ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59772— 2021

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА НАПРЯЖЕНИЕ ОТ 6 ДО 35 КВ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ, ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ И ЛИНЕЙНЫХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Общие технические условия

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Проектно-конструкторским бюро по инфраструктуре (ПКБ И) — филиалом Открытого акционерного общества «Российские железные дороги»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК45 «Железнодорожный транспорт»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2021 г. № 1182-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии не несет ответственности за патентную чистоту настоящего стандарта. Патентообладатель может заявить о своих правах и направить в национальный орган по стандартизации аргументированное предложение о внесении в настоящий стандарт поправки для указания информации о наличии в стандарте объектов патентного права и патентообладателе

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru)

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2021

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 3
4 Классификация 5
5 Технические требования 7
5.1 Основные показатели и характеристики 7
5.2 Требования к сырью, материалам и покупным изделиям 15
5.3 Комплектность 15
5.4 Маркировка 15
5.5 Упаковка 15
6 Требования безопасности и охраны окружающей среды 16
6.1 Требования безопасности 16
6.2 Требования охраны окружающей среды 16
7 Правила приемки 16
7.1 Общие положения 16
7.2 Квалификационные испытания 19
7.3 Приемо-сдаточные испытания 19
7.4 Периодические испытания 19
7.5 Типовые испытания 19
8 Методы контроля 20
8.1 Общие требования 20
8.2 Внешний осмотр и контроль соответствия требованиям конструкторской документации . . . 20
8.3 Контроль соответствия требованиям по габаритным размерам и массе 20
8.4 Испытание на соответствие требованиям по нагреву 21
8.5 Испытания на соответствие требованиям к электрической прочности изоляции главной цепи 21
8.6 Контроль соответствия требованию к длине пути утечки внешней изоляции 21
8.7 Контроль соответствия требованию к сопротивлению главной цепи 21
8.8 Испытания на механическую работоспособность 21
8.9 Испытания на соответствие требованиям к времени срабатывания 23
8.10 Испытания на соответствие конструктивным требованиям 25
8.11 Испытания на коммутационную работоспособность 27
8.12 Испытания на соответствие требованиям к вспомогательным контактам 45
8.13 Контроль качества покрытий 46
8.14 Испытания на соответствие требованиям к мощности, потребляемой сети оперативного тока и сети собственных нужд 46
8.15 Контроль соответствия требованиям к иным видам совместимости 48
8.16 Контроль соответствия требованиям надежности 48
8.17 Испытания на соответствие требованиям стойкости к воздействию климатических факторов внешней среды и механических воздействующих факторов 49
8.18 Испытания на соответствие требованиям стойкости к воздействию тока сквозного короткого замыкания 49
8.19 Испытания на соответствие требованиям стойкости к воздействию гололеда 51
8.20 Испытания на соответствие требованиям стойкости к воздействию на выводы главной цепи усилия, вызванного тяжением проводов и ветра 51
8.21 Контроль соответствия требованиям технологичности 52
8.22 Контроль соответствия требованиям к сырью, материалам и покупным изделиям 52
8.23 Испытания на соответствие общим требованиям безопасности 52
8.24 Контроль соответствия требованиям охраны окружающей среды 53
8.25 Контроль соответствия требованиям к маркировке 54
8.26 Контроль соответствия требованиям к упаковке 54
9 Транспортирование и хранение 54
9.1 Транспортирование 54
9.2 Хранение 54

10 Указания по эксплуатации 54
10.1 Общие указания 54
10.2 Осмотр без вывода из работы 55
10.3 Текущий ремонт 55
10.4 Тепловизионное обследование 56
10.5 Межремонтные испытания 56
10.6 Капитальный ремонт 59
11 Гарантии изготовителя 59
Приложение А (обязательное) Информация о выключателях, необходимая для приведения в технических условиях на изделия конкретных типов 60
Библиография 62

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА НАПРЯЖЕНИЕ ОТ 6 ДО 35 КВ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ, ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ И ЛИНЕЙНЫХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Общие технические условия

A. c. circuit-breakers for voltages from 6 to 35 kV for railway traction substations, transformer substations and railway power supply linear devices. General specifications

Дата введения — 2022—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на выключатели переменного тока промышленной частоты на напряжение от 6 до 35 кВ (далее — выключатели), предназначенные для эксплуатации на железнодорожных тяговых подстанциях, трансформаторных подстанциях и линейных устройствах системы тягового железнодорожного электроснабжения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.114—2016 Единая система конструкторской документации. Технические условия

ГОСТ 8.217 Государственная система обеспечения единства измерений. Трансформаторы тока. Методика поверки

ГОСТ 9.032 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения

ГОСТ 9.302 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля

ГОСТ 9.401 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов

ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.007 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.0—75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.3—75 Система стандартов безопасности труда. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности

ГОСТ 14.201—83 Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования

ГОСТ 15.309—98 Система разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения

ГОСТ 20.57.406—81 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний

ГОСТ 27.003 Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности

ГОСТ 27.301 Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения

ГОСТ 166 (ИСО 3599—76) Штангенциркули. Технические условия

Издание официальное

ГОСТ 427 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 3242 Соединения сварные. Методы контроля качества

ГОСТ 5264 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 6376 Анемометры ручные со счетным механизмом. Технические условия

ГОСТ 7165 (МЭК 564—77) Мосты постоянного тока для измерения сопротивления

ГОСТ 7502 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 7746 Трансформаторы тока. Общие технические условия

ГОСТ 8024—90 Аппараты и электротехнические устройства переменного тока на напряжение свыше 1000 В. Нормы нагрева при продолжительном режиме работы и методы испытаний

ГОСТ 8042 (МЭК 51-8—84) Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 8. Особые требования к вспомогательным частям

ГОСТ 8711 (МЭК 51-2—84) Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 2. Особые требования к амперметрам и вольтметрам

ГОСТ 9920 (МЭК 694—80, МЭК 815—86) Электроустановки переменного тока на напряжение от 3 до 750 кВ. Длина пути утечки внешней изоляции

ГОСТ 10434 Соединения контактные электрические. Классификация. Общие технические требования

ГОСТ 13837 Динамометры общего назначения. Технические условия

ГОСТ 14254 (IEC 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

ГОСТ 14771 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

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

ГОСТ 16504 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 16962.1—89 (МЭК 68-2-1—74) Изделия электротехнические. Методы испытаний на устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам

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

ГОСТ 17703 Аппараты электрические коммутационные. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 18311 Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 18321—73 Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции

ГОСТ 18620—86 Изделия электротехнические. Маркировка

ГОСТ 21242 Выводы контактные электротехнических устройств плоские и штыревые. Основные размеры

ГОСТ 23216—78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ 23706 (МЭК-51-6—84) Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 6. Особые требования к омметрам (приборам для измерения полного сопротивления) и приборам для измерения активной проводимости

ГОСТ 24291 Электрическая часть электростанции и электрической сети. Термины и определения

ГОСТ 24753 Выводы контактные электротехнических устройств. Общие технические требования

ГОСТ 30167—2014 Ресурсосбережение. Порядок установления показателей ресурсосбережения в документации на продукцию

ГОСТ 30331.1 (IEC 60364-1:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения

ГОСТ 30631 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации

ГОСТ 31818.11 (IEC 62052-11:2003) Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования. Испытания и условия испытаний. Часть 11. Счетчики электрической энергии

ГОСТ 32192 Надежность в железнодорожной технике. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 32895 Электрификация и электроснабжение железных дорог. Термины и определения

ГОСТ 33242 Весы автоматические для взвешивания транспортных средств в движении и измерения нагрузок на оси. Метрологические и технические требования. Испытания

ГОСТ 33477 Система разработки и постановки продукции на производство. Технические средства железнодорожной инфраструктуры. Порядок разработки, постановки на производство и допуска к применению

ГОСТ IEC 60034-1 Машины электрические вращающиеся. Часть 1. Номинальные значения параметров и эксплуатационные характеристики

ГОСТ Р 8.568 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения

ГОСТ Р 9.316 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия термодиффузионные цинковые. Общие требования и методы контроля

ГОСТ Р 51369—99 Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие влажности

ГОСТ Р 55194 Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжение от 1 до 750 кВ. Общие методы испытаний электрической прочности изоляции

ГОСТ Р 55195—2012 Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности изоляции

ГОСТ Р 57121 Терминалы присоединений интеллектуальные для распределительных устройств тяговых подстанций, трансформаторных подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения железной дороги. Технические требования

ГОСТ Р ИСО 9001 Системы менеджмента качества. Требования

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 16504, ГОСТ 17703, ГОСТ 18311, ГОСТ 24291, ГОСТ 32192, ГОСТ 32895, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **автоматическое повторное включение;** АПВ: Автоматическое включение выключателя после его отключения при срабатывании защиты.

3.2 **время дуги**: Интервал времени между моментом первого возникновения дуги и моментом окончательного ее погасания во всех полюсах.

3.3 **время короткого замыкания**: Интервал времени между моментом превышения тока величины уставки защит и моментом спадания тока до нуля.

3.4 **выключатель баковый**: Выключатель, дугогасительные устройства которого расположены в металлическом заземленном корпусе или баке.

3.5 **выключатель колонковый**: Выключатель, дугогасительные устройства которого расположены в корпусе или баке, находящемся под рабочим напряжением.

3.6 **выключатель подвесной**: Колонковый выключатель, конструкция которого позволяет размещать выключатель на выкатном или подъемно-опускном элементе шкафа комплектного распределительного устройства.

3.7 **выключатель вакуумный**: Выключатель, контакты главной цепи которого находятся в вакууме.

3.8 **выключатель элегазовый:** Выключатель, контакты главной цепи которого находятся в элегазе (шестифтористой сере и смесях на ее основе).

3.9 **коэффициент первого гасящего полюса**: Отношение восстанавливающегося напряжения промышленной частоты на первом гасящем дугу полюсе при отключении трехфазного короткого замыкания к фазному наибольшему рабочему напряжению.

3.10 **коэффициент превышения амплитуды**: Отношение максимального значения переходного восстанавливающегося напряжения к амплитудному значению возвращающегося напряжения.

3.11 **номинальное напряжение выключателя**: Приближенное действующее значение напряжения между полюсом главной цепи выключателя и его заземленными частями, применяемое для обозначения или идентификации электрической сети, для работы в которой предназначен выключатель.

3.12 **наибольшее рабочее напряжение выключателя**: Наибольшее напряжение частоты 50 Гц, которое допустимо неограниченно длительно прикладывать к изоляции полюса главной цепи выключателя.

3.13 **номинальный ток выключателя**: Наибольший допустимый по условиям нагрева ток главной цепи выключателя в продолжительном режиме, на который рассчитан выключатель.

3.14 **номинальный ток отключения выключателя**: Наибольшее действующее значение периодической составляющей тока главной цепи выключателя, на отключение которого рассчитан выключатель при нормированных условиях его коммутационной способности.

3.15 **нормированное значение относительного содержания апериодической составляющей в токе отключения**: Наибольшее допускаемое значение относительного содержания апериодической составляющей в токе отключения при номинальном токе отключения.

3.16 **относительное содержание апериодической составляющей в токе отключения**: Отношение значения апериодической составляющей тока отключения к амплитудному значению его периодической составляющей в момент размыкания контактов.

3.17 **восстанавливающееся напряжение**: Напряжение, появляющееся на контактах полюса выключателя в переходном режиме непосредственно после погасания в нем дуги.

Примечания

1 Восстанавливающееся напряжение допускается рассматривать как слагающееся из напряжения промышленной частоты и свободных составляющих (апериодической, периодических одночастотных или многочастотных или комбинаций из них).

2 Для двух- и трехполюсного выключателей под восстанавливающимся напряжением понимается напряжение, появляющееся на контакте полюса, гасящем дугу первым.

3.18 **переходное восстанавливающееся напряжение;** ПВН: Восстанавливающееся напряжение в течение времени, когда оно имеет заметно выраженный переходный характер.

Примечание — ПВН может быть колебательным или апериодическим или их комбинацией, в зависимости от характеристик цепи и выключателя, отражает также смещение напряжения нейтрали многофазной цепи. ПВН в трехфазных цепях, если не оговорено иное, — это напряжение между выводами первого гасящего полюса, так как это напряжение обычно выше, чем на каждом из двух других полюсов.

3.19 **пик кратковременного выдерживаемого тока**: Значение пика тока, который выключатель должен выдержать во включенном положении при предписанных условиях применения и поведения.

3.20 **прямое испытание на коммутационную способность**: Испытание на коммутационную способность, при котором все испытательные параметры получают от одного и того же источника электроэнергии.

Примечания

1 Под испытательными параметрами понимаются напряжение перед включением, ток и восстанавливающееся напряжение.

2 Источником электроэнергии может быть электрическая система, синхронный генератор или группа генераторов, колебательный контур промышленной частоты, а также источник, образованный их последовательным или параллельным соединением.

3.21 **ресурс (выключателя) по механической стойкости**: Показатель долговечности выключателя, выражаемый числом циклов «включение — пауза — отключение» выключателя без тока в главной цепи.

3.22 **ресурс (выключателя) по коммутационной стойкости**: Показатель долговечности выключателя, выражаемый числом циклов «включение — пауза — отключение» выключателя при токе в главной цепи, как правило, соизмеримым с номинальным током отключения выключателя.

3.23 **синтетическое испытание на коммутационную способность**: Испытание на коммутационную способность, при котором испытательные параметры обеспечиваются путем сочетания действий по меньшей мере двух разных источников электроэнергии.

Примечание — К синтетическому относится также такое испытание, при котором требуемое испытательное напряжение обеспечивается не отдельным(и) источником(ами), а тем же источником, что и испытательный ток, с применением повышающего трансформатора или автотрансформатора.

3.24 **ток термической стойкости**: Ток, который выключатель должен пропускать во включенном положении в течение нормированного короткого промежутка времени при предписанных условиях применения и поведения.

4 Классификация

4.1 Выключатели классифицируют следующим образом:

а) по номинальному напряжению главной цепи — по 5.1.1.2;

б) выключатели на напряжение 35 кВ по конструкции:

1) на колонковые;
2) подвесные;
3) баковые;

в) выключатели на напряжение 6; 10; 20; 2×25 и 27,5 кВ по конструкции:

1) на колонковые;
2) подвесные,

г) по номинальному току полюса главной цепи — по 5.1.1.4,

д) по номинальному току отключения полюса главной цепи — по 5.1.1.5;

е) по виду привода:

1) на выключатели с электромагнитным приводом;
2) выключатели с пружинным приводом;

ж) по количеству полюсов:

1) на однополюсные;
2) двухполюсные;
3) трехполюсные;

и) по пригодности к работе при АПВ:

1) на предназначенные для работы при АПВ;
2) не предназначенные для работы при АПВ.

4.2 Выключатели с номинальным напряжением главной цепи 35 кВ в дополнение к указанному в 4.1 классифицируют по виду изолирующей и дугогасящей среды:

- на вакуумные выключатели;
- элегазовые выключатели.

4.3 Условное обозначение выключателя строят по одной из двух структурных схем, варианты которых показаны на рисунках 1 и 2. Вариант структурной схемы построения обозначения выбирают по усмотрению изготовителя и устанавливают в технических условиях на изделия конкретных типов.

В условном обозначении выключателя приводят:

- число, обозначающее номинальное напряжение главной цепи выключателя, в киловольтах;
- число, обозначающее номинальный ток полюса главной цепи выключателя, в амперах;
- число, обозначающее номинальный ток отключения полюса главной цепи выключателя, в килоамперах.

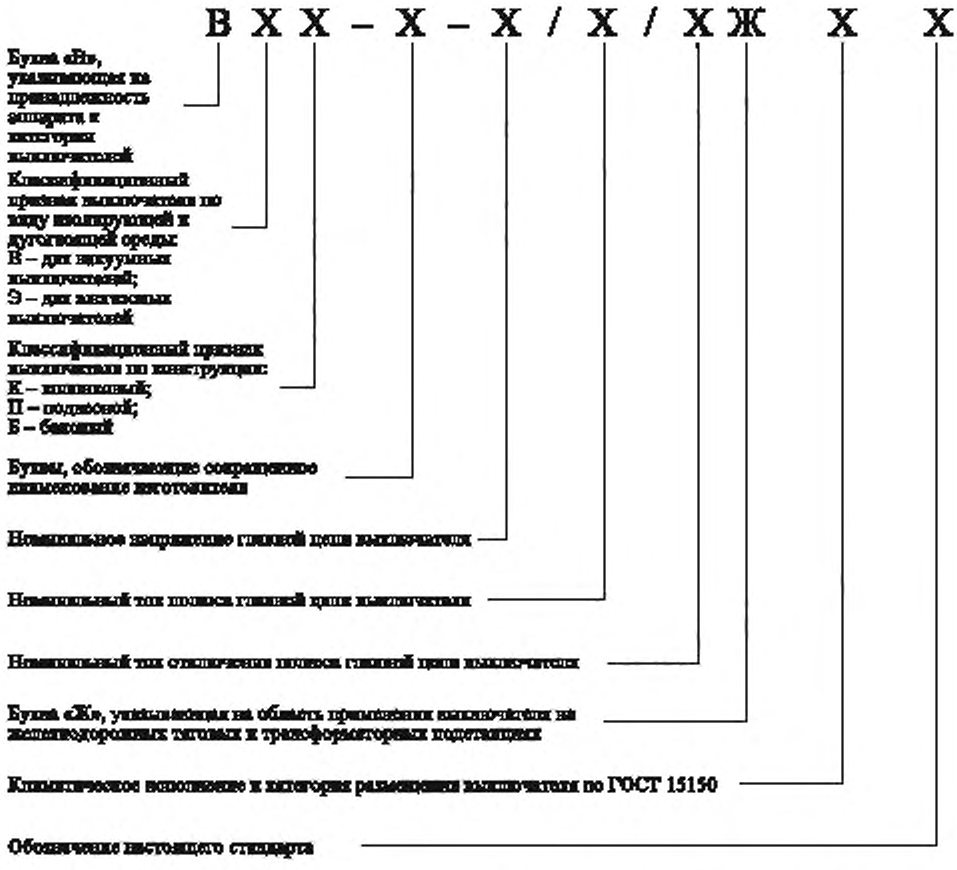


Рисунок 1 — Структурная схема условного обозначения выключателя (вариант 1)

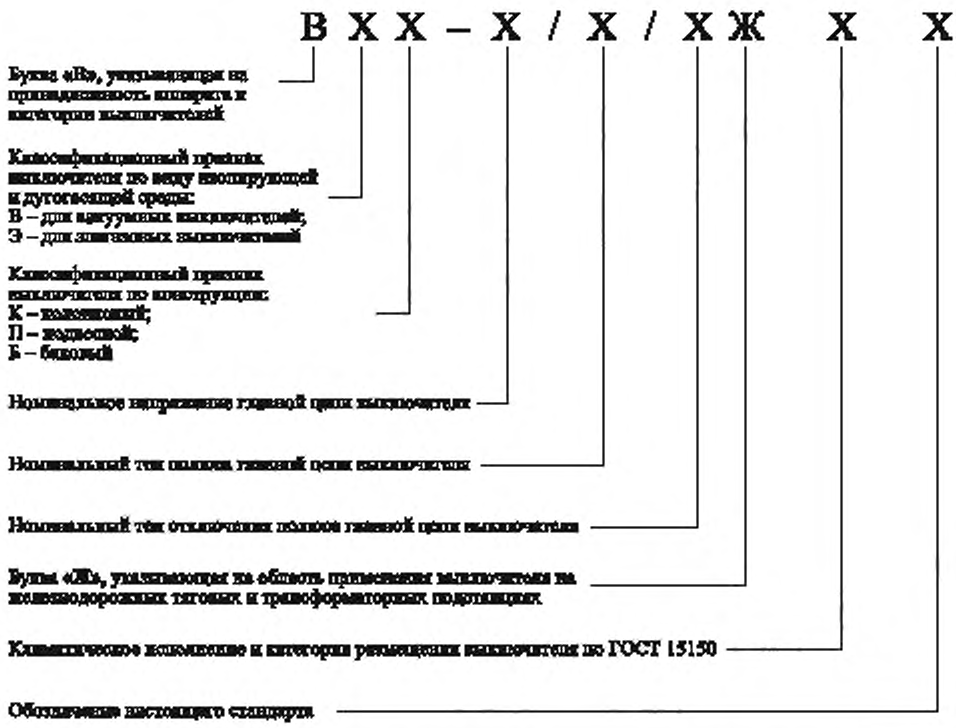


Рисунок 2 — Структурная схема условного обозначения выключателя (вариант 2)

4.4 Информация о выключателях, подлежащая изложению в технических условиях на изделия конкретных типов, — в соответствии с приложением А.

5 Технические требования

5.1 Основные показатели и характеристики

5.1.1 Показатели назначения

5.1.1.1 Выключатели рассматривают как контактные коммутационные аппараты без самовозврата, имеющие два коммутационных положения и предназначенные для включения и отключения тока.

Выключатели должны быть предназначены для работы в распределительных устройствах объектов, перечисленных в разделе 1.

5.1.1.2 Значения номинального напряжения главной цепи выключателей выбирают из ряда: 6; 10; 20; 27,5; 2×25 и 35 кВ.

5.1.1.3 Значения наибольшего рабочего напряжения выключателей должны быть:

а) для выключателей на напряжение 6 кВ — 7,2 кВ;

б) для выключателей на напряжение 10 кВ — 12 кВ;

в) для выключателей на напряжение 20 кВ — 24 кВ;

г) для выключателей на напряжение 27,5 кВ — 29 кВ;

д) для выключателей на напряжение 2×25 кВ:

1) между полюсом и заземленными частями — 29 кВ;

2) между разными полюсами — 58 кВ;

е) для выключателей на напряжение 35 кВ — 40,5 кВ;

5.1.1.4 Значения номинального тока полюса главной цепи выключателей выбирают из рядов:

а) для выключателей на напряжение 6, 10 и 20 кВ: 200, 400, 630, 1000, 1600, 2500 и 3150 А;

б) для выключателей на напряжение 27,5; 2×25 и 35 кВ:

1) одно- и трехполюсных: 630, 1000, 1600 и 2000 А;

2) двухполюсных: 400, 630, 1000, 1600, 2000 и 2500 А.

5.1.1.5 Значения номинального тока отключения полюса главной цепи выключателей выбирают из ряда: 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,0 и 63,0 кА.

5.1.1.6 Номинальное значение частоты в сети, в которой работают выключатели, должно быть 50 Гц.

5.1.1.7 Номинальное напряжение вспомогательных цепей выключателей должно составлять:

а) у выключателей с электромагнитным приводом:

1) для цепей включения и цепей отключения 110 или 220 В постоянного тока;

2) для цепей обогрева однофазных 230 В, трехфазных 400 В переменного тока;

б) у выключателей с пружинным приводом:

1) для цепей включения и цепей отключения 110 или 220 В постоянного тока;

2) для цепей завода включающих пружин и цепей обогрева однофазных 230 В, трехфазных 400 В переменного тока.

Номинальное значение частоты во вспомогательных цепях переменного тока выключателей должно быть 50 Гц.

5.1.1.8 Трехполюсные выключатели на напряжение 6, 10, 20 и 35 кВ должны быть предназначены для работы в электрических сетях с изолированной нейтралью.

5.1.1.9 Выключатели должны быть предназначены для работы при АПВ и выполнять следующие коммутационные циклы:

а) цикл 1:

1) отключение тока, равного номинальному току отключения;

2) нормированная бестоковая пауза при АПВ продолжительностью от 0,3 до 0,5 с;

3) включение на ток, равный номинальному току включения;

4) незамедлительно без преднамеренной выдержки времени отключение тока, равного номинальному току отключения;

5) выдержка времени 180 с;

6) включение на ток, равный номинальному току включения;

7) незамедлительно без преднамеренной выдержки времени отключение тока, равного номинальному току отключения;

б) цикл 2:

1) отключение тока, равного номинальному току отключения;

2) выдержка времени 180 с;

3) включение на ток, равный номинальному току включения;

4) незамедлительно без предварительной выдержки времени отключение тока, равного номинальному току отключения;

5) выдержка времени 180 с;

6) включение на ток, равный номинальному току включения;

7) незамедлительно без предварительной выдержки времени отключение тока, равного номинальному току отключения.

5.1.2 Конструктивные требования

5.1.2.1 Выключатели изготавливают в соответствии с требованиями настоящего стандарта, стандартов или технических условий на конкретные типы выключателей по конструкторской документации, утвержденной в установленном порядке.

5.1.2.2 Выключатели в составе конструкции не должны содержать изоляционного масла или смесей на его основе.

5.1.2.3 Выключатели должны иметь либо электромагнитный привод, потребляющий при подготовке к включению и включении мощность не более 90 Вт или 120 В·А, либо пружинный привод. Для выключателей напряжением 27,5; 2×25 и 35 кВ допускается электромагнитный привод, потребляющий при включении мощность не более 10 кВт или 12 кВ·А в течение не более 1 с.

5.1.2.4 По конструктивной связи между полюсами двух- и трехполюсные выключатели могут быть:

- с двумя (тремя) полюсами на отдельных основаниях;
- с двумя (тремя) полюсами на общем основании;
- с двумя (тремя) полюсами в общем корпусе или баке.

Все выключатели должны иметь механизм ручного отключения, у двух- и трехполюсных выключателей этот механизм должен действовать одновременно на все полюсы.

5.1.2.5 По характеру конструктивной связи выключателя с приводом:

- колонковые и баковые выключатели могут быть как с отдельным, так и со встроенным приводом;
- подвесные выключатели должны быть со встроенным приводом.

5.1.2.6 Выключатели могут как иметь встроенные трансформаторы тока, так и не иметь их.

5.1.2.7 Требования к электрической прочности изоляции главной цепи выключателей на напряжение 6, 10, 20 и 35 кВ — по ГОСТ Р 55195—2012 (раздел 8).

Изоляция главной цепи выключателей на напряжение 27,5 и 2×25 кВ должна выдерживать:

- испытательное напряжение грозового импульса относительно земли 190 кВ;
- испытательное напряжение грозового импульса между контактами одного и того же полюса 190 кВ;
- испытательное напряжение грозового импульса между разными полюсами 190 кВ;
- одноминутное напряжение относительно земли и между контактами одного и того же полюса 95 кВ;
- одноминутное напряжение между разными полюсами 95 кВ.

Изоляция главной цепи выключателей на напряжение 2×25 кВ должна выдерживать:

- испытательное напряжение грозового импульса относительно земли 190 кВ;
- испытательное напряжение грозового импульса между контактами одного и того же полюса 190 кВ;
- испытательное напряжение грозового импульса между разными полюсами 190 кВ;
- одноминутное напряжение относительно земли и между контактами одного и того же полюса 95 кВ;
- одноминутное напряжение между разными полюсами 125 кВ.

5.1.2.8 Удельная длина пути утечки внешней изоляции выключателей категории размещения 1 по ГОСТ 15150 должна быть не менее 3,1 см/кВ.

5.1.2.9 Требования к рабочему положению выключателей в пространстве устанавливают в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

5.1.2.10 При условиях, указанных в 5.1.5.4, выключатели, предназначенные для работы при АПВ, должны выполнять цикл операций О — 0,3 с — ВО, где О — операция отключения тока, равного номинальному току отключения, ВО — операция включения на ток, равный номинальному току отключения и незамедлительно (без преднамеренной выдержки времени) следующая за ней операция отключения.

5.1.2.11 Требования к нагреву выключателей в продолжительном режиме — по ГОСТ 8024. Установленные ГОСТ 8024 наибольшие допустимые температуры нагрева частей выключателей и соответствующие им значения температуры не должны быть превышены при следующих условиях:

- при токе, равном номинальному току полюса выключателя по 5.1.1.4, — для главной цепи;
- при напряжении на выводах, составляющем 110 % номинального по 5.1.1.7, — для катушек включения и отключения выключателей;
- при токе 10 А — для контактов, контактных зажимов и других элементов вспомогательных цепей, предназначенных для работы в продолжительном режиме.

Наибольшие допустимые температуры и соответствующие превышения температур обмоток и других элементов вспомогательных цепей (кроме электродвигателей), предназначенных для кратковременного режима (только в процессе операции включения или отключения выключателя, а для выключателей с пружинным приводом — еще и завода включающих пружин), должны соответствовать требованиям ГОСТ 8024 после 10-кратного срабатывания при напряжении на выводах, составляющем 110 % номинального по 5.1.1.7 и интервале между моментами подачи напряжения 10 с или, если конструкция не позволяет обеспечить данный интервал, то при минимально возможном интервале.

Если в цепи обмоток или в цепи таких элементов отсутствуют вспомогательные контакты или другие коммутационные устройства, автоматически снимающие импульс на срабатывание, то обмотки должны выдерживать приложение напряжения, составляющего 110 % номинального по 5.1.1.7, один раз в течение 15 с.

Наибольшие допустимые температуры и соответствующие превышения температур частей электродвигателей приводов должны соответствовать требованиям ГОСТ IEC 60034-1 после 10-кратного срабатывания привода при напряжении на зажимах двигателя, равном номинальному, с минимально возможными интервалами времени между моментами подачи напряжения.

5.1.2.12 Собственное время отключения выключателя должно быть не более:

30 мс ..... для выключателей на напряжение 6, 10 и 20 кВ;
45 мс ..... » » на напряжение 27,5; 2×25 и 35 кВ.

5.1.2.13 Полное время отключения выключателя должно быть не более:

55 мс ..... для выключателей на напряжение 6, 10 и 20 кВ;
75 мс ..... » » на напряжение 27,5; 2×25 и 35 кВ.

5.1.2.14 Разновременность замыкания и размыкания контактов полюсов двух- и трехполюсных выключателей не должна превышать:

- 5,0 мс — при включении;
- 3,3 мс — при отключении.

5.1.2.15 Собственное время включения выключателей должно быть не более:

80 мс ..... для вакуумных выключателей;

130 мс ..... для элегазовых выключателей.

5.1.2.16 Выключатели должны автоматически без преднамеренной выдержки времени отключаться при снижении напряжения в цепи отключения ниже минимально допустимого по 5.1.5.4. При восстановлении напряжения в сети оперативного тока выключатели должны оставаться в отключенном положении до поступления команды на включение.

5.1.2.17 Выключатели, не имеющие встроенных устройств самодиагностики цепей катушки включения и катушки отключения, не должны отключаться при протекании через отключающую катушку тока, составляющего 20 % номинального тока катушки.

5.1.2.18 В конструкцию выключателя или в комплект поставки должно входить устройство(а) для ручного включения и отключения выключателя.

5.1.2.19 Выключатель должен иметь не менее четырех пар вспомогательных контактов, повторяющих положение контактов главной цепи выключателя, на номинальное напряжение 220 В постоянного тока, номинальный ток 10 А, кратковременно выдерживаемый в течение 30 мс ток 100 А один раз в течение 10 с и отключающей способностью 60 Вт в цепи с постоянной времени от 20 до 24 мс. Время между переключением контактов главной цепи выключателя и переключением вспомогательных контактов не должно превышать 80 мс.

Выключатели с пружинным приводом должны, кроме того, иметь не менее двух пар вспомогательных контактов, сигнализирующих о заведенном состоянии включающих пружин. Требования к напряжению, току и нагрузочной способности данных вспомогательных контактов аналогичны требованиям к вспомогательным контактам, повторяющим положение контактов главной цепи.

5.1.2.20 Пуск электродвигателя завода включающих пружин должен осуществляться автоматически без предварительной выдержки времени после окончания операции включения выключателя. Время завода включающих пружин не должно превышать:

15 с..... для вакуумных выключателей;

20 с..... для элегазовых выключателей.

5.1.2.21 Наружные металлические части конструкции выключателя, выполненные из черных металлов, за исключением мест подключения заземляющего проводника, должны быть окрашены. Окраска должна соответствовать классу покрытий VI по ГОСТ 9.032.

5.1.2.22 Требования к сварным швам, выполненным ручной дуговой сваркой, — по ГОСТ 5264, к швам, выполненным дуговой сваркой в защитном газе, — по ГОСТ 14771.

5.1.2.23 Значения предельно допустимых габаритных размеров и массы выключателей, а также остальных показателей ресурсоиспользования и ресурсосбережения по ГОСТ 30167—2014 (пункт 4.4 и приложение Б) устанавливают в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

5.1.3 Требования к совместимости и взаимозаменяемости

5.1.3.1 Электрическая совместимость выключателя с электрической сетью, в которую включена главная цепь выключателя, обеспечивается соблюдением требований 5.1.1.2—5.1.1.6.

Электрическая совместимость вспомогательных цепей выключателя с электрическими сетями собственных нужд и оперативного тока тяговой подстанции, трансформаторной подстанции или линейного устройства системы тягового электроснабжения, на которой(ом) эксплуатируется выключатель, обеспечивается соблюдением требований 5.1.1.7, 5.1.3.2 и 5.1.3.3.

5.1.3.2 Выключатель должен иметь следующие вспомогательные цепи номинальным напряжением по 5.1.1.7:

- цепь включения;
- цепь отключения.

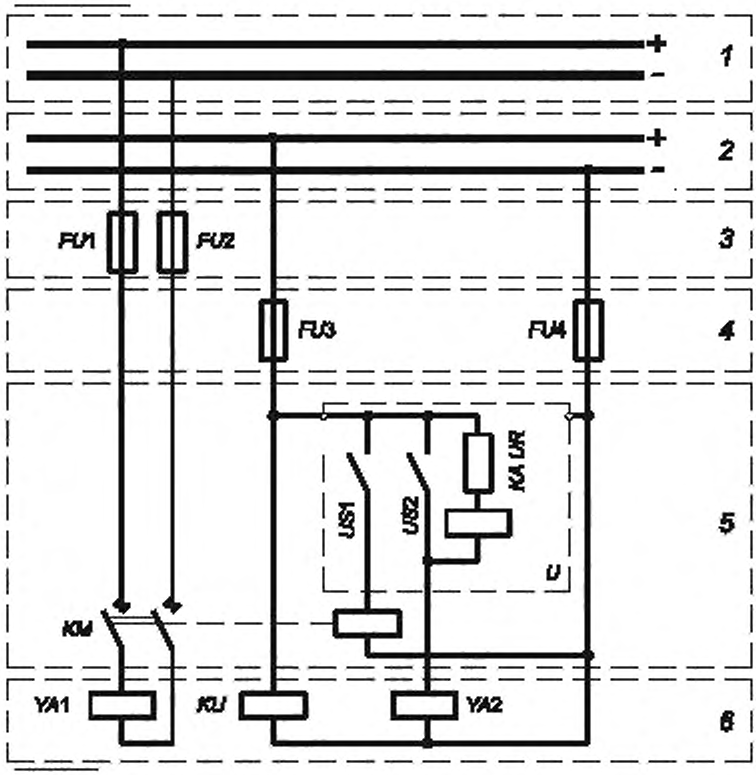
Выключатели с пружинным приводом должны, кроме того, иметь цепь завода включающих пружин.

Цепи включения и отключения выключателя должны соответствовать:

- показанным на рисунке 3 для выключателей с электромагнитным приводом;
- показанным на рисунке 4 — для выключателей с пружинным приводом.

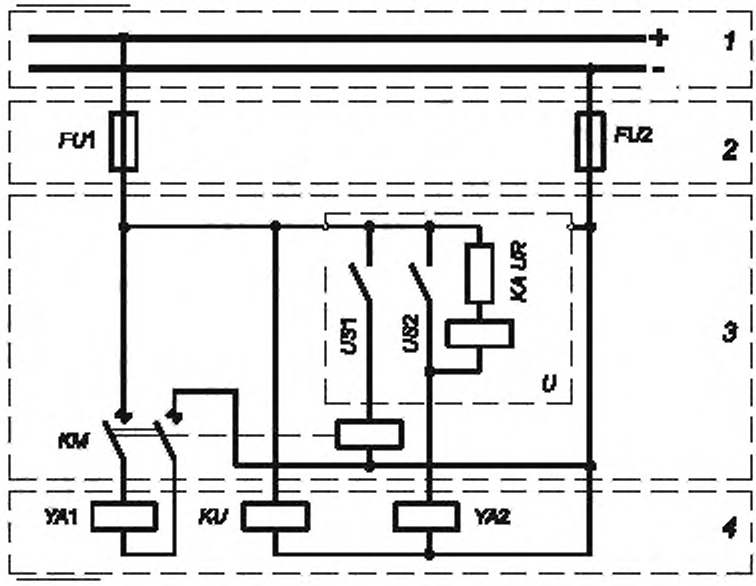
Вторым назначением цепи отключения является постоянный контроль напряжения в сети оперативного тока.

К сети оперативного тока не должны подключаться никакие иные вспомогательные электрические цепи выключателя, за исключением цепи включения и цепи отключения и постоянного контроля напряжения.



1 — цепи включения выключателей с электромагнитным приводом; *2* — цепи управления выключателями присоединений; *3* — предохранители распределительного устройства; *4* — предохранители присоединения, *5* — цепи присоединения, *6* — выключатель, *FU1*, *FU2* — предохранители шин включения выключателей распределительного устройства; *KM* — контактор включения выключателя; *YA1* — включающая катушка выключателя; *FU3*, *FU4* — предохранители управления присоединения, *KU* — реле или датчик контроля напряжения выключателя. *YA2* — отключающая катушка выключателя, *US1* — выходной контакт включения выключателя схемы управления или интеллектуального терминала присоединения. *US2* — то же, выходной контакт отключения выключателя; *UR* — делитель напряжения постоянного контроля исправности цепи отключения, *KA* — датчик тока постоянного контроля исправности цепи отключения, *U* — схема управления выключателем или интеллектуальный терминал присоединения по ГОСТ Р 57121

Рисунок 3 — Цепи включения и отключения выключателя для выключателей с электромагнитным приводом



Примечание — Позиционные обозначения остальных элементов схемы аналогичны показанным на рисунке 3.

1 — цепи управления выключателями присоединений, 2 — предохранители присоединения, *3* — цепи присоединения; *4* — выключатель, *FU1*, *FU2* — предохранители управления присоединения

Рисунок 4 — Цепи включения и отключения выключателя для выключателей с пружинным приводом

Выключатель может также иметь цепи обогрева привода и (или) баков номинальным напряжением по 5.1.1.7, перечисления а)2) и б)2), и номинальной частотой 50 Гц с устройством рабочих проводников и заземления *TN-S* по ГОСТ 30331.1.

Каждая из вспомогательных цепей должна быть изолирована от металлических нетоковедущих частей выключателя и привода. Требования к электрической прочности изоляции — по 6.1.3.

5.1.3.3 Требования к мощности, потребляемой выключателем из сети оперативного тока, — в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 — Требования к мощности, потребляемой выключателем из сети оперативного тока

Режим работы		Мощность (числитель), Вт, не более, и длительность (знаменатель), с, не более, для выключателей на напряжение, кВ			
		6 и 10	20	27,5 и 2×25	35
1 В момент включения	а) электромагнитный привод	150/2,5	150/2,5	10000/0,5	10000/0,5
	б) пружинный привод	200/0,080	200/0,080	200/0,080	200/0,080
2 В момент отключения		200/0,500	200/0,500	220/0,500	220/0,500
3 После подачи напряжения		120/5,0	120/5,0	120/5,0	120/5,0
4 В отсутствие операций включения или отключения длительно		15	15	25	25

5.1.3.4 Мощность, потребляемая выключателем из сети собственных нужд, не должна превышать:

а) цепью завода включающих пружин:

1) 200,0 В·А — у выключателей на напряжение до 2×25 кВ;

2) 450,0 В·А — у выключателей на напряжение 35 кВ;

б) цепью обогрева:

1) 1,5 кВт — у выключателей на напряжение до 2×25 кВ;

2) 2,2 кВт — у выключателей на напряжение 35 кВ.

5.1.3.5 Конструкция выводов главной цепи выключателя должна соответствовать ГОСТ 10434, ГОСТ 21242 или ГОСТ 24753.

5.1.3.6 Размерная совместимость выключателей обеспечивается соблюдением требований 5.1.2.23 и 5.1.3.5.

5.1.3.7 Выключатели рассматривают как изделие, пассивное в электромагнитном отношении; требований электромагнитной совместимости к выключателям не предъявляется.

5.1.3.8 Требования к иным видам совместимости выключателей устанавливают в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

5.1.3.9 Детали и сборочные единицы выключателей одного и того же типа, номинального напряжения, номинального тока и номинального тока отключения должны быть взаимозаменяемыми.

5.1.4 Требования надежности

5.1.4.1 По классификационным признакам, определяющим номенклатуру задаваемых показателей надежности по ГОСТ 27.003, выключатели относят:

а) по определенности назначения — к объектам конкретного назначения (КН);

б) по числу возможных состояний — к объектам, которые могут находиться в работоспособном или неработоспособном состоянии;

в) по режимам применения — к объектам непрерывного длительного применения;

г) по последствиям отказов — к объектам, отказ или переход в предельное состояние которых не приводит к последствиям катастрофического характера;

д) по возможности восстановления работоспособного состояния после отказа в процессе эксплуатации — к восстанавливаемым объектам;

е) по характеру основных процессов, определяющих переход в предельное состояние, — к стареющим объектам;

ж) по возможности и способу полного или частичного восстановления ресурса — к объектам, ремонтируемым необезличенным способом;

и) по возможности технического обслуживания в процессе эксплуатации — к обслуживаемым объектам;

к) по возможности (необходимости) проведения контроля перед применением — к объектам, не контролируемым перед применением;

л) по наличию в составе изделия электронно-вычислительных машин и других устройств вычислительной техники — к объектам без отказов сбойного характера.

5.1.4.2 Для выключателей используют:

- комплексный показатель надежности — коэффициент готовности;
- показатель безотказности — среднюю наработку на отказ;
- показатели долговечности — средний ресурс и средний срок службы (полный);
- показатель ремонтопригодности — среднее время до восстановления;
- показатель сохраняемости — средний срок сохраняемости.

5.1.4.3 Значения показателей надежности должны быть:

а) для коэффициента готовности — не ниже 0,9997;

б) средней наработки на отказ — не ниже 175 000 ч;

в) среднего ресурса:

1) по механической стойкости для выключателей напряжением 6 и 10 кВ и номинальным током до 1000 А категории размещения У3.1 по ГОСТ 15150 — не менее 50 000 циклов;

2) по механической стойкости для выключателей напряжением 6 и 10 кВ и номинальным током до 1000 А категорий размещения 1 и 2 по ГОСТ 15150 — не менее 30 000 циклов;

3) по механической стойкости для выключателей напряжением 20; 27,5; 2×25 и 35 кВ независимо от номинального тока и категории размещения — не менее 20 000 циклов для вакуумных и не менее 10 000 циклов для элегазовых;

4) по механической стойкости для выключателей, не указанных в перечислениях в1)—в3), — не менее 10 000 циклов;

5) по коммутационной стойкости без осмотра и ремонта дугогасительного устройства для выключателей с номинальным током отключения до 31,5 кА при токе, равном номинальному току отключения, — не менее 25 циклов;

6) по коммутационной стойкости без осмотра и ремонта дугогасительного устройства для выключателей с номинальным током отключения 40 кА при токе, равном номинальному току отключения, — не менее 20 циклов для вакуумных и не менее 15 циклов для элегазовых;

7) по коммутационной стойкости без осмотра и ремонта дугогасительного устройства для выключателей с номинальным током отключения 50 кА при токе, равном номинальному току отключения, — не менее 18 циклов для вакуумных и не менее 12 циклов для элегазовых;

8) по коммутационной стойкости без осмотра и ремонта дугогасительного устройства для выключателей с номинальным током отключения 63 кА при токе, равном номинальному току отключения, — не менее 10 циклов;

9) по коммутационной стойкости без осмотра и ремонта дугогасительного устройства для всех выключателей, указанных в перечислениях в)5)—в)8), при токе, составляющем 0,6 номинального тока отключения — не менее числа циклов, увеличенного на 70 % по отношению к нормированному для тока, равного номинальному току отключения;

г) срока службы (полного) — не менее 30 лет;

д) среднего срока сохраняемости — не менее 2 лет.

Значения среднего времени до восстановления устанавливают в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

5.1.4.4 Предельными состояниями выключателя считают:

- неустранимое в условиях эксплуатации изменение геометрических размеров частей конструкции, установленных в технической документации;

- несоответствие выключателя требованиям, установленным в 5.1.1—5.1.3.

Отказом выключателя считают несоответствие хотя бы одному из требований, установленных в 5.1.1, 5.1.2 или 5.1.3.

5.1.5 Требования стойкости к внешним воздействиям

5.1.5.1 По стойкости к воздействию климатических факторов внешней среды выключатели должны соответствовать:

- климатическому исполнению и категории размещения У3.1 по ГОСТ 15150 — для подвесных выключателей независимо от напряжения;

- климатическим исполнениям У, УХЛ или Т категорий размещения 1 или 2 по ГОСТ 15150 — для колонковых выключателей на напряжение 6, 10, 20, 27,5; 2×25 и 35 кВ и баковых выключателей на напряжение 35 кВ.

5.1.5.2 По стойкости к воздействию внешних механических воздействующих факторов выключатели должны соответствовать группе М6 по ГОСТ 30631.

5.1.5.3 Выключатели, за исключением выключателей на напряжение 6 и 10 кВ и номинальный ток, равный 200 А, должны быть стойкими к воздействию тока сквозного короткого замыкания:

- тока электродинамической стойкости амплитудным значением, составляющим не менее 2,5 номинального тока отключения выключателя по 5.1.1.5;

- тока термической стойкости эффективным значением, составляющим не менее 1,0 номинального тока отключения выключателя по 5.1.1.5 при времени протекания, значения которого выбирают из ряда: 1, 2 или 3 с.

Требований стойкости к воздействию тока сквозного короткого замыкания выключателей на напряжение 6 и 10 кВ и номинальный ток 200 А не предъявляется.

5.1.5.4 Включение выключателя должно обеспечиваться при напряжении цепи включения, составляющем от 0,80 до 1,10 номинального по 5.1.1.7.

Отключение выключателя должно обеспечиваться при напряжении цепи отключения, составляющем от 0,70 до 1,10 номинального по 5.1.1.7.

5.1.5.5 Завод включающих пружин выключателей с пружинным приводом должен обеспечиваться при напряжении вспомогательной цепи, составляющем от 0,85 до 1,10 номинального по 5.1.1.7.

5.1.5.6 Выключатели климатических исполнений У и УХЛ категории размещения 1 должны быть стойкими к воздействию:

- ветра скоростью до 15 м/с при толщине стенки гололеда до 20 мм (только выключатели, имеющие наружные открытые подвижные части, например рычаги или тяги);

- ветра скоростью до 40 м/с в отсутствие гололеда.

5.1.5.7 Колонковые и баковые выключатели климатических исполнений У, УХЛ и Т должны быть стойкими к воздействию на выводы главной цепи усилия 500 Н, вызванного тяжением проводов.

5.1.6 Требования по экономному использованию сырья и материалов

Экономное использованию сырья, материалов, топлива и энергии при производстве и эксплуатации выключателей обеспечивается соблюдением требований:

- к предельно допустимым значениям габаритных размеров и массы по 5.1.2.23;

- к предельно допустимым значениям сопротивления главной цепи, установленным в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

5.1.7 Требования технологичности

Показатели технологичности изготовления выключателей определяют по ГОСТ 14.201—83 (разделы 1—3) и устанавливают в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

5.2 Требования к сырью, материалам и покупным изделиям

5.2.1 В составе конструкции выключателей применяют серийно выпускаемые сырье, материалы и комплектующие изделия, соответствующие требованиям стандартов или технических условий на эти виды продукции. В составе конструкции выключателей со встроенными трансформаторами тока применяют трансформаторы тока, выпускаемые по ГОСТ 7746.

5.2.2 Материалы, применяемые в составе конструкции выключателей, должны быть не классифицируемыми по ГОСТ 12.1.007.

5.3 Комплектность

В комплект поставки выключателя должны входить:

а) выключатель;

б) паспорт;

в) инструкция по монтажу;

г) руководство по эксплуатации;

д) копия сертификата соответствия или декларации о соответствии, оформленных в соответствии с законодательством страны выпуска продукции в обращение.

В комплект поставки выключателя допускается дополнительно включать комплект запасных частей и документацию по перечню, устанавливаемому в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

5.4 Маркировка

5.4.1 Общие требования к маркировке выключателей — по ГОСТ 18620—86 (разделы 2—5).

5.4.2 Маркировка должна содержать:

- наименование и товарный знак предприятия-изготовителя;

- условное обозначение выключателя по 4.3;

- массу выключателя;

- заводской номер изделия по принятой на предприятии-изготовителе системе присвоения заводских номеров;

- обозначение настоящего стандарта;

- год изготовления.

5.4.3 В остальном требования к маркировке устанавливают в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

5.5 Упаковка

5.5.1 Общие требования к упаковке выключателей — по ГОСТ 23216—78 (разделы 3 и 4).

5.5.2 В остальном требования к упаковке устанавливают в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

6 Требования безопасности и охраны окружающей среды

6.1 Требования безопасности

6.1.1 Безопасность выключателей обеспечивается:

а) соблюдением общих требований безопасности по ГОСТ 12.2.007.0—75 (раздел 1, подразделы 3.1, 3.3 и пункты 3.4.1, 3.4.7—3.4.9 и 3.4.15) и по ГОСТ 12.2.007.3—75 (подраздел 2.1);

б) соблюдением требований пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004;

в) соблюдением:

1) требований к конструкции по 5.1.2;

2) требований надежности по 5.1.4;

3) требований стойкости к внешним воздействиям по 5.1.5;

4) требований к сырью, материалам и покупным изделиям по 5.2.

6.1.2 Степень защиты корпусов выключателей от соприкосновения с находящимися под напряжением частями или приближения к ним, от соприкосновения с движущимися частями, находящимися внутри оболочки, от попадания внутрь твердых посторонних тел, а также от попадания воды должна быть не ниже IP44 по ГОСТ 14254.

6.1.3 Сопротивление изоляции вспомогательных цепей выключателя по отношению к заземленным частям, а также любых двух электрически не связанных вспомогательных цепей по отношению друг к другу в нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150 должно быть не менее 5,0 МОм.

Изоляция вспомогательных цепей выключателя по отношению к заземленным частям, а также любых двух электрически не связанных вспомогательных цепей по отношению друг к другу должна выдерживать испытание напряжением 2,0 кВ (действующее значение) промышленной частоты в течение 1 мин.

6.2 Требования охраны окружающей среды

6.2.1 При производстве выключателей, их испытаниях, хранении и эксплуатации, а также при утилизации опасной в экологическом отношении продукции принимают меры для предупреждения вреда окружающей среде, здоровью и генетическому фонду человека. Перечень этих мер устанавливают в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов. Для элегазовых выключателей при выработке и формализации мер для предупреждения вреда окружающей среде, здоровью и генетическому фонду человека при обращении с элегазом — см. [1].

6.2.2 При утилизации выключателей части конструкции разделяют по классам отходов и сдают на утилизацию.

7 Правила приемки

7.1 Общие положения

7.1.1 Для контроля соответствия выключателей требованиям настоящего стандарта, а также стандартов и (или) технических условий на изделия конкретных типов предусматривают:

- квалификационные испытания;
- приемо-сдаточные испытания;
- периодические испытания;
- типовые испытания.

7.1.2 Объектом испытаний должны быть полностью собранные выключатели.

В зависимости от вида испытаний, проверяемых параметров допускается в качестве объекта испытаний использовать полюс выключателя, привод, отдельные сборочные единицы либо выключатель без установки отдельных сборочных единиц или деталей, функционально не влияющих на результат испытаний. Допустимость таких испытаний указывают в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

7.1.3 Допускается по согласованию с потребителем результаты испытаний, полученные при периодических испытаниях на изделиях одного типа, распространять на другие типы исполнения того же изделия.

7.1.4 Выпуск выключателей осуществляют на основании положительных результатов квалификационных (для вновь освоенных изделий), приемо-сдаточных и периодических испытаний.

7.1.5 Объем испытаний и проверок, подлежащих выполнению при квалификационных, приемо-сдаточных и периодических испытаниях, — в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 — Объем испытаний и проверок выключателей при квалификационных, приемо-сдаточных и периодических испытаниях

Вид испытаний и проверок	Требования	Метод контроля	Необходимость выполнения при испытаниях		
			квалификационных	приемо-сдаточных	периодических
1 Внешний осмотр и контроль соответствия требованиям конструкторской документации	5.1.1.1; 5.1.1.2; 5.1.1.6; 5.1.1.7; 5.1.2.1; 5.1.2.2, 5.1.2.3[1]; 5.1.2.4—5.1.2.6; 5.1.2.19[2]; 5.1.2.9; 5.1.2.22; 5.1.3.2; 5.1.3.5; 5.1.3.9; 5.3; 6.1.1, перечисление а)[3]; 6.2.1	По 8.1, 8.2	+	+	+
2 Контроль соответствия требованиям по габаритным размерам и массе	5.1.2.23; 5.1.3.6	По 8.1, 8.3	+	+	+
3 Испытание на соответствие требованиям по нагреву	5.1.2.11	По 8.1, 8.4	+	–	–
4 Испытания на соответствие требованиям к электрической прочности изоляции главной цепи	5.1.2.7	По 8.1, 8.5	+	+	–
5 Контроль соответствия требованию к длине пути утечки внешней изоляции[4]	5.1.2.8	По 8.1, 8.6	+	–	–
6 Контроль соответствия требованию к сопротивлению главной цепи	5.1.6	По 8.1, 8.7	+	+	+
7 Испытания на механическую работоспособность	5.1.4.3[5]; 5.1.5.4; 5.1.5.5; 6.1.1, перечисление а)[6]	По 8.1, 8.8	+	–	–
8 Испытания на соответствие требованиям к времени срабатывания	5.1.2.12; 5.1.2.15; 5.1.2.19[7]	По 8.1, 8.9	+	+	–
9 Испытания на соответствие конструктивным требованиям	5.1.2.16; 5.1.2.17; 5.1.2.18[8]; 5.1.2.20; 6.1.1, перечисление а)[8]	По 8.1, 8.10	+	+[9]	+[9]
10 Испытания на коммутационную работоспособность	5.1.1.5; 5.1.1.9; 5.1.4.3[10]; 6.1.1, перечисление б)	По 8.1, 8.11	+	–	–
11 Испытания на соответствие требованиям к вспомогательным контактам	5.1.2.19[11]; 6.1.1, перечисление а)[12]	По 8.1, 8.12	+	–	–
12 Контроль качества покрытий	5.1.2.21	По 8.1, 8.13	+	–	+
13 Испытания на соответствие требованиям к мощности, потребляемой сети оперативного тока и сети собственных нужд	5.1.2.3; 5.1.3.4	По 8.1, 8.14	+	–	–
14 Контроль соответствия требованиям к иным видам совместимости	5.1.3.8	По 8.1, 8.15	+	+[13]	+[13]
15 Контроль соответствия требованиям надежности	5.1.4	По 8.1, 8.16	+	+	–
16 Испытания на соответствие требованиям стойкости к воздействию климатических факторов внешней среды и механических воздействующих факторов	5.1.5.1; 5.1.5.2	По 8.1, 8.17	+	–	+[13]

Окончание таблицы 2

Вид испытаний и проверок	Требования	Метод контроля	Необходимость выполнения при испытаниях		
			квалификационных	приемо-сдаточных	периодических
17 Испытания на соответствие требованиям стойкости к воздействию тока сквозного короткого замыкания	5.1.5.3	По 8.1, 8.18	+	–	–
18 Испытания на соответствие требованиям стойкости к воздействию гололеда[14)]	5.1.5.6	По 8.1, 8.19	+	–	–
19 Испытания на соответствие требованиям стойкости к воздействию на выводы главной цепи усилия, вызванного тяжением проводов и ветра	5.1.5.7	По 8.1, 8.20	+	–	–
20 Контроль соответствия требованиям технологичности	5.1.7	По 8.1, 8.21	+	–	–
21 Контроль соответствия требованиям к сырью, материалам и покупным изделиям	5.2	По 8.1, 8.22	+	+	+
22 Испытания на соответствие общим требованиям безопасности	6.1.1, перечисление а)[15)]; 6.1.2; 6.1.3	По 8.1, 8.23	+	+[13)]	+[13)]
23 Контроль соответствия требованиям охраны окружающей среды	6.2	По 8.1, 8.24	+	+[13)]	+[13)]
24 Контроль соответствия требованиям к маркировке	5.4	По 8.1, 8.25	+	+	–
25 Контроль соответствия требованиям к упаковке	5.5	По 8.1, 8.26	+	–	+

[1)] За исключением требования к мощности, потребляемой при включении.

[2)] Только в части количества вспомогательных контактов.

[3)] В части соответствия требованиям ГОСТ 12.2.007.0—75 (раздел 1, подраздел 3.1 и пункты 3.4.1, 3.4.8 и 3.4.9) и ГОСТ 12.2.007.3—75 (пункты 2.1.1, 2.1.5, 2.1.8—2.1.10 и 2.1.13).

[4)] Только для выключателей категории размещения 1 по ГОСТ 15150.

[5)] Только в части среднего ресурса по механической стойкости.

[6)] В части соответствия требованиям ГОСТ 12.2.007.0—75 (пункт 3.4.7).

[7)] Только в части времени между переключением контактов главной цепи выключателя и переключением вспомогательных контактов.

[8)] В части соответствия требованиям ГОСТ 12.2.007.0—75 (подпункт 3.4.15) и ГОСТ 12.2.007.3—75 (пункты 2.1.6, 2.1.8 и 2.1.11).

[9)] При приемо-сдаточных и периодических испытаниях обязательно только испытание на соответствие требованиям 5.1.2.16, 5.1.2.18 и 5.1.2.20.

[10)] Только в части среднего ресурса по коммутационной стойкости.

[11)] Только в части нагрузочной способности.

[12)] В части соответствия требованиям ГОСТ 12.2.007.3—75 (пункт 2.1.9).

[13)] Необходимость испытаний или контроля устанавливают в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

[14)] Только для выключателей с классификационными признаками по 5.1.5.6.

[15)] В части соответствия требованиям ГОСТ 12.2.007.0—75 (пункт 3.3) и ГОСТ 12.2.007.3—75 [пункт 2.1.4 (только для элегазовых выключателей)].

Примечание — Знак «+» означает, что испытание проводят, знак «–» означает, что испытание не проводят.

7.1.6 Испытания всех видов проводят на основании программ и методик испытаний, разрабатываемых по ГОСТ 33477.

Допустимость изменения указанной в таблице 2 последовательности выполнения отдельных испытаний и проверок указывают в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

7.1.7 Результаты перечисленных в 7.1.1 видов испытаний считают положительными, если положительный результат получен при каждой из приведенных в таблице 2 проверок и при каждом виде контроля.

7.2 Квалификационные испытания

7.2.1 Квалификационные испытания проводят при приемке установочной (головной) серии после освоения технологического процесса производства изделий в целях установления готовности предприятия к производству изделий, отвечающих требованиям стандартов и (или) технических условий на изделия конкретных типов.

Примечание — Квалификационные испытания носят статус периодических испытаний при приемке продукции вплоть до получения результатов очередных периодических испытаний.

7.2.2 Допускается засчитывать в качестве результатов квалификационных испытаний результаты приемочных испытаний опытного(ых) образца(ов) (опытных образцов) при выполнении следующих условий:

- опытный образец был изготовлен по технологии, предусмотренной для серийного производства;
- комиссией, назначенной для приемки результатов опытно-конструкторской работы, не были даны рекомендации по доработке конструкции изделия, требующие проведения дополнительных испытаний.

Если перечисленные условия не соблюдены и результаты приемочных испытаний опытного(ых) образца(ов) не могут быть засчитаны полностью, то допускается при соответствующем техническом обосновании засчитывать результаты отдельных проверок или испытаний, на результатах которых несоблюдение перечисленных условий не отражается.

7.3 Приемо-сдаточные испытания

7.3.1 Выключатели подвергают приемо-сдаточным испытаниям сплошным контролем.

7.3.2 Порядок проведения приемо-сдаточных испытаний и оценки их результатов — по ГОСТ 15.309—98 (раздел 7). При получении отрицательных результатов испытаний хотя бы по одному показателю выключатель бракуют.

7.4 Периодические испытания

7.4.1 Периодические испытания следует проводить не реже чем один раз в пять лет. Испытания допускается не проводить, если документально подтверждено отсутствие рекламаций на выключатели по причинам, связанным с дефектами конструкции или изготовления, а производство аттестовано по системе качества в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001.

7.4.2 Периодические испытания проводят на одном образце изделия, отобранном методом «вслепую» по ГОСТ 18321—73 (подраздел 3.4) из партии выключателей, изготовленной первой после истечения срока очередных периодических испытаний по 7.4.1, и прошедшем приемо-сдаточные испытания.

7.4.3 Порядок проведения периодических испытаний и оценки их результатов — по ГОСТ 15.309—98 (раздел 8).

7.5 Типовые испытания

7.5.1 Типовые испытания проводят при изменении конструкции, применяемых материалов или технологии производства, если эти изменения могут оказать влияние на параметры и характеристики изделий.

7.5.2 Необходимость организации типовых испытаний и их объем при изменении конструкции, применяемых материалов или технологии производства определяет изготовитель.

Допускается распространять на подлежащее типовым испытаниям типоисполнение изделия положительные результаты типовых испытаний других аналогичных типоисполнений того же изделия.

8 Методы контроля

8.1 Общие требования

8.1.1 Контроль проводят в порядке, указанном в таблице 2.

8.1.2 При использовании метода контроля в форме испытаний соблюдают следующие правила:

- при подготовке и выполнении испытаний соблюдают требования безопасности в соответствии с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок [2];
- оборудование, используемое для испытаний, должно быть аттестовано по ГОСТ Р 8.568 и проверено на работоспособность.

8.1.3 Все виды контроля, за исключением указанных в 8.17 и 8.19, проводят при нормальных значениях климатических факторов по ГОСТ 15150—69 (пункт 3.15).

8.1.4 Применяемые при проведении всех видов контроля средства измерений должны быть поверены (калиброваны) и иметь действующие свидетельства о поверке (калибровке) с соответствии с Федеральным законом [3].

8.2 Внешний осмотр и контроль соответствия требованиям конструкторской документации

8.2.1 Внешний осмотр и контроль соответствия требованиям конструкторской документации проводят по ГОСТ 20.57.406—81 (подраздел 2.42, метод 405-1). Контролю подлежит соответствие выключателя требованиям пунктов (подпунктов) настоящего стандарта, перечисленным в пункте 1 таблицы 2.

8.2.2 Геометрические размеры выводов главной цепи, а также размеры, определяющие положение выводов по отношению к другим частям конструкции выключателя, в ходе осмотра измеряют средствами измерения линейных размеров (например, линейкой по ГОСТ 427 и штангенциркулем по ГОСТ 166) класса точности не выше 1,5.

8.2.3 Качество сварных швов контролируют методами по ГОСТ 3242.

8.2.4 Результаты внешнего осмотра и контроля считают положительными при одновременном выполнении следующих условий:

- номинальное напряжение главной цепи соответствует указанному в 5.1.1.2;
- номинальная частота соответствует указанной в 5.1.1.6;
- номинальные напряжения вспомогательных цепей соответствуют указанным в 5.1.1.7;
- комплект конструкторской документации утвержден в установленном порядке;
- в составе конструкции выключателя не содержится изоляционного масла или смесей на его основе;
- требования к приводу соответствуют указанным в 5.1.2.3;
- по конструктивным особенностям выключатель соответствует требованиям 5.1.2.4—5.1.2.6;
- в технических условиях указаны рабочие положения выключателя или что рабочее положение выключателя может быть любым;
- количество вспомогательных контактов соответствует указанному в 5.1.2.19;
- качество сварных швов соответствует 5.1.2.22;
- количество и назначение вспомогательных цепей соответствует указанным в 5.1.3.2;
- конструкция выводов главной цепи соответствует указанной в 5.1.3.5, а их размеры — конструкторской документации;
- комплектность соответствует указанной в 5.3;
- отсутствуют отклонения от требований ГОСТ 12.2.007.0—75 (раздел 1, подраздел 3.1 и пункты 3.4.1, 3.4.8 и 3.4.9) и ГОСТ 12.2.007.3—75 (пункты 2.1.1, 2.1.5, 2.1.8—2.1.10 и 2.1.13);
- в технических условиях содержатся меры для предупреждения вреда окружающей среде, здоровью и генетическому фонду человека при производстве выключателей, их испытаниях, хранении и эксплуатации, а также при утилизации опасной в экологическом отношении продукции;
- информация о выключателе, приведенная в технических условиях, по форме и объему соответствует приложению А.

8.3 Контроль соответствия требованиям по габаритным размерам и массе

8.3.1 Габаритные размеры выключателя измеряют средствами измерения линейных размеров (например, металлическими рулетками по ГОСТ 7502 или линейками по ГОСТ 427) класса точности не выше 1,5.

8.3.2 Массу выключателя определяют однократным взвешиванием на весах класса точности не выше 2 по ГОСТ 33242.

8.3.3 Результаты контроля считают положительными, если:

- значения габаритных размеров, полученные при измерении по 8.3.1, не превышают указанных в стандартах и (или) технических условиях на выключатели конкретных типов;

- значение массы, определенное по 8.3.2, отличается от указанного в стандартах и (или) технических условиях на выключатели конкретных типов не более чем на 2 % в сторону увеличения или на 5 % в сторону уменьшения.

8.4 Испытание на соответствие требованиям по нагреву

8.4.1 Метод испытания главной цепи выключателя на соответствие требованиям по нагреву, а также порядок оценки результатов испытания — по ГОСТ 8024—90 (раздел 2).

8.4.2 Соответствие требованиям по нагреву обмоток и других элементов вспомогательных цепей, предназначенных для кратковременного режима (только в процессе операции включения или отключения выключателя, а для выключателей с пружинным приводом — еще и завода включающих пружин) проверяют в ходе испытаний на механическую работоспособность, проводимых по 8.8.

8.5 Испытания на соответствие требованиям к электрической прочности изоляции главной цепи

Методы испытаний выключателей на соответствие требованиям к электрической прочности изоляции, а также порядок оценки результатов испытаний — по ГОСТ Р 55194.

8.6 Контроль соответствия требованию к длине пути утечки внешней изоляции

8.6.1 Длину пути утечки внешней изоляции измеряют методом по ГОСТ 9920.

8.6.2 Результаты контроля считают положительными, если длина пути утечки составляет не менее установленной в 5.1.2.8.

8.7 Контроль соответствия требованию к сопротивлению главной цепи

8.7.1 Сопротивление главной цепи каждого из полюсов измеряют:

- при приемо-сдаточных, периодических и типовых испытаниях при отсутствии требований потребителя продукции — однократно средством измерения электрического сопротивления (например, мостом постоянного тока по ГОСТ 7165) класса точности не выше 1,0;

- при квалификационных испытаниях во всех случаях, а также при приемо-сдаточных, периодических и типовых испытаниях по требованию потребителя продукции — однократно методом по ГОСТ 8024—90 (подраздел 2.6).

8.7.2 Результаты контроля считают положительными, если сопротивление главной цепи каждого из полюсов не превышает предельно допустимого по 5.1.6.

8.8 Испытания на механическую работоспособность

8.8.1 Для испытаний на механическую работоспособность выключатель устанавливают в рабочем положении, указанном в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов. У элегазовых выключателей давление элегаза должно отличаться от номинального не более чем на 5 %. Цепь включения и цепь отключения (а для выключателей с пружинным приводом — еще и цепь завода включающих пружин) подключают по схемам, предусмотренным стандартом и (или) техническими условиями на изделие конкретного типа. Дополнительно схемами должны быть предусмотрены возможности:

а) раздельного плавного регулирования напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения (а для выключателей с пружинным приводом — еще и на источнике электроэнергии, к которой подключена цепь завода включающих пружин);

б) измерения напряжения на источниках электроэнергии, указанных в перечислении а), вольтметрами прямого включения, класса точности не выше 1,0 по ГОСТ 8711;

в) многократного автоматического повторения циклов включения и отключения выключателя;

г) наличия счетчика импульсов напряжения, подаваемого на включающую и (или) отключающую катушку;

д) наличия счетчика импульсов напряжения одного из полюсов главной цепи выключателя с питанием от отдельного источника электроэнергии;

е) измерения амплитуды и длительности импульса тока в цепи включения и в цепи отключения в моменты включения и отключения соответственно с помощью электронного осциллографа и токоизмерительного шунта по ГОСТ 8042 на номинальный ток не более 100 А.

Датчики температуры устанавливают в следующих местах (если согласно технической документации на изделия конкретного типа в этих местах нормируется температура по 5.1.2.11):

- на корпус выключателя;

- на поверхность органов управления, предназначенных для выполнения операций без применения средств индивидуальной защиты рук, а также для выполнения операций в аварийных ситуациях;

- на корпус электродвигателя завода включающих пружин (только для выключателей с пружинным приводом).

8.8.2 Испытания проводят без тока в главной цепи выключателя в следующей последовательности:

а) напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения (а для выключателей с пружинным приводом — еще и на источнике электроэнергии, к которой подключена цепь завода включающих пружин), устанавливают равными номинальному напряжению по 5.1.1.7 или отличающимися от них не более чем на 2 %, контролируя напряжения с помощью вольтметров, указанных в 8.8.1, перечисление б);

б) фиксируют показания:

1) вольтметров по 8.8.1, перечисление б);

2) счетчиков импульсов по 8.8.1, перечисления г) и д),

в) проводят 10 циклов включения и отключения выключателя с минимально возможными интервалами, после чего фиксируют показания датчиков температуры, установленных как указано в 8.8.1,

г) проводят 1 цикл включения и отключения выключателя, фиксируя амплитуду и длительность импульса тока в цепи включения и в цепи отключения в моменты включения и отключения соответственно с помощью средств измерений, указанных в 8.8.1, перечисление е),

д) запускают схему многократного автоматического повторения циклов включения и отключения выключателя по 5.1.1.9 и ведут наблюдение за счетчиком импульсов, подключенным к контактам главной цепи выключателя;

е) по мере достижения показаниями счетчика, указанного в 8.8.1, перечисление д), количества циклов $N/3$ [где N — средний ресурс выключателя по механической стойкости по 5.1.4.3, перечисления в)1)—в)4)], останавливают схему многократного автоматического повторения циклов включения и отключения выключателя;

ж) фиксируют текущие показания счетчиков импульсов, указанных в 8.8.1, и убеждаются в том, что число импульсов напряжения, поданных на включающую катушку, не отличается от числа импульсов, зафиксированных счетчиком импульсов, подключенным к контактам главной цепи выключателя;

и) регулируют напряжение на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения (а для выключателей с пружинным приводом — еще и на источнике электроэнергии, к которому подключена цепь завода включающих пружин), таким образом, чтобы эти напряжения были равными нижнему пределу по 5.1.5.4 и 5.1.5.5 или отличались от него не более чем на 2 % в сторону увеличения;

к) повторяют действия по перечислениям в), г) и д);

л) по мере достижения показаниями счетчика, указанного в 8.8.1, перечисление д), количества циклов $2N/3$, останавливают схему многократного автоматического повторения циклов включения и отключения выключателя;

м) регулируют напряжение на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения (а для выключателей с пружинным приводом — еще и на источнике электроэнергии, к которому подключена цепь завода включающих пружин), таким образом, чтобы эти напряжения были равными верхнему пределу по 5.1.5.4 и 5.1.5.5 или отличались от него не более чем на 2 % в сторону уменьшения;

н) повторяют действия по перечислениям в), г) и д);

п) по мере достижения показаниями счетчика, указанного в 8.8.1, перечисление д), количества циклов N, останавливают схему многократного автоматического повторения циклов включения и отключения выключателя;

р) фиксируют текущие показания счетчиков импульсов, указанных в 8.8.1, и убеждаются в том, что число импульсов напряжения, поданных на включающую катушку, не отличается от числа импульсов, зафиксированных счетчиком импульсов, подключенным к контактам главной цепи выключателя.

Результаты измерений амплитуды и длительности импульса тока в цепи включения и в цепи отключения, полученные при выполнении действий по перечислениям г), к) и н), фиксируют для последующей оценки результатов испытаний на соответствие требованиям к мощности, потребляемой сети оперативного тока и сети собственных нужд в момент включения и в момент отключения, по 8.14.2.

Результаты измерений температуры поверхности органов управления, предназначенных для выполнения операций без применения средств индивидуальной защиты рук, а также для выполнения операций в аварийных ситуациях, фиксируют для последующей оценки результатов испытаний на соответствие требованиям безопасности по 8.23.4, перечисление б).

8.8.3 После выполнения действий, перечисленных в 8.8.2, повторно проводят контроль соответствия требованию к сопротивлению контактов главной цепи по 8.7.

8.8.4 Результаты испытания считают положительными при одновременном выполнении следующих условий:

- число импульсов напряжения, поданных на включающую катушку, не отличается от числа импульсов, зафиксированных счетчиком импульсов, подключенным к контактам главной цепи выключателя;
- показания датчиков температуры, зафиксированные при выполнении 8.8.2, перечисление в), не превышают предельно допустимых значений температуры по 5.1.2.11;
- результат повторного контроля соответствия требованию к сопротивлению контактов главной цепи по 8.7 является положительным.

8.8.5 Образец выключателя, подвергнутый испытаниям, утилизируют. Допускается образец, подвергнутый испытаниям, передавать на испытания на соответствие требованиям стойкости к воздействию климатических факторов внешней среды и механических воздействующих факторов по 8.17.

8.9 Испытания на соответствие требованиям к времени срабатывания

8.9.1 Собственное время включения и собственное время отключения

8.9.1.1 Для контроля соответствия требованиям к собственному времени включения и собственному времени отключения выключатель устанавливают в рабочем положении, указанном в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов. У элегазовых выключателей давление элегаза должно отличаться от номинального не более чем на 5 %. Цепь включения и цепь отключения подключают по схемам, предусмотренным стандартом и (или) техническими условиями на изделие конкретного типа. Дополнительно схемами подключения катушек и контактов главной цепи выключателя должны быть предусмотрены возможности:

а) раздельного плавного регулирования напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения;

б) измерения напряжения на источниках электроэнергии, указанных в перечислении а), вольтметрами прямого включения, класса точности не выше 1,0 по ГОСТ 8711;

в) включения средства измерения времени класса точности не выше 1,0 (например, электрического секундомера или электронного частотомера с функцией измерения интервалов времени) по двум следующим вариантам:

1) с пуском от напряжения, подаваемого на включающую катушку, и остановом от замыкания контактов главной цепи выключателя (у двух- и трехполюсных выключателей — от замыкания соответственно двух или трех контактов каждого из полюсов, соединенных последовательно);

2) с пуском от напряжения, подаваемого на отключающую катушку, и остановом от размыкания контактов главной цепи выключателя (у двух- и трехполюсных выключателей — от размыкания соответственно двух или трех контактов каждого из полюсов, соединенных параллельно).

8.9.1.2 Испытания проводят в следующей последовательности:

а) средство измерения времени подключают по 8.9.1.1, перечисление в)1);

б) напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения, устанавливают равными нижнему пределу по 5.1.5.4 или отличающимися от него не более чем на 2 % в сторону увеличения;

в) проводят 10 циклов включения и отключения выключателя, после каждого включения фиксируя показания средства измерения времени;

г) напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения, устанавливают равными верхнему пределу по 5.1.5.4 или отличающимся от него не более чем на 2 % в сторону уменьшения,

д) повторяют действия по перечислению в);

е) средство измерения времени подключают по 8.9.1.1, перечисление в)2);

ж) повторяют действия по перечислению в);

и) напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения, устанавливают равными нижнему пределу по 5.1.5.4 или отличающимся от него не более чем на 2 % в сторону увеличения;

к) повторяют действия по перечислению в).

8.9.1.3 Собственное время включения выключателя определяют как среднее арифметическое значений, полученных при измерениях по 8.9.1.2, перечисления в) и д).

Собственное время отключения выключателя определяют как среднее арифметическое значений, полученных при измерениях по 8.9.1.2, перечисления ж) и к).

8.9.2 Разновременность замыкания и размыкания контактов полюсов

8.9.2.1 Для контроля соответствия требованиям к разновременности замыкания и размыкания контактов полюсов собирают схему, аналогичную указанной в 8.9.1.1, перечисления а) и б). Средство измерения времени класса точности не выше 1,0 (например, электрический секундомер или электронный частотомер с функцией измерения интервалов времени) подключают по следующим вариантам:

а) с пуском от одной пары замыкающихся контактов и остановом от другой пары замыкающихся контактов и наоборот (у трехполюсных включателей — поочередно между всеми парами замыкающихся контактов);

б) с пуском от одной пары размыкающихся контактов и остановом от другой пары размыкающихся контактов и наоборот (у трехполюсных включателей — поочередно между всеми парами размыкающихся контактов).

8.9.2.2 Испытания проводят в следующей последовательности:

а) средство измерения времени подключают по 8.9.2.1, перечисление а);

б) напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения, устанавливают равными нижнему пределу по 5.1.5.4 или отличающимся от него не более чем на 2 % в сторону увеличения, контролируя напряжения по вольтметрам, указанным в 8.9.1.1, перечисление б);

в) проводят 10 циклов включения и отключения выключателя (у трехполюсных выключателей — 30 циклов между всеми парами замыкающихся контактов), после каждого включения фиксируя показания средства измерения времени;

г) напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения, устанавливают равными верхнему пределу по 5.1.5.4 или отличающимся от него не более чем на 2 % в сторону уменьшения;

д) повторяют действия по перечислению в);

е) средство измерения времени подключают по 8.9.2.1, перечисление б);

ж) повторяют действия по перечислению в);

и) напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения, устанавливают равными нижнему пределу по 5.1.5.4 или отличающимся от него не более чем на 2 % в сторону увеличения;

к) повторяют действия по перечислению в).

8.9.2.3 За результат измерения принимают наибольшее из значений времени, полученных при измерениях по 8.9.2.2, перечисления в), д), ж) и к).

8.9.3 Время между переключением контактов главной цепи выключателя и переключением вспомогательных контактов

8.9.3.1 Для контроля соответствия требованиям к времени между переключением контактов главной цепи выключателя и переключением вспомогательных контактов собирают схему, аналогичную указанной в 8.9.1.1, перечисления а) и б). Средство измерения времени класса точности не выше 1,0 (например, электрический секундомер или электронный частотомер с функцией измерения интервалов времени) подключают по следующим вариантам:

а) с пуском от одной пары замыкающихся контактов главной цепи и остановом от всех пар замыкающихся вспомогательных контактов, соединенных последовательно;

б) с пуском от одной пары размыкающихся контактов главной цепи и остановом от всех пар размыкающихся вспомогательных контактов, соединенных параллельно.

8.9.3.2 Испытания проводят в следующей последовательности:

а) напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения, устанавливают равными номинальному напряжению по 5.1.1.7 или отличающимися от них не более чем на 2 %, контролируя напряжения по вольтметрам, указанным в 8.9.1.1, перечисление б);

б) средство измерения времени подключают по 8.9.3.1, перечисление а);

в) у одно-, двух- и трехполюсных выключателей проводят соответственно 10, 20 или 30 циклов включения и отключения (у двух- и трехполюсных по 10 циклов на каждой из пар контактов главной цепи), после каждого включения и отключения фиксируя показания средства измерения времени;

г) средство измерения времени подключают по 8.9.3.1, перечисление б);

д) повторяют действия по перечислению в).

8.9.3.3 За результат измерения принимают наибольшее из значений времени, полученных при измерениях по 8.9.3.2, перечисления в) и д).

8.9.4 Оценка результатов испытаний

Результаты испытаний считают положительными при одновременном выполнении следующих условий:

- собственное время включения выключателя, полученное по 8.9.1.3, не превышает установленного в 5.1.2.15;
- разновременность замыкания и размыкания контактов полюсов, полученная по 8.9.2.3, не превышает установленной в 5.1.2.14;
- время между переключением контактов главной цепи выключателя и переключением вспомогательных контактов, полученное по 8.9.3.3, не превышает установленного в 5.1.2.19.

8.10 Испытания на соответствие конструктивным требованиям

8.10.1 Автоматическое отключение выключателя

8.10.1.1 Для проверки автоматического отключения выключателя при выходе напряжения в сети оперативного тока из допустимых пределов выключатель устанавливают в рабочем положении, указанном в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов. Цепь включения и цепь отключения подключают по схемам, предусмотренным технической документацией на изделие конкретного типа. Дополнительно схемами должны быть предусмотрены возможности:

а) раздельного плавного регулирования напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения;

б) измерения на источниках электроэнергии, указанных в перечислении а), вольтметрами прямого включения, класса точности не выше 1,0 по ГОСТ 8711.

8.10.1.2 Испытания проводят в следующей последовательности:

а) напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения, устанавливают равными номинальному напряжению по 5.1.1.7 или отличающимися от них не более чем на 2 %, контролируя напряжения по вольтметрам, указанным в 8.10.1.1, перечисление б);

б) включают выключатель;

в) плавно снижают напряжение, подаваемое на цепь отключения, со скоростью, позволяющей визуально контролировать напряжение по показаниям вольтметра, и фиксируют значение этого напряжения в момент отключения выключателя;

г) повторяют действия по перечислениям а)—в) еще два раза.

8.10.1.3 Напряжение отключения выключателя определяют как среднее арифметическое трех значений, полученных при измерениях по 8.10.1.2, перечисления в) и г).

8.10.2 Работа выключателя при протекании через отключающую катушку тока

8.10.2.1 Для проверки работы выключателя при протекании через отключающую катушку тока собирают схему, аналогичную указанной в 8.10.1.1, перечисления а) и б). Дополнительно схемой должно быть предусмотрено включение последовательно с отключающей катушкой резистора, ограничивающего ток до (20,0 ± 0,2) % номинального, и амперметра прямого включения класса точности не выше 1,0 по ГОСТ 8711.

8.10.2.2 Испытания проводят в следующей последовательности:

а) напряжение на источнике электроэнергии, к которому подключена цепь включения, устанавливают равным номинальному напряжению по 5.1.1.7 или отличающимся от него не более чем на 2 %,

а напряжение на источнике электроэнергии, к которому подключена цепь отключения, устанавливают равным не более 5 % номинального, контролируя напряжения по вольтметрам, указанным в 8.10.1.1, перечисление б);

б) включают выключатель;

в) плавно повышают напряжение на источнике электроэнергии, к которому подключена цепь отключения, со скоростью, позволяющей визуально контролировать напряжение по показаниям вольтметра, до максимально допустимого по 5.1.5.4, в момент равенства максимально допустимому напряжению фиксируют показание амперметра и убеждаются в том, что выключатель не отключился;

г) повторяют действия по перечислениям а)—в) еще два раза.

8.10.3 Блокировка против повторного включения

8.10.3.1 Для проверки блокировки против повторного включения собирают схему, аналогичную указанной в 8.10.1.1, перечисления а) и б). Дополнительно схемой должна быть предусмотрена возможность сохранения полного напряжения на включающей катушке после завершения операции включения.

8.10.3.2 Испытания проводят в следующей последовательности:

а) напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения, устанавливают равными нижнему пределу по 5.1.5.4 или отличающимися от них не более чем на 2 % в сторону увеличения, контролируя напряжения по вольтметрам, указанным в 8.10.1.1, перечисление б);

б) включают выключатель, отключают его и убеждаются в отсутствии повторного включения;

в) повторяют действия по перечислению в) еще два раза;

г) напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения, устанавливают равными верхнему пределу по 5.1.5.4 или отличающимся от него не более чем на 2 % в сторону уменьшения,

д) повторяют действия по перечислениям б) и в).

8.10.4 Действие устройства (устройств) для ручного включения и отключения выключателя

8.10.4.1 Для проверки действия устройства (устройств) для ручного включения и отключения выключателя проводят от трех до пяти попыток включения и отключения выключателя без подачи напряжения на цепи включения и отключения с помощью предусмотренного (предусмотренных) конструкцией или комплектом поставки устройства (устройств). При работе с устройствами руководствуются информацией, приводимой в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

8.10.4.2 Для устройств для ручного включения и отключения выключателя механического действия в ходе попыток включения или отключения:

- контролируют усилие на орган управления с помощью динамометра по ГОСТ 13837 с пределом измерения не более 500 Н класса точности не выше 1,5;
- измеряют длину рукоятки рычажного привода и (или) диаметр окружности, описываемой концом рукоятки штурвального привода, металлической линейкой по ГОСТ 427;
- визуально оценивают угол проворота рукоятки штурвального привода и (или) двуплечевого рычага рычажного привода (только при включении выключателя) и наличие возможности выполнения этой операции одним движением человека-оператора.

8.10.5 Завод включающих пружин

8.10.5.1 Для проверки завода включающих пружин собирают схему, аналогичную указанной в 8.10.1.1, перечисления а) и б). Дополнительно схемой должна быть предусмотрена возможность:

а) плавного регулирования напряжения на источнике электроэнергии, к которому подключена цепь завода включающих пружин;

б) измерения напряжения и тока на источнике электроэнергии, указанном в перечислении а), соответственно вольтметром и амперметром прямого включения, класса точности не выше 1,0 по ГОСТ 8711;

в) включения средства измерения времени класса точности не выше 1,0 (например, электрического секундомера или электронного частотомера с функцией измерения интервалов времени) с пуском от замыкания контактов главной цепи выключателя (у двух- и трехполюсных выключателей — от замыкания контактов любого из полюсов) и остановом от одного из вспомогательных контактов, сигнализирующих о заведенном состоянии включающих пружин.

8.10.5.2 Испытания проводят в следующей последовательности:

а) напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения, цепь отключения и цепь завода включающих пружин, устанавливают равными номинальным напряжениям по

5.1.1.7 или отличающимися от них не более чем на 2 %, контролируя напряжения по вольтметрам, указанным в 8.10.1.1, перечисление б), и в 8.10.5.1, перечисление б);

б) включают выключатель, в момент завода пружин фиксируют показания амперметра, а после завершения завода пружин фиксируют показания средства измерения времени, после чего отключают выключатель;

в) повторяют действия по перечислению б) еще четыре раза;

г) напряжение на источнике электроэнергии, к которому подключена цепь завода включающих пружин, устанавливают равным нижнему пределу по 5.1.5.5 или отличающимся от него не более чем на 2 % в сторону увеличения;

д) повторяют действия по перечислениям б) и в).

Результаты измерений тока, полученные при выполнении действий по перечислениям б) и д), фиксируют для последующей оценки результатов испытаний на соответствие требованиям к мощности, потребляемой цепью завода включающих пружин, по 8.14.3.

8.10.5.3 За результат измерения принимают наибольшее из значений времени, полученных при измерениях по 8.10.5.2, перечисления б), в) и д).

8.10.6 Оценка результатов испытаний

Результаты испытаний считают положительными при одновременном выполнении следующих условий:

а) напряжение отключения выключателя, полученное по 8.10.1.3, составляет от 0,95 до 1,00 минимально допустимого по 5.1.5.4 для цепи отключения;

б) при испытаниях по 8.10.2.2 не зафиксировано отключение выключателя;

в) при испытаниях по 8.10.3.2 не зафиксировано повторное включение выключателя;

г) при испытаниях по 8.10.4:

1) все попытки включения и отключения выключателя с помощью устройства (устройств) для ручного включения и отключения были успешными;

2) усилие на орган управления, длина рукоятки рычажного привода и (или) диаметр окружности, описываемой концом рукоятки штурвального привода, а также угол проворота рукоятки штурвального привода и (или) двуплечевого рычага рычажного привода при включении выключателя не превышали установленных ГОСТ 12.2.007.3—75 (пункты 2.1.6 и 2.1.7);

3) усилие на орган управления при отключении выключателя не превышало установленного ГОСТ 12.2.007.0—75 (пункт 3.4.15 для частоты операций до 3 в течение 1 ч);

4) подтверждена возможность выполнения операции включения выключателя одним движением человека-оператора;

д) при испытаниях по 8.10.5:

1) пуск электродвигателя завода включающих пружин происходил автоматически без предварительной выдержки времени после окончания операции включения;

2) время завода включающих пружин, полученное по 8.10.5.3, не превышает установленного в 5.1.2.20.

8.11 Испытания на коммутационную работоспособность

8.11.1 Испытательная цепь

8.11.1.1 Испытания выключателя на коммутационную способность при коротких замыканиях — прямые или синтетические — проводят в трехфазных или однофазных испытательных цепях испытательных стендов или в электрических системах.

8.11.1.2 Коэффициент мощности испытательной цепи не должен превышать 0,15.

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

Для трехфазной цепи коэффициент мощности принимают равным среднему арифметическому значению коэффициентов мощности всех фаз, которые не должны отличаться более чем на 25 % среднего значения.

8.11.1.3 Частота тока испытательной цепи должна быть (50 ± 4) Гц.

8.11.1.4 В отношении числа фаз и условий заземления при прямых испытаниях применяют следующие схемы испытательных цепей:

а) для трехполюсных испытаний — трехфазную схему, в которой заземляют наглухо нейтральную точку короткозамкнутой цепи за выключателем (точка $O_{кз}$), а нейтральную точку цепи питания (точ-

ка $O_{цп}$) либо не заземляют вообще, либо заземляют через резистор или, если это необходимо по условиям эксплуатации оборудования испытательного стенда, точку $O_{цп}$ заземляют наглухо, а точку $O_{кз}$ не заземляют;

б) для двухполюсных испытаний — однофазную схему с глухим заземлением одного из крайних выводов последовательно соединенных полюсов или (при использовании неполной звезды) точки $O_{цп}$; при испытании непосредственно от генератора и его соединения в треугольник допускается заземление не выполнять;

в) для однополюсных испытаний — однофазную схему с глухим заземлением одного из выводов полюса или (при использовании неполной звезды) точки $O_{цп}$ либо (для удобства проведения испытаний, с согласия заказчика) с глухим заземлением промежуточного вывода источника питания и рекомендуемым соотношением напряжения между его частями 1:0,5.

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.

В схемах с питанием непосредственно от генератора допускается вместо указанных выше глухих заземлений применять заземление через активное или емкостное сопротивление или через параллельное соединение таких сопротивлений.

Сопротивление резистора R, указанного в перечислении а), Ом, вычисляют по формуле

$$R \geq 10^2 U_{нр}, \quad (1)$$

где $U_{нр}$ — наибольшее рабочее напряжение выключателя по 5.1.1.3, кВ.

8.11.1.5 При несимметричном расположении выводов выключателя относительно его заземленных частей напряжение испытательной схемы подают на тот вывод, при котором воздействие напряжения на изоляцию выключателя относительно заземленных частей будет больше (если сама конструкция выключателя не предусматривает подачу напряжения только на определенный вывод).

Если до испытаний не может быть определено, при приложении напряжения к какому выводу выключателя воздействие напряжения на изоляцию выключателя относительно заземленных частей будет больше, то испытательные режимы Т10 и Т30, а также режимы Т100s и Т100a проводят при приложении напряжения к разным выводам. Если при этих условиях проведение испытательного режима Т100a не требуется, то испытательный режим Т100s выполняют два раза при приложении напряжения схемы к разным выводам.

Примечание — Обозначения режимов испытаний — по 8.11.6.1.

8.11.2 Испытуемый выключатель

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

8.11.2.2 В зависимости от конструктивных особенностей выключателя и возможностей испытательного стенда испытаниям на коммутационную способность подвергают весь выключатель, его полюс или элемент полюса, а при необходимости и при выполнении условий 8.11.8 — части полюса (модуль, отдельные разрывы или группы разрывов дугогасительного устройства).

8.11.2.3 Для испытания выключатель (или его часть по 8.11.2.2) укрепляют на собственной раме или другом жестком основании. Рама выключателя и (или) другие части, подлежащие заземлению, должны быть надежно заземлены.

8.11.2.4 Перед испытаниями должны быть выполнены операции включения и отключения без тока (холостые операции), определены собственные времена включения и отключения при минимальном, номинальном и максимальном напряжениях на зажимах электрических устройств привода, а также проверены исправность действия механизма выключателя и соответствие основных характеристик работы механизма, влияющих на коммутационную способность, характеристикам, предписанным изготовителем.

8.11.2.5 Испытания на коммутационную способность проводят при напряжении на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения (а для выключателей с пружинным приводом — еще и на источнике электроэнергии, к которой подключена цепь завода включающих пружин), равном нижнему пределу по 5.1.5.4 и 5.1.5.5 или отличающемся от него не более чем на 2 % в сторону увеличения.

При испытаниях элегазовых выключателей плотность или приведенное к нормальной температуре давление элегаза должны быть равны соответственно минимальной плотности или минимальному приведенному к нормальной температуре давлению элегаза, при которых реле плотности блокирует работу выключателя.

8.11.3 Ток отключения и ток включения

8.11.3.1 Ток отключения и ток включения при трехполюсных испытаниях определяют:

а) ток отключения:

1) средним арифметическим действующих значений периодических составляющих токов в трех полюсах;

2) значением относительного содержания апериодической составляющей в токе отключения в том из полюсов, в котором оно окажется наибольшим;

б) ток включения:

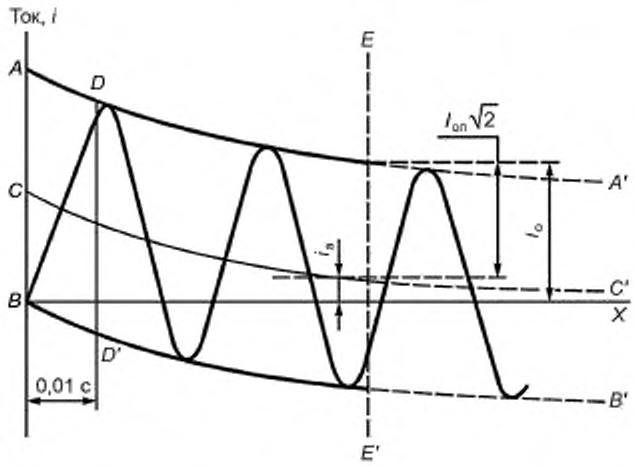
1) средним арифметическим начальных действующих значений периодических составляющих токов в трех полюсах;

2) значением пика в том из полюсов, в котором оно окажется наибольшим.

8.11.3.2 Действующее значение периодической составляющей тока отключения и начальное действующее значение периодической составляющей тока включения в любом полюсе не должны отличаться от соответствующих средних арифметических значений этих величин для трех полюсов более чем на 10 %.

8.11.3.3 Измерение отключаемого тока как при трехполюсных, так и при однополюсных испытаниях проводят по кривой тока, на которой определяют длину отрезка, параллельного оси ординат, ограниченного огибающими кривой тока и проведенного в месте, соответствующем моменту прекращения соприкосновения дугогасительных контактов (см. рисунок 5). 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), находящейся между его серединой и осью абсцисс (нулевой линией).



AA' и BB' — огибающие кривой тока; *BX* — нулевая линия; *CC'* — кривая смещения нулевой линии тока (кривая апериодической составляющей); *DD'* — момент измерения начального действующего значения периодической составляющей тока включения, *EE'* — момент прекращения соприкосновения контактов (возникновение дуги); I_{on} — 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'*

Рисунок 5 — Периодическая и апериодическая составляющие тока короткого замыкания

8.11.3.4 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 принимают значение тока в момент, соответствующий

моменту размыкания контактов, полученное либо из опыта короткого замыкания, либо расчетным путем, например с исключением влияния напряжения на дуге.

8.11.3.5 Измерение начального действующего значения периодической составляющей тока включения в отдельных полюсах проводят по кривой тока включения, на которой определяют длину отрезка, параллельного оси ординат, заключенного между вершиной второй полуволны и прямой, касательной к первой и третьей полуволнам (*DD'* на рисунке 5). Числовое значение периодической составляющей тока включения равно длине этого отрезка (в масштабе тока), деленной на $2\sqrt{2}$.

8.11.4 Виды испытаний, возвращающееся напряжение и напряжение перед включением

8.11.4.1 Испытание на коммутационную способность выключателей, в зависимости от особенностей конструкции выключателей и возможностей испытательного стенда, в отношении числа испытуемых полюсов проводят в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 — Виды испытаний

Условное обозначение вида испытаний	Характеристика испытания
A_1	Трехполюсное
A_2	Однополюсное (заменяющее A_1)
A_6	Однополюсное (воспроизводящее условия двойного замыкания на землю для выключателей, предназначенных для систем с изолированной нейтралью, дополнительно к испытаниям A_1)
A_7	Двухполюсное (для выключателей с тремя полюсами в общем кожухе, дополнительно к испытаниям A_2)

8.11.4.2 Испытанию вида A_2 вместо испытания вида A_1 могут подвергаться выключатели с функционально независимыми полюсами. Проведение этого вида испытаний допустимо также для выключателей с функционально зависимыми полюсами, если установлено, что для данного выключателя испытание вида A_2 не является более легким, чем испытание вида A_1. Для обоснования правомерности замены испытания вида A_1 на испытание вида A_2 должно быть показано, что изменение скоростей отключения и включения при переходе к однополюсному испытанию не превышает 5 % значения этих скоростей при трехфазном испытании.

При большем изменении скоростей должны быть выполнены оба вида испытаний.

Если возможностей оборудования недостаточно для проведения полномасштабных трехполюсных испытаний, допускается воспроизвести поведение выключателя в трехполюсном режиме при соответствующих однополюсных испытаниях путем увеличения или уменьшения натяга пружин, снижения или повышения давления в приводе и т. п., а информацию для такой коррекции характеристик получить при трехполюсных испытаниях при пониженном напряжении при соблюдении требований ко времени горения дуги.

8.11.4.3 Испытание вида A_6 проводят, если существует необходимость отключения двойного короткого замыкания на землю.

8.11.4.4 Для испытания вида A_1 нормируют среднее арифметическое значение полюсных возвращающихся напряжений $U_{\text{впср}}$, кВ, которое вычисляют по формуле

$$U_{\text{впср}} = \frac{U_{\text{нр}}}{\sqrt{3}}, \tag{2}$$

где $U_{\text{нр}}$ — наибольше рабочее напряжение выключателя по 5.1.1.3, кВ.

Для испытания вида A_2 нормируют полюсное возвращающееся напряжение $U_{\text{вп}}$, кВ, которое вычисляют по формуле

$$U_{\text{вп}} = \frac{1{,}5U_{\text{нр}}}{\sqrt{3}}. \tag{3}$$

Для испытания видов A_6 и A_7 нормируют межполюсное возвращающееся напряжение, которое принимают равным наибольшему рабочему напряжению выключателя по 5.1.1.3.

Фактически полученное по 8.11.4.5 значение возвращающегося напряжения, в том числе среднее арифметическое значение полюсных возвращающихся напряжений должно быть не менее 95 % нормированного значения и не должно превышать его более чем на 5 %, если на большее превышение не получено согласие разработчика (изготовителя).

Значения отдельных полюсных возвращающихся напряжений, полученные по формуле (2), не должны отличаться от среднего арифметического значения более чем на 5 %.

8.11.4.5 Значение возвращающегося напряжения при испытании определяют по кривой восстанавливающегося напряжения по длине отрезка, перпендикулярного к оси времени, заключенного между вершиной второй полной полуволны после погасания дуги (при трехполюсных испытаниях — во всех полюсах) и прямой, касательной к предыдущей и последующей полуволнам. Числовое значение возвращающегося напряжения равно длине этого отрезка (в масштабе напряжения), деленной на $2\sqrt{2}$. При трехполюсных испытаниях в трехфазной схеме допускается определять возвращающееся напряжение либо междуполюсное, либо полюсное (в первом случае — делением результата на $\sqrt{3}$). При этом допускается определять среднее арифметическое значение полюсных возвращающихся напряжений как среднее арифметическое значение междуполюсных возвращающихся напряжений, деленное на $\sqrt{3}$.

8.11.4.6 Длительность воздействия напряжения, приложенного к испытуемому выключателю после окончательного погасания дуги, должна быть не менее 0,3 с. При трехполюсных испытаниях действующее значение напряжения к концу указанного периода не должно уменьшаться более чем на 20 % среднего арифметического значения междуполюсных возвращающихся напряжений, полученного по формуле (2).

8.11.4.7 При испытаниях вида A_2 допускается снижение действующего значения напряжения, приложенного к полюсу выключателя, через 0,02 с после погасания дуги, до наибольшего рабочего напряжения по 5.1.1.3, деленного на $\sqrt{3}$.

8.11.4.8 Напряжение перед включением для испытаний вида A_1 должно быть равно наибольшему рабочему напряжению выключателя по 5.1.1.3, при этом разница между каждым из межполюсных напряжений и их средним арифметическим значением не должна превышать 5 %.

Напряжение перед включением для испытаний вида A_2 $U_{вкл}$, кВ, рассчитывают по формуле

$$U_{вкл} = \frac{U_{нр}}{\sqrt{3}}, \quad (4)$$

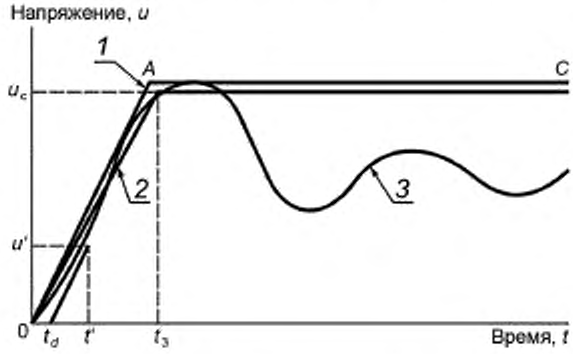
где $U_{нр}$ — наибольшее рабочее напряжение выключателя по 5.1.1.3, кВ.

8.11.5 Кривые ПВН и их формирование при испытаниях

8.11.5.1 Схема испытательной цепи и электрические данные ее элементов для испытания с ПВН, определяемым двумя параметрами, должны обеспечивать получение собственного ПВН (снятого или рассчитанного в соответствии с 8.11.5.4), удовлетворяющей следующим требованиям (в соответствии с рисунками 6 и 7):

а) ее огибающая (способ построения — по рисункам 6 и 7) не должна быть ниже нормированной условной граничной линии ПВН;

б) начальная часть ПВН не должна пересекать линию запаздывания.



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

Рисунок 6 — Положение огибающей ПВН, определяемого двумя параметрами

8.11.5.2 Для испытаний видов A_1 и A_2 условные граничные линии ПВН и положения линий запаздывания для различных токов отключения (режимов испытаний) приведены в таблицах 4—7.

Примечание — Обозначения переменных в таблицах 9—12 и 8.11.5.3—8.11.5.4 — по рисунку 6.

Если при испытаниях выключателей на отключение токов, составляющих 0,1 и 0,3 номинального тока отключения по 5.1.1.5, не представляется возможным получить нормированные малые времена t' и t_3 (таблицы 5—7), то испытания следует проводить при возможно малых временах, указав их фактическое значение в протоколе испытаний.

Таблица 4 — Нормированные характеристики ПВН при отключении тока, равного номинальному току отключения, условной граничной линии, заданной двумя параметрами, и коэффициенте превышения амплитуды 1,4

Номинальное напряжение выключателя по 5.1.1.2, кВ	u_c, кВ	t_3, мкс	t_d, мкс	u', кВ	t', мкс	$S = u_c/t_3$, кВ/мкс
6	12,3	51	8	4,1	25	0,24
10	20,6	61	9	6,9	29	0,34
20	41,0	87	13	14,0	43	0,47
27,5; 2×25 и 35	69,4	122	18	23,1	59	0,57
u_c=1,4·1,5·$\sqrt{(2/3)}\,U_{нр}$; t_d=0,15t_3; u'=1/3u_c.						

Таблица 5 — Нормированные характеристики ПВН при отключении тока, составляющего 0,6 номинального тока отключения, условной граничной линии, заданной двумя параметрами, и коэффициенте превышения амплитуды 1,5

Номинальное напряжение выключателя по 5.1.1 2, кВ	u_c, кВ	t_3, мкс	t_d, мкс	u', кВ	t', мкс	$S=u_c/t_3$, кВ/мкс
6	13,0	22	3	4,4	11	0,60
10	22,0	26	4	7,3	13	0,85
20	44,0	38	6	15,0	18	1,16
27,5; 2×25 и 35	74,0	52	8	25,0	25	1,44
u_c=1,5·1,5·$\sqrt{(2/3)}\,U_{нр}$; t_d=0,15t_3; u'=1/3u_c.						

Таблица 6 — Нормированные характеристики ПВН при отключении тока, составляющего 0,3 номинального тока отключения, условной граничной линии, заданной двумя параметрами, и коэффициенте превышения амплитуды 1,5

Номинальное напряжение выключателя по 5.1.1.2, кВ	u_c, кВ	t_3, мкс	t_d, мкс	u', кВ	t', мкс	$S=u_c/t_3$, кВ/мкс
6	13,0	11	2	4,4	6	1,20
10	22,0	13	2	7,3	6	1,70
20	44,0	19	3	15,0	9	2,32
27,5; 2×25 и 35	74,0	26	4	25,0	13	2,88
u_c=1,5·1,5·$\sqrt{(2/3)}\,U_{нр}$; t_d=0,15t_3; u'=1/3u_c.						

Таблица 7 — Нормированные характеристики ПВН при отключении тока, составляющего 0,1 номинального тока отключения, условной граничной линии, заданной двумя параметрами, и коэффициенте превышения амплитуды 1,5

Номинальное напряжение выключателя по 5.1.1.2, кВ	u_c, кВ	t_3, мкс	t_d, мкс	u', кВ	t', мкс	$S=u_c/t_3$, кВ/мкс
6	13,0	11	2	4,4	6	1,20
10	22,0	13	2	7,3	6	1,70
20	44,0	19	3	15,0	9	2,32
27,5; 2×25 и 35	74,0	26	4	25,0	13	2,85
$u_c=1{,}5\cdot1{,}5\cdot\sqrt{(2/3)}\,U_{нр}$; $t_d=0{,}15t_3$; $u'=1/3u_c$.						

8.11.5.3 Для испытаний видов A_6 и A_7 условные граничные линии ПВН и положения линий запаздывания для различных токов отключения (режимов испытаний) приведены в таблице 8.

Примечание — Обозначения переменных в таблице 8 — по рисунку 6.

Таблица 8 — Нормированные характеристики ПВН при испытаниях видов A_6 и A_7, условной граничной линии, заданной двумя параметрами, и коэффициенте превышения амплитуды 1,4

Номинальное напряжение выключателя по 5.1.1.2, кВ	u_c, кВ	t_3, мкс	t_d, мкс	u', кВ	t', мкс	$S=u_c/t_3$, кВ/мкс
6	14,2	62,0	8	5,0	27	0,24
10	23,6	69,9	9	7,9	29	0,34
20	47,4	100,6	13	15,8	43	0,47
27,5; 2×25 и 35	79,9	140,5	18	26,8	59	0,57
$u_c=1{,}4\ \sqrt{2}\ U_{нр}$; $t_d=0{,}15t_3$; $u'=1/3u_c$.						

8.11.5.4 Определение формы кривой собственного ПВН испытательной цепи проводят одним из указанных ниже методов с учетом конкретных условий испытания.

К методам определения формы указанной кривой относятся:

а) отключение испытуемым или специальным выключателем с возможно низкими искажающими собственное ПВН цепи факторами тока короткого замыкания с минимально возможным содержанием апериодической составляющей при полном или пониженном возбуждении источника, со снятием осциллограммы процесса восстановления напряжения и ее обработкой по 8.11.5.5.

Примечание — К факторам, искажающим собственное ПВН, относятся, в частности, напряжение на дуге, последуговая проводимость, наличие параллельных дугогасительному устройству емкостей или сопротивлений;

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

Примечание — Под идеальным выключателем понимают выключатель, у которого падение напряжения на междуконтактном промежутке до отключения тока и его проводимость после отключения тока настолько малы, что при определении собственного ПВН ими можно пренебречь;

в) моделирование схемы со снятием осциллограммы процесса восстановления напряжения;

г) расчет по параметрам испытательной цепи и построение кривой;

д) включение испытательных трансформаторов на разомкнутую испытательную цепь с помощью не имеющего шунтирующих резисторов аппарата с небольшим расстоянием предварительного пробоя при включении, 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).

8.11.5.5 При использовании указанного в 8.11.5.4, перечисление а), метода определения формы кривой собственного ПВН испытательной цепи необходимо учитывать влияние пика гашения на значение пика восстанавливающегося напряжения и соответственно обработать результаты измерения на осциллографе для получения значения $U_{макс}$, 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, на осциллограмме (см. рисунок 7) измеряют отрезки A, B и C и $U_{макс}$, В, вычисляют по формуле

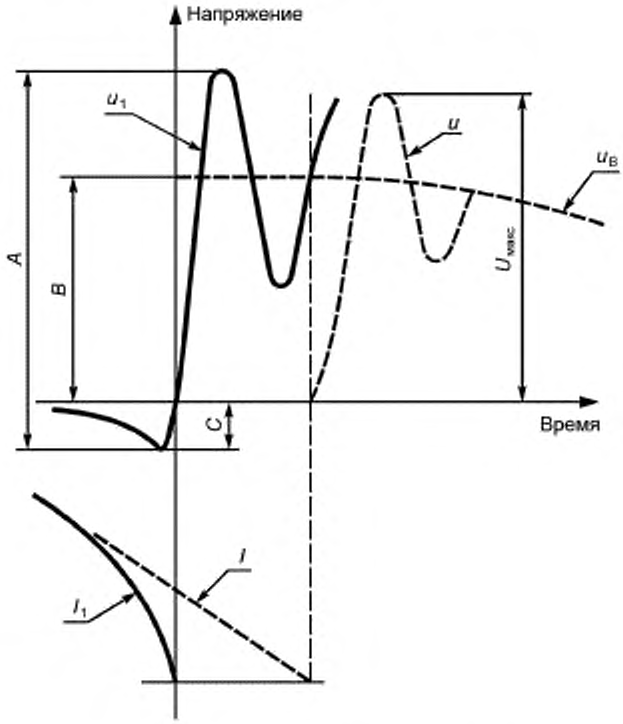
$$U_{макс} = \frac{ABm_U}{B+C}, \tag{5}$$

где m_U — масштаб напряжения, В/мм.

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

$$U_{макс} = \left(A - K_a C\right) m_U, \tag{6}$$

где K_a — коэффициент превышения амплитуды по таблицам 4—8.



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

Рисунок 7 — Осциллограмма для определения пика восстанавливающегося напряжения

8.11.6 Режимы испытаний

8.11.6.1 При испытаниях всех видов, указанных в таблице 3, выполняют режимы испытаний, указанные в таблице 9, с учетом их применимости для выключателей различных типов, различных видов

испытаний и различных условий согласно требованиям настоящего подраздела. В случае применения синтетических испытаний необходимо руководствоваться дополнительными требованиями по 8.11.7, а при испытании по частям — дополнительными требованиями по 8.11.8.

Таблица 9 — Режимы испытаний

Обозначение режима	Операция и группа операций	Ток отключения и ток включения	Число опытов, не менее
T10	Цикл 1 или 2 по 5.1.1.9[1)]	0,1 номинального тока отключения по 5.1.1.5 (±20)	1
T30	Цикл 1 или 2 по 5.1.1.9[1)]	0,3 номинального тока отключения по 5.1.1.5 (±20)	1
T60	Цикл 1 или 2 по 5.1.1.9[1)]	0,6 номинального тока отключения по 5.1.1.5 (±20)	1
T100s	Цикл 1 или 2 по 5.1.1.9[1)]	1,0 номинального тока отключения по 5.1.1.5, ток включения и пик первой большой полуволны в полюсе выключателя во время переходного периода при операции включения равны наибольшему допускаемому значению пика тока включения (+10)	1
T100a	Отключение	1,0 номинального тока отключения по 5.1.1.5, относительное содержание апериодической составляющей в токе отключения равно нормированному значению	1
Tcr1	Цикл 1 или 2 по 5.1.1.9[1)]	0,8 номинального тока отключения по 5.1.1.5 (±20); 0,45 номинального тока отключения по 5.1.1.5 (±20)	1
Tcr2	Цикл 1 или 2 по 5.1.1.9[1)]	0,45 номинального тока отключения по 5.1.1.5 (±20)	1
		0,2 номинального тока отключения по 5.1.1.5 (±20)	1
Tcr3	Цикл 1 или 2 по 5.1.1.9[1)]	0,2 номинального тока отключения по 5.1.1.5 (±20)	1
		0,05 номинального тока отключения по 5.1.1.5 (±20)	1
T2ph′	Отключение в условиях двойного замыкания на землю	0,87 номинального тока отключения по 5.1.1.5 (+5)	1
T2ph″	Двухполюсное отключение[2)]	1,0 номинального тока отключения по 5.1.1.5 (+10)	3

[1)] В зависимости от пригодности к работе при АПВ по 5.1.1.9.

[2)] Только для выключателей с дугогасительными устройствами всех полюсов в общем кожухе.

Примечание — В скобках указаны предельные отклонения, %.

8.11.6.2 Осмотр и, при необходимости, ремонт объекта испытаний в соответствии с 8.11.10.2 допускается проводить после выполнения любого из режимов испытаний. При осмотре должно быть установлено отсутствие поломок или механических повреждений составных частей выключателя, за исключением частей, входящих в комплект его поставки.

8.11.6.3 Если характеристики испытательного стенда не обеспечивают выполнение режима T100s при нормированных значениях тока и напряжения, то испытания по указанному режиму разделяют на два заменяющих его режима.

8.11.6.4 При отсутствии испытательных возможностей для осуществления режима T100s или режимов, на которые этот режим расчленен согласно 8.11.6.3, допускается заменять эти режимы набором отдельных операций и (или) последовательностей операций, выполняемых при необходимости на разных образцах выключателя и подобранных так, чтобы результаты испытаний позволяли подтвердить способность выключателя выполнять цикл режима T100s, что должно быть технически обосновано и отражено в протоколах испытаний.

8.11.6.5 При испытаниях в режиме Т100s или в режимах, на которые этот режим расчленен согласно 8.11.6.3, хотя бы в одной операции включения (при трехполюсных испытаниях — хотя бы в одном из полюсов) значение наибольшего пика тока включения должно быть таким, чтобы его отклонение от нормированного значения не выходило за пределы, указанные в таблице 9, и хотя бы в одной операции включения (при трехполюсных испытаниях — хотя бы в одном из полюсов) ток включения должен быть симметричным (возникать в момент, когда мгновенное значение напряжения перед включением составляет не менее 0,85 его амплитуды).

Если по условиям испытаний требуется получить значения тока включения, 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 режиме Т100s или в режимах, на которые этот режим разделен согласно 8.11.6.3, оказываются невыполненными, то для их выполнения проводят дополнительные испытания на включающую способность, причем для получения тока включения допускается применение пониженного напряжения перед включением.

Если для данного выключателя получение требуемого 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.

8.11.6.6 При выполнении режимов испытаний по таблице 9 допускается пропускать операции включения с сохранением нормированных интервалов времени между операциями отключения.

Если указанные в циклах операций интервалы времени невозможно выдержать по условиям работы испытательной установки и они не влияют на работу выключателя, то допускается их увеличение. При этом в протоколе испытаний приводят значения интервалов и обоснование возможности их увеличения для испытуемого выключателя.

8.11.6.7 При испытаниях во всех режимах по таблице 9, кроме режима Т100a, в части тока отключения должны быть соблюдены следующие требования (в дополнение к соблюдению указанных в таблице 9 допусков на значение тока, измеренного по 8.11.3.3):

а) относительное содержание апериодической составляющей в токе отключения должно быть не более 20 %;

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

8.11.6.8 Испытанию в режиме Т100a подвергают только выключатели с нормированным значением относительного содержания апериодической составляющей в токе отключения более 20 %.

Допускается, чтобы в одной из операций этого режима относительное содержание апериодической составляющей в токе отключения было меньше нормированного значения, если среднее значение апериодической составляющей в токе отключения по результатам трех опытов не менее нормированного значения.

8.11.6.9 Испытания при критических токах в режимах Tcr1, Tcr2 и Tcr3 проводят в том случае, если в одном из режимов Т60, Т30 или Т10 минимальное время дуги увеличивается по сравнению с соседними режимами на 10 мс или более.

Режим Tcr1 выполняют при увеличении минимального времени дуги на указанное значение в режиме Т60; режим Tcr2 — при увеличении минимального времени дуги в режиме Т30; режим Tcr3 — при увеличении минимального времени дуги в режиме Т10.

Значения возвращающегося напряжения принимают по 8.11.4.4, параметры ПВН в режиме Tcr1 — такие же, как в режиме Т60, в режиме Tcr2 — как в режиме Т30, в режиме Tcr3 — как в режиме Т10.

Режим T2ph′ выполняют с параметрами ПВН по таблице 8.

8.11.6.10 Если выключатель подвергают испытаниям в режимах коммутации критических токов Tcr1, Tcr2 или Tcr3 и испытаниям в режиме двухполюсного отключения T2ph′′, то он должен быть дополнительно испытан на двухполюсное отключение при критическом токе.

Возвращающееся напряжение принимают по 8.11.4.4. ПВН принимают в соответствии с 8.11.6.9, но значения параметров ПВН u_c, u', t_3 и t' увеличивают в 1,153 раза.

8.11.6.11 При трехполюсных испытаниях вида A_1 в режимах Т10, Т30, Т60, Т100s, Tcr1, Tcr2, Tcr3 момент подачи импульса на отключающую катушку в каждом последующем отключении смещается относительно фазы тока ранее на 40 электрических градусов.

8.11.6.12 При трехполюсных испытаниях в режиме Т100а должны быть выполнены следующие условия:

- нормированное значение апериодической составляющей тока должно иметь место по одному разу в каждом из трех полюсов;
- по крайней мере один раз нормированное значение апериодической составляющей тока должно иметь место в полюсе, гасящем дугу первым при наибольшем времени горения дуги в этом полюсе;
- по крайней мере один раз нормированное значение апериодической составляющей тока должно иметь место в полюсе, гасящем дугу после удлиненной большой полуволны тока (в полюсе, гасящем дугу не первым), при наибольшем времени дуги в этом полюсе.

Для этого применяют приведенную ниже процедуру регулирования моментов инициирования тока короткого замыкания и подачи команды на электромагнит отключения.

В первом зачетном опыте уставки на срабатывание включающего аппарата и испытуемого выключателя должны обеспечить выполнение следующих условий:

- требуемое содержание апериодической составляющей в одной из фаз в момент размыкания контактов полюса;
- полюс с нормированным содержанием апериодической составляющей гасит дугу первым после большой полуволны тока или гасит дугу после удлиненной полуволны тока, если он является одним из двух полюсов, гасящих дугу последними.

Во втором зачетном опыте момент инициирования тока смещается ранее на 60 электрических градусов, а команда на отключение испытуемого выключателя смещается:

- на 130 электрических градусов ранее, если в первом опыте полюс с нормированным содержанием апериодической составляющей погасил дугу первым после большой полуволны тока;
- на 25 электрических градусов ранее, если полюс с нормированным содержанием апериодической составляющей был одним из двух полюсов, гасящих дугу последними, и погасил дугу после удлиненной полуволны тока.

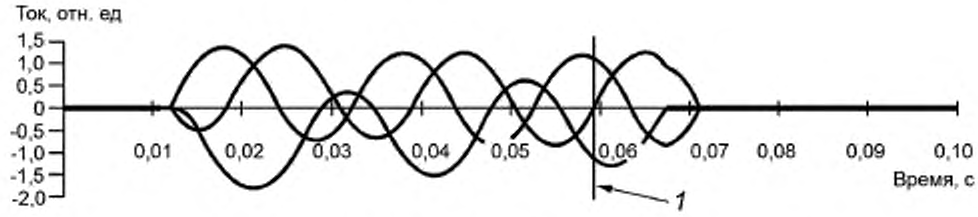
В третьем зачетном опыте момент инициирования тока смещается ранее на 60 электрических градусов относительно второго опыта, а команда на отключение испытуемого выключателя смещается относительно второго опыта:

- на 130 электрических градусов ранее, если во втором опыте полюс с нормированным содержанием апериодической составляющей погасил дугу первым после большой полуволны тока;
- на 25 электрических градусов ранее, если во втором опыте полюс с нормированным содержанием апериодической составляющей был одним из двух полюсов, гасящих дугу последними, и погасил дугу после удлиненной полуволны тока.

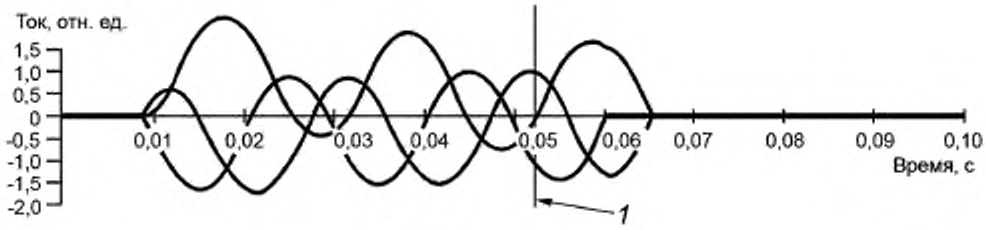
Для обеспечения требуемой в настоящем подпункте настройки может потребоваться увеличение общего числа опытов. После шести опытов разрешается проведение регулировки и замены частей испытуемого выключателя.

Графическое изображение трех зачетных опытов приведено на рисунке 8.

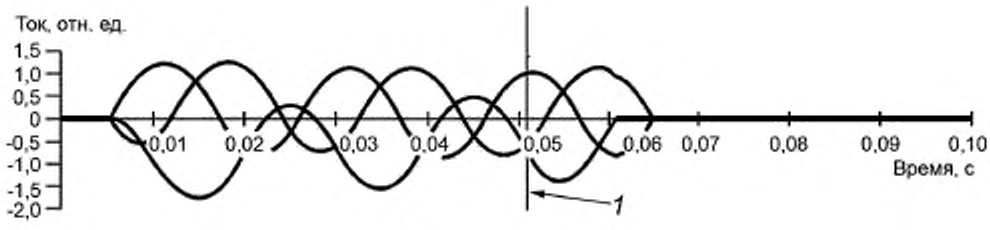
Если приведенная процедура испытаний не может быть выполнена из-за характеристик выключателя, то число опытов должно быть увеличено и в результате их выполнения показано, что при испытаниях получены наиболее тяжелые условия работы выключателя.



а) Первая операция



б) Вторая операция



в) Третья операция

1 — размыкание контактов

Рисунок 8 — Регулирование моментов инициирования тока и размыкания контактов относительно фазы тока при трехполюсном отключении тока в режиме Т100а

8.11.6.13 При однополюсных испытаниях вида A_2 в режимах Т10, Т30, Т60, Т100s, Tcr1, Tcr2, Tcr3 момент размыкания контактов настраивают нижеприведенным образом.

Первое отключение выполняют при минимальном времени дуги. Для определения времени дуги проводят серию опытов со смещением момента подачи команды на отключение относительно отключаемого тока ступенями по 18 электрических градусов.

Второе отключение выполняют при максимальном времени дуги $t_{д\ макс}$, мс, которое вычисляют по формуле

$$t_{д\ макс} \geq t_{д\ мин} + 7{,}3, \tag{7}$$

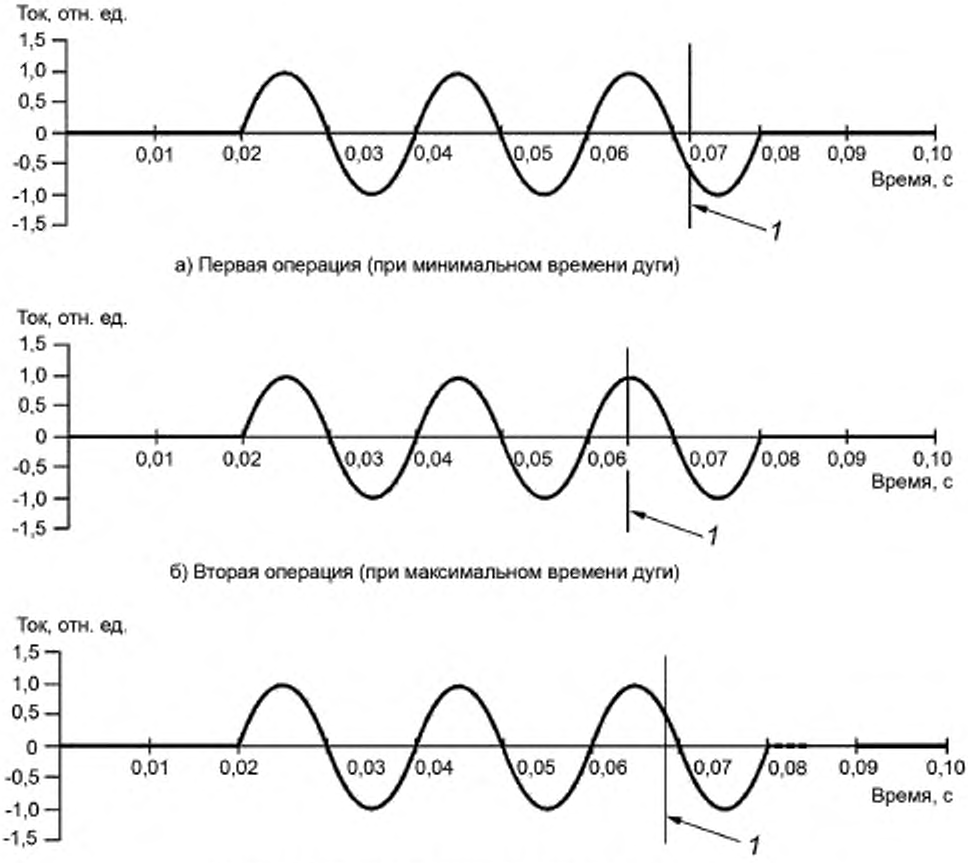
где $t_{д\ мин}$ — минимальное время дуги, полученное в результате опытов как указано выше, мс.

Третье отключение выполняют при среднем времени дуги $t_{д\ ср}$, мс, которое вычисляют по формуле

$$t_{д\ ср} = \frac{t_{д\ макс} + t_{д\ мин}}{2}. \tag{8}$$

Момент подачи команды на отключение в третьем опыте смещается по сравнению со вторым опытом относительно фазы тока позже на 75 электрических градусов (±18 электрических градусов).

Графическое изображение трех зачетных опытов приведено на рисунке 9.



1 — размыкание контактов

Рисунок 9 — Регулирование момента размыкания контактов относительно фазы тока при однополюсном отключении симметричного тока в режимах Т10, Т30, Т60, Т100s, Tcr1, Tcr2, Tcr3

8.11.6.14 При однополюсных испытаниях вида A_2 в режиме Т100а момент размыкания контактов настраивают нижеприведенным способом.

В первом зачетном опыте отключение должно произойти в конце малой полуволны при минимальном времени дуги. Для определения времени дуги проводят серию опытов со смещением момента подачи команды на отключение относительно отключаемого тока ступенями по 18 электрических градусов.

Второе отключение выполняют при максимальном времени дуги $t_{д\ макс}$, мс, вычисляемым по формуле

$$t_{д\ макс} \geq t_{д\ мин} + \Delta t_1 - 2{,}7, \tag{9}$$

где $t_{д\ мин}$ — минимальное время дуги, полученное в результате опытов как указано выше, мс.

Δt_1 — длительность большой полуволны тока.

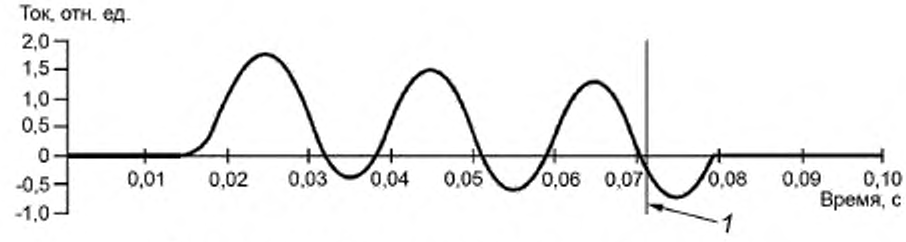
Гашение дуги может иметь место как в конце большой полуволны, так и в конце следующей за ней малой полуволны тока.

Третье отключение выполняют при среднем времени дуги, которое вычисляют по 8.11.6.13 [формула (8)].

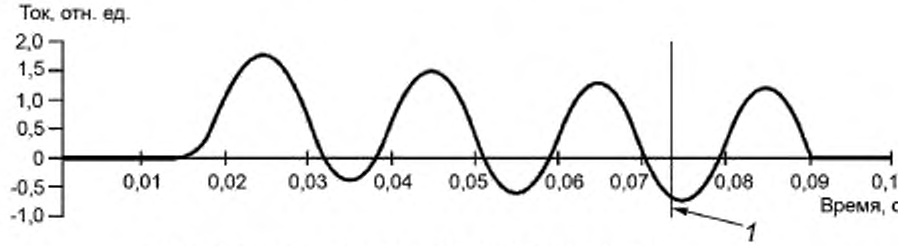
Гашение дуги может иметь место как в конце большой полуволны, так и в конце следующей за ней малой полуволны.

Графическое изображение трех зачетных опытов приведено на рисунке 10. При испытаниях должны быть выполнены следующие условия:

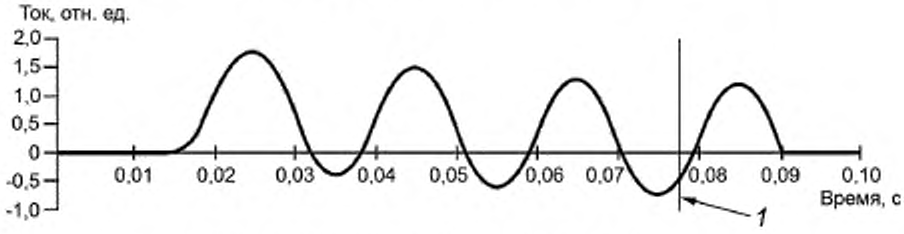
- пик тока в последнюю полуволну должен составлять от 90 % до 110 % расчетного значения;
- длительность последней полуволны должна составлять от 90 % до 110 % расчетного для данного режима значения.



а) Первая операция (при минимальном времени дуги)



б) Вторая операция (при максимальном времени дуги)



в) Третья операция (при среднем времени дуги)

1 — размыкание контактов

Рисунок 10 — Регулирование моментов инициирования тока и размыкания контактов при однополюсном отключении тока в режиме Т100а

8.11.6.15 Все однополюсные испытания видов A_2, A_6 и A_7 выключателей с максимальным временем дуги менее 30 мс в режимах, указанных в таблице 9, кроме режима Т100а, необходимо дополнить испытаниями в операции отключения, чтобы суммарное число отключений в каждом режиме было не менее шести при приблизительно равномерном распределении времени дуги в диапазоне от минимального до максимального.

8.11.6.16 Напряжение на цепи управления отключением 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 цепь управления отключением с опережением относительно момента появления тока (опережающая команда, на отключение) при условии, что проверена способность выключателя отключаться после подачи команды без опережения. Такая проверка может быть проведена при пониженном напряжении в испытательной цепи.

8.11.6.17 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 изготовителем.

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

8.11.7 Синтетические испытания

8.11.7.1 Частота наложенного на вспомогательный или испытуемый выключатель тока должна быть от 250 до 1000 Гц, по возможности ближе к 500 Гц.

Время от момента погасания дуги во вспомогательном выключателе до момента погасания дуги в испытуемом выключателе τ_h, мкс, выбирают исходя из необходимости выполнения неравенств

$$200 \le \tau_h \le \frac{T_h}{4}, \tag{10}$$

$$\tau_h \le 500, \tag{11}$$

где T_h — период колебаний тока повышенной частоты (для варианта наложения тока на вспомогательный выключатель принимают частоту при его разомкнутом положении), мкс.

Расчетную скорость подхода к нулю вычисляют по формуле

$$\left|\frac{di}{dt}\right|_{i=0} = 314\left(1+\frac{U_д}{\sqrt{2}U_{вп}}\right)\sqrt{2}I_{он}, \tag{12}$$

где $U_д$ — среднее напряжение на дуге за время около $T_h/40$ до момента погасания дуги, принимаемое по осциллограмме опыта, В;

$U_{вп}$ — нормированное возвращающееся напряжение по 8.11.4.4, В;

$I_{он}$ — нормированная периодическая составляющая тока отключения (см. таблицу 9), кА.

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

Возвращающееся напряжение может иметь форму:

а) затухающей экспоненты;

б) переменного синусоидального напряжения;

в) комбинированного напряжения, составляющие которого соответствуют указанным в перечислениях а) и б).

Возвращающееся напряжение следует прикладывать в течение 0,1 с, его значение в интервале времени 2,5 мс от начала процесса восстановления напряжения должно быть не менее 95 % нормируемого, а затем поддерживаться по возможности близким к значению $\sqrt{2/3}$ наибольшего рабочего напряжения выключателя по 5.1.1.3, не допуская уменьшения его ниже $0{,}5\sqrt{2/3}$ наибольшего рабочего напряжения выключателя.

8.11.7.2 При испытаниях в операции отключения при относительном содержании апериодической составляющей в токе отключения менее 20 % наибольшая амплитуда тока за время дуги не должна превышать амплитуду последнего полупериода более чем на 30 %; амплитудное значение тока в последний полупериод и длительность полупериода должны быть не менее 90 % нормированных и расчетных значений.

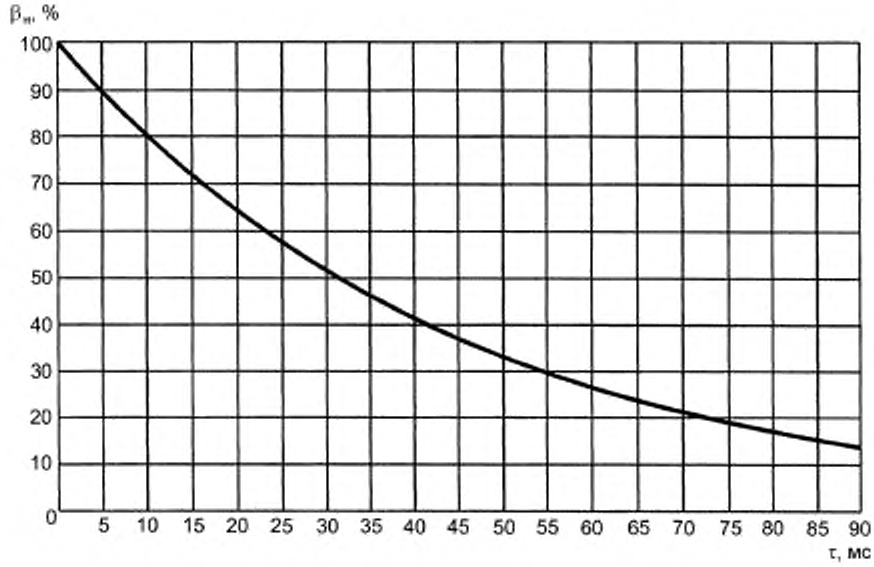
8.11.7.3 При испытаниях в операции отключения при относительном содержании апериодической составляющей в токе отключения более 20 % измерение относительного содержания апериодической

составляющей заменяют измерением амплитудного значения тока в последний полупериод, которое должно быть не менее 90 % расчетного. Длительность последнего полупериода тока перед погасанием дуги должна быть не менее 90 % расчетного значения, учитывающего влияние апериодической составляющей тока.

Расчетные амплитудные значения тока в последний полупериод, отнесенные к амплитудному значению нормированного тока отключения и длительности последних перед гашением дуги полупериодов тока приведены в таблице 10. Данные таблицы 10 соответствуют стандартному случаю затухания апериодической составляющей тока с постоянной времени 45 мс, представленному на рисунке 11. В таблице 10 учтено время действия защиты 10 мс.

Таблица 10 — Расчетные амплитудные значения тока в последний полупериод, отнесенные к амплитудному значению нормированного тока отключения и длительности последних перед гашением дуги полупериодов тока

Полупериод перед гашением дуги	Собственное время отключения, мс	Расчетные амплитудные значения тока в последний полупериод, отнесенные к амплитудному значению нормированного тока отключения	Длительность импульсов, мс
Большой	До 12,5	1,51	13,5
	Св. 12,5 до 33,0 включ.	1,33	12,2
	Св. 33,0 до 53,5 включ.	1,21	11,4
Малый	До 12,5	0,36	5,5
	Св. 12,5 до 33,0 включ.	0,59	7,3
	Св. 33,0 до 53,5 включ.	0,74	8,3



$\beta_н$ – нормированное относительное содержание апериодической составляющей в токе отключения;
τ – время от момента возникновения короткого замыкания до момента размыкания дугогасительных контактов

Рисунок 11 — Содержание апериодической составляющей в процентах

8.11.7.4 При испытаниях в операции отключения полюса (элемента полюса) выключателя необходимо выполнять требования 8.11.6.11—8.11.6.14 по регулированию моментов размыкания контактов.

Результат каждого опыта считают положительным, если гашение дуги произошло без ее искусственного продления или при ее продлении на один или два полупериода.

8.11.7.5 Если 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 отсоединяют от выключателя, а к соответствующим точкам синтетической схемы присоединяют резисторы, подобранные так, чтобы восстанавливающееся напряжение на выключателе было не ниже нормированного с учетом его искажения шунтирующими резисторами выключателя, либо резисторы подсоединяют к выключателю не непосредственно, а через последовательно соединенные с ними конденсаторы достаточно большой емкости, либо с принятием других мер, позволяющих достигнуть той же цели.

8.11.7.6 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.

8.11.8 Испытания по частям

8.11.8.1 Испытаниям по частям допускается подвергать выключатели, соответствующие следующим требованиям:

а) испытуемые части полюса выключателя (отдельные разрывы, группы разрывов, модули) должны быть идентичны по форме, размерам и характеристикам работы механизма; отличаться могут 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 или замыкания разрыва, срабатывающего первым, и разрыва, срабатывающего последним, не должна превышать 0,0025 с);

в) 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;

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

8.11.8.2 Напряжение, при котором должен испытываться разрыв (группа разрывов или модуль), устанавливают путем обоснованного анализа 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 допускается не проводить, а рассчитать с учетом наиболее неблагоприятного возможного соотношения сопротивлений при допускаемых отклонениях их значений.

8.11.8.3 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.

8.11.9 Испытания для подтверждения нормированного ресурса по коммутационной способности

8.11.9.1 Для подтверждения нормированного ресурса выключателя по коммутационной стойкости проводят испытания при токе, для которого изготовителем нормируется ресурс. Количество отключений и включений тока должно быть не менее нормированного. Включения и отключения допускается выполнять как отдельные операции или как составную часть различных циклов операций. Минимальное время между операциями и циклами устанавливает изготовитель.

В зачетное число операций для подтверждения нормированного ресурса по коммутационной стойкости могут быть включены операции, выполненные при нормированном токе по 8.11.6.1, если между отдельными режимами испытаний и после них не проводились ремонтные работы. Для подтверждения нормированного ресурса при номинальном токе отключения в случае соблюдения указанного условия могут быть зачтены опыты в режимах T100s и T100a.

8.11.9.2 Испытания проводят при номинальном напряжении на зажимах цепей управления и номинальном усилии пружин пружинного привода.

При испытаниях элегазовых выключателей плотность (приведенное к нормальной температуре давление газа) должна быть в диапазоне между верхним и нижним допустимыми значениями нормированной плотности заполнения (нормированному, приведенному к нормальной температуре давлению заполнения) газа.

Последний опыт в серии испытаний на ресурс следует выполнять при напряжении на зажимах цепей управления, давлении в пневматических и пневмогидравлических устройствах привода и в воздушных выключателях, усилии пружин пружинного привода, плотности газа в элегазовых выключателях в соответствии с 8.11.2.5.

8.11.9.3 Среднее время дуги за всю серию испытаний должно быть не менее среднего времени дуги в зачетных опытах при данном токе по 8.11.6.1.

8.11.9.4 Значения возвращающегося напряжения и напряжения перед включением устанавливают по 8.11.4.4 и 8.11.4.8 с учетом указаний 8.11.7.1 и 8.11.8.2. Переходное восстанавливающееся напряжение — по 8.11.5.2.

8.11.9.5 Допускается в зачетное число операций для подтверждения ресурса по коммутационной стойкости включать незачетные опыты при синтетических испытаниях, операции при пониженном напряжении и другие незачетные опыты основных испытаний на коммутационную способность по 8.11.6.1, если выполнено требование 8.11.9.3 к среднему времени дуги. Однако последний опыт в серии испытаний должен быть выполнен при соблюдении требований 8.11.5.2.

8.11.9.6 Допускается при определении ресурса учитывать опыты при других значениях тока отключения или включения, если изготовителем определена зависимость допустимого числа отключений или включений от тока.

8.11.9.7 Требования к испытуемому выключателю перед началом испытаний, во время испытаний и после них — по 8.11.2.

8.11.10 Оценка результатов испытаний

8.11.10.1 Во время испытаний не должно наблюдаться внешних признаков тяжелой работы выключателя; перекрытий изоляционных промежутков между полюсами выключателя и на соседнее лабораторное оборудование, выброса пламени за пределы, указанные изготовителем для каждого типа выключателя.

Для вакуумных выключателей после отключения допускаются кратковременные самоустраняющиеся разряды на межконтактном промежутке в период приложения возвращающегося напряжения. Выключатель считается выдержавшим испытания, если самоустраняющиеся разряды не привели к появлению тока промышленной частоты.

Все случаи кратковременных самоустраняющихся разрядов должны быть приведены в протоколе испытаний с указанием режимов испытаний, в которых они произошли.

8.11.10.2 После выполнения любого из режимов испытаний, приведенных в таблице 9, состояние выключателя должно соответствовать следующим требованиям:

а) операции включения и отключения выключателя при отсутствии тока в его главной цепи выполняются исправно. Собственные времена включения и отключения выключателя при номинальном напряжении на зажимах включающих и отключающих устройств привода, его нижнем и верхнем пределе существенно не изменяются по сравнению с их значениями до испытаний. Для контроля собственного времени включения и собственного времени отключения после каждого режима испытаний выполняются операции включения и отключения без тока (холостые операции) по 8.9.1;

б) выключатель 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;

в) состояние главных контактов (оплавление поверхности, контактное давление, возможность перемещения) должно обеспечивать возможность длительного пропускания через них тока, равного номинальному; при этом температуры не должны более чем на 10 °С превышать нормированные в соответствии с 5.1.2.11. При определении допустимого превышения температур контакты считаются име-

ющими серебряное покрытие, если слой серебра на них сохранился. В противном случае допустимые превышения температуры принимают как для контактов, не имеющих покрытия;

г) изоляция выключателя выдерживает испытания в соответствии с 8.5.

Соответствие выключателя требованиям перечислений б), в), г) проверяют внешним осмотром и, в случае сомнений, проводят соответствующие испытания.

8.11.10.3 При выполнении условий, перечисленных в 8.11.10.1 и 8.11.10.2, результаты испытаний выключателя на коммутационную работоспособность считают положительными.

8.12 Испытания на соответствие требованиям к вспомогательным контактам

8.12.1 Перед испытаниями вспомогательных контактов на соответствие требованиям к нагрузочной способности однократно измеряют сопротивление подлежащих испытанию вспомогательных контактов мостом постоянного тока по ГОСТ 7165 класса точности не выше 1,0.

8.12.2 Для испытания собирают схему, позволяющую пропустить от источника электроэнергии напряжением 220 В постоянного тока через вспомогательный контакт, повторяющий положение контактов главной цепи выключателя, ток (10,0 ± 0,2) А длительно и (100 ± 10) А в импульсе продолжительностью 30 мс один раз в течение 10 с.

Для измерения длительно протекающего тока и напряжения используют соответственно амперметр и вольтметр прямого включения, класса точности не выше 1,0 по ГОСТ 8711, для измерения амплитуды и длительности импульсов тока — электронный осциллограф и токоизмерительный шунт по ГОСТ 8042 на номинальный ток не более 100 А, для контроля периода следования импульсов тока — средство измерения времени класса точности не выше 1,0 (например, электрический секундомер или электронный частотомер с функцией измерения интервалов времени).

8.12.3 Испытания проводят в следующей последовательности:

а) включают схему и замыкают испытуемый контакт (включением или отключением выключателя);

б) выдерживают в течение 10 мин, фиксируя длительно протекающий ток постоянно, а амплитуду и длительность импульсов тока — в произвольный момент времени;

в) размыкают испытуемый контакт, отключают схему и осматривают контакт.

У выключателей с пружинным приводом действия, изложенные в перечислениях а)—в), повторяют для одного из вспомогательных контактов, сигнализирующих о заведенном состоянии включающих пружин.

8.12.4 Для испытания вспомогательных контактов на соответствие требованиям к отключающей способности собирают схему, позволяющую пропустить от источника электроэнергии напряжением 220 В постоянного тока через один из вспомогательных контактов, повторяющих положение контактов главной цепи выключателя, ток, соответствующий мощности 60 Вт в цепи, содержащей резистор(ы) и индуктивность, таким образом, чтобы определенная расчетом постоянная времени цепи составляла от 20 до 24 мс.

Требования к средствам измерений аналогичны указанным в 8.12.2.

8.12.5 Испытания проводят в следующей последовательности:

а) включают схему и выключатель;

б) фиксируют показания вольтметра и амперметра, после отключают выключатель;

в) повторяют действия по перечислению б) не менее 20 раз;

г) отключают выключатель и схему, после чего осматривают испытуемый контакт.

У выключателей с пружинным приводом действия, изложенные в перечислениях а)—г), повторяют для одного из вспомогательных контактов, сигнализирующих о заведенном состоянии включающих пружин.

8.12.6 После испытаний повторно измеряют сопротивление испытанных контактов постоянному току по 8.12.1.

8.12.7 Результаты испытаний считают положительными при одновременном выполнении следующих условий:

- сопротивление испытанных контактов постоянному току, полученное при измерении по 8.12.6, не превышает полученное при измерении по 8.12.1 более чем на 2 %;

- при осмотре испытанных контактов не выявлено изменения их размеров, формы или существенного изменения цвета контактных поверхностей.

8.13 Контроль качества покрытий

Методы контроля качества покрытий, а также оценки результатов контроля:
- для лакокрасочных покрытий — по ГОСТ 9.401;
- для термодиффузионных цинковых покрытий — по ГОСТ Р 9.316;
- для остальных видов покрытий — по ГОСТ 9.302.

8.14 Испытания на соответствие требованиям к мощности, потребляемой сети оперативного тока и сети собственных нужд

8.14.1 Мощность, потребляемая в отсутствие операций включения или отключения

8.14.1.1 Для контроля соответствия требованию к мощности, потребляемой в отсутствие операций включения или отключения, выключатель устанавливают в рабочем положении, указанном в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов. Цепь включения и цепь отключения (а для выключателей с пружинным приводом — еще и цепь завода включающих пружин) подключают по схемам, предусмотренным технической документацией на изделие конкретного типа. Дополнительно схемами должны быть предусмотрены возможности:

а) раздельного плавного регулирования напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения;

б) измерения напряжения и тока на источниках электроэнергии, указанных в перечислении а), соответственно вольтметрами и миллиамперметрами прямого включения, класса точности не выше 1,0 по ГОСТ 8711;

в) шунтирования миллиамперметров рубильниками на момент включения и отключения выключателя.

8.14.1.2 Испытания проводят без тока в главной цепи выключателя в следующей последовательности:

а) напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения (а для выключателей с пружинным приводом — еще и на источнике электроэнергии, к которой подключена цепь завода включающих пружин), устанавливают равными номинальным напряжениям по 5.1.1.7 или отличающимися от них не более чем на 2 %, контролируя напряжения по вольтметрам, указанным в 8.14.1.1, перечисление а); рубильники, шунтирующие миллиамперметры, размыкают;

б) фиксируют показания вольтметров и амперметров по 8.14.1.1, перечисление б);

в) замыкают рубильник, шунтирующий миллиамперметр в цепи включения, включают выключатель и размыкают рубильник;

г) повторяют действия по перечислению б);

д) замыкают рубильник, шунтирующий миллиамперметр в цепи отключения (а для выключателей с пружинным приводом — еще и в цепи завода включающих пружин), отключают выключатель и размыкают рубильник;

е) регулируют напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения (а для выключателей с пружинным приводом — еще и на источнике электроэнергии, к которой подключена цепь завода включающих пружин), таким образом, чтобы эти напряжения были равными нижнему пределу по 5.1.5.4 и 5.1.5.5 или отличались от него не более чем на 2 % в сторону увеличения;

ж) фиксируют показания вольтметров и амперметров по 8.14.1.1, перечисление б);

и) замыкают рубильник, шунтирующий миллиамперметр в цепи включения, включают выключатель и размыкают рубильник;

к) повторяют действия по перечислению ж);

л) замыкают рубильник, шунтирующий миллиамперметр в цепи отключения (а для выключателей с пружинным приводом — еще и в цепи завода включающих пружин), отключают выключатель и размыкают рубильник;

м) регулируют напряжение на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения (а для выключателей с пружинным приводом — еще и на источнике электроэнергии, к которой подключена цепь завода включающих пружин), таким образом, чтобы эти напряжения были равными верхнему пределу по 5.1.5.4 и 5.1.5.5 или отличались от него не более чем на 2 % в сторону уменьшения;

н) фиксируют показания вольтметров и амперметров по 8.14.1.1, перечисление б);

п) замыкают рубильник, шунтирующий миллиамперметр в цепи включения, включают выключатель и размыкают рубильник;

р) повторяют действия по перечислению н);

с) замыкают рубильник, шунтирующий миллиамперметр в цепи отключения (а для выключателей с пружинным приводом — еще и в цепи завода включающих пружин), отключают выключатель и размыкают рубильник.

8.14.1.3 Мощность, потребляемую в отсутствие операций включения или отключения P_0, Вт, для цепей включения и отключения вычисляют по формуле

$$P_0 = \frac{IU}{1000}, \quad (13)$$

где I, U — соответственно ток, мА, и напряжение, В, полученные при измерениях по 8.14.1.2, перечисления б), г), ж), к), н) и р).

Мощность, потребляемую в отсутствие операций включения или отключения S_0, В·А, для цепи завода включающих пружин вычисляют по формуле

$$S_0 = \frac{IU}{1000}. \quad (14)$$

Примечание — Пояснения переменным аналогичны сделанным к формуле (13).

8.14.1.4 За значение мощности, потребляемой в отсутствие операций включения или отключения, принимают:

- для цепей включения и отключения — наибольшее из суммы двух значений (для цепи включения и цепи отключения), полученных по 8.14.1.3 [формула (13)];
- для цепи завода включающих пружин — наибольшее из значений, полученных по 8.14.1.3 [формула (14)].

8.14.2 Мощность, потребляемая из сети оперативного тока в момент отключения и в момент включения

8.14.2.1 Мощность $P_{откл}$, Вт, потребляемую из сети оперативного тока в момент отключения, вычисляют по формуле

$$P_{откл} = U_{откл} I_{откл}, \quad (15)$$

где $U_{откл}$ — напряжение в цепи отключения, В, полученное при измерении по 8.8.2, перечисления а), и) и м);

$I_{откл}$ — амплитуда импульса тока в цепи отключения, А, полученная при измерении по 8.8.2, перечисления г), к) и н).

Мощность $P_{вкл}$, Вт, потребляемую из сети оперативного тока в момент включения, вычисляют по формуле

$$P_{вкл} = U_{вкл} I_{вкл}, \quad (16)$$

где $U_{вкл}$ — напряжение в цепи включения, В, полученное при измерении по 8.8.2, перечисления а), и) и м);

$I_{вкл}$ — амплитуда импульса тока в цепи включения, А, полученная при измерении по 8.8.2, перечисления г), к) и н).

8.14.2.2 За значение мощности, потребляемой из сети оперативного тока в момент отключения, принимают наибольшее из значений мощности, полученных по 8.14.2.1 [формула (15)].

За значение мощности, потребляемой из сети оперативного тока в момент включения, принимают наибольшее из значений мощности, полученных по 8.14.2.1 [формула (16)].

8.14.3 Мощность, потребляемая цепью завода включающих пружин

8.14.3.1 Мощность $S_{пр}$, В·А, потребляемую цепью завода включающих пружин, вычисляют по формуле

$$S_{пр} = U_{пр} I_{пр}, \quad (17)$$

где $U_{пр}$ — напряжение в цепи завода включающих пружин, В, полученное при измерении по 8.10.5.2, перечисления а) и г);

$I_{пр}$ — ток в цепи завода включающих пружин, А, полученный при измерении по 8.10.5.2, перечисления б) и д).

8.14.3.2 За значение мощности, потребляемой цепью завода включающих пружин, принимают наибольшее из значений мощности, полученных по 8.14.3.1 [формула (17)].

8.14.4 Мощность, потребляемая цепью обогрева

8.14.4.1 Значение мощности, потребляемой цепью обогрева, определяют с использованием счетчика активной энергии по ГОСТ 31818.11 класса точности не выше 1,0 при измерении в течение не менее 1 ч. Во время измерения напряжение в цепи обогрева поддерживают равным номинальному напряжению по 5.1.1.7 или отличающимся от него не более чем на 2 %, для контроля напряжения используют вольтметр прямого включения, класса точности не выше 1,0 по ГОСТ 8711.

8.14.4.2 Значение мощности, потребляемой цепью обогрева $S_{об}$, кВ·А, вычисляют по формуле

$$S_{об} = \frac{W_a}{t}, \quad (18)$$

где W_a — показания счетчика активной энергии, кВт·ч;

t — время, в течение которого проводились измерение, ч.

8.14.5 Оценка результатов испытаний

Результаты испытаний считают положительными при одновременном выполнении следующих условий:

- при испытаниях по 8.14.1 мощность, потребляемая в отсутствие операций включения или отключения, полученная по 8.14.1.4, не превышает установленной в 5.1.3.3;
- при испытаниях по 8.14.2 мощность, потребляемая из сети оперативного тока в момент отключения и в момент включения, полученная по 8.14.2.2, а также длительность импульса тока в цепи включения и в цепи отключения, полученная при измерениях по 8.8.2, перечисления г), к) и н), не превышают установленных в 5.1.3.3;
- при испытаниях по 8.10.5.2 мощность, потребляемая цепью завода включающих пружин, полученная по 8.14.3.2, не превышает установленной в 5.1.3.4, перечисление а);
- при испытаниях по 8.14.4 мощность, потребляемая цепью обогрева, полученная по 8.14.4.2 [формула (18)], не превышает установленной в 5.1.3.4, перечисление б).

8.15 Контроль соответствия требованиям к иным видам совместимости

8.15.1 Метод(ы) контроля соответствия требованиям к иным видам совместимости, а также порядок оценки результатов контроля устанавливают в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

8.15.2 Образец выключателя, подвергнутый испытаниям, утилизируют. Допускается образец, подвергнутый испытаниям, передавать на испытания на соответствие требованиям стойкости к воздействию климатических факторов внешней среды и механических воздействующих факторов по 8.17.

8.16 Контроль соответствия требованиям надежности

8.16.1 Показатели надежности (за исключением среднего ресурса, соответствие по которому контролируют в ходе испытаний по 8.8 и 8.10) определяют:

- на стадии разработки — расчетными методами по ГОСТ 27.301;
- при серийном выпуске — в соответствии с методикой оценки показателей надежности по экспериментальным данным [4].

8.16.2 Результаты контроля считают положительными, если значения показателей надежности, полученные по 8.16.1:

- для коэффициента готовности, средней наработки на отказ, среднего срока службы (полного) и среднего срока сохраняемости — не ниже указанных в 5.1.4.3, перечисления а), б), г) и д);
- для среднего времени до восстановления — не хуже указанных в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

8.17 Испытания на соответствие требованиям стойкости к воздействию климатических факторов внешней среды и механических воздействующих факторов

8.17.1 Стойкость к воздействию климатических факторов внешней среды

8.17.1.1 Испытание на стойкость к воздействию пониженной рабочей температуры среды проводят по ГОСТ 16962.1—89 (метод 203) при степени жесткости I. Продолжительность начальной стабилизации, конечной стабилизации и выдержки устанавливают в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

8.17.1.2 Испытание на стойкость к воздействию повышенной рабочей температуры среды проводят по ГОСТ 16962.1—89 (подраздел 2.1, метод 201-1.1). Продолжительность начальной стабилизации, конечной стабилизации и выдержки устанавливают в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

8.17.1.3 Испытание на стойкость к воздействию изменения температуры среды проводят по ГОСТ 16962.1—89 (метод 205). Число циклов — два. Продолжительность начальной стабилизации, конечной стабилизации и выдержки при пониженной и повышенной температурах устанавливают в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

8.17.1.4 Испытание на стойкость к длительному воздействию повышенной влажности проводят по ГОСТ 16962.1—89 (подраздел 2.4, метод 207-2). Продолжительность испытаний — 4 сут. Продолжительность выдержки в нормальных климатических условиях перед испытаниями и после них устанавливают в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

8.17.1.5 Испытание на стойкость к воздействию инея с последующим его оттаиванием проводят по ГОСТ Р 51369—99 (раздел 7).

8.17.2 Стойкость к воздействию внешних механических воздействующих факторов

Испытание на стойкость к воздействию внешних механических факторов проводят по ГОСТ 16962.2—90 (подраздел 2.1, метод 102-1) при степени жесткости I.

8.17.3 Оценка результатов испытаний

8.17.3.1 После испытаний по 8.17.1—8.17.2 выключатель повторно осматривают по 8.2.1. При положительном результате осмотра выключатель:

а) повторно испытывают на соответствие требованиям:

1) к электрической прочности изоляции главной цепи по 8.5;

2) собственному времени включения и собственному времени отключения по 8.9.1, при этом допускается выполнять три цикла включения и отключения;

б) повторно подвергают контролю качества покрытий по 8.13.

Элегазовые выключатели, кроме того, контролируют на наличие утечек элегаза с помощью течеискателя.

8.17.3.2 Выключатель считают выдержавшим испытание на соответствие требованиям стойкости к воздействию климатических факторов внешней среды и механических воздействующих факторов при положительных результатах повторного осмотра, контроля и испытаний по 8.17.3.1.

8.17.3.3 Если испытаниям по 8.17.1—8.17.2 подвергался образец выключателя, ранее испытанный на механическую работоспособность по 8.8 или на коммутационную работоспособность по 8.11, то его утилизируют.

8.18 Испытания на соответствие требованиям стойкости к воздействию тока сквозного короткого замыкания

8.18.1 Испытуемый образец с новыми контактами устанавливают на своей или на специальной (инвентарной) раме, или на другом 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 жид-

костью, должны быть заполнены ею до установленного уровня. Элегазовые выключатели должны быть заполнены газом до давления заполнения.

Конфигурация токопроводящего контура, число шин и расположение ближайших мест их крепления устанавливают, при необходимости, в конструкторской документации.

8.18.2 Если установлено, что условия термических и механических воздействий не облегчаются, то допускается:

- крупногабаритные выключатели (их полюсы или элементы полюсов) испытывать по частям;
- подвергать при необходимости испытанию по 8.18.7, перечисление б), собранный выключатель (полюс, элемент полюса), а испытание по 8.18.7, перечисление а), проводить по частям;
- испытывать элегазовые выключатели без заполнения их газом.

8.18.3 Перед испытанием выполняют пять циклов включение — произвольная пауза — отключение. Эти циклы проводят при напряжении в цепи включения и цепи отключения, равном нижнему пределу по 5.1.5.4 или отличающемся от него не более чем на 2 % в сторону увеличения.

При этом определяют собственное время отключения выключателя.

В случае испытания по частям по 8.18.2 перед испытанием определяют усилие (статический момент), требуемое для размыкания контактов.

8.18.4 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 испытуемому полюсу (элементу) и проходящей на расстоянии, равном или меньшем (при согласии изготовителя) нормированному междуполюсному расстоянию.

8.18.5 Испытание проводят путем пропускания через включенный выключатель (полюс, элемент полюса) при любом подходящем для опыта напряжении частоты (50 ± 4) Гц тока со следующими параметрами:

- наибольший пик — в пределах от 1,00 до 1,05 пика кратковременного выдерживаемого тока выключателя, увеличение пика тока допускается с согласия изготовителя;
- начальное действующее значение периодической составляющей тока — в пределах от 1,0 до 1,1 номинального тока отключения по 5.1.1.5;
- среднеквадратичное значение тока за время его протекания — в пределах от 1,0 до 1,1 тока термической стойкости выключателя.

Время протекания тока должно быть таким, чтобы произведение квадрата среднеквадратичного значения тока на время его протекания было в пределах от 1,0 до 1,1 произведения квадрата тока термической стойкости выключателя на время короткого замыкания.

8.18.6 При испытании в трехфазной схеме указанные в 8.18.5 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 8.18.5. При этом разница между значениями периодических составляющих токов в отдельных полюсах и их средним арифметическим значением не должна превышать 10 %.

8.18.7 Если испытательная установка не позволяет получить параметры тока, указанные в 8.18.5, то допускается испытания по указанному пункту заменять следующими двумя испытаниями:

а) при токе с наибольшим пиком по 8.18.5 в течение от 3 до 10 полупериодов промышленной частоты;

б) при токе, среднеквадратичное значение и время протекания которого соответствуют 8.18.5, а наибольший пик и начальное действующее значение периодической составляющей — наибольшие, которые могут быть получены в испытательной установке в этом режиме.

8.18.8 После испытания по 8.18.5 или по 8.18.7 выполняют операции отключения и включения при условиях, указанных в 8.18.3. При этом определяют собственное время отключения выключателя. Затем проводят разборку выключателя в необходимом объеме и внешний осмотр с целью обнаружения возможных повреждений.

8.18.9 Результаты испытания считают положительными при одновременном выполнении следующих условий:

а) собственное время отключения выключателя не изменилось;

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

8.19 Испытания на соответствие требованиям стойкости к воздействию гололеда

Метод испытания на соответствие требованиям стойкости к воздействию гололеда — по ГОСТ 16962.1—89 (подраздел 2.14). После наращивания льда и выдержки проводят пять циклов включения и отключения выключателя при напряжении в цепи включения и цепи отключения (а для выключателей с пружинным приводом — еще и цепи завода включающих пружин), равном нижнему пределу по 5.1.5.4 и 5.1.5.5 или отличающемся от него не более чем на 2 % в сторону увеличения. Выключатель считают выдержавшим испытание на соответствие требованиям стойкости к воздействию гололеда, если все циклы включения и отключения выполнены успешно.

8.20 Испытания на соответствие требованиям стойкости к воздействию на выводы главной цепи усилия, вызванного тяжением проводов и ветра

8.20.1 Выключатель размещают на аэродинамическом стенде, имеющем подвижную платформу, в рабочем положении, предусмотренном в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов, таким образом, чтобы отклонение осей от вертикали или горизонтали не превышало 2°, и закрепляют. Отклонение осей контролируют уровнем. Для выключателей, у которых конструкторской документацией предусмотрено несколько рабочих положений или рабочее положение может быть любым, испытание проводят при одном из рабочих положений, указанных в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

8.20.2 Испытания проводят в следующей последовательности:

а) к выводу 1 одного из полюсов главной цепи выключателя, находящегося во включенном положении, прикладывают усилие (500 ± 10) Н, которое отклоняется от направления A_1 не более чем на 5°. Усилие контролируют динамометром по ГОСТ 13837, а отклонение от направления — уровнем или линейкой по ГОСТ 427 и рулеткой по ГОСТ 7502.

Примечания

1 Обозначения выводов главной цепи и направлений приложения усилия показаны на рисунке 12.

2 Требования к усилию, отклонению и порядку их контроля усилия распространяются на все последующие перечисления;

б) обдувают выключатель воздухом в направлении наибольшей парусности в течение не менее 20 мин при скорости потока, указанной в 5.1.5.6 или отличающейся от нее не более чем на 5 %. Скорость потока контролируют анемометром класса точности не выше 1,5 по ГОСТ 6376;

в) прекращают обдув и осматривают выключатель на предмет отсутствия видимых повреждений изоляционных частей;

г) изменяют направление воздушного потока на 45° и обдувают выключатель не менее 10 мин, после каждого обдува повторяют осмотр по перечислению в);

д) повторяют действия по перечислениям в) и г) еще шесть раз, каждый раз предварительно изменяя направление воздушного потока на 45°;

е) снимают усилие, приложенное при выполнении действий по перечислению а), и прикладывают усилие в направлении B_1;

ж) повторяют действия, аналогичные указанным в перечислениях б)—д);

и) снимают усилие, приложенное при выполнении действий по перечислению е), и прикладывают усилие в направлении B_2;

к) повторяют действия, аналогичные указанным в перечислениях б)—д);

л) снимают усилие, приложенное при выполнении действий по перечислению и), и повторяют действия, аналогичные указанным в перечислениях а)—к), по отношению к выводам 1 и 2 того же полюса, прикладывая усилия в направлениях A_2, B_1 и B_2 поочередно;

м) снимают усилие и повторяют действия, аналогичные указанным в перечислениях а)—к), по отношению к выводам 1 и 2 того же полюса, прикладывая усилия в направлениях C_1 и C_2 поочередно;

н) у двух- и трехполюсных выключателей повторяют действия, аналогичные указанным в перечислениях а)—к), по отношению к выводам 1 и 2 второго и, при наличии, третьего полюса;

п) повторяют.

1) осмотр выключателя по 8.2.1;

2) при положительных результатах осмотра — измерение собственного времени включения и собственного времени отключения по 8.9.1.

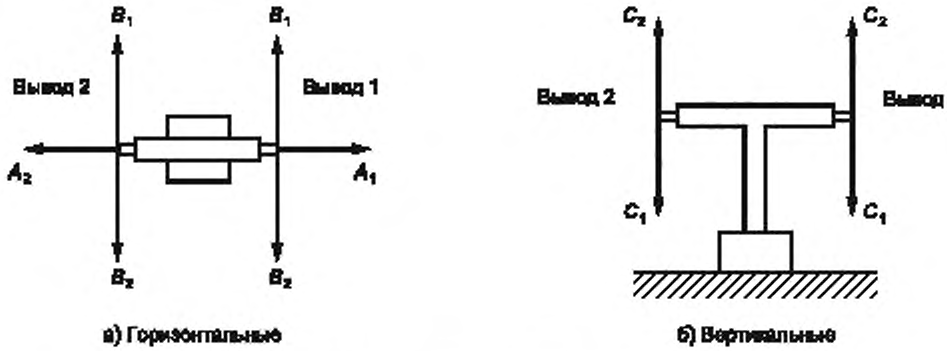


Рисунок 12 — Направления приложения усилий при испытании (по 8.20.2)

8.20.3 Выключатель считают выдержавшим испытание при положительных результатах повторного измерения собственного времени включения и собственного времени отключения.

8.21 Контроль соответствия требованиям технологичности

Порядок контроля соответствия требованиям технологичности устанавливают в стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов.

8.22 Контроль соответствия требованиям к сырью, материалам и покупным изделиям

Контроль соответствия требованиям к сырью, материалам и покупным изделиям проводят путем анализа конструкторской документации на выключатель и сопроводительных документов на сырье, материалы и покупные изделия. В необходимых случаях дополнительно анализируют протоколы испытания сырья, материалов или покупных изделий на соответствие нормативным документам, а при отсутствии нормативных документов — технической документации.

8.23 Испытания на соответствие общим требованиям безопасности

8.23.1 Требования к заземлению

8.23.1.1 Размеры заземляющего зажима, знака заземления и контактной площадки для присоединения заземляющего проводника измеряют средствами измерения линейных размеров (например, линейкой по ГОСТ 427 и штангенциркулем по ГОСТ 166 класса точности не выше 1,5.

8.23.1.2 Соответствие требованию к материалу и покрытию болта (винта, шпильки), предназначенного для присоединения заземляющего проводника, контролируют в порядке, аналогичном указанному в 8.22 для контроля соответствия требованиям к сырью, материалам и покупным изделиям.

8.23.1.3 Значение сопротивления между заземляющим болтом (винтом, шпилькой) и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью выключателя, которая может оказаться под напряжением, измеряют омметром класса точности не выше 2,5 по ГОСТ 23706 с пределом измерения не более 0,5 Ом или методом амперметра-вольтметра на постоянном токе при значении тока от 1,0 до 10 А, при этом используют амперметр и милливольтметр класса точности не выше 1,5 по ГОСТ 8711 с пределом измерения 10 А для амперметра и не более 1500 мВ — для милливольтметра. Для каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей части выключателя, которая может оказаться под напряжением, выполняют одно измерение.

8.23.2 Степень защиты корпусов

Метод контроля соответствия требованиям к степени защиты, определяемой оболочкой, а также оценки результатов контроля — по ГОСТ 14254.

8.23.3 Изоляция вспомогательных цепей

8.23.3.1 Испытание на соответствие требованиям по сопротивлению изоляции вспомогательных цепей включает в себя:

- измерения сопротивления изоляции мегаомметром;
- испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты.

8.23.3.2 Измерение сопротивления изоляции выполняют мегаомметром по ГОСТ 23706 на напряжение 1000 В.

Измерение выполняют однократно:

- для каждой вспомогательной цепи по отношению к заземленным частям;
- для каждой из электрически не связанных вспомогательных цепей по отношению ко всем остальным вспомогательным цепям.

8.23.3.3 Испытание изоляции вспомогательных цепей повышенным напряжением промышленной частоты выполняют с использованием испытательной установки мощностью не менее 1 кВ·А в следующей последовательности:

а) подлежащий заземлению вывод испытательной установки подключают к заземляющему устройству и к одной из заземленных частей выключателя;

б) высоковольтный вывод испытательной установки подключают в одной из вспомогательных цепей;

в) выводы всех остальных вспомогательных цепей заземляют;

г) убеждаются, что регулятор испытательной установки находится в положении, соответствующем минимальному напряжению;

д) включают испытательную установку и плавно повышают напряжение:

1) до значения 750 В — с произвольной скоростью;

2) далее — со скоростью, позволяющей увеличить напряжение до значения 2 кВ за время не менее 10 с;

е) после того, как напряжение доведено до значения 2 кВ, подъем напряжения прекращают и отсчитывают время, равное 1 мин;

ж) плавно снижают напряжение до значения 750 В, после чего испытательную установку отключают;

и) операции, изложенные в перечислениях б)—ж), повторяют для всех остальных вспомогательных цепей по очереди, после чего схему разбирают и заземления снимают;

к) повторяют измерения сопротивления изоляции по 8.23.3.2.

8.23.4 Оценка результатов испытаний

Результаты испытаний считают положительными при одновременном выполнении следующих условий:

а) размеры заземляющего зажима, знака заземления и контактной площадки для присоединения заземляющего проводника, материал и покрытие болта (винта, шпильки), предназначенного для присоединения заземляющего проводника, а также сопротивление между заземляющим болтом (винтом, шпилькой) и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью выключателя, которая может оказаться под напряжением, определенные по 8.23.1, соответствуют ГОСТ 12.2.007.0—75 (подраздел 3.3);

б) температура поверхности органов управления, предназначенных для выполнения операций без применения средств индивидуальной защиты рук, а также для выполнения операций в аварийных ситуациях, полученная при измерении по 8.8.2, не превышает установленную ГОСТ 12.2.007.0—75 (подпункт 3.4.7);

в) результаты контроля соответствия по степени защиты, определяемой оболочкой, по 8.23.2, положительны,

г) значения сопротивления изоляции вспомогательных цепей выключателя по отношению к заземленным частям, а также любых двух электрически не связанных вспомогательных цепей по отношению друг к другу, полученные при измерениях по 8.23.3.2, не менее указанных в 6.1.3;

д) во время испытания изоляции вспомогательных цепей повышенным напряжением промышленной частоты не наблюдалось пробоев и перекрытий изоляции, а также срабатывания защиты по току испытательной установки;

е) при повторном измерении значения сопротивления изоляции не менее полученных при первичном измерении.

8.24 Контроль соответствия требованиям охраны окружающей среды

Контроль соответствия выключателя требованиям охраны окружающей среды проводят по методам, установленным в нормативных документах и технической документации на изделия конкретного типа.

8.25 Контроль соответствия требованиям к маркировке

Метод контроля соответствия требованиям к маркировке, а также оценки результатов контроля — по ГОСТ 18620—86 (разделы 6 и 7).

8.26 Контроль соответствия требованиям к упаковке

Метод контроля соответствия требованиям к упаковке, а также оценки результатов контроля — по ГОСТ 23216—78 (раздел 5).

9 Транспортирование и хранение

9.1 Транспортирование

9.1.1 Условия транспортирования:

а) в части воздействия климатических факторов по группе условий хранения 8 по ГОСТ 15150;

б) в части воздействия механических факторов — Ж по ГОСТ 23216.

9.1.2 Выключатели транспортируют железнодорожным транспортом или транспортом другого вида в соответствии с правилами перевозки груза или нормативными документами и технической документацией, действующими на транспорте данного вида.

9.1.3 Элегазовые выключатели транспортируют при транспортном избыточном давлении элегаза, пониженном до 0,05 МПа. Допускается элегазовые выключатели, фарфоровые или полимерные изоляторы которых не находятся под давлением, транспортировать при номинальном давлении газа.

9.2 Хранение

Условия хранения в части воздействия климатических факторов по группе условий хранения 5 по ГОСТ 15150.

В остальном условия хранения выключателей — по ГОСТ 23216.

10 Указания по эксплуатации

10.1 Общие указания

10.1.1 В целях поддержания и восстановления работоспособного состояния на стадии эксплуатации выключатели подвергают следующим видам технического обслуживания и ремонта:

а) осмотру без вывода из работы;

б) текущему ремонту;

в) тепловизионному обследованию;

г) межремонтным испытаниям;

д) капитальному ремонту.

10.1.2 Для выключателей, не оборудованных средствами постоянного технического диагностирования в объеме, достаточном для организации технического обслуживания по состоянию, рекомендуемая периодичность выполнения видов технического обслуживания и ремонта по 10.1.1, перечисления а)—г):

- для осмотра без вывода из работы — не реже одного раза в 3 мес;
- для текущего ремонта — один раз в T/15 лет [где T — средний срок службы (полный) выключателя по 5.1.4.3, перечисление г), в годах], за исключением тех лет, когда выполняют межремонтные испытания;
- для тепловизионного обследования — один раз в T/15 лет, за исключением тех лет, когда выполняют текущий ремонт;
- для межремонтных испытаний — один раз в T/10 лет.

Для выключателей, оборудованных средствами постоянного технического диагностирования в объеме, достаточном для организации технического обслуживания по состоянию, допускается увеличение периодичности всех видов технического обслуживания и ремонта.

Капитальный ремонт выполняют без фиксированной периодичности после отказа выключателя. Критерии отказов — по 5.1.4.4.

10.1.3 Организационные и технические меры по обеспечению безопасности работ в электроустановках при каждом из указанных в 10.1.1 видах технического обслуживания и ремонта выключателей выполняют в соответствии с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок [2].

10.1.4 Состав технологических операций, испытаний и видов контроля, подлежащих выполнению при каждом из указанных в 10.1.1 видов технического обслуживания и ремонта, — по 10.2—10.6.

10.1.5 В стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов, исходя из их конструктивных особенностей, допускается предусматривать дополнительные технологические операции, испытания и виды контроля. Порядок выполнения таких технологических операций, испытаний и видов контроля устанавливают в нормативных документах и технической документации, а также в руководстве по эксплуатации выключателей конкретного типа.

10.2 Осмотр без вывода из работы

10.2.1 При осмотре без вывода из работы вакуумного выключателя без приближения к токоведущим частям должны быть проверены:

- соответствие сигнализации о положении выключателя его фактическому положению;
- состояние изоляторов вводов (целостность изоляции, отсутствие загрязнения);
- состояние подходящих к выключателю ошиновки и кабелей, отсутствие признаков нагрева контактных соединений и недопустимого увеличения или уменьшения стрелы провеса гибкой ошиновки;
- состояние заземляющих проводников;
- работа обогрева привода выключателя и его баков (в зимний период);
- показания счетчика количества аварийных отключений.

10.2.2 При осмотре без вывода из работы элегазового выключателя без приближения к токоведущим частям должны быть проверены:

- соответствие сигнализации о положении выключателя его фактическому положению;
- давление элегаза и его соответствие фактическому значению температуры окружающего воздуха;
- состояние изоляторов вводов (целостность изоляции, отсутствие загрязнения);
- состояние подходящих к выключателю ошиновки и кабелей, отсутствие признаков нагрева контактных соединений и недопустимого увеличения или уменьшения стрелы провеса гибкой ошиновки;
- состояние заземляющих проводников;
- работа обогрева привода выключателя и его баков (в зимний период);
- показания счетчика количества аварийных отключений.

10.3 Текущий ремонт

10.3.1 Общие требования

10.3.1.1 При текущем ремонте вакуумного выключателя выполняют:

а) технологические операции, испытания и виды контроля, проводимые при осмотре без вывода из работы по 10.2.1;

б) очистку элементов конструкции выключателя и камеры (шкафа), в которых он размещен;

в) восстановление смазки трущихся частей механизма выключателя и привода;

г) проверку сопротивления изоляции вспомогательных цепей, включающей и отключающей катушек по 10.3.2;

д) дополнительные технологические операции, испытания и виды контроля, предусмотренные стандартами и (или) техническими условиями на изделия конкретных типов, исходя из их конструктивных особенностей согласно 10.1.5.

10.3.1.2 При текущем ремонте элегазового выключателя выполняют:

- технологические операции, испытания и виды контроля, установленные в 10.3.1.1, перечисления а)—д), для вакуумных выключателей;
- проверку сопротивления главной цепи всех полюсов постоянному току по 10.3.3;
- контроль наличия утечек элегаза по 10.3.4.

10.3.2 Проверка сопротивления изоляции вспомогательных цепей, включающей и отключающей катушек

10.3.2.1 Измерение сопротивления изоляции выполняют мегаомметром по ГОСТ 23706 на напряжение 1000 В.

Измерение выполняют однократно:

- для каждой вспомогательной цепи из числа указанных в 5.1.3.2 по отношению к заземленным частям;

- для каждой из электрически не связанных вспомогательных цепей по отношению ко всем остальным вспомогательным цепям.

10.3.2.2 Выключатель считают пригодным к дальнейшей эксплуатации, если сопротивление изоляции каждой вспомогательной цепи из числа указанных в 5.1.3.2 составляет не менее указанного в 6.1.3.

10.3.3 Проверка сопротивления главной цепи постоянному току

10.3.3.1 Сопротивление главной цепи каждого полюса постоянному току измеряют однократно методом по ГОСТ 8024—90 (подраздел 2.6).

10.3.3.2 Выключатель считают пригодным к дальнейшей эксплуатации, если сопротивление главной цепи каждого полюса постоянному току, полученное при измерениях по 10.3.3.1, не превышает установленное в 5.1.6 более чем на 10 %.

10.3.4 Контроль наличия утечек элегаза

10.3.4.1 Контроль наличия утечек элегаза проводят с помощью течеискателя при номинальном давлении элегаза. Щупом течеискателя должны быть обследованы места уплотнений в стыковых соединениях и сварные швы баков.

10.3.4.2 Выключатель считают пригодным к дальнейшей эксплуатации, если по показаниям течеискателя утечка элегаза не выявлена или не превышает предельного значения, установленного в руководстве по эксплуатации выключателей конкретного типа.

10.4 Тепловизионное обследование

Требования к порядку проведения тепловизионного обследования, метрологическим характеристикам применяемых средств измерений, условиям работы выключателя в ходе обследования и перед его началом, точки, в которых измеряют температуру, а также критерии оценки технического состояния выключателя по результатам обследования устанавливают в руководстве по эксплуатации выключателей конкретного типа.

10.5 Межремонтные испытания

10.5.1 Общие требования

При межремонтных испытаниях выполняют:

- технологические операции, испытания и виды контроля, проводимые при текущем ремонте по 10.3.1;

- испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты по 10.5.2;

- контроль срабатывания привода при пониженном напряжении по 10.5.3;

- испытание многократными включениями и отключениями (только для выключателей с электромагнитным приводом) по 10.5.4;

- испытания встроенных трансформаторов тока по 10.5.5 (только для выключателей со встроенными трансформаторами тока).

10.5.2 Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты

10.5.2.1 Проведению испытаний повышенным напряжением изоляции электрооборудования должны предшествовать тщательный осмотр и оценка состояния изоляции другими методами. Электрооборудование, забракованное при внешнем осмотре, независимо от результатов проверок и испытаний, должно быть заменено или отремонтировано.

10.5.2.2 Для испытаний применяют испытательные установки, оборудованные действующей на отключение максимальной токовой защитой с уставкой (100 ± 5) мА.

10.5.2.3 До и после испытания изоляции повышенным напряжением промышленной частоты измеряют сопротивление изоляции с помощью мегаомметра по ГОСТ 23706 на напряжение 2500 В. За сопротивление изоляции принимают одноминутное значение измеренного сопротивления.

10.5.2.4 Изоляцию каждого из полюсов главной цепи выключателя испытывают в течение 1 мин повышенным напряжением промышленной частоты действующим значением в соответствии с таблицей 11.

При испытании внешней изоляции повышенным напряжением промышленной частоты, производимом при факторах внешней среды, отличающихся от нормальных, значение испытательного напряжения определяют с учетом поправочного коэффициента на условия испытания, установленного в

стандартах и (или) технических условиях на изделия конкретных типов. Под нормальными факторами внешней среды понимают температуру воздуха 20 °С, абсолютную влажность 11 г/м^3, атмосферное давление 101,3 кПа.

Таблица 11 — Испытательные напряжения промышленной частоты для выключателей

Номинальное напряжение главной цепи по 5.1.1.2, кВ		Испытательное напряжение, кВ, для выключателей с изоляцией	
		фарфоровой	других видов
6		32,0	28,8
10		42,0	37,8
20		65,0	58,5
27,5		80,0	72,0
2×25	между полюсом и заземленными частями	80,0	72,0
	между разными полюсами	125,0	112,5
35		95,0	85,5

10.5.2.5 Скорость подъема напряжения до 1/3 нормированного значения может быть произвольной. Далее испытательное напряжение поднимают плавно, со скоростью, допускающей проводить визуальный отсчет по измерительным приборам, и по достижении установленного значения поддерживают неизменным в течение времени испытания. После требуемой выдержки напряжение плавно снижают до значения не более 1/3 испытательного и отключают. Под продолжительностью испытания подразумевают время приложения полного испытательного напряжения, установленного в 10.5.2.4.

10.5.2.6 Результаты испытания повышенным напряжением считают удовлетворительными, если при приложении полного значения испытательного напряжения не наблюдалось скользящих разрядов, толчков тока утечки или плавного нарастания тока утечки, пробоев или перекрытий изоляции, и если сопротивление изоляции, полученное при измерении по 10.5.2.3 после испытания, не отличается от сопротивления, полученного при измерении перед испытанием.

Если характеристики изоляции резко ухудшились или близки к браковочной норме, то должна быть выяснена причина ухудшения изоляции и приняты меры к ее устранению.

10.5.3 Контроль срабатывания привода при пониженном напряжении

10.5.3.1 Для контроля срабатывания привода при пониженном напряжении собирают схему, позволяющую раздельно плавно регулировать напряжение на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения (а для выключателей с пружинным приводом — еще и на источнике электроэнергии, к которой подключена цепь завода включающих пружин). Для измерения напряжения используют вольтметр прямого включения класса точности не выше 2,5 по ГОСТ 8711.

10.5.3.2 Контроль проводят в следующей последовательности:

а) регулируют напряжение на источниках электроэнергии, указанных в 10.5.3.1, таким образом, чтобы эти напряжения были равными нижнему пределу по 5.1.5.4 и 5.1.5.5 или отличались от него не более чем на 2 % в сторону увеличения;

б) проводят три цикла включения и отключения выключателя с минимально возможными интервалами.

10.5.3.3 Выключатель считают пригодным к дальнейшей эксплуатации, если все циклы выключения и отключения выполнены нормально.

10.5.4 Испытание многократными включениями и отключениями

Испытание выключателя многократными включениями и отключениями проводят при номинальном натяжении отключающих пружин и напряжении на включающей и отключающей катушках, равном номинальному по 5.1.1.7 или отличающемся от него не более чем на 5 %. Количество циклов включения и отключения — от трех до пяти, пауза между циклами — не более 10 с.

10.5.5 Испытания встроенных трансформаторов тока

10.5.5.1 При испытаниях встроенных трансформаторов тока выполняют:

- снятие характеристик намагничивания по 10.5.5.2;
- проверку полярности и определение погрешностей по ГОСТ 8.217.

10.5.5.2 Снятие характеристик намагничивания проводят по схеме, показанной на рисунке 13.

Для измерения используют:

- амперметр переменного тока с пределом измерения от 6 до 10 А классом точности не выше 1,0;
- вольтметр переменного тока с пределом измерения не более 2000 В классом точности не выше 1,0.

Испытание выполняют в следующем порядке:

а) собирают схему, показанную на рисунке 13, для одной из вторичных обмоток трансформатора тока, при этом выводы всех остальных вторичных обмоток, а также главной цепи выключателя должны быть закорочены и заземлены, регулятор лабораторного автотрансформатора *Т*1 должен быть выведен в положение, соответствующее минимальному напряжению, а рубильник *SA* отключен;

б) замыкают рубильник *SA* и, плавно увеличивая напряжение с помощью лабораторного автотрансформатора *Т*1, добиваются протекания в цепи вторичной обмотки тока (1,00 ± 0,05) А, контролируя это значение по показаниям амперметра *А*, отсчитывают показания вольтметра *V* и фиксируют их;

в) плавно увеличивая напряжение с помощью лабораторного автотрансформатора *Т*1, добиваются протекания в цепи вторичной обмотки тока (2,00 ± 0,05) А, контролируя это значение по показаниям амперметра *А*, а напряжение — по вольтметру *V*:

1) если напряжение превысит 1800 В, то отсчитывают показания амперметра *А* и вольтметра *V* и переходят к действиям, указанным в перечислении д);

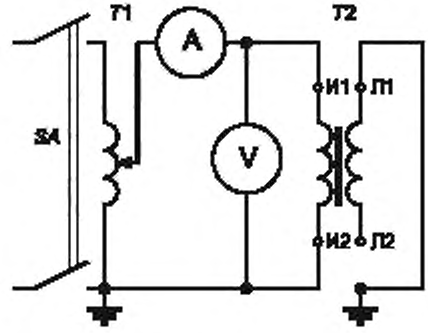
2) если напряжение не превысит 1800 В, то отсчитывают показания вольтметра *V*, фиксируют их и переходят к действиям, указанным в перечислении г);

г) повторяют действия по перечислению в) для значений тока (3,00 ± 0,05) и (5,00 ± 0,05) А;

д) размыкают рубильник *SA* и выводят регулятор лабораторного автотрансформатора *Т*1 в положение, соответствующее минимальному напряжению;

е) строят график зависимости напряжения от тока;

ж) отсоединяют обмотку, на которой проводились измерения, от схемы, закорачивают и заземляют ее выводы,



SA — рубильник, *Т*1 — лабораторный автотрансформатор или иной источник плавно регулируемого синусоидального напряжения; Т2 — испытуемый трансформатор тока: А — амперметр; V — вольтметр, И1 и И2 — выводы вторичной обмотки испытуемого трансформатора тока; Л1 и Л2 — выводы первичной обмотки испытуемого трансформатора тока

Рисунок 13 — Схема испытания встроенного трансформатора тока для снятия характеристики намагничивания

и) повторяют действия по перечислениям а)—ж) на всех остальных вторичных обмотках по очереди;

к) разбирают схему.

Трансформатор тока считают пригодным к дальнейшей эксплуатации, если ни на одной из обмоток при увеличении тока не зафиксировано снижения напряжения, а график зависимости напряжения от тока для каждой из обмоток носит монотонно-возрастающий характер с насыщением. В противном случае трансформатор тока заменяют.

10.6 Капитальный ремонт

10.6.1 Общие требования

10.6.1.1 При капитальном ремонте выключателя проводят замену частей конструкции, техническое состояние которых не удовлетворяет требованиям 10.5. Если возможность для восстановления работоспособного состояния выключателя путем замены отдельных частей конструкции отсутствует, то заменяют выключатель полностью.

10.6.1.2 Перед вводом в работу после капитального ремонта выполняют:

а) технологические операции, испытания и виды контроля, проводимые при текущем ремонте по 10.3 и при межремонтных испытаниях по 10.5;

б) измерение:

1) собственного времени включения и отключения выключателя по 8.9.1;

2) разновременности замыкания и размыкания контактов полюсов по 8.9.2 (только для двух- и трехполюсных выключателей);

в) проверку содержания влаги в элегазе по 10.6.2 (только для элегазовых выключателей).

При выполнении измерений по перечислениям б)1) и б)2) число циклов включения и отключения выключателя при каждом из значений напряжения на источниках электроэнергии, к которым подключены цепь включения и цепь отключения, допускается снижать до двух.

10.6.2 Проверка содержания влаги в элегазе

Проверку содержания влаги в элегазе производят путем измерения температуры точки росы после заполнения выключателя отбором пробы элегаза.

Температура точки росы для элегаза при давлении заполнения и температуре 20 °С должна быть не выше минус 5 °С. Порядок пересчета температуры точки росы, полученной при измерении при иных условиях, приводят в руководстве по эксплуатации выключателей конкретных типов.

11 Гарантии изготовителя

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

Гарантийный срок эксплуатации выключателей должен быть не менее 5 лет со дня ввода их в эксплуатацию.

Приложение А
(обязательное)

Информация о выключателях, необходимая для приведения в технических условиях на изделия конкретных типов

А.1 Порядок разработки, построения, согласования, утверждения и актуализации технических условий — по ГОСТ 2.114. В технических условиях приводят:

- информацию о выключателях в соответствии с А.2—А.19 (во всех случаях);
- информацию, не предусмотренную А.2—А.19, но необходимую для корректного использования, содержания и ремонта выключателя (по усмотрению разработчика и изготовителя выключателей).

А.2 Во вводной части технических условий приводят информацию по ГОСТ 2.114—2016 (подраздел 5.2). При указании области применения приводят:

- слова «для эксплуатации на железнодорожных тяговых подстанциях, трансформаторных подстанциях и линейных устройствах системы тягового железнодорожного электроснабжения»;
- классификационные признаки выключателей по 4.1 и 4.2;
- обозначение выключателя по 4.3.

А.3 В пункте «Показатели назначения» подраздела «Основные параметры и характеристики» раздела «Технические требования» приводят информацию по 5.1.1.

А.4 В пункте «Требования надежности» подраздела «Основные параметры и характеристики» раздела «Технические требования» приводят информацию по 5.1.4.

А.5 В пункте «Требования стойкости к внешним воздействиям» подраздела «Основные параметры и характеристики» раздела «Технические требования» приводят информацию по 5.1.5.

А.6 В пункте «Требования экономного использования сырья, материалов, топлива, энергии и трудовых ресурсов» подраздела «Основные параметры и характеристики» раздела «Технические требования» приводят требования по 5.1.6.

А.7 В пункте «Требования технологичности» подраздела «Основные параметры и характеристики» раздела «Технические требования» приводят требования по 5.1.7.

А.8 В пункте «Конструктивные требования» подраздела «Основные параметры и характеристики» раздела «Технические требования» приводят требования по 5.1.2 и 5.1.3.

Значения предельно допустимых габаритных размеров и массы выключателей указывают по форме, приведенной в таблице А.1. Для выключателей на номинальное напряжение 35 кВ в таблицу добавляют строку для выключателей баковой конструкции.

Требования к диагностической совместимости выключателей приводят в виде диаграммы зависимости допустимого количества циклов «включение — отключение» выключателя от суммы действующих значений установившегося тока короткого замыкания. Диаграмму оформляют по рекомендациям [5].

Таблица А.1 — Значения предельно допустимых габаритных размеров и массы выключателей

Номинальный ток выключателя, А	Конструктивное исполнение выключателя	Предельно допустимые значения: в числителе — габаритных размеров[1], мм, в знаменателе — массы, кг, для номинального тока отключения выключателя, кА													
		2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	31,5	40,0	50,0	63,0
200	Колонковый														
	Подвесной														
400	Колонковый														
	Подвесной														
630	Колонковый														
	Подвесной														
1000	Колонковый														
	Подвесной														
1600	Колонковый														
	Подвесной														

Окончание таблицы А.1

Номинальный ток выключателя, А	Конструктивное исполнение выключателя	Предельно допустимые значения: в числителе — габаритных размеров[1], мм, в знаменателе — массы, кг, для номинального тока отключения выключателя, кА													
		2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	31,5	40,0	50,0	63,0
2000	Колонковый														
	Подвесной														
2500	Колонковый														
	Подвесной														
3150	Колонковый														
	Подвесной														

[1] Сумма размеров по длине, ширине и высоте.

А.9 В подразделе «Требования к покупным изделиям, сырью, материалам» раздела «Технические требования» приводят требования по 5.2.

А.10 В подразделе «Комплектность» раздела «Технические требования» приводят требования по 5.3.

А.11 В подразделе «Маркировка» раздела «Технические требования» приводят требования по 5.4.

А.12 В подразделе «Упаковка» раздела «Технические требования» приводят требования по 5.5.

А.13 В разделе «Требования безопасности» приводят требования по 6.1 и ГОСТ 2.114—2016 (подраздел 5.4).

А.14 В разделе «Требования охраны окружающей среды» приводят требования по 6.2 и ГОСТ 2.114—2016 (подраздел 5.5).

А.15 В разделе «Правила приемки» приводят требования по разделу 7 и ГОСТ 2.114—2016 (подраздел 5.6).

А.16 В разделе «Методы контроля» приводят требования по разделу 8 и ГОСТ 2.114—2016 (подраздел 5.7). При изложении методов испытаний или контроля по 8.8—8.12; 8.14 и 8.18 обязательным является приведение:

- принципиальных электрических схем, указанных в 8.8.1; 8.9.1.1; 8.9.2.1; 8.9.3.1; 8.10.1.1; 8.10.2.1; 8.10.3.1; 8.10.5.1; 8.11.1; 8.12.2; 8.12.4; 8.14.1.1 и 8.18.4;

- принципиальных электрических схем, необходимых для обеспечения воспроизводимости результатов контроля или испытаний, методы которых установлены в нормативных документах и технической документации на изделия конкретного типа.

Изложение полного текста методов испытаний или контроля по 8.2—8.4; 8.7; 8.13; 8.22; 8.19; 8.25 и 8.26 допускается заменять нормативной ссылкой на соответствующий структурный элемент раздела 8 настоящего стандарта.

А.17 В разделе «Указания по эксплуатации, в том числе требования хранения, транспортирования и утилизации» приводят требования по разделам 9 и 10 и ГОСТ 2.114—2016 (подраздел 5.8). При изложении методов испытаний или контроля обязательным является приведение:

- порядка выполнения дополнительных технологических операций, испытаний и видов контроля по 10.1.5 и необходимых для этого принципиальных электрических схем;

- принципиальных электрических схем, необходимых для выполнения требований 10.3.2.1; 10.3.3.1 и 10.5.3.1;

- порядка проведения тепловизионного обследования, метрологических характеристик применяемых средств измерений, условий работы выключателя в ходе обследования и перед его началом, точек, в которых измеряют температуру, а также критериев оценки технического состояния выключателя по результатам обследования по 10.4;

- поправочных коэффициентов на условия испытания внешней изоляции повышенным напряжением промышленной частоты, проводимых при факторах внешней среды, отличающихся от нормальных по 10.5.2.4.

А.18 В разделе «Гарантии изготовителя» приводят требования по разделу 11 и ГОСТ 2.114—2016 (подраздел 5.9).

А.19 В приложениях к техническим условиям при необходимости приводят требования и информацию по ГОСТ 2.114—2016 (подпункт 5.3.2.1 и пункт 5.7.9).

Библиография

[1]	IEC 62271-4(2013)	Аппаратура коммутационная и механизмы управления высоковольтные. Часть 4. Процедуры обращения с гексафторидом серы (SF6) и его смесями
[2]	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 июля 2013 г. № 328н)	
[3]	Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»	
[4]	РД 50-690—89	Методические указания. Надежность в технике. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным
[5]	Р 50-77—88	Единая система конструкторской документации. Правила выполнения диаграмм

УДК 621.316.1:006.354 ОКС 29.180

Ключевые слова: выключатель, колонковый выключатель, баковый выключатель, подвесной выключатель, вакуумный выключатель, элегазовый выключатель, номинальное напряжение, относительное содержание апериодической составляющей в токе отключения, переходное восстанавливающееся напряжение, собственное время отключения, полное время отключения, время дуги, железнодорожная тяговая подстанция, линейное устройство системы тягового железнодорожного электроснабжения, масса, габариты, совместимость, взаимозаменяемость, надежность, предельное состояние, отказ, стойкость к внешним воздействиям, перегрузка по току, показатели ресурсосбережения, металлоемкость, технологичность, класс опасности, безопасность, испытания, методы контроля, виды испытаний

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *Г.Д. Мухиной*

Сдано в набор 20.10.2021 Подписано в печать 02.11.2021 Формат 60×84½. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 6,73.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru