение 3—10 полупериодов промышленной частоты;

б) путем пропускания тока, среднеквадратическое значение которого и время протекания соответствуют п. 7.5.6, а наибольший пик и начальное действующее значение периодической составляющей — наибольшие, которые могут быть получены в испытательной установке в этом режиме.

7.5.9. После испытания по п. 7.5.6 или по п. 7.5.8 выключатель должен быть способен отключиться при условиях, указанных в п. 7.5.4.

В процессе отключения определяются скорость движения контактов или собственное время отключения выключателя для сопоставления со значениями этих характеристик перед испытанием (п. 7.5.4). Затем проводят разборку выключателя в необходимом объеме и внешний осмотр с целью обнаружения возможных повреждений.

Выключатель считают выдержавшим испытание, если:

а) скорости движения контактов или собственное время выключателя не подвергались изменениям, превышающим допустимые, указанные в программе испытаний;

б) при внешнем осмотре не обнаружено повреждений, могущих препятствовать исправной работе выключателя.

В случае испытания по частям (п. 7.5.3) выключатель считается выдержавшим испытание, если соблюдается требование подпункта *б* и если усилие (статический момент), требуемое для размыкания контактов, увеличилось по сравнению с усилием (статическим моментом), измеренным перед испытанием не больше, чем это предусмотрено программой испытаний.

7.5.10. Испытание обмоток и других элементов цепей максимальных расцепителей тока, встроенных в привод, проводят путем пропускания через них соответствующего тока в течение времени, указанного в п. 3.5.3. Испытание максимальных расцепителей тока проводится с предварительным подогревом их до начальной температуры, соответствующей нагреву при продолжительном режиме.

Допускается проводить испытание максимального расцепителя тока на соответствие п. 3.5.3 без предварительного подогрева, но токами, повышенными на 20 %, при тех же временах. После испытания токоведущие части и изоляции обмоток не должны иметь повреждений (например подтеков, обугливания, запаха горелой изоляции, приваривания или оплавления контактов и пр.).

7.6. Испытание на коммутационную способность

7.6.1. *Испытательная цепь*

7.6.1.1. Испытания выключателя на коммутационную способность — прямые или синтетические — проводят в трехфазных или однофазных испытательных цепях испытательных стендов или (только прямые испытания) в электрических системах.

Испытания вакуумных выключателей на коммутационную способность проводят по методам, установленным в технических условиях или стандартах на выключатели конкретных типов.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

7.6.1.2. Коэффициент мощности испытательной цепи не должен превышать 0,15. Коэффициент мощности каждой фазы определяют одним из способов, указанных в приложении 4.

Для стендов, в которых используются колебательные контуры, полное сопротивление испытательной цепи определяют без учета емкостного сопротивления.

Для многофазной цепи коэффициент мощности принимается равным среднеарифметическому значению коэффициентов мощности всех фаз, которые не должны отличаться более чем на 25 % от среднего значения.

7.6.1.3. Частота тока испытательной цепи должна быть (50±5) Гц.

7.6.1.4. В отношении числа фаз и условий заземления применяют следующие схемы испытательных цепей (кроме синтетических испытаний):

а) для трехполюсных испытаний — трехфазную схему, в которой:

- для выключателей с $U_{ном} \leq 35$ кВ ($K_{п, г} = 1{,}5$) заземляется наглухо нейтральная точка короткозамкнутой цепи за выключателем (точка $O_{кз}$), а нейтральная точка цепи питания (точка $O_{ц, п}$) либо вовсе не заземляется, либо заземляется через резистор с сопротивлением $R \geq 10^2 U_{н, р}$ (R в омах, $U_{нр}$ в киловольтах) или, если это необходимо по условиям эксплуатации оборудования испытательного стенда, — точка $O_{цп}$ заземляется наглухо, а точка $O_{к, з}$ не заземляется;

- для выключателей с $U_{ном} \geq 110$ кВ ($K_{п, г} = 1{,}3$) заземляются обе нейтральные точки, причем одна из них наглухо, а другая — через полное сопротивление, подобранное так, чтобы получить $K_{п, г} = 1{,}3$;

б) для двухполюсных испытаний (выключателей с $U_{ном} \leq 35$ кВ) — однофазную схему* с глухим заземлением одного из крайних выводов последовательно соединенных полюсов или (при использовании неполной звезды) точки $O_{ц, п}$; при испытании непосредственно от генератора и его соединения в треугольник допускается заземление не делать;

в) для однополюсных испытаний — однофазную схему с глухим заземлением одного из выводов полюса или (при использовании неполной звезды) точки $O_{ц, п}$ или (для удобства проведения испытаний, с согласия заказчика) — с глухим заземлением промежуточного вывода источника питания, с соотношением напряжения 1 : 2 между его частями;

г) для однополюсных испытаний в условиях рассогласования фаз — схему с двумя источниками питания, подающими с каждой стороны полюса половину требуемого напряжения с относительным сдвигом фаз 180 электрических градусов, с глухим заземлением места соединения между собой выводов этих источников; если испытательный стенд не может обеспечить такую испытательную схему, то допускается использование двух фаз одного источника (неполная звезда), различающихся по фазе на 120 эл. градусов вместо 180, с глухим заземлением точки $O_{ц, п}$ или (с согласия изготовителя) — использование схемы с глухим заземлением одного из выводов полюса (подпункт *в*).

Примечание. В схемах для испытания выключателей с $U_{ном} < 35$ кВ с питанием непосредственно от генератора допускается вместо указанных выше глухих заземлений применять заземления через активное или емкостное сопротивление или через параллельное соединение таких сопротивлений.

7.6.2. *Испытуемый выключатель*

7.6.2.1. Выключатель должен соответствовать конструкторской документации, представляемой изготовителем перед испытаниями (сборочный чертеж, монтажный чертеж, чертежи основных сборочных единиц, паспорт, инструкция по эксплуатации).

7.6.2.2. В зависимости от конструктивных особенностей выключателя (пп. 1.1.3—1.1.5) и возможностей испытательного стенда испытаниям на коммутационную способность подвергается весь выключатель, его полюс или элемент полюса (см. п. 6.2), а при необходимости и при выполнении условий п. 7.6.8 — части полюса (модуль, отдельные разрывы или группы разрывов дугогасительного устройства).

7.6.2.3. Для испытания выключатель (или его часть согласно п. 7.6.2.2) укрепляется на собственной раме или на другом, достаточно жестком основании. Рама выключателя и (или) другие части, подлежащие заземлению, должны быть надежно заземлены.

7.6.2.4. Перед испытаниями должна быть проверена исправность действия механизма выключателя, а также соответствие основных характеристик работы механизма, влияющих на коммутационную способность, характеристикам, перечень которых приведен в программе испытаний.

---

* Здесь и в дальнейшем под однофазной схемой понимают схему с однофазным током, в том числе с использованием (в зависимости от способа соединения фаз источника питания) неполной звезды или двух вершин треугольника.

7.6.2.5. Во время испытаний не должно наблюдаться внешних признаков тяжелой работы выключателя; так, например из выключателя не должно выбрасываться пламя за пределы, указанные изготовителем для каждого типа выключателя. Для масляных выключателей выбрасывание пламени не допускается.

7.6.2.6. После выполнения любого из режимов испытаний 1—11 табл. 7, в том числе любого коммутационного цикла режима 4, или режима табл. 8, или после выполнения нормированного по п. 3.6.8 числа операций состояние выключателя должно соответствовать следующим требованиям:

- операции включения и отключения выключателя при отсутствии тока в его главной цепи должны происходить исправно;
- выключатель должен быть способен включать и отключать нагрузочные токи, вплоть до тока, равного номинальному, при наибольшем рабочем напряжении, хотя коммутационная способность его при токах короткого замыкания может быть существенно сниженной;
- состояние главных контактов (обгар, оплавление поверхности, контактное давление, свобода передвижения) должно обеспечивать возможность пропускания через них тока, равного номинальному, длительно (после выполнения любого из режимов 1—11) или в течение нескольких часов (после выполнения нормированного по п. 3.6.8 числа операций), без обязательного соблюдения норм нагрева, но при отсутствии дальнейшего повреждения токоведущих и изоляционных частей.

Для восстановления выключателя до первоначального состояния (в отношении нормированных характеристик коммутационной способности, изоляции, нагрева и других) может потребоваться: частичная разборка выключателя; осмотр дугогасительного устройства и изоляционных частей и ремонт, включающий, при необходимости, исправление или замену дугогасительных контактов или других сменных частей дугогасительного устройства, доливку масла до нормального уровня, его фильтрование или замену, очистку изоляционных частей от продуктов разложения дугогасящей среды и частиц металла контактов, замену поглотителя фильтра элегазовых выключателей.

7.6.3. *Токи отключения и включения*

7.6.3.1. Токи отключения и включения при трехполюсных испытаниях определяются:

а) ток отключения:

- при отключении симметричного тока ($\beta \leq 20\ \%$) — среднеарифметическим действующих значений периодических составляющих токов в трех полюсах;
- при отключении асимметричного тока — значением β в том из полюсов, в котором оно окажется наибольшим, и действующим значением периодической составляющей этого тока в том же полюсе;

б) ток включения — среднеарифметическим начальных действующих значений периодических составляющих токов в трех полюсах, а также значением пика в том из полюсов, в котором оно окажется наибольшим.

7.6.3.2. Действующее значение периодической составляющей тока отключения и начальное действующее значение периодической составляющей тока включения в любом полюсе не должны отличаться от соответствующих среднеарифметических значений более чем на 10 %.

7.6.3.3. Измерение отключаемого тока как при трехполюсных, так и однополюсных испытаниях проводится по кривой тока, на которой определяют величину отрезка, параллельного оси ординат, ограниченного огибающими кривой тока и проведенного в месте, соответствующем моменту прекращения соприкосновения (размыкания) дугогасительных контактов (см. черт. 1). Числовое значение периодической составляющей отключаемого тока равно длине этого отрезка (в масштабе тока), деленной на $2\sqrt{2}$. Числовое значение апериодической составляющей отключаемого тока равно части этого отрезка (в масштабе тока), лежащей между его серединой и осью абсцисс (нулевой линией).

7.6.3.4. Если характеристики выключателя таковы, что ток короткого замыкания существенно снижается, например под влиянием напряжения на дуге, или если не представляется возможным провести огибающую кривой тока, то за ток отключения принимается значение тока в момент, соответствующий моменту размыкания контактов, полученное либо из опыта короткого замыкания, либо расчетным путем, например с исключением влияния напряжения на дуге.

7.6.3.5. Измерение начального действующего значения периодической составляющей тока включения в отдельных полюсах проводится по кривой тока включения, на которой определяют величину отрезка, параллельно оси ординат, ограниченного огибающими кривой тока и проведенного на

расстоянии от начала координат (начала короткого замыкания), соответствующем 0,01 с (*D D'* — см. черт. 1). Числовое значение периодической составляющей тока включения равно длине этого отрезка (в масштабе тока), деленной на на $2\sqrt{2}$.

Допускается вместо отрезка *D D'* использовать отрезок, параллельный оси ординат, заключенный между вершиной второй полуволны и прямой, касательной к первой и третьей полуволнам.

7.6.4. *Виды испытаний, возвращающееся напряжение и напряжение перед включением*

7.6.4.1. Испытание на коммутационную способность выключателей, в зависимости от их конструктивных особенностей и возможностей испытательного стенда, в отношении количества испытуемых полюсов должно проводиться согласно табл. 6.

7.6.4.2. Выбор видов испытаний по табл. 6 проводят с учетом следующего:

а) в состав испытаний выключателей группы А входят испытания видов $А_1$, $А_2$, $А_3$, $А_4$, $А_5$.

Если предварительными исследованиями было установлено, что какой-либо из видов двухполюсных испытаний ($А_2$ или $А_3$) является более неблагоприятным для работы выключателя, либо, если установлено, что оба эти вида являются идентичными, то допускается проводить только один из этих видов испытаний, а именно в первом случае — более неблагоприятный, в во втором — любой. Такое же допущение относится к испытаниям видов $А_4$ и $А_5$;

б) в состав испытаний выключателей группы Б входят сочетание испытаний $Б_1$—$Б_2$, а для выключателей на $U_{ном} \geq 110$ кВ, кроме того, испытания видов $Б_4$ и $Б_5$.

Если сочетанию испытаний $Б_1$—$Б_2$ подвергают выключатель, у которого полюсы функционально не связаны (п. 1.1.4), то испытание $Б_2$ проводится на любом полюсе; если полюсы механически связаны, то испытание $Б_2$ проводят на полюсе, наиболее удаленном от привода (общего дутьевого клапана).

Выключатели, у которого полосы функционально не связаны, могут подвергаться вместо сочетания испытаний $Б_1$—$Б_2$ утяжеленным (по сравнению с эксплуатационными условиями) испытаниям $Б_3$. Проведение этого вида испытаний допустимо также для выключателей, у которых полюсы функционально связаны, если установлено, что для данного выключателя испытание $Б_3$ не является более легким, чем сочетание испытаний $Б_1$—$Б_2$;

в) выключатели, предназначенные для работы только в сетях с изолированной нейтралью, испытаниям $А_4$, $А_5$, $Б_2$ не подвергаются.

7.6.4.3. Для различных видов испытаний, указанных в табл. 6, нормируются следующие значения возвращающегося напряжения ($U_{в, н}$):

Таблица 6

Условное обозначение вида испытаний	Вид испытания
	Группа А. Выключатели с дугогасительными контактами всех полюсов, находящимися в общем кожухе
$А_1$	Трехполюсное
$А_2$	Двухполюсное (крайний и средний полюсы)
$А_3$	Двухполюсное (крайние полюсы)
$А_4$	Однополюсное (средний полюс)
$А_5$	Однополюсное (крайний полюс)
	Группа Б. Выключатели с дугогасительными контактами полюсов, находящимися не в общем кожухе
$Б_1$	Трехполюсное (в сочетании с $Б_2$)
$Б_2$	Однополюсное (в сочетании с $Б_1$)
$Б_3$	Однополюсное (для замены сочетания $Б_1$—$Б_2$)
$Б_4$	Однополюсное (для испытаний на отключение неудаленных коротких замыканий)
$Б_5$	Однополюсное (для испытаний на отключение в условиях рассогласования фаз)

а) для испытаний видов $А_1$ и $Б_1$ — среднеарифметическое значение полюсных возвращающихся напряжений

$$U_{в, ср} = \frac{U_{н, р}}{\sqrt{3}};$$

б) для испытаний видов $А_2$ и $А_3$ — междуполюсное возвращающееся напряжение $U_{в,м} = U_{н,р}$;
в) для испытаний видов $А_4$, $А_5$ и $Б_2$ — полюсное возвращающееся напряжение

$$U_{в,п} = \frac{U_{н,р}}{\sqrt{3}};$$

г) для испытания вида $Б_3$ — полюсное возвращающееся напряжение

$$U_{в,п} = K_{п,г} \frac{U_{н,р}}{\sqrt{3}},$$

где $K_{п,г}$ — коэффициент первого гасящего дугу полюса согласно табл. 3;
д) для испытания вида $Б_4$ — полюсное возвращающееся напряжение (со стороны источника)

$$U_{в,п} = \frac{U_{н,р}}{\sqrt{3}};$$

е) для испытания вида $Б_5$ — полюсное возвращающееся напряжение: для выключателей на номинальные напряжения 110—330 кВ

$$U_{в,п} = \frac{2\,U_{н,р}}{\sqrt{3}};$$

для выключателей на номинальные напряжения 500 и 750 кВ

$$U_{в,п} = \frac{2{,}3\,U_{н,р}}{\sqrt{3}}.$$

Фактически полученное при испытании (и определенное согласно п. 7.6.4.4) значение возвращающегося напряжения, в том числе среднеарифметическое значение $U_{в,ср}$ по подпункту *а*, должно быть не менее 95 % нормированного значения и не должно превышать его более чем на 10 %, если на большее превышение не получено согласие разработчика (изготовителя).

Значения отдельных полюсных возвращающихся напряжений по подпункту *а* не должны отличаться от среднеарифметического значения более чем на 10 %.

7.6.4.4. Значение возвращающегося напряжения при испытании определяют по кривой восстанавливающегося напряжения для момента времени, соответствующего 0,015 с момента погасания дуги (при трехполюсных испытаниях — во всех полюсах). При пользовании осциллограммой определяют величину отрезка, перпендикулярного оси времени, ограниченного огибающими кривой напряжения и проведенного на расстоянии, соответствующем указанному выше моменту времени. Числовое значение возвращающегося напряжения равно длине этого отрезка (в масштабе напряжения), деленной на $2\sqrt{2}$. Допускается вместо указанного отрезка использовать отрезок, заключенный между вершиной второй полной полуволны после погасания дуги (при трехполюсных испытаниях — во всех полюсах) и прямой, касательной к предыдущей и последующей полуволнам.

При трехполюсных испытаниях в трехфазной схеме допускается определять возвращающееся напряжение либо междуполюсное, либо полюсное (в первом случае — с делением результата на $\sqrt{3}$). При этом допускается определять $U_{в,ср}$ (п. 7.6.4.3*а*) как среднеарифметическое значение междуполюсных возвращающихся напряжений, деленное на $\sqrt{3}$.

7.6.4.5. При испытаниях выключателей, у которых выброс из дугогасительного устройства ионизированных газов может привести к перекрытию, длительность воздействия напряжения, приложенного к испытуемому выключателю после окончательного погасания дуги (непосредственно или через токоограничивающее сопротивление, вводимое не ранее чем через 1 полупериод, после погасания дуги); должна быть не менее 5 периодов промышленной частоты.

7.6.4.6. При испытаниях вида $Б_3$ допускается снижение возвращающегося напряжения через 0,02 с после погасания дуги до величины $U_{н,р}/\sqrt{3}$.

7.6.4.7. Напряжение перед включением в операциях В и ВО для различных видов испытаний, указанных в табл. 6, должно быть:

а) для испытаний видов $А_1$ и $Б_1$ — среднеарифметическое значение междуполюсных напряжений $U_{вк,ср} = U_{н,р}$, при этом разница между каждым из междуполюсных напряжений и $U_{вк,ср}$ не должна превышать 5 %;

б) для испытаний видов $А_2$ и $А_3$ — междуполюсное напряжение $U_{вк,л} = U_{н,р}$;

в) для испытаний видов $А_4$, $А_5$ и $Б_2$, а также $Б_3$ для выключателей с общим приводом на 3 полюса — полюсное напряжение $U_{вк,п} = \frac{U_{н,р}}{\sqrt{3}}$;

г) для испытания вида $Б_3$ выключателей с функционально независимыми полюсами — полюсное напряжение $U_{вк,п} = K_2 \frac{U_{н,р}}{\sqrt{3}}$;

где коэффициент K_2 должен быть равен:

$\sqrt{3}$ — для выключателей на $U_{ном} \le 35$ кВ;

1,3 — для выключателей на $U_{ном} \ge 110$ кВ.

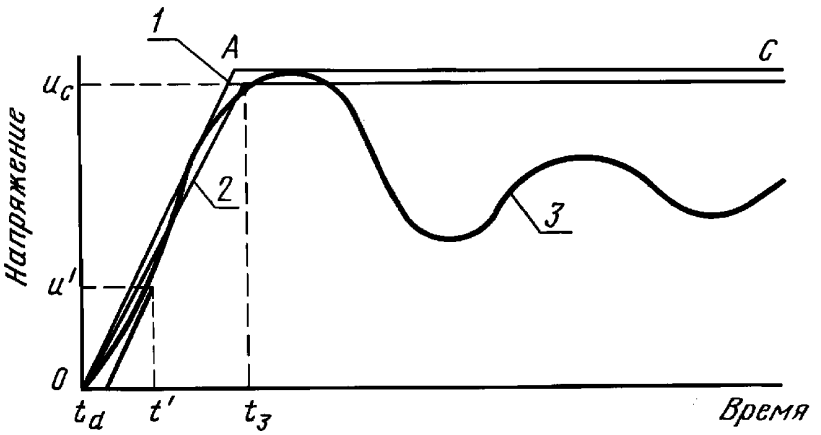
Фактически полученное при испытаниях значение напряжения перед включением должно быть не менее соответствующего указанного выше значения и не должно превышать его более чем на 10 %, если на большее превышение не получено согласие разработчика (изготовителя).

7.6.5. *Кривые ПВН и их формирование при испытаниях*

7.6.5.1. Схема испытательной цепи и электрические данные ее элементов для испытания с ПВН, определяемым двумя параметрами, должны обеспечивать получение кривой собственного ПВН (снятой или рассчитанной в соответствии с п. 7.6.5.6), удовлетворяющей следующим требованиям (см. черт. 3 и 5);

а) ее огибающая (способ построения согласно черт. 5) не должна быть ниже нормированной условной граничной линии ПВН;

Построение огибающей ПВН, определяемого двумя параметрами



1 — огибающая ПВН; *2* — условная граничная линия ПВН; *3* — собственное ПВН

Черт. 5

б) ее начальная часть не должна пересекать линию запаздывания.

Если при прямых испытаниях выключателей на $U_{ном} \le 35$ кВ в режиме 2 (табл. 7) не представляется возможным получить нормированные малые времена $t_{з,30}$, то испытания следует проводить при возможно малых временах, указав их фактическое значение в протоколе испытаний.

Таблица 7

Номер режима	Операция или группа операций	Токи отключения и включения		Число опытов, не менее	Пункты, в которых даны методические и прочие указания по данному режиму
		нормированное значение	предельные отклонения, %		
1	Отключение	$I_{о,н} = 0{,}1I_{о,ном}$	±20	6	7.6.5.1; 7.6.6.19÷7.6.6.22; 7.6.6.25
2	То же	$I_{о,н} = 0{,}3I_{о,ном}$	±20	6	7.6.5.1; 7.6.5.2; 7.6.6.19÷7.6.6.22; 7.6.6.25
3	»	$I_{о,н} = 0{,}6I_{о,ном}$	±10	6	7.6.6.19÷7.6.6.22; 7.6.6.25
4	Выполнение нормированных коммутационных циклов (п. 3.6.1.5):	$I_{о,н} = I_{о,ном}$ $I_в = I_{в,н}$ $i_в = i_{в,н}$	* +10 То же		7.6.6.3÷7.6.6.7; 7.6.6.11, 7.6.6.15; 7.6.6.19÷7.6.6.22
	цикл 1			1	
	цикл 1*а*			1	
	цикл 2			1	
5	Отключение	$I_{о,н} = I_{о,ном}$	*	3	7.6.6.8÷7.6.6.10; 7.6.6.19, 7.6.6.20; 7.6.6.22
		при $\beta = \beta_н$	*		
6	То же	$I_{о,н} = I_{о,ном}$	*	См. п. 7.6.6.11	7.6.6.11; 7.6.6.12; 7.6.6.19÷7.6.6.22
7	Включение	$I_в = I_{в,н}$ $i_в = i_{в,н}$ или (п. 3.6.12) $I_в = I'_{в,н}$ $i_в = i'_{в,н}$	+10 +10 +10 +10	2	7.6.6.7; 7.6.6.13; 7.6.6.15; 7.6.6.19; 7.6.6.20
8	Выполнение цикла $0—t_{бт}—В$	$I_{о,н} = I_{о,ном}$ $I_в = I_{в,н}$ $i_в = i_{в,н}$ или (п. 3.6.12) $I_в = I'_{в,н}$ $i_в = i'_{в,н}$	* +10 +10 +10 +10	2	7.6.6.7; 7.6.6.14; 7.6.6.15; 7.6.6.19; 7.6.6.21
9	Отключение (критические токи)	$I_{о,н} = (0{,}04—0{,}06) \cdot I_{о,ном}$	—	6	7.6.5.1; 7.6.6.16; 7.6.6.19÷7.6.6.22
		$I_{о,н} = (0{,}02—0{,}03) \cdot I_{о,ном}$	—	6	
10	Отключение (в условиях неудаленного короткого замыкания)	$I'_{о,н} = 0{,}9I_{о,ном}$ $I''_{о,н} = 0{,}75I_{о,ном}$ $I'''_{о,н} = 0{,}6I_{о,ном}$ **	±6 ±7 ±8	6 6 6	7.6.6.12; 7.6.6.17÷7.6.6.22; 7.6.6.25
11	Отключение (в условиях рассогласования фаз)	$I_{о,н} = 0{,}25I_{о,ном}$	±10	6	7.6.6.17; 7.6.6.19÷7.6.6.21; 7.6.6.22
12	Отключение и включение (О и ВО) ненагруженных воздушных линий	Согласно ГОСТ 12450—82			Методика по ГОСТ 12450—82
13	Отключение ненагруженных трансформаторов	Токи отключения, допускаемые перенапряжения и методика испытаний настоящим стандартом не нормируются и указываются в программе испытаний			

* Без отрицательного предельного отклонения; положительное отклонение — по согласованию с разработчиком и (или) изготовителем.

** Элегазовые выключатели испытанию при $I'''_{о,н}$ не подвергаются.

Кривая ПВН, определяемая двумя параметрами, применяется, в частности, для испытаний в режимах 1 и 9 (табл. 7) выключателей на все номинальные напряжения.

В этих случаях:

- значение параметра u_c определяется по формуле

$$u_c = K_a K_{п,\ г} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_{н,\ р},$$

где коэффициенты K_a и $K_{п,\ г}$, в зависимости от номинального напряжения выключателей, равны: для $U_{ном} \le 35$ кВ $K_a = 1{,}5$, $K_{п,\ г} = 1{,}5$; для $U_{ном} = 110 — 150$ кВ $K_a = 1{,}7 \cdot 0{,}8$; $K_{п,\ г} = 1{,}3$; для $U_{ном} \ge 220$ кВ $K_a = 1{,}7 \cdot 0{,}8$; $K_{п,\ г} = 1{,}5$;

- значение возвращающегося напряжения — по п. 7.6.4.3*г* при указанных выше значениях $K_{п,\ г}$;

- значение параметра t_3 должно быть возможно малым, но не менее $t_{3,30}$ или для $U_{ном} \ge 110$ кВ $t_{1,30}$ для режима 1 и не менее $t_{3,30}\sqrt{\frac{I_{о,ном}}{10I_{о,н}}}$ или, соответственно, $t_{1,30}\sqrt{\frac{I_{о,ном}}{10I_{о,н}}}$ для режима 9 (где $I_{о,\ н}$ — нормированное для режима 9 значение тока отключения);

- координаты u' и t_d не нормируют, и требование подпункта *б* для указанных режимов 1 и 9 может не выполняться.

7.6.5.2. Схема испытательной цепи и электрические данные ее элементов для испытания с ПВН, определяемым четырьмя параметрами, должны обеспечивать получение кривой собственного ПВН (снятой или рассчитанной в соответствии с п. 7.6.5.6), удовлетворяющей следующим требованиям (см. черт. 4 и 6):

а) ее огибающая (способы построения для различных случаев — согласно черт. 6*а*, *б* и *в*) не должна быть ниже условной граничной линии, при дополнительном условии, что значения ее ординат в интервале времени между t_1 и моментом достижения ею максимума составляют не менее 80 % соответствующих значений ординат условной граничной линии;

б) ее начальная часть не должна пересекать линию запаздывания ПВН.

Допускается при согласии изготовителя (разработчика) проведение испытаний при более жесткой кривой собственного ПВН — с временем, соответствующим максимуму этой кривой, уменьшенным против значения t_2.

Если вследствие ограниченных возможностей испытательного стенда требование подпункта *б* не может быть соблюдено, а данный выключатель испытывается также в режиме 10 (табл. 7), то для такого выключателя допускается в режиме 4 (и его заменах по пп. 7.6.6.3 и 7.6.6.4) и в режиме 5 соблюдать требования подпункта *б* при $t_d \le 0{,}15t_1$ (вместо значения t_d согласно черт. 4).

Если при прямых испытаниях выключателей на $U_{ном} \ge 110$ кВ в режиме 2 (табл. 7) не представляется возможным получить нормированные малые времена $t_{1,30}$, то испытания следует проводить при возможно малых временах, указав их фактическое значение в протоколе испытаний.

7.6.5.3. Формирование кривой ПВН для испытаний в условиях отключения неудаленного короткого замыкания производят исходя из следующих данных:

а) со стороны источника при коротком замыкании на линейном выводе выключателя:

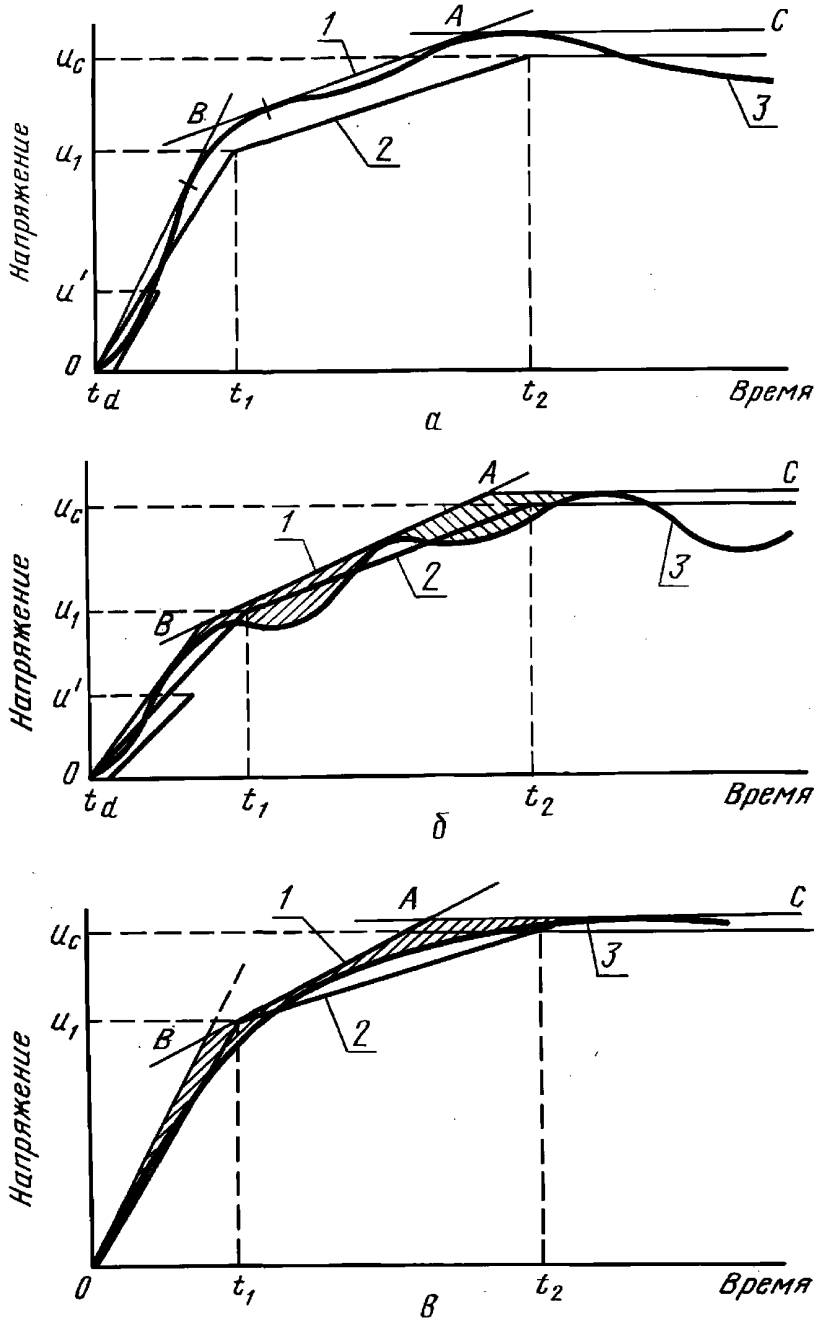
ток отключения — по возможности ближе к значению $I_{о,\ ном}$; ПВН — согласно черт. 4 (четыре параметра), но при $u_1 = 1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_{нр}$ и при уменьшенных в 1,3 раза значениях $t_{1,100}$ (с сохранением соотношения между u_c и u_1, между u' и u_1 и между $t_{2,100}$ и $t_{1,100}$, с сохранением без изменений значения t_d);

б) со стороны линии — параметры, указанные в п. 3.6.3, с предельными отклонениями индуктивности линии (или схемы, ее заменяющей) на промышленной частоте против расчетной (п. 7.6.6.18):

±20 % — для испытаний при токах 0,9 $I_{о,\ ном}$ и 0,75 $I_{о,\ ном}$;

±10 % — для испытаний при токе 0,6 $I_{о,\ ном}$.

Построение огибающей ПВН, определяемого четырьмя параметрами



1 — огибающая ПВН; *2* — условная граничная линия ПВН; *3* — собственное ПВН. Заштрихованные площадки приблизительно равны

Черт. 6

Если применяется схема, замещающая линию, у которой коэффициент пика превышает нормированное значение $K_{п,н}$ = 1,6, то расчетная индуктивность этой схемы на промышленной частоте может быть снижена, чтобы приблизиться к значению первого пика ПВН, соответствующему значению $K_{п,н}$. При этом для получения требуемого тока (режим 10 — см. табл. 7) может понадобиться включение дополнительной индуктивности в цепь источника питания.

Если вследствие ограниченных возможностей испытательного стенда не представляется возможным выдержать для ПВН со стороны источника требование п. 7.6.5.2б, то допускается проводить

испытание при увеличенном значении t_d, при условии, что сниженное в связи с этим значение ПВН со стороны источника в момент первого пика напряжения со стороны линии будет скомпенсировано соответствующим увеличением этого пика.

При ограниченной возможности испытательного стенда допускается по согласованию с заказчиком проводить испытания при пониженном возвращающемся напряжении при следующих условиях:

а) если выключатель успешно выдержал испытания в режимах 1—5 или их заменяющих (табл. 7 и пп. 7.6.6.3 и 7.6.6.4);

б) если требование настоящего пункта в части ПВН со стороны источника выдерживается в течение времени, равного, по крайней мере, тройному значению времени до первого пика напряжения со стороны линии.

7.6.5.4. Формирование кривой ПВН для испытаний в условиях рассогласования фаз проводится с учетом параметров, приведенных в п. 3.6.7. Требование п. 7.6.5.2*б* может не выполняться.

7.6.5.5. Если собственная емкость испытательного стенда, шунтирующая испытуемый выключатель, при ПВН, определяемом четырьмя параметрами, оказывается недостаточной для получения нормированного времени запаздывания t_d, то допускается подключение необходимой дополнительной емкости. Сопротивление соединительных проводов между выключателем и этой емкостью должно быть достаточно малым, чтобы исключить его влияние на форму кривой ПВН.

При малых значениях отношения $\frac{t_d}{t_1}\left(\frac{t_d}{t_1} \le 0{,}03\right)$ и затруднительности измерения на осциллограмме значения t_d, требуемая суммарная емкость C (сумма собственной и дополнительной емкостей) может быть определена из формулы

$$C = 445 \cdot 10^{-6} \frac{t_d t_1 I_0}{u_1}, \text{ мкФ},$$

где t_d и t_1 в микросекундах, u_1 в киловольтах, отключаемый ток I_0 в килоамперах.

7.6.5.6. Определение формы кривой собственного ПВН испытательной цепи проводят одним из указанных ниже методов, при котором, с учетом конкретных условий испытания, может быть обеспечено минимальное искажение этой формы вследствие таких факторов, как напряжение на дуге, последуговая проводимость, наличие параллельных дугогасительному устройству емкостей или сопротивлений, наличие апериодической составляющей в токе отключения.

К числу методов определения формы этой кривой относят:

а) отключение испытуемым или специальным («идеальным») выключателем с возможно низкими искажающими факторами, указанными выше, тока короткого замыкания с минимально возможным содержанием апериодической составляющей при полном или пониженном возбуждении источника, со снятием осциллограммы процесса восстановления напряжения (см. также приложение 5);

б) отключение «идеальным» выключателем наложенного на выводы испытуемого выключателя импульса относительно малого тока (промышленной или повышенной частоты), со снятием осциллограммы процесса восстановления напряжения;

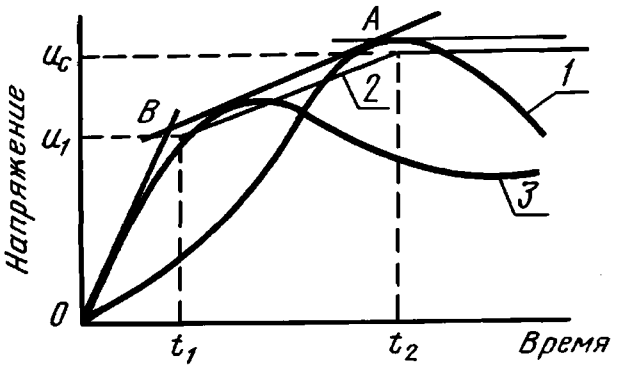
в) расчет по параметрам испытательной цепи, с построением кривой;

г) включение испытательных трансформаторов на разомкнутую испытательную цепь с помощью аппарата, не имеющего шунтирующих резисторов, с небольшим расстоянием предварительного пробоя при включении, и расположенным по возможности ближе к генератору, с регистрацией посредством осциллограммы переходного напряжения на разомкнутом промежутке вторичной обмотки (метод применим только для испытательных цепей с одночастотным процессом восстановления напряжения и не воспроизводит правильно экспоненциальную составляющую, обусловленную вихревыми токами).

Если по осциллограмме кривой ПВН, определяемой четырьмя параметрами, не представляется возможным определить начальную часть кривой, то допускается пренебречь отклонением ее формы вблизи нуля и рассчитать значение запаздывания (t_d), используя формулу п. 7.6.5.5.

7.6.5.7. Если вследствие ограниченных возможностей испытательного стенда кривая ПВН, определяемого четырьмя параметрами, не удовлетворяет требованию п. 7.6.5.2*а*, то допускается проведение двухэтапного испытания (как показано на черт. 7), а именно: этап 1, при котором соблюдается требование п. 7.6.5.2*б*, а значение пика кривой ниже требуемого, и этап 2, при котором требование подпункта б п. 7.6.5.2 не соблюдается, а значение пика соответствует требуемому. Огибающая обеих кривых ПВН должна удовлетворять требованию п. 7.6.5.2*а*. Значение ординаты точки пересечения этих кривых должно составлять не менее 80 % соответствующей ординаты условной граничной линии.

Кривые ПВН и их огибающие при двухэтапном испытании



1 — собственное ПВН этапа 2; *2* — условная граничная линия ПВН; 3 — собственное ПВН этапа 1.

Черт. 7

7.6.5.8. Примеры схем формирования для однополюсных испытаний, удовлетворяющих требованиям п. 7.6.5.2, и расчетные таблицы к ним приведены в приложении 6.

7.6.6. *Режимы испытаний*

7.6.6.1. Каждый из видов испытаний, указанных в табл. 6, кроме видов $Б_4$ и $Б_5$ включает выполнение режимов испытаний, указанных в табл. 7, кроме соответствующих видам $Б_4$ и $Б_5$ режимов 10 и 11, с учетом их применимости для различных типов выключателей и различных условий согласно требованиям настоящего подраздела. В случае применения синтетических испытаний необходимо руководствоваться дополнительными требованиями подраздела 7.6.7, а при испытании по частям — дополнительными требованиями подраздела 7.6.8.

7.6.6.2. Осмотр и, при необходимости, ремонт (ревизия) объекта испытаний в соответствии с п. 7.6.2.6 может производиться после выполнения любого из режимов испытаний 1—11 табл. 7, в том числе любого коммутационного цикла режима 4 или заменяющего режима по табл. 8, а также после выполнения нормированного по коммутационной износостойкости числа операций (п. 3.6.8) для каждого диапазона токов.

При осмотре (ревизии) должно быть установлено отсутствие поломок или механических повреждений составных частей выключателя, за исключением частей, входящих в перечни комплектов ЗИП.

7.6.6.3. При испытаниях вида $Б_3$ (п. 7.6.4.1), а также в случае, если характеристика испытательного стенда не обеспечивает выполнения режима 4 при нормированных токах и напряжениях, допускается расчленять режим 4 на два заменяющих его режима: 4а и 4в в следующих двух равноценных вариантах комбинаций заменяющих режимов (применение того или другого варианта зависит от удобства испытания): вариант 1—$4а_1$ и $4в_1$ или вариант 2—$4а_2$ и $4в_2$ в соответствии с табл. 8.

Таблица 8

Исходный коммутационный цикл (п. 3.6.5.1)	Заменяющие режимы			
	Вариант 1		Вариант 2	
	$4а_1$	$4в_1$	$4а_2$	$4в_2$
Цикл 1	о—$t_{бг}$—Во—180 с—Во	О—$t_{бг}$—О—180 с—О	В—180 с—В	О—$t_{бг}$—вО—180 с—вО
Цикл 1а	о—$t_{бг}$—Во—20 с—Во	О—$t_{бг}$—О—20 с—О	В—20 с—В	О—$t_{бг}$—вО—20 с—вО
Цикл 2	о—180 с—Во—180 с—Во	О—180 с—О—180 с—О	В—180 с—В	О—180 с—вО—180 с—вО

Примечание. Прописные буквы «О» и «В» означают операции отключения и, соответственно, включения, произведенные при нормированных для режима 4 значениях токов и напряжений. Строчные буквы «о» и «в» означают операции отключения и, соответственно, включения, произведенные при меньших значениях токов и напряжений, насколько возможно близких к значениям, нормированным для режима 4.

7.6.6.4. При отсутствии испытательных возможностей для осуществления режима 4 или режимов 4а и 4в по п. 7.6.6.3 допускается заменять эти режимы комплексом отдельных операций и (или) последовательностей операций (О, В, ВО, О—*t*—В и др.), выполняемых, при необходимости, на разных экземплярах образцов и подобранных так, чтобы результаты испытаний позволяли подтвердить способность выключателя выполнять цикл режима 4, что должно быть технически обосновано и отражено в стандартах на конкретные типы выключателей.

7.6.6.5. Выключатели, предназначенные для работы с АПВ, допускается испытывать в режиме 4, а также по пп. 7.6.6.3 и 7.6.6.4 не по обоим нормированным циклам, а только по циклу 1 или 1а (но с общим числом отключений с $\beta \le 20$ % не менее 6 — см. также п. 7.6.6.11), если объем проведенных испытаний позволяет сделать заключение о способности выключателя работать в обоих нормированных для него циклах, что должно быть отражено в протоколе испытаний.

7.6.6.6. Если по условиям испытания невозможно выдержать интервал 180 с в нормированных циклах 1 и 2, то он может быть увеличен, что должно быть отражено в протоколе испытаний.

7.6.6.7. При испытаниях в режимах 4, $4а_1$, $4а_2$, 7 и 8 при $I_в$ согласно табл. 7 хотя бы в одной операции (при трехполюсных испытаниях — хотя бы в одном из полюсов), значение наибольшего пика тока включения $i_в$ должно быть получено таким, чтобы его отклонение от нормированного значения $i_{в,н}$ не выходило за пределы, указанные в табл. 7, и хотя бы в одной операции (при трехполюсных испытаниях — хотя бы в одном из полюсов) ток должен возникать в момент, когда мгновенное значение напряжения перед включением составляет не менее 0,85 его амплитуды.

Если по условиям испытаний требуется получить значения $I_в$ и (или) $i_в$, превышающие более чем на 10 % нормированные значения, то на такое превышение должно быть получено согласие изготовителя (разработчика).

Если по тем или иным причинам (предварительный пробой, непопадание в нужную фазу, характеристики испытательного стенда) указанные выше условия в режимах 4, $4а_1$ или $4а_2$ оказываются невыполненными, то для их выполнения проводят дополнительные испытания в режиме 7 или 8, причем для получения $i_{в,н}$ в режиме 7 допускается применение пониженного напряжения перед включением.

Если для данного выключателя получение требуемого наибольшего пика тока включения при нормированном напряжении перед включением невозможно из-за предварительного пробоя, то в протоколе испытаний должно быть показано, что фактически полученный при испытании пик тока соответствует реальным условиям работы выключателя в точке сети с током включения, равным нормированному.

Если при испытании выключателя с параллельными главной и дугогасительной цепями в режиме 4 или по пп. 7.6.6.3 и 7.6.6.4 при включении в цикле ВО не происходило замыкания контактов главной цепи (в связи с подачей команды на отключение без преднамеренной выдержки времени), то указанные испытания необходимо дополнить испытанием в цикле ВО при нормированных согласно пп. 3.4.2 и 3.4.5 верхних пределах напряжения на зажимах включающих устройств электрического привода, давления включающих устройств пневматического или пневмогидравлического привода или усилия (момента) включающих пружин пружинного привода.

7.6.6.8. Испытанию в режиме 5 подвергаются только выключатели с $\beta_н > 20$ %.

Допускается, чтобы в одной из операций этого режима было $\beta < \beta_н$, если среднее значение β в трех операциях не менее $\beta_н$. В число трех операций, подлежащих выполнению, могут быть засчитаны операции отключения с $\beta \ge \beta_н$, получившиеся в процессе испытаний в режиме 4 или в режимах по пп. 7.6.6.3 и 7.6.6.4.

7.6.6.9. Допускается при согласии изготовителя (разработчика) испытания в режиме 5 заменять испытаниями симметричным током, равным номинальному току отключения, увеличенному в $\left(1 + 0{,}8\,\frac{\beta_н}{100}\right)$ раз, если время основной дуги не превышает 0,02 с, и в $\left(1 + 0{,}6\,\frac{\beta_н}{100}\right)$ раз, если время основной дуги превышает 0,02 с.

7.6.6.10. При однополюсных испытаниях в режиме 5 выключателей с временем основной дуги, не превышающим 0,02 с, необходимо регулировать момент размыкания дугогасительных контактов относительно фазы тока с тем, чтобы получить три операции отключения, удовлетворяющие следующим условиям:

- в первой операции размыкание контактов должно произойти во время малой полуволны тока на (2±1) мс [(36±18) электрических градусов] до перехода тока через нуль;

- в одной из последующих двух операций размыкание контактов должно произойти во время большой полуволны тока через ($1^1/_3 \pm 1$) мс [(24±18) электрических градусов] после перехода тока через нуль, а в другой операции — во время малой полуволны за ($5^1/_3 \pm 1$) мс [(96±18) электрических градусов] до перехода через нуль.

Для всех трех операций значение β измеряется в момент, соответствующий размыканию контактов в первой операции.

7.6.6.11. Испытание в режиме 6 проводят:

- как часть комплекса операций согласно п. 7.6.6.4; при этом число отключений — не менее шести;

- если при испытании в режиме 4, $4в_1$ или $4в_2$ число отключений с $\beta \le 20$ % оказалось меньше 6; при этом число отключений — не менее необходимого для дополнения до шести;

- если при испытании в режиме 4, $4в_1$ или $4в_2$ выключателя с временем основной дуги, не превышающим 0,02 с, не были получены три серии отключений, удовлетворяющие условиям п. 7.6.6.12; при этом число отключений — не менее требуемого для указанных трех серий.

Имеется в виду, что если в процессе указанных выше испытаний число операций отключения достигнет нормированного предела коммутационной износостойкости (п. 3.6.8), то допускается произвести промежуточный осмотр и, при необходимости, ремонт (ревизию) согласно п. 7.6.6.2.

7.6.6.12. При однополюсных испытаниях в режимах 4, $4в_1$, $4в_2$, 6 и 10 выключателя с временем основной дуги, не превышающим 0,02 с, необходимо регулировать момент размыкания дугогасительных контактов относительно фазы тока с тем, чтобы получить 3 серии операций отключения с двумя (не менее) операциями в каждой серии, удовлетворяющие следующим условиям:

- в первой серии размыкание контактов должно происходить за (2±1) мс [(36±18) электрических градусов], а во авторой серии — за ($5^1/_3 \pm 1$) мс [(96±18) электрических градусов] до перехода тока через нуль.

- если во второй серии дуга гаснет при первом переходе тока через нуль, то третья серия должна проводиться при установке момента размыкания контактов как в первой серии; если же гашение при первом переходе тока через нуль не произошло, то третья серия должна проводиться при размыкании контактов за ($8^2/_3 \pm 1$) мс [(156±18) электрических градусов] до перехода тока через нуль.

Если при одной из указанных 6 операций произошел отказ в гашении дуги, то испытания продолжаются с повторением тех же трех серий (6 операций). Если при этом не наблюдалось повторных отказов, то выключатель считается выдержавшим испытание.

7.6.6.13. Испытание в режиме 7 проводится как часть комплекса операций согласно п. 7.6.6.4, а также:

- если при испытаниях в режиме 4, $4а_1$ или $4а_2$ не происходило полного включения или не было возможности его зафиксировать в связи с особенностями конструкции выключателя;

- если при испытании в режиме 4, $4а_1$ или $4а_2$ были получены значения тока включения ($I_в$ и $i_в$), меньшие нормированных, или если не было получено ни одного опыта, при котором (хотя бы в одном из полюсов) включение произошло при мгновенном значении напряжения не менее 0,85 амплитуды.

7.6.6.14. Испытание в режиме 8 проводится в тех же случаях, что и в режиме 7 (п. 7.6.6.12), тогда, когда известно наличие влияния предыдущей операции О на последующую В.

7.6.6.15. Для выполнения операций В в режимах 8 и 7 или $4а_2$ и ВО в режиме 4 выключатель включается при напряжении перед включением в соответствии с п. 7.6.4.7 на нормированный ток включения, который затем отключается в (режимах 7, 8 и $4а_2$) тем же или другим выключателем, но не ранее полного завершения процесса включения, или — для выключателей, включающихся на нормированный ток включения без удержания во включенном положении (п. 3.6.12) — с подачей команды на отключение в момент времени, определяемый временем действия отсечки по включаемому току.

7.6.6.16. Испытание в режиме 9 проводится в случае, если установлено, что для данного выключателя существуют критические токи (токи, при которых время дуги значительно возрастает). Принимается, что это имеет место, если среднее время дуги в режиме 1 значительно больше, чем в режиме 2.

7.6.6.17. Испытанию в режимах 10 и 11 подвергается один полюс (или его часть) — см. п. 6.2 выключателей на $U_{ном} \ge 110$ кВ, причем в режиме 10 — только выключателей с $I_{о,\,ном} > 12{,}5$ кА.

7.6.6.18. При испытании в режиме 10 в качестве отключаемой короткозамкнутой линии используется воздушная или искусственная линия.

При испытании с воздушной линией используется одна фаза линии, заземленная в точке, выбранной так, чтобы индуктивное сопротивление короткозамкнутой линии на промышленной частоте было (с предельными отклонениями согласно п. 7.6.5.3*б*)

$$x_{л} = \frac{U_{нр}}{\sqrt{3} \cdot I_{о,\ ном}} \cdot \frac{1-p}{p},$$

где p равно, соответственно, 0,9; 0,75 или 0,6 (табл. 7, режим 10).

Две другие фазы отсоединяются от питающих шин, а заземление этих фаз допускается в точках, расположенных по отношению к испытуемому выключателю не ближе точки заземления отключаемой фазы.

Сосредоточенная емкость оборрудования, присоединенного в начале отключаемой линии (трансформатор тока, конденсаторы связи, делители для осциллографирования напряжения и т. п.), не должна превышать 1000 пФ. Активное сопротивление линии не нормируется.

При использовании искусственной линии, ее схема и параметры реакторов, конденсаторов и резисторов, из которых она состоит, должны быть подобраны так, чтобы переходные процессы воспроизводились возможно ближе к тем, которые определяются нормированными параметрами линии согласно п. 3.6.3.

7.6.6.19. Испытания в режимах 1—11 проводят при нормированных согласно пп. 3.4.2, 3.4.3 и 3.4.5 нижних пределах напряжения на зажимах электрических устройств привода, начального давления в пневматических и пневмогидравлических устройствах привода (кроме встроенных в газовые выключатели) и усилия (момента) пружин пружинного привода, за исключением случая, предусмотренного в п. 7.6.6.7.

7.6.6.20. Воздушные (газовые) выключатели, предназначенные для АПВ, испытывают при следующих давлениях в резервуаре выключателя:

- режимы 4, $4а_1$, $4в_1$, $4в_2$, 8, 11 — при нормированном нижнем пределе начального давления (п. 3.4.4);
- режимы 1, 2, 3, 5, 6, 9 и 10 — при начальном давлении, равном тому, которое устанавливается в резервуаре после одного цикла О—$t_{бт}$—В, выполненного при нормированном нижнем пределе начального давления;
- режимы $4а_2$ и 7 — при начальном давлении, равном тому, которое устанавливается в резервуаре после одного отключения, выполненного при нормированном нижнем пределе начального давления.

Начальные давления, при которых проводятся испытания тех же видов выключателей, но не предусмотренных для работы при АПВ, должны равняться нормированным для этих выключателей в соответствии с п. 3.4.4*б*.

7.6.6.21. При испытаниях в режимах 1, 2, 3, 4, $4а_1$, $4в_2$, 6, 9, 10 и 11 в части тока отключения должны быть соблюдены следующие требования (в дополнение к соблюдению предусмотренных в табл. 7 допусков на значение тока, измеренное согласно п. 7.6.3.3):

а) значение β должно быть не больше 20 % (для режимов 4, $4а_1$ и $4в_2$, по крайней мере, в первой операции О для всех коммутационных циклов);

б) значение периодической составляющей тока короткого замыкания испытательной цепи (при включенном выключателе) в момент, соответствующий моменту погасания основной дуги (при трехполюсных испытаниях — в последнем гасящем дугу полюсе), в связи с затуханием этой составляющей должно быть не меньше 90 % значения тока в момент прекращения соприкосновения дугогасительных контактов.

7.6.6.22. Если во время проведения испытания в режимах 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10 и 11 в одной из операций О произошел отказ в гашении дуги, то испытание на выполнение этой операции может быть продолжено. Если при общем числе таких операций, равном 12, не наблюдалось повторных отказов, выключатель считается выдержавшим испытание в данном режиме.

Если отказ в гашении дуги произошел при выполнении одной из операций О в режимах 4, $4а_1$, $4в_1$ или $4в_2$, то испытания в соотвествующем цикле могут быть продолжены. Выключатель считается выдержавшим испытание, если он дополнительно успешно выполнил 3 цикла без отказов.

7.6.6.23. Напряжение на электромагнит отключения подается, как правило, после появления тока в испытательной цепи.

С целью получения наибольших возможных для данного испытательного стенда значений тока и напряжения в момент размыкания контактов допускается подавать напряжение на электромагнит отключения с опережением относительно момента появления тока (опережающая команда на отключение) при условии, что проверена способность выключателя отключаться после подачи команды без опережения. Последнее может быть проверено при пониженном напряжении в испытательной цепи.

7.6.6.24. При необходимости определения во время испытаний границ пространства, ионизированного выхлопными газами, проводящие экраны, соединенные с землей через плавкую вставку, состоящую из медной проволоки диаметром 0,1 мм и длиной до 5 см, помещают в местах, указанных разработчиком.

Допускается применение других устройств, сигнализирующих об электрическом соединении экрана с выключателем.

7.6.6.25. Выключатели, имеющие низкоомные шунтирующие резисторы, могут не испытываться в режимах 1, 2, 3 и 10, если в результате обоснованного анализа и расчета скоростей восстанавливающегося напряжения (с учетом полного сопротивления резисторов) установлено, что испытания в этих режимах являются более легкими, чем испытания в режимах 4 (или $4в_1$, $4в_2$) и 6 (если последние проведены при собственной емкости испытательной цепи не более 1000 пФ и без подключения дополнительной емкости по п. 7.6.5.5.).

7.6.6.26. При испытании выключателей с шунтирующими резисторами допускается, если это необходимо по условиям испытания:

- отключать и включать (для резисторов двухстороннего действия) ток цепи резисторов другим аппаратом, а дугогасительное устройство этой цепи (или отделитель) испытывать отдельно — в эквивалентных условиях коммутации;
- испытывать резисторы на термическую стойкость (выдерживаемое число операций, циклов, интервалы времени между ними) не на выключателе, а отдельно — в эквивалентных условиях по нагреву.

Методика указанных испытаний настоящим стандартом не нормируется и указывается в программах испытаний.

7.6.6.27. Испытаниям в разных режимах, указанных в табл. 7, а также в заменяющих режимах допускается подвергать разные экземпляры объектов испытаний (п. 6.2).

7.6.6.28. Для подтверждения нормированного в стандартах на конкретные типы выключателей ресурса по коммутационной стойкости проводят при необходимости, дополнительные испытания в операциях О и В сверх указанных в табл. 7.

В зачетное число операций для подтверждения износостойкости, кроме операций, проведенных в основных и дополнительных режимах, включают также незачетные опыты при синтетических испытаниях, операции при пониженном напряжении и другие незачетные опыты, если среднее время дуги при этих испытаниях было не меньше, чем среднее время дуги в зачетных опытах (пп. 7.6.6.10 и 7.6.6.12).

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.6.6.29. Объем периодических испытаний на коммутационную способность может быть сокращен по сравнению с табл. 7 и содержать только наиболее тяжелые для данного выключателя режимы, выявленные при типовых испытаниях.

Объем сокращенных периодических испытаний устанавливается в стандартах на конкретные типы выключателей.

7.6.7. *Синтетические испытания*

7.6.7.1. В синтетических схемах с наложением тока на вспомогательный или испытуемый выключатель время τ_h от момента погасания дуги во вспомогательном выключателе до момента погасания дуги в испытуемом выключателе должно удовлетворять условию

$$150 \le \tau_h \text{ мкс} \le \frac{T_h}{4},$$

где T_h — период колебаний тока повышенной частоты (для варианта наложения тока на вспомогательный выключатель принимается частота при его разомкнутом состоянии), мкс.

7.6.7.2. Расчетная скорость подхода тока к нулю определяется по формуле

$$\left|\frac{di}{dt}\right|_{i=0} = 314\left(1+\frac{U_д}{\sqrt{2}\,U_{в,н}}\right)\sqrt{2}\,I_{о,н}\ ,$$

где $U_д$ — среднее значение напряжения на дуге за время около $\frac{Th}{40}$ до момента погасания дуги (берется по осциллограмме опыта);

$U_{в,\,н}$ — нормированное возвращающееся напряжение (п. 7.6.4.3);

$I_{о,\,н}$ — нормированная периодическая составляющая тока отключения (табл. 7).

Действительная скорость подхода тока к нулю в последний полупериод горения дуги (среднее значение за время около $\frac{Th}{40}$ мкс в конце полупериода тока) не должна быть ниже 95 % расчетной скорости. Допускаемое повышение этой скорости не нормируется, однако, если она превосходит 110 % расчетного значения, то на такое повышение должно быть получено согласие изготовителя (разработчика).

7.6.7.3. Испытание по этапу 2 двухэтапных испытаний (п. 7.6.5.7) допускается, при необходимости, проводить в синтетической схеме с наложением напряжения (вместо схемы с наложением тока) при запаздывании момента включения контура повышенного напряжения относительно нуля тока не более 10 мкс, причем по крайней мере два опыта из числа проведенных в каждом испытательном режиме должны быть получены при запаздывании не более 3 мкс.

7.6.7.4. При испытаниях в операции О при $\beta \le 20$ % наибольшая амплитуда тока за время дуги не должна превышать амплитуду последнего полупериода тока более чем:

- на 30 % — для выключателей, у которых гашение дуги происходит за счет энергии, выделенной дугой;
- на 50 % — для выключателей, у которых гашение дуги происходит за счет постороннего источника энергии.

7.6.7.5. При испытаниях в операции О при $\beta_н \le 20$ % полюса (элемента полюса) выключателя с временем основной дуги, не превышающим 0,02 с, необходимо выполнять требования пп. 7.6.6.12 (число серий, операций, регулирование моментов размыкания контактов для каждой серии) и 7.6.7.7.

Результат каждого опыта считается положительным, если гашение дуги произошло без ее искусственного продления или при ее продлении на один полупериод.

7.6.7.6. При испытаниях в операциях О при $\beta_н > 20$ % полюса (элемента полюса) выключателя с временем основной дуги, не превышающим 0,02 с, необходимо, выполнять требования п. 7.6.6.8 и п. 7.6.6.10, причем измерение β по п. 7.6.6.10 заменяется измерением амплитудного значения тока по п. 7.6.7.7.

Результат каждого опыта считается положительным, если гашение дуги произошло без искусственного ее продления или при ее продлении на один полупериод.

7.6.7.7. Амплитудное значение тока в последний полупериод гашения дуги, измеренное по осциллограмме, должно быть не менее: $0{,}9I_{о,\,н}\sqrt{2}$ — при отключении тока с $\beta \le 20$ %;

$I_{о,\,ном}\sqrt{2}\left(0{,}9 \pm \frac{\gamma\beta_н}{100}\right)$ — при отключении тока с $\beta > 20$ % (режим 5), где знак «плюс» принимается, если гашение дуги произошло в конце большой полуволны, а знак «минус» — если гашение произошло в конце малой полуволны;

γ — коэффициент, учитывающий снижение β за время $t_р$ (с) от момента размыкания контактов до достижения током амплитудного значения в последний полупериод горения дуги, который принимается равным $0{,}73^{t_р/0{,}01}$.

7.6.7.8. В тех случаях, когда при испытании выключателя, снабженного низкоомными шунтирующими резисторами, из-за недостаточной мощности источника напряжения не могут быть получены некоторые требуемые параметры восстанавливающегося напряжения, следует после проведения этих испытаний дополнить их испытанием, при котором либо резисторы отсоединяются от выключателя, а к соответствующим точкам синтетической схемы присоединяются сопротивления, подобранные так,

чтобы восстанавливающееся напряжение на выключателе было не ниже нормированного, с учетом его искажения шунтирующими резисторами выключателя, либо резисторы подсоединяются к выключателю не непосредственно, а через последовательно соединенные с ними конденсаторы достаточно большой емкости, либо с принятием других мер, позволяющих достигнуть той же цели.

7.6.7.9. Запаздывание в подключении контура тока в синтетических схемах для испытания в операциях В и ВО не должно превышать 200 мкс от момента пробоя промежутка между сближающимися контактами.

7.6.8. *Испытания по частям*

7.6.8.1. Испытаниям по частям допускается подвергать выключатели, удовлетворяющие следующим требованиям:

а) испытуемые части полюса выключателя (отдельные разрывы, группы разрывов, модули) должны быть идентичны по форме, размерам и характеристикам работы механизма; могут отличаться отдельные детали и устройства, не оказывающие влияния на дугогашение;

б) контакты во всех разрывах полюса выключателя должны практически одновременно размыкаться при отключении и замыкаться при включении (наибольшая разница во времени моментов размыкания разрыва, срабатывающего первым, и разрыва, срабатывающего последним, не должна превышать 0,005 с; то же, для замыкания — не более 0,01 с);

в) если в данном выключателе подача (питание) дугогасящего вещества осуществляется от внешнего по отношению к разрывам источника (например подача сжатого воздуха в невоздухонаполненных воздушных выключателях или механически создаваемый поток масла в импульсных масляных выключателях), то питание всех разрывов должно осуществляться практически одновременно идентичным способом;

г) во время выполнения выключателем коммутационных операций не должно быть взаимного влияния разрывов друг на друга через дугогасящую среду или путем электромагнитных воздействий; в частности, не должны улучшаться условия выброса продуктов горения дуги из-за отсутствия дуги в других разрывах и питание испытуемого разрыва (группы разрывов) средствами гашения дуги;

д) ионизированные выхлопные газы или пары не должны выбрасываться так, чтобы они могли влиять на работу соседних разрывов или вызывать частичное или полное перекрытие выключателя.

7.6.8.2. Выключатели, у которых требование п. 7.6.8.1*г* не выполняется, допускается испытывать по разрывам при условии пропускания тока через все влияющие друг на друга разрывы и с подачей нормированного восстанавливающегося напряжения только на испытуемый разрыв (группу разрывов). В частности, при испытании в синтетических схемах модуля с двумя разрывами, допускается испытывать один разрыв, пропуская ток через оба разрыва, при использовании второго разрыва в качестве вспомогательного выключателя (отключающего устройства).

В тех случаях, когда не выполнены другие требования п. 7.6.8.1, испытания по частям допустимы, если на основании предварительно проведенных исследований выключателей с дугогасительными устройствами аналогичных конструкций или обоснованного анализа условий совместной работы отдельных частей полюса установлено, что при этом условия работы испытуемой части полюса не облегчаются.

7.6.8.3. Напряжение, при котором должен испытываться разрыв (группа разрывов или модуль), устанавливается обоснованным анализом условий совместной работы отдельных разрывов (группы разрывов) или на основании предварительно проведенных исследований выключателей с дугогасительными устройствами аналогичной конструкции.

При отсутствии такого анализа или предварительного исследования указанное напряжение допускается определять на основании результатов измерения статического распределения напряжения между разрывами (группами разрывов, модулями), произведенного при заземлении одного из выводов выключателя (при поочередном заземлении обоих выводов, если разрывы расположены несимметрично относительно земли), причем принятое для испытания значение напряжения должно быть не ниже напряжения, приходящегося на наиболее нагруженный разрыв (группу разрывов или модуль) при наиболее неблагоприятном случае заземления вывода.

Если выключатель имеет активный делитель напряжения с сопротивлением не более 1000 Ом на разрыв, то измерение распределения напряжения может не проводиться, а рассчитываться с учетом наиболее неблагоприятного возможного соотношения сопротивлений при допускаемых отклонениях их величин.

7.6.8.4. Испытания по частям некоторых типов выключателей, например с несколькими разрывами дугогасительных устройств в общем кожухе, необходимо дополнить испытанием, подтверждающим отсутствие перекрытия по ионизированным выхлопным газам при действии всех разрывов.

7.7. Испытания на стойкость к воздействию климатических факторов внешней среды

7.7.1. Испытания на тепло- и холодостойкость при эксплуатации с проверкой действия механизма выключателя проводят по ГОСТ 16962—71 (испытание 201, метод 201—1 и испытание 203, метод 203—1).

Допускается проведение испытаний не в камерах (тепла и холода), на открытом воздухе в температурных условиях, максимально приближенных к нормированным верхнему и нижнему значениям рабочей температуры.

Перечень испытуемых элементов (сборочных единиц, макетов), уточненная методика, проверяемые параметры и критерии оценки результатов испытаний приводятся в стандартах на конкретные типы выключателей и (или) в программах испытаний.

7.7.2. Испытание на холодостойкость при температуре транспортирования и хранения проводится по ГОСТ 16962—71 (испытание 204, метод 204—1) и входит в состав только типовых испытаний.

Испытанию подвергают отдельные элементы или сборочные единицы выключателя, перечень которых, а также уточненная методика испытания и критерии оценки результатов испытания приводятся в стандартах на конкретные типы выключателей и (или) в программах испытаний.

7.7.3. Испытание на каплезащищенность проводится по ГОСТ 16962—71 (испытание 219, метод 219—1), но при интенсивности дождя 3 мм/мин, с его воздействием на каждую сторону изделия в течение 2 ч. Испытанию подвергают выключатель или его элементы, указанные в стандартах на конкретные типы выключателей и (или) в программе испытаний.

После этого испытания на частях выключателя, указанных в п. 3.7.14, не должно быть следов попадания воды.

7.8. Ресурсные испытания по механической стойкости

7.8.1. Испытанию, проводимому после освоения технологии производства, подвергают выключатель (полюс, элемент полюса — см. п. 6.2), установленный согласно п. 7.2.1.3, путем выполнения $4N$ циклов «включение—произвольная пауза—отключение» без тока в главной цепи выключателя для выключателей с $N < 2000$ или $2N$ таких же циклов для выключателей с $N \geq 2000$, где N — нормированный в стандартах на данный тип выключателя ресурс по механической прочности (п. 3.8.1).

Перед испытанием проводят проверку характеристик работы механизма выключателя (полюса, элементы полюса) в объеме, предусмотренном программой испытаний. Испытание проводят при номинальном напряжении на зажимах включающих и отключающих устройств привода и (или) номинальном давлении для воздушных (газовых) выключателей и пневматических и пневмогидравлических приводов и нормированном усилии (статическом моменте) пружин (для пружинных приводов). Из каждых 0,5 N циклов не менее 10 циклов должны выполняться при верхних пределах напряжения, давления и усилия (момента) пружин (соответственно).

Между группами циклов выдерживают необходимые интервалы для охлаждения электрических и механических устройств привода.

7.8.2. Для выключателей категории размещения 1 не менее 0,1 N циклов из их общего числа проводится при воздействии на выключатель горизонтальных усилий, имитирующих тяжение проводов.

7.8.3. После выполнения N циклов и далее не реже чем через каждые $0{,}3N$ циклов проводят внешний осмотр с целью обнаружения возможных механических повреждений и других неисправностей, которые могут быть обнаружены визуально, после чего проводят проверку характеристик работы механизма, указанных в программе испытаний. Циклы, выполненные при проверке характеристик, засчитывают в суммарное число выполненных циклов.

После выполнения N циклов и далее не чаще чем через каждые $0{,}3N$ циклов допускается производить подтягивание резьбовых соединений, подрегулировку и смазку доступных без разборки выключателей трущихся частей.

Отдельные детали (или сборочные единицы), для которых в соответствии с п. 7.8.7*б* установлена наработка менее $2N$ (но более N), заменяют новыми при выполнении выключателем указанной наработки.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

7.8.4. В процессе проведения испытаний или при внешнем осмотре или при проверке механических характеристик фиксируются и отражаются в протоколе испытания обнаруженные неисправности и отказы в работе выключателя.

Если установлен факт отказа выключателя*, то (если он произошел после N циклов) проводят анализ причин и характера отказа с отнесением его к категории случайных или износовых. Деталь или сборочную единицу, явившуюся причиной отказа, ремонтируют или заменяют, после чего испытание продолжается.

7.8.5. Отказ считается износовым, если он вызван нарастающим в процессе наработки изменением размеров детали (сборочной единицы), повторяющимся после ремонта или замены этой детали (сборочной единицы).

7.8.6. По окончании испытания проводят внешний осмотр, проверку характеристик работы механизма выключателя (полюса, элемента полюса), указанных в программе испытаний, испытание изоляции выключателя или отдельных сборочных единиц одноминутным испытательным напряжением (в объеме приемосдаточных испытаний), разборку выключателя (полюса, элемента полюса) с осмотром сборочных единиц и деталей и, при необходимости, контролем их износа.

Испытание изоляции допускается проводить путем проверки отдельных изолирующих частей после разборки выключателя.

7.8.7. Результаты испытаний считают удовлетворительными, если:

а) в течение первых N циклов не было отказов;

б) между N и $2N$ циклами было не более трех отказов, в том числе одного износового, причем в последнем случае средняя наработка на отказ детали (сборочной единицы), послужившей причиной отказа, составила не менее $2N$ циклов**;

в) после выполнения $4N$ (или $2N$ — см. п. 7.8.1) циклов значения характеристик работы механизма выключателя, указанных в программе испытаний, не вышли за пределы, предусмотренные конструкторской документацией;

г) изоляция выключателя выдержала испытание по п. 7.8.6.

7.8.8. Если в процессе испытания выключателя с $N < 2000$ циклов выполнено $2N$ циклов без отказов и проведенная после этого проверка характеристик работы механизма (п. 7.8.7*в*) и испытание изоляции (п. 7.8.7*г*) дали положительные результаты, то выключатель считается выдержавшим испытание.

В процессе дальнейшего испытания с доведением числа циклов до $4N$ выполняется требование п. 7.8.4 в части фиксирования и отражения в протоколе испытания обнаруженных неисправностей и отказов в работе выключателя.

7.8.9. Для подтверждения средней наработки на отказ (п. 7.8.7*в*) данной детали (сборочной единицы) могут быть проведены дополнительные испытания на выключателе или макете или использованы данные испытаний других выключателей, в конструкцию которых входит та же деталь (сборочная единица), работающая в эквивалентных или более тяжелых условиях.

---

* Под отказом выключателя понимается:

а) невыполнение выключателем операции отключения или включения по данной команде;

б) поломка детали (сборочной единицы), вследствие которой не может обеспечиваться выполнение выключателем его основных функций;

в) изменение характеристик работы механизма выключателя, вследствие которого не может обеспечиваться какой-либо номинальный параметр выключателя. Признаком отказа является выход значений характеристик за пределы, установленные конструкторской документацией.

** Для отдельных деталей (сборочных единиц) указанную наработку допускается устанавливать в стандартах на конкретные типы выключателей и менее $2N$ (но более N) циклов с необходимыми указаниями в эксплуатационной документации по замене этих деталей (сборочных единиц) в процессе эксплуатации.

При наличии в испытуемом объекте нескольких одинаковых деталей (сборочных единиц), работающих в практически одинаковых условиях, оценку средней наработки на отказ такой детали (сборочной единицы) проводят по суммарной наработке всех этих деталей (сборочных единиц).

7.8.10. Допускается проводить испытание одного из типоисполнений выключателей, относящихся к одной серии, с распространением результатов этого испытания на другие типоисполнения этой серии при соответствующем техническом обосновании, приводимом в протоколе испытаний.

7.8.11. Допускается использовать для испытания образец выключателя (полюса, элемента полюса), прошедший испытание на механическую износостойкость (п. 7.2.4), без его выборочной разборки и ремонта с зачетом проведенных на нем циклов операций.

7.9. Ресурсные испытания по механической стойкости выключателей серийного производства

7.9.1. Испытанию подвергаются (только при первых периодических испытаниях) выключатели, выпуск которых превышает 100 шт. в год.

7.9.2. Испытанию подвергают два образца выключателя (полюса, элемента полюса) на $U_{ном} \leq 35$ кВ и один образец на $U_{ном} \geq 110$ кВ путем выполнения 1,5 N циклов на каждом образце с соблюдением общих условий и требований, приведенных в пп. 7.8.1, 7.8.3, 7.8.10 и 7.8.11.

7.9.3. По окончании испытаний проводят внешний осмотр, проверку характеристик работы механизма выключателя, указанных в программе испытаний, и разборку образцов (образца) с осмотром сборочных единиц и деталей и, при необходимости, контролем их износа.

7.9.4. Результаты испытаний считают удовлетворительными, если:

а) в течение первых N циклов не было отказов ни на одном образце;

б) между N и 1,5 N циклами было не более трех отказов, в том числе одного износового, при испытании двух образцов, и не более двух отказов, в том числе одного износового, при испытании одного образца, причем в случае износового отказа средняя наработка на отказ детали (сборочной единицы), послужившей причиной этого отказа, составляет не менее $2N$ циклов. Допустимость меньшей наработки — согласно сноске к п. 7.3.7*б*;

в) характеристики работы механизмов, проверенные после 1,5N циклов, не вышли за пределы, предусмотренные конструкторской документацией.

7.9.5. Подтверждение средней наработки на отказ (п. 7.9.4*в*) детали (сборочной единицы) проводят согласно п. 7.8.8.

7.9.6. Допускается вместо испытания двух образцов (выключателей на $U_{ном} \leq 35$ кВ) или одного образца (выключателей на $U_{ном} \geq 110$ кВ) с выполнением 1,5N циклов на каждом (п. 7.9.2) испытывать, соответственно, три образца или два образца с выполнением на каждом N цикле. Критерием удовлетворительности результатов испытаний в этом случае является отсутствие каких-либо отказов в каждом из образцов.

7.10. Температурные условия испытаний

7.10.1. Диапазон температур окружающего воздуха для испытаний, проводимых в помещении и для которых температура не оговорена иным образом, — от 10 до 35 °С.

Диапазон температур для испытаний, проводимых на открытых площадках и в открытых камерах, не нормируется.

7.11. Методы испытаний отдельных типов выключателей (в частности, выключателей для комплектных распределительных устройств, выключателей по п. 3.2.2), дополняющие или ужесточающие методы испытаний, приведенные в настоящем стандарте, устанавливают в стандартах на конкретные типы выключателей.

8. МАРКИРОВКА, УПАКОВКА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

8.1. Каждый выключатель (при однополюсном исполнении — каждый полюс выключателя, а если полюс состоит из двух и более элементов — каждый элемент) должен иметь табличку (таблички) по ГОСТ 12969—67 и ГОСТ 12971—67, на которой должны быть указаны:

а) товарный знак предприятия-изготовителя*;

б) наименование изделия («Выключатель»);

в) тип выключателя** (см. п. 2.2);

г) обозначение климатического исполнения и категории размещения по ГОСТ 15150—69**;

д) порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;

е) номинальное напряжение в киловольтах;

ж) номинальный ток в амперах;

з) номинальный ток отключения в килоамперах;

и) номинальное давление сжатого газа в мегапаскалях (и рядом, в скобках, — в килограмм-силах на квадратный сантиметр) — для газовых выключателей;

к) масса выключателя в килограммах***;

л) обозначение стандарта на конкретный тип выключателя, а для выключателей, предназначенных на экспорт, — обозначение настоящего стандарта;

м) дата изготовления (год выпуска) выключателя;

(Измененная редакция, Изм. № 2).

8.2. Части выключателей, транспортируемых в разобранном виде, должны иметь маркировку, облегчающую сборку выключателей на месте монтажа.

8.3. Выключатели, имеющие встроенный привод, должны иметь дополнительную табличку с данными этого привода, на которой должны быть указаны:

а) род тока и номинальное напряжение элементов привода в вольтах;

б) номинальное давление воздуха в мегапаскалях (и рядом, в скобках, — в килограмм-силах на квадратный сантиметр) — для пневматических приводов;

в) условные обозначения встроенных расцепителей (при их наличии) и их диапазон уставок тока и выдержки времени.

Допускается данные встроенного привода указывать в табличке выключателя.

8.4. Каждый конструктивно самостоятельный привод должен иметь табличку по ГОСТ 12969—67 и ГОСТ 12971—67, на которой должны быть указаны:

а) товарный знак предприятия-изготовителя*4;

б) наименование изделия («Привод»);

в) тип привода*5 (см. п. 2.3) и вариант его исполнения по применяемости для выключателей;

г) обозначение климатического исполнения и категории размещения по ГОСТ 15150—69*5;

д) порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;

е) род тока и номинальное напряжение элементов привода в вольтах;

ж) номинальное давление воздуха в мегапаскалях (и рядом, в скобках, — в килограмм-силах на квадратный сантиметр) — для пневматических приводов;

з) условные обозначения встроенных расцепителей (при их наличии) и их диапазоны уставок тока и выдержки времени;

и) масса привода в килограммах*6;

к) дата изготовления (год выпуска) привода;

---

* Товарный знак не наносится на предназначенные на экспорт выключатели, если он не зарегистрирован в стране-импортере, а также при наличии соответствующих указаний в заказе-наряде внешнеторговой организации.

** Допускается объединять данные по подпунктам *в* и *г*.

*** Только для выключателей массой от 20 кг и выше, транспортируемых в неразобранном виде.

*4 Товарный знак не наносится на предназначенные на экспорт выключатели, если он на зарегистрирован в стране-импортере, а также при наличии соответствующих указаний в заказе-наряде внешнеторговой организации.

*5 Допускается объединять обозначение типа привода с условным обозначением климатического исполнения и категории размещения.

*6 Только для привода массой от 20 кг и выше.

л) обозначение стандарта на конкретный тип привода (выключателя), а для приводов, предназначенных на экспорт, обозначение настоящего стандарта;

(Измененная редакция, Изм. № 2).

8.5. Обмотки элементов приводов должны иметь таблички или ярлыки, на которых должны быть указаны:

а) назначение обмотки или ее условное обозначение;

б) марка провода;

в) диаметр провода в миллиметрах;

г) число витков;

д) сопротивление (при постоянном токе) в омах при 20 °С (сопротивление токовых обмоток электромагнитов может не указываться).

8.6. Выключатели, имеющие встроенные трансформаторы тока, должны иметь табличку с данными этих трансформаторов тока по ГОСТ 7746—89.

8.7. Способ нанесения маркировки на табличках должен обеспечивать ясность надписей в течение всего времени эксплуатации выключателя.

8.8. Сосуды для сжатого воздуха (газа) должны иметь маркировку и сопроводительную техническую документацию в соответствии с правилами Госгортехнадзора.

8.9. Маркировка транспортной тары — по ГОСТ 14192—96.

8.10. Все неокрашенные металлические части выключателя (включая запасные части), подверженные воздействию внешней среды в процессе транспортирования и хранения, должны быть законсервированы с помощью защитных смазок или другим надежным способом. Действие консервации должно быть рассчитано на срок:

а) не менее 2 лет — для выключателей;

б) не менее 3 лет — для запасных частей.

8.11. Выключатели или их части (при транспортировании выключателей в частично разобранном виде) должны быть для транспортирования упакованы в плотные или решетчатые ящики по ГОСТ 10198—91 или ГОСТ 2991—85 или в специальную тару.

Упаковка выключателей и их частей должна исключать возможность их механических повреждений, а также обеспечивать защиту изоляционных частей из органических материалов от воздействия среды в процессе транспортирования.

Части выключателя, представляющие собой громоздкие металлические конструкции (например резервуары воздушных выключателей, баки масляных выключателей, рамы и др.) допускается не упаковывать (ограничиваться, при необходимости, установкой заглушек) или применять для них частичную упаковку.

Допускается транспортирование выключателей или их частей в пределах одного города без упаковки при условии принятия необходимых мер, исключающих возможность их повреждений.

При транспортировании в транспортных контейнерах выключатели или их части без индивидуальной упаковки должны быть надежно закреплены и предохранены от механических повреждений.

8.12. Выключатели или их части и их упаковка должны допускать транспортирование любым видом транспорта на любое расстояние, за исключением автомобильного транспорта (и его комбинаций с другими видами транспорта), для которого допустимое расстояние в зависимости от категории дорог и от типа выключателя должно устанавливаться в стандартах на конкретные типы выключателей.

8.13. Транспортирование масляных выключателей допускается без заполнения их маслом.

Маслонаполненные вводы выключателей при транспортировании должны быть заполнены маслом.

8.14. Условия транспортирования выключателей в части воздействия климатических факторов внешней среды в зависимости от характера и особенностей упакованной продукции и вида транспорта должны соответствовать требованиям ГОСТ 15150—69.

8.15. В каждое грузовое место должен быть вложен упаковочный лист, содержащий перечень упакованных частей, а в первое по номеру место, кроме того, — комплект эксплуатационной документации, указанный в пп. 4.2 и 4.4.

8.16. Условия хранения выключателей в части воздействия климатических факторов внешней среды в зависимости от характера и особенностей подлежащей хранению продукции должны соответствовать требованиям ГОСТ 15150—69.

9. УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

9.1. Эксплуатация выключателей — в соответствии с инструкцией изготовителя, а также в соответствии со следующими документами:

«Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей», утвержденными Министерством энергетики и электрификации СССР;

«Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций», утвержденными Министерством энергетики и электрификации СССР и Президиумом ЦК профсоюза рабочих электростанций и электротехнической промышленности;

«Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденными Госэнергонадзором;

«Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», утвержденными Госгортехнадзором (для газовых выключателей).

10. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

10.1. Изготовитель должен гарантировать соответствие выключателей требованиям настоящего стандарта при соблюдении условий эксплуатации, транспортирования и хранения, установленных стандартом.

10.2. Гарантийный срок эксплуатации — 5 лет со дня ввода в эксплуатацию.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

10.3. Для выключателей, предназначенных на экспорт, гарантийный срок эксплуатации — 12 мес со дня ввода в эксплуатацию, но не более 24 мес с момента проследования их через государственную границу СССР.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

ТЕРМИНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТАНДАРТЕ, И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термин	Определение
Номинальное напряжение выключателя $U_{ном}$	Междуполюсное напряжение (действующее значение), равное номинальному междуфазному напряжению электрических сетей, для работы в которых предназначен выключатель. Примечания: 1. Значение номинального напряжения выключателя совпадает с классом напряжения электрооборудования по ГОСТ 1516.1—76. 2. Выключатели на номинальные напряжения до 20 кВ включительно предназначаются также для работы в сетях с номинальными напряжениями, отличающимися на 5—10 % от класса напряжения, указанными в ГОСТ 1516.1—76.
Наибольшее рабочее напряжение выключателя $U_{н. р}$	Наибольшее междуполюсное напряжение (действующее значение), на которое рассчитан выключатель (в частности, в условиях длительного приложения этого напряжения)
Номинальный ток выключателя $I_{ном}$	Наибольший допустимый по условиям нагрева частей выключателя ток нагрузки в продолжительном режиме, на который рассчитан выключатель
Номинальный ток отключения выключателя $I_{о, ном}$	Наибольший ток (действующее значение периодической составляющей) в момент размыкания контактов, на отключение которого рассчитан выключатель при нормированных условиях его коммутационной способности (п. 3.6.1)
Нормированное процентное содержание апериодической составляющей $\beta_н$	Наибольшее допустимое по коммутационной способности выключателя отношение (выраженное в процентах) апериодической составляющей к амплитуде периодической составляющей номинального тока отключения выключателя в момент размыкания контактов (черт. 1 и 2)
Номинальное давление сжатого газа газового выключателя и (или) пневматического или пневмогидравлического привода $P_{ном}$	Избыточное давление сжатого газа, для работы при котором (с нормированными предельными отклонениями) рассчитан выключатель (привод)
Номинальное напряжение включающих и отключающих устройств привода и вспомогательных устройств $U_{п, ном}$	Напряжение (действующее значение), для работы при котором (с нормированными предельными отклонениями) рассчитаны включающие и отключающие устройства привода и вспомогательные цепи
Время дуги выключателя $t_д$	Интервал времени между моментом появления дуги в полюсе, размыкающимся первым, и моментом окончательного погасания дуги во всех полюсах. При этом для выключателей с резисторами, шунтирующими раз.рывы дугогасительного устройства, различают время дуги выключателя до момента погасания: а) основной дуги (между основными дугогасительными контактами), в которой ток не ограничен резистором; б) дуги шунтирующей цепи (между дугогасительными контактами шунтирующей цепи), в которой ток ограничен резистором
Собственное время отключения выключателя $t_{о, с}$	Интервал времени от момента подачи команды на отключение до момента прекращения соприкосновения (размыкания) дугогасительных контактов (для выключателей с шунтирующими резисторами следует различать время до момента прекращения соприкосновения основных дугогасительных контактов и то же — для дугогасительных контактов шунтирующей цепи).

Продолжение

Термин	Определение
	Под «моментом подачи команды на отключение» понимают: - для выключателей, отключаемых от постороннего вспомогательного источника тока, — момент приложения к зажимам цепи управления импульса напряжения (начало протекания тока), равного номинальному; - для выключателей, отключаемых от встроенных в привод максимальных расцепителей тока, — момент начала прохождения через обмотки этих расцепителей тока, равного току срабатывания, при установке механизма выдержки времени (при его наличии) на нуль; - для выключателей, отключаемых от встроенных в привод минимальных расцепителей напряжения, — момент понижения напряжения до значения, равного напряжению срабатывания, при уставке механизма выдержки времени (при его наличии) на нуль. Под «моментом прекращения соприкосновения (размыкания) дугогасительных контактов» понимают момент прекращения соприкосновения (размыкания) контактов полюса, размыкающегося последним, а для полюса выключателя с многоразрывным дугогасительным устройством — момент прекращения соприкосновения контактов разрыва, размыкающегося первым. Собственное время отключения выключателя принимается равным измеренному при отсутствии токовой нагрузки в цепи выключателя. Для газовых выключателей и для выключателей других видов с пневматическими (пневмогидравлическими) приводами это время принимается равным измеренному при номинальном давлении газа (воздуха)
Полное время отключения выключателя t_o	Интервал времени от момента подачи команды на отключение до момента погасания дуги во всех полюсах (для выключателей с шунтирующими резисторами следует различать время до момента погасания основной дуги и то же — для шунтирующей цепи)
Собственное время включения выключателя $t_{в.с}$	Интервал времени от момента подачи команды на включение выключателя до момента соприкосновения (замыкания) контактов, замыкающих цепь тока; для выключателей с шунтирующими резисторами двухстороннего действия (п. 1.1.7) следует различать время до момента соприкосновения (замыкания) дугогасительных контактов шунтирующей цепи и то же — для основных дугогасительных контактов. Под «моментом подачи команды на включение» понимают момент приложения к зажимам цепи управления импульса напряжения, равного номинальному. Под «моментом соприкосновения (замыкания) контактов» понимают момент соприкосновения (замыкания) контактов в полюсе, включающемся последним. Собственное время включения принимают равным измеренному при отсутствии высокого напряжения в цепи выключателя. Для газовых выключателей и для выключателей других видов с пневматическими (пневмогидравлическими) приводами это время принимают равным измеренному при номинальном давлении сжатого газа (воздуха), а с пружинным приводом — при нормированном усилии (статическом моменте) пружин
Оперативное включение (отключение) выключателя	Включение (отключение) выключателя при наличии высокого напряжения и (или) тока в коммутируемой выключателем цепи

Продолжение

Термин	Определение
Автоматическое повторное включение выключателя (АПВ)	Цикл операций, при котором выключатель вслед за его отключением автоматически включается через установленный промежуток времени (О—$t_{бт}$—В)
Быстродействующее автоматическое повторное включение выключателя (БАПВ)	Цикл АПВ, при котором выключатель вновь включается через достаточно малый промежуток времени, чтобы избежать перебоев в электроснабжении (О—$t_{бт}$—В, где $t_{бт} \leq 0{,}3$ с)
Многократное автоматическое повторное включение выключателя (многократное АПВ)	Цикл операций, в составе которого имеются два или более цикла АПВ, сопровождающиеся отключением (О—$t_{бт}$—ВО), выполняемые автоматически один за другим через установленные промежутки времени
Бесконтактная пауза выключателя при АПВ $t_{бк}$	Интервал времени от момента размыкания дугогасительных контактов до момента касания контактов, замыкающих цепь тока. Для выключателей с шунтирующими резисторами под «цепью тока» понимают цепь тока, не ограниченного этими резисторами. Кроме того, для выключателей с шунтирующими резисторами может определяться также и бесконтактная пауза для цепи тока, ограниченного резисторами. Бесконтактная пауза нормируется: а) при отсутствии токовой нагрузки и высокого напряжения в цепи выключателя; б) при номинальном напряжении на зажимах элементов цепей управления; в) при номинальном давлении сжатого газа для газовых выключателей и для выключателей других типов с пневматическими (пневмогидравлическими) приводами; г) при нормированном усилии (моменте) пружин — для выключателей с пружинным приводом
Бестоковая пауза выключателя при АПВ $t_{бт}$	Интервал времени от момента погасания дуги во всех полюсах до момента возобновления тока в каком-либо из полюсов выключателя. Для выключателей с шунтирующими резисторами различают: а) бестоковую паузу без вычета времени протекания тока, ограниченного резисторами; б) бестоковую паузу согласно подпункту *а* за вычетом времени протекания тока, ограниченного резисторами (время полного отсутствия тока в цепи)
Неудаленное короткое замыкание	Короткое замыкание на присоединенной к выключателю воздушной линии, на удалении от него от нескольких сотен метров до нескольких километров, при котором условия отключения существенно утяжеляются
Коэффициент первого гасящего полюса $K_{п.г}$	Принятое для целей нормирования кривой ПВН при испытании выключателя на коммутационную способность отношение возвращающегося напряжения на первом гасящем дугу полюсе при отключении трехфазного короткого замыкания к фазному наибольшему рабочему напряжению
Коэффициент пика короткозамкнутой линии $K_{п}$	Отношение наибольшего отклонения переходного напряжения «фаза—земля» воздушной линии после отключения короткого замыкания на ней к начальной величине этого напряжения. Примечание. Величина начального переходного напряжения на линии соответствует моменту погасания дуги в рассматриваемом полюсе

Продолжение

Термин	Определение
Прямое испытание на коммутационную способность	Испытание при токах короткого замыкания, при котором приложенное напряжение, ток, переходное и возвращающееся напряжение, — все получаются от одной цепи (одного источника мощности). Этим источником может быть электрическая система, ударный генератор, колебательный контур или их сочетания; при этом приложенное и возвращающееся напряжение цепи соответствует напряжению источника мощности
Синтетическое испытание на коммутационную способность	Испытание при токах короткого замыкания, при котором весь ток или большая его часть получается от одного источника (цепи тока промышленной частоты) и при котором переходное восстанавливающееся напряжение получается полностью или частями от одного или более отдельных источников (цепей напряжения). Это напряжение соответствует наибольшему рабочему напряжению испытуемого выключателя. Напряжение источника тока промышленной частоты может быть долей напряжения цепи напряжения
Разрыв	Часть дугогасительного устройства полюса выключателя, в которой происходит размыкание и замыкание коммутируемой полюсом цепи. При последовательном соединении нескольких разрывов управление ими производится одновременно общим для всего полюса командным импульсом
Модуль выключателя	Часть полюса выключателя, имеющая законченное конструктивное оформление, рассчитанная на определенное напряжение, длительный ток и коммутационную способность, которая, будучи установлена, одна или в последовательном соединении с другими такими же частями, на соответствующей изоляции относительно земли, образует полюс или элемент полюса выключателя
Элемент полюса выключателя	Часть полюса, имеющая законченное конструктивное оформление, содержащая один или более модулей, которая будучи соединена последовательно с другими (другим) аналогичными элементами образует полюс выключателя
Двигательный привод зависимого (прямого) действия	Электрический (электромагнитный или электродвигательный) привод, потребляющий энергию во время совершения операции включения непосредственно от вспомогательного источника электрической энергии
Двигательный привод независимого (косвенного) действия	Привод, совершающий операцию включения за счет энергии, предварительно запасенной до совершения операции, например маховой (инерционный), пневматический, пневмогидравлический, пружинный
Ограниченно зависимая характеристика выдержки времени максимального расцепителя тока, встроенного в привод	Зависимость времени действия максимального расцепителя тока от тока в его обмотке, при которой время действия расцепителя при увеличении тока уменьшается до некоторого определенного значения и при дальнейшем возрастании тока остается равным этому значению
Коэффициент возврата максимального расцепителя тока с выдержкой времени, встроенного в привод	Отношение среднего значения тока возврата к среднему значению тока срабатывания (из пяти измерений каждого тока)

Продолжение

Термин	Определение
Ток возврата	Наибольший ток, при понижении до которого максимальный расцепитель тока возвращается в исходное положение после протекания тока, равного или большего тока срабатывания, зависящий от следующих условий: а) кратности тока, протекающего по обмотке до момента его снижения, относительно среднего значения (из пяти измерений) тока срабатывания; б) величины уставки выдержки времени; в) времени, прошедшего от начала действия расцепителя до момента снижения тока
Ток срабатывания максимального расцепителя тока	Минимальный ток при заданной уставке по току, при котором якорь расцепителя, начав двигаться, отключает выключатель
Минимальный коэффициент возврата	Наименьшее значение коэффициента возврата, отнесенное к следующим условиям: а) кратности тока, протекающего по обмотке до момента его снижения, равной единице; б) наибольшей по шкале уставке времени; в) положению якоря, соответствующему моменту, непосредственно предшествующему моменту расцепления механизма выдержки времени
Напряжение срабатывания минимального расцепителя напряжения, встроенного в привод	Наибольшее напряжение при заданной уставке по напряжению, при которой якорь расцепителя, начав двигаться, отключает выключатель
Напряжение возврата	Наименьшее напряжение, при понижении до которого минимальный расцепитель напряжения, встроенный в привод, возвращается в исходное положение после снижения напряжения до напряжения, равного или меньшего напряжения срабатывания

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. **(Исключено, Изм. № 2).**

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

НОРМИРОВАННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОБСТВЕННОГО ПЕРЕХОДНОГО ВОССТАНАВЛИВАЮЩЕГОСЯ НАПРЯЖЕНИЯ (ПВН)

Таблица 1

Нормированные характеристики ПВН, определяемого двумя параметрами

$U_{ном}/U_{нр}$, кВ	Ток отключения в процентах $I_{о, ном}$								
	100			60			30		
	Параметры*		$S_{100} = u_{с, 100}/t_{з, 100}$, кВ/мкс	Параметры*		$S_{60} = u_{с, 60}/t_{з, 60}$, кВ/мкс	Параметры*		$S_{30} = u_{с, 30}/t_{з, 30}$, кВ/мкс
	$u_{с, 100}$, кВ	$t_{з, 100}$, мкс		$u_{с, 60}$, кВ	$t_{з, 60}$, мкс		$u_{с, 30}$, кВ	$t_{з, 30}$, мкс	
6/7,2	12,3	35	0,35	13,2	15	0,88	13,2	7,5	1,75
10/12	20,6	51	0,40	22,0	22	1,00	22,0	11	2,0
15/17,5	30	60	0,50	32,1	26	1,25	32,1	13	2,5
20/24	41,1	75	0,55	44,1	32	1,36	44,1	16	2,75
35/40,5	69,4	99	0,7	74,4**	42**	1,75**	74,4	21	3,5

* Параметры ПВН при испытаниях видов $А_4$, $А_5$ и $Б_2$ (табл. 6) получают путем деления указанных двух параметров на 1,5.

** Для $U_{ном}$ = 35 кВ допускается по требованию заказчика принимать меньшие значения $t_{з, 60}$.

Таблица 2

Нормированные характеристики ПВН, определяемого четырьмя параметрами

$U_{ном}/U_{нр}$, кВ	$I_{о, ном}$, кА	Ток отключения в процентах $I_{о, ном}$													
		100					60					30				
		Параметры*; **				$S_{100} = u_1/t_{1,100}$, кВ/мкс	Параметры*				$S_{60} = u_1/t_{1,60}$, кВ/мкс	Параметры*				$S_{30} = u_1/t_{1,30}$, кВ/мкс
		u_1, кВ	$t_{1, 100}$, мкс	$u_{с, 100}$, кВ	$t_{2, 100}$, мкс		u_1, кВ	$t_{1, 60}$, мкс	$u_{с, 60}$, кВ	$t_{2, 60}$, мкс		u_1, кВ	$t_{1, 30}$, мкс	$u_{с, 30}$, кВ	$t_{2, 30}$, мкс	
110/126	≤ 31,5	134	112	187	336	1,2	134	56	200	168	2,4	134	22	200	66	6,0
	40		96		288	1,4		48		144	2,8		19		57	7,0
	50		89		267	1,5		44		132	3,0		18		54	7,5
	≥ 63		79		237	1,7		39		117	3,4		16		48	8,5
150/172	≤ 31,5	183	152	256	456	1,2	183	76	274	228	2,4	183	30	274	90	6,0
	40		131		393	1,4		65		195	2,8		26		78	7,0
	50		122		366	1,5		61		183	3,0		24		72	7,5
	≥ 63		108		324	1,7		54		162	3,4		22		66	8,5
220/252	≤ 31,5	267	222	374	666	1,2	267	111	400	333	2,4	267	44	400	132	6,0
	40		191		573	1,4		95		285	2,8		38		114	7,0
	50		167		501	1,6		83		249	3,2		33		99	8,0
	≥ 63		148		444	1,8		74		222	3,6		30		90	9,0
330/363	≤ 31,5	385	321	540	963	1,2	385	160	580	480	2,4	385	64	580	192	6,0
	40		257		771	1,5		128		384	3,0		51		153	7,5
	50		214		642	1,8		107		321	3,6		43		129	9,0
	≥ 63		192		576	2,0		96		288	4,0		38		114	10,0
500/525	≤ 31,5	557	348	780	1044	1,6	557	174	835	522	3,2	557	70	835	210	8,0
	40		309		927	1,8		155		465	3,6		62		186	9,0
	50		265		795	2,1		133		399	4,2		53		159	10,5
	≥ 63		232		696	2,4		116		348	4,8		46		138	12,0
750/787	≤ 31,5	835	491	1170	1473	1,7	835	246	1250	738	3,4	835	98	1250	294	8,5
	40		418		1254	2,0		209		627	4,0		84		250	10,0
	50		334		1002	2,5		167		501	5,0		70		210	12,0
	≥ 63		309		927	2,7		155		465	5,4		62		186	13,5

* Параметры ПВН при испытаниях видов $А_4$, $А_5$, $Б_2$ (табл. 6) получают делением указанных четырех параметров на 1,3.

** Параметры ПВН (со стороны источника) при испытаниях вида $Б_4$ (табл. 6) — по п. 7.6.3*а*.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Обязательное

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЦЕПИ

Коэффициент мощности (cos φ) в каждой фазе испытательной цепи может быть с достаточной точностью определен одним из указанных ниже способов.

1. Определение по постоянным цепи

Коэффициент мощности определяется как отношение активного сопротивления R к полному сопротивлению Z испытательной цепи при коротком замыкании. Значение R измеряется при постоянном токе. Если цепь включает трансформатор, то сопротивление R_1 первичной цепи и R_2 вторичной цепи замеряются отдельно и значение R находится по формуле

$$R = R_2 + R_1K^2,$$

где K — коэффициент трансформации трансформатора.

Полное сопротивление Z, равное $\frac{E}{I_{\text{о,п}}}$, определяют по осциллограмме, как показано на чертеже.

2. Определение по затуханию апериодической составляющей

Для этого метода снимают осциллограмму тока короткого замыкания с апериодической составляющей и используют формулу

$$i_{\text{а}} = i_{\text{н,а}}\, e^{-Rt/L},$$

где $i_{\text{а}}$ — значение апериодической составляющей в выбранный момент времени;

$i_{\text{н,а}}$ — начальное значение апериодической составляющей;

L — индуктивность испытательной цепи;

t — время, отсчитанное от начала короткого замыкания;

e — основание натуральных логарифмов.

Из указанной формулы определяют значение $\frac{R}{L}$ следующим образом:

а) измеряют значения $i_{\text{н,а}}$ в момент начала короткого замыкания и $i_{\text{а}}$ — в момент времени t_1, выбранный до момента расхождения контактов;

б) определяется значение $e^{-Rt_1/L}$ делением $i_{\text{а}}$ на $i_{\text{н,а}}$;

в) из математической таблицы значений e^{-x} определяют значение x, соответствующее частному от деления $i_{\text{а}}$ на $i_{\text{н,а}}$;

г) значение x, определяющее собой $\frac{Rt_1}{L}$ делят на t_1, (в секундах), что дает значение $\frac{R}{L}$.

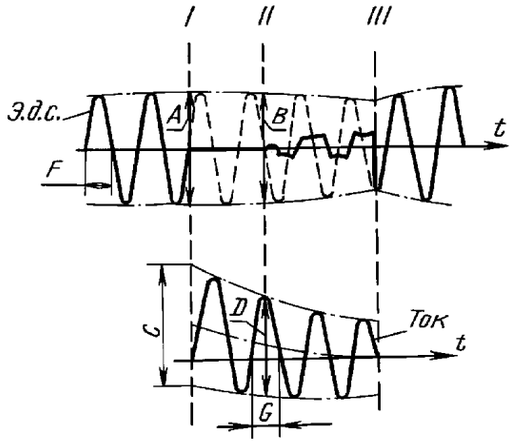
Угол φ определяется из выражения $\varphi = \operatorname{arctg} \frac{314\,L}{R}$, после чего находят cos φ.

Этот метод не должен применяться, когда токи измеряют с помощью трансформатора тока.

3. Определение при помощи вспомогательного генератора (пилот-генератора).

Когда имеется вспомогательный генератор, установленный на одном валу с испытательным генератором, напряжение этого генератора, записанное на осциллограмме, сравнивается по фазе сначала с напряжением, а затем с током испытательного генератора.

Иллюстрация к методике определения коэффициента мощности испытательной установки



Полное сопротивление контура

$$\frac{E}{I_{\text{о, п}}} = \frac{B}{D} = \frac{A}{C} \cdot \frac{F}{G},$$

где E — э. д. с. схемы в момент размыкания контактов;

$I_{\text{о, п}}$ — ток отключения;

I — начало короткого замыкания;

II — момент размыкания контактов;

III — момент окончательного гашения.

Разность между фазными углами напряжений вспомогательного и главного генераторов, с одной стороны, и между фазными углами напряжения вспомогательного генератора и тока испытательного генератора, с другой, определяет фазный угол между напряжением и током испытательного генератора, по которому может быть найден коэффициент мощности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Обязательное

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПИКА СОБСТВЕННОГО ПВН С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ПИКА ГАШЕНИЯ

При использовании указанного в п. 7.6.5.6*а* метода определения формы кривой собственного ПВН испытательной цепи необходимо учитывать влияние пика гашения на величину пика восстанавливающего напряжения и соответственно обработать результаты измерения на осциллограмме для получения значения u_{max}, подлежащего сопоставлению с нормированным значением u_c.

Если значение пика гашения не превышает 10 % измеренного на осциллограмме пика восстанавливающегося напряжения, то для одночастотного ПВН, а также для многочастотного ПВН, если в нем преобладает составляющая основной частоты, может применяться следующий способ определения u_{max}.

На осциллограмме (см. чертеж) измеряют отрезки A, B и C и с учетом масштаба m_u вычисляют

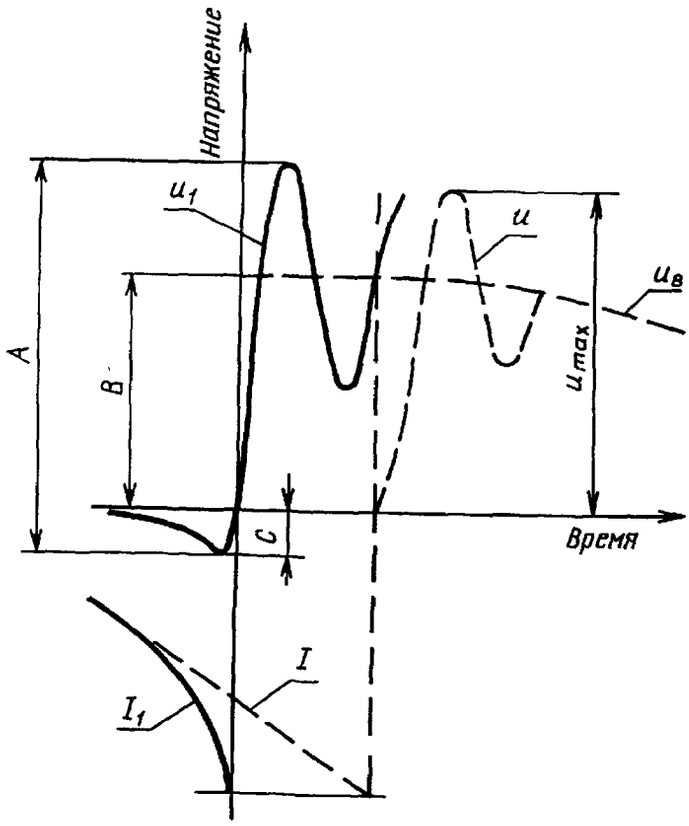
$$u_{max} = \left(A \cdot \frac{B}{B + C} \right) m_u \ .$$

Если при расшифровке осциллограммы возникают трудности с определением значения отрезка B, то допускается применять следующую формулу

$$u_{max} = (A - K_a C)\ m_u \ ,$$

где K_a — значение коэффициента по табл. 3 (п. 3.6.3).

Определение пика восстанавливающегося напряжения

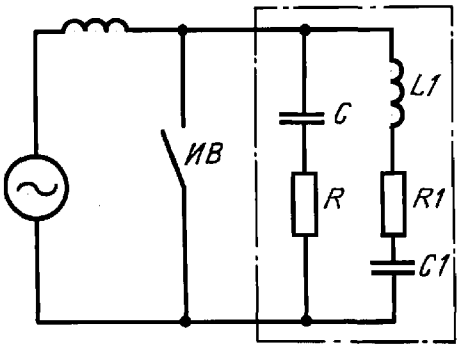


u_1, I_1 — напряжение и ток в опыте; u, I — собственное ПВН и ожидаемый ток; $u_в$ — возвращающееся напряжение

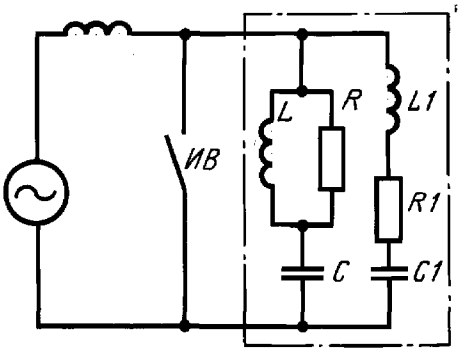
ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Справочное

ПРИМЕРЫ СХЕМ ФОРМИРОВАНИЯ КРИВЫХ ПВН

1. Примеры схем формирования кривых ПВН, определяемых четырьмя параметрами (п. 7.6.5.2), приведены на черт. 1 и 2.



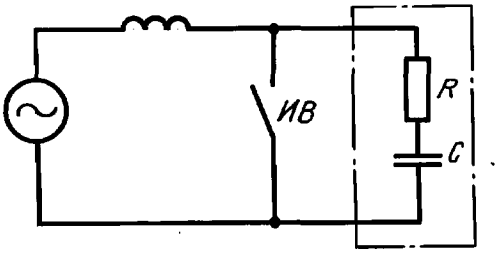
Черт. 1



Черт. 2

Формулы для расчета параметров R, L, C, L_1, R_1, C_1 схем черт. 1 и черт. 2 приведены в табл. 1.

2. Пример схемы формирования кривой ПВН, определяемого четырьмя параметрами в случае, предусмотренном четвертым абзацем п. 7.6.5.2, приведен на черт. 3.



ИВ — испытуемый выключатель

Черт. 3

Формулы для расчета параметров R и C для схемы черт. 3 приведены в табл. 2.

Таблица 1

Ток отключения $I_{о,\,ном}$, %	Схема по чертежу	Параметры					
		L, мГ	R, Ом	C, мкФ	$L1$, мГ	$R1$, Ом	$C1$, мкФ
30 ($K_а = 1{,}5$)	1	—	$2250\frac{S_{30}}{I_{о,\,ном}\cdot 0{,}3}$	$226\cdot 10^{-6}\frac{U_{в,\,н}\,I_{о,\,ном}\cdot 0{,}3}{S_{30}^2}$	$3{,}18\frac{U_{в,\,н}}{I_{о,\,ном}\cdot 0{,}3}$	$1800\frac{S_{30}}{I_{о,\,ном}\cdot 0{,}3}$	$178\cdot 10^{-6}\frac{U_{в,\,н}\,I_{о,\,ном}\cdot 0{,}3}{S_{30}^2}$
60 ($K_а = 1{,}5$)		—	$2250\frac{S_{60}}{I_{о,\,ном}\cdot 0{,}6}$	$226\cdot 10^{-6}\frac{U_{в,\,н}\,I_{о,\,ном}\cdot 0{,}6}{S_{60}^2}$	$3{,}18\frac{U_{в,\,н}}{I_{о,\,ном}\cdot 0{,}6}$	$1800\frac{S_{60}}{I_{о,\,ном}\cdot 0{,}6}$	$178\cdot 10^{-6}\frac{U_{в,\,н}\,I_{о,\,ном}\cdot 0{,}6}{S_{60}^2}$
30 ($K_а = 1{,}5$)	2	$0{,}96\frac{U_{в,\,н}}{I_{о,\,ном}\cdot 0{,}3}$	$2250\frac{S_{30}}{I_{о,\,ном}\cdot 0{,}3}$	$132\cdot 10^{-6}\frac{U_{в,\,н}\,I_{о,\,ном}\cdot 0{,}3}{S_{30}^2}$	$3{,}5\frac{U_{в,\,н}}{I_{о,\,ном}\cdot 0{,}3}$	$1160\frac{S_{30}}{I_{о,\,ном}\cdot 0{,}3}$	$225\cdot 10^{-6}\frac{U_{в,\,н}\,I_{о,\,ном}\cdot 0{,}3}{S_{30}^2}$
60 ($K_а = 1{,}5$)		$0{,}96\frac{U_{в,\,н}}{I_{о,\,ном}\cdot 0{,}6}$	$2250\frac{S_{60}}{I_{о,\,ном}\cdot 0{,}6}$	$132\cdot 10^{-6}\frac{U_{в,\,н}\,I_{о,\,ном}\cdot 0{,}6}{S_{60}^2}$	$3{,}5\frac{U_{в,\,н}}{I_{о,\,ном}\cdot 0{,}6}$	$1160\frac{S_{60}}{I_{о,\,ном}\cdot 0{,}6}$	$225\cdot 10^{-6}\frac{U_{в,\,н}\,I_{о,\,ном}\cdot 0{,}6}{S_{60}^2}$
100 ($K_а = 1{,}4$)	1	—	$2250\frac{S_{100}}{I_{о,\,ном}}$	$220\cdot 10^{-6}\frac{U_{в,\,н}\,I_{о,\,ном}}{S_{100}^2}$	$5{,}1\frac{U_{в,\,н}}{I_{о,\,ном}}$	$1800\frac{S_{100}}{I_{о,\,ном}}$	$189\cdot 10^{-6}\frac{U_{в,\,н}\,I_{о,\,ном}}{S_{100}^2}$
	2	$0{,}96\frac{U_{в,\,н}}{I_{о,\,ном}}$	$2250\frac{S_{100}}{I_{о,\,ном}}$	$132\cdot 10^{-6}\frac{U_{в,\,н}\,I_{о,\,ном}}{S_{100}^2}$	$3{,}16\frac{U_{в,\,н}}{I_{о,\,ном}}$	$1960\frac{S_{100}}{I_{о,\,ном}}$	$264\cdot 10^{-6}\frac{U_{в,\,н}\,I_{о,\,ном}}{S_{100}^2}$

Таблица 2

Ток отключения $I_{о,\ ном}$, %	Параметры	
	R, Ом	C, мкФ
30 ($K_а = 1{,}5$)	$2250\frac{S_{30}}{I_{о,\ ном}\cdot 0{,}3}$	$157\cdot 10^{-6}\ \frac{U_{в,н}\ I_{о,\ ном}\cdot 0{,}3}{S_{30}^2}$
60 ($K_а = 1{,}5$)	$2250\frac{S_{60}}{I_{о,\ ном}\cdot 0{,}6}$	$157\cdot 10^{-6}\ \frac{U_{в,н}\ I_{о,\ ном}\cdot 0{,}6}{S_{60}^2}$
100 ($K_а = 1{,}4$)	$2250\ \frac{S_{100}}{I_{о,\ ном}}$	$341\cdot 10^{-6}\ \frac{U_{в,н}\ I_{о,\ ном}}{S_{100}^2}$

3. На черт. 1—3 штрих-пунктирными линиями обведены схемы формирования.

4. В табл. 1 и 2 обозначено:

$U_{в,\ н}$ — нормированное полюсное возвращающееся напряжение (п. 7.6.4.3) в киловольтах;

S — начальная скорость ПВН в киловольтах в микросекунду (см. табл. 1 и 2 приложения 3).

5. Приведенные в табл. 1 и 2 формулы применимы в случаях, когда собственные параметры схемы испытаний оказывают незначительное влияние на результирующую кривую ПВН (например при синтетических испытаниях).

В случаях, когда это влияние заметно, расчетные параметры должны быть откорректированы при наладке схем.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Классификация 1
2. Основные (номинальные) параметры 2
3. Технические требования 4
3.1. Общие требования 4
3.2. Требования к электрической прочности изоляции 5
3.3. Требования по нагреву 5
3.4. Требования по механической работоспособности 6
3.5. Требования к стойкости при сквозных токах короткого замыкания 8
3.6. Требования к коммутационной способности 8
3.7. Требования к конструкции 15
3.8. Требования к надежности 18
4. Комплектность 18
5. Требования безопасности 19
6. Правила приемки 19
7. Методы испытаний 22
7.1. Проверка на соответствие требованиям сборочного чертежа 22
7.2. Испытания на механическую работоспособность 22
7.3. Испытание электрической прочности изоляции 27
7.4. Испытание на нагрев 27
7.5. Испытание на стойкость при сквозных токах короткого замыкания 28
7.6. Испытания на коммутационную способность 29
7.7. Испытания на стойкость к воздействию климатических факторов внешней среды . . . 46
7.8. Ресурсные испытания по механической стойкости 46
7.9. Ресурсные испытания по механической стойкости выключателей серийного производства 48
7.10. Температурные условия испытаний 48
8. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение 48
9. Указания по эксплуатации 51
10. Гарантии изготовителя 51
Приложение 1. Термины, применяемые в стандарте, и их определения 52
Приложение 3. Нормированные характеристики собственного переходного восстанавливающегося напряжения (ПВН) 57
Приложение 4. Методика определения коэффициента мощности испытательной цепи . . . 59
Приложение 5. Метод определения пика собственного ПВН с учетом влияния пика гашения . 61
Приложение 6. Примеры схем формирования кривых ПВН 63

Редактор *В. Н. Копысов*
Технический редактор *Л. А. Гусева*
Корректор *Н. И. Гаврищук*
Компьютерная верстка *В. Н. Романовой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 19.07.2001. Подписано в печать 10.10.2001. Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 7,30.
Тираж 220 экз. С 2302. Зак. 1689

ИПК Издательство стандартов,107076, Москва, Колодезный пер., 14.
http:gost.e-ecolog.ru e-mail: gost.e-ecolog.ru
Набрано в Калужской типографии стандартов на ПЭВМ.
Калужская типография стандартов, 248021, Калуга, ул. Московская, 256.
ПЛР № 040138

gost.e-ecolog.ru