Некоммерческое партнерство «Инновации в электроэнергетике»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ **СТО 70238424.29.130.01.001-2011**

НП «ИНВЭЛ»

КОММУТАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И СЕТЕЙ УСЛОВИЯ ПОСТАВКИ НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ

Дата введения – 2011-12-01

Издание официальное

Москва
2011

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации – ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним – ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации – ГОСТ Р 1.5-2004.

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-технический центр электроэнергетики» (ОАО «НТЦ электроэнергетики)

2 ВНЕСЕН Комиссией по техническому регулированию НП «ИНВЭЛ»

1 3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом НП «ИНВЭЛ» от 01.11.2011 № 109/4

2 4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© НП «ИНВЭЛ», 2011

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения НП «ИНВЭЛ».

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения, обозначения и сокращения 3
3.1 Термины и определения 3
3.2 Обозначения и сокращения 7
4 Общие положения 8
5 Классификация 8
6 Номинальные параметры 11
7 Технические требования 12
7.1 Общие технические требования 12
7.2 Требования к электрической прочности изоляции 13
7.3 Требования к нагреву 13
7.4 Требования к механической работоспособности 14
7.5 Требования к стойкости при сквозных токах короткого замыкания 19
7.6 Требования к коммутационной способности 19
7.7 Требования к напряжению радиопомех 29
7.8 Требования к электромагнитной совместимости 29
7.9 Требования к конструкции 30
7.10 Требования к надежности 35
7.11 Требования к сейсмостойкости 35
7.12 Требования к ремонтопригодности 35
8 Требования безопасности и охраны окружающей среды (экологичности) 36
8.1 Общие требования 36
8.2 Требования к выключателям 36
8.3 Требования к разъединителям 37
9 Испытания 37
10 Оценка соответствия 38
11 Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение 38
11.1 Маркировка 38
11.2 Упаковка 39
11.3 Транспортирование и хранение коммутационного оборудования 40
12 Комплектность поставки 40
13 Гарантии изготовителя 41
14 Приемка коммутационного оборудования 41
15 Предмонтажная подготовка и монтаж коммутационного оборудования 41
16 Ввод в эксплуатацию коммутационного оборудования 42
Приложение А (рекомендуемое) Акт приемки в эксплуатацию оборудования после монтажа 43
Библиография 45

Введение

Существующая нормативно-техническая база по нормам и требованиям к коммутационному оборудованию электрических станций и сетей устарела, не отвечает современным техническим требованиям, что снижает надежность функционирования Единой Национальной Энергетической Системы.

В связи с этим, необходимо разработать стандарт организации в области определения норм и требований к коммутационному оборудованию электрических станций и сетей.

Целями разработки настоящего стандарта организации «Коммутационное оборудование электрических станций и сетей. Условия поставки. Нормы и требования» являются:

– повышение эффективности функционирования электрических станций и сетей в краткосрочной и долгосрочной перспективе при условии обеспечения промышленной и экологической безопасности Единой Энергетической Системы;

– обеспечение надежного и качественного электроснабжения производственно-хозяйственного комплекса и населения страны при возможно более низкой стоимости электроэнергии;

– повышение надежности работы коммутационного оборудования;

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

КОММУТАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И СЕТЕЙ УСЛОВИЯ ПОСТАВКИ НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ

Дата введения – 2011-12-01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на коммутационное оборудование электрических станций и сетей, предназначенное для коммутации электрических цепей при нормальных и аварийных режимах в сетях трехфазного переменного тока частотой 50 Гц номинальным напряжением от 110 до 750 кВ включительно.

Стандарт распространяется на следующие виды коммутационного оборудования:

- выключатели;
- разъединители;
- комбинированные аппараты, состоящие из выключателей и разъединителей, в том числе с выдвижными выключателями и с выключателями, имеющими повышенную изоляционную прочность межконтактного промежутка.

Стандарт не распространяется на воздушные и масляные выключатели, а также на комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией.

Требования настоящего стандарта распространяются на поставку коммутационных аппаратов на вновь сооружаемые и подлежащие техническому перевооружению и реконструкции энергообъекты.

Положения настоящего стандарта предназначены для применения проектными организациями, строительно-монтажными, наладочными, эксплуатационными организациями.

Стандарт предназначается для следующих субъектов:

- электросетевые компании;
- генерирующие компании;
- научно-исследовательские, проектные организации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и/или классификаторы:

ГОСТ 2.114-95 Единая система конструкторской документации. Технические условия

ГОСТ 2.601-2006 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы

ГОСТ 9.005-72 Металлы, сплавы, металлические и неметаллические неорганические покрытия. Допустимые и недопустимые контакты с металлами и неметаллами

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

ГОСТ 1516.3-96 Электрооборудование переменного тока на напряжение от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности изоляции

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

ГОСТ 9920-89 Электроустановки переменного тока на напряжение от 3 до 750 кВ. Длина пути утечки внешней изоляции

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

ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов

ГОСТ 14254-96 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

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

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

ГОСТ 21130-75 Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления

ГОСТ 21242-75 Выводы контактные электротехнических устройств плоские и штыревые. Основные размеры

ГОСТ Р 52565-2006 Выключатели переменного тока на напряжения от 3 до 750 кВ. Общие технические условия

ГОСТ Р 52726-2007 Разъединители и заземлители переменного тока на напряжение свыше 1 кВ и приводы к ним. Общие технические условия

СТО 70238424.27.010.001-2008 Электроэнергетика. Термины и определения

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины и определения в соответствии с СТО 70238424.27.010.001, а также:

3.1.1 **блокировка электротехнического изделия (устройства):** Часть электротехнического изделия (устройства), предназначенная для предотвращения или ограничения выполнения операций одними частями изделия при определенных состояниях или положениях других частей изделия в целях предупреждения возникновения в нем недопустимых состояний или исключения доступа к его частям, находящимся под напряжением. [СТО 70238424.27.010.001].

3.1.2 **ввод в эксплуатацию:** Событие, фиксирующее готовность изделия к использованию по назначению и документально оформленное в установленном порядке.

Примечание - Для специальных видов техники к вводу в эксплуатацию относят подготовительные работы, контроль, приемку и закрепление изделия за эксплуатирующим подразделением.

3.1.3 **включающая способность (коммутационного аппарата):** Значение ожидаемого тока включения, который коммутационный аппарат способен включать при заданном напряжении в определенных условиях применения и поведения.

3.1.4 **включенное положение контактов аппарата:** Замкнутое положение контактов контактного аппарата, при котором обеспечивается заданная непрерывность электрической цепи и заданные контактные нажатия.

3.1.5 **время включения коммутационного аппарата:** Интервал времени от момента подачи команды на включение аппарата до момента появления условий для прохождения тока в его главной цепи. [СТО 70238424.27.010.001].

3.1.6 **время короткого замыкания (время протекания кратковременного выдерживаемого тока), $t_{к.з}$, с:** Промежуток времени, в течение которого коммутационное оборудование во включенном положении может пропускать номинальный кратковременный выдерживаемый ток.

3.1.7 **вспомогательная цепь аппарата:** Электрическая цепь аппарата, не являющаяся его главной цепью.

3.1.8 **вспомогательный контакт:** Контакт, входящий во вспомогательную цепь контактного коммутационного аппарата и механически приводимый в действие этим аппаратом.

3.1.9 **вывод (ввод) коммутационного аппарата:** Часть коммутационного аппарата, предназначенная для соединения его с внешними проводниками электрических цепей. [СТО 70238424.27.010.001].

3.1.10 **выключатель:** Коммутационный электрический аппарат, способный включать, проводить и отключать токи при нормальных условиях в цепи, а также включать, проводить в течение нормированного времени и отключать

токи про нормированных ненормальных условиях в цепи, таких как короткое замыкание.

3.1.11 **выключатель вакуумный:** Выключатель высокого напряжения, в котором гашение электрической дуги происходит в дугогасительной камере при глубоком вакууме. [СТО 70238424.27.010.001].

3.1.12 **выключатель элегазовый:** Выключатель, в котором в качестве дугогасительной среды используется элегаз (SF_6). [СТО 70238424.27.010.001].

3.1.16 **зона контактирования:** Область пространственного положения, которое может занять неподвижный контакт аппаратов с разделенными опорами для правильного соединения с подвижным контактом.

3.1.17 **коммутационная операция:** Дискретный переход контактного аппарата из одного коммутационного положения в другое или бесконтактного аппарата из одного коммутационного состояния в другое. [СТО 70238424.27.010.001].

Примечания:

1.Различают коммутационные операции: включения (В) и отключения (О).

2. Под коммутационной операцией понимают также включение и следующее за ним автоматическое отключение (ВО).

3.1.18 **коммутационная способность:** Способность аппарата коммутировать (включать и отключать) электрические цепи в предписанных условиях.

3.1.19 **коммутационное оборудование:** Оборудование распределительных устройств электрических станций и сетей, предназначенное для изменения схемы первичных соединений.

3.1.20 **коммутационный электрический аппарат:** оборудование, предназначенное для включения или отключения тока в одной или нескольких цепях.

3.1.21 **коммутационный цикл:** Последовательность коммутационных операций, выполняемых с нормированными интервалами времени. [СТО 70238424.27.010.001].

3.1.22 **контакт:** Совокупность токоведущих частей коммутационного оборудования, предназначенных для установления непрерывности цепи, когда они соприкасаются, и которые вследствие их взаимного перемещения во время операции размыкают или замыкают цепь или в случае скользящих или шарнирных контактов поддерживают непрерывность цепи.

3.1.23 **контактное соединение:** Контакт электрической цепи, предназначенный только для проведения электрического тока и не предназначенный для коммутации электрической цепи при заданном действии устройства.

3.1.24 **контактный коммутационный аппарат:** Коммутационный электрический аппарат, предназначенный для замыкания и размыкания одной или нескольких электрических цепей с помощью контактов;

3.1.25 **коэффициент запаса механической прочности:** Отношение нормированной или расчетной разрушающей нагрузки изолятора к расчетной наибольшей сумме следующих нагрузок (с учетом возможной одновременности их действия):

- от электродинамических усилий (при предельной амплитуде тока в условиях короткого замыкания);

- от усилий, передаваемых от привода (с учетом гололеда в контактах при его наличии);

- от механической нагрузки на выводы, направленной перпендикулярно к оси изолятора, при условии ее нормирования;

- от давления ветра наиболее неблагоприятного направления для аппаратов категории размещения 1 – по ГОСТ 15150.

3.1.26 **наибольшее рабочее напряжение $U_{НР}$, кВ:** Наибольшее напряжение, неограниченно длительное приложение которого к выводам разных фаз коммутационного оборудования допустимо по условиям работы его изоляции.

3.1.27 **начальное действующее значение периодической составляющей, $I_{НП}$, кА:** Действующее значение периодической составляющей тока короткого замыкания через полупериод после возникновения короткого замыкания.

3.1.28 **номинальное давление сжатого газа (воздуха) для пневматических приводов, $P_{НОМ}$, МПа:** Избыточное давление сжатого газа (воздуха) в приводах во время оперирования коммутационными аппаратами в нормальном режиме работы.

3.1.29 **номинальное напряжение коммутационного аппарата, $U_{НОМ}$, В:** Междуполюсное напряжение (действующее значение), равное номинальному междуфазному напряжению электрических сетей, для работы в которых предназначено коммутационное оборудование.

Примечание - Значение номинального напряжения коммутационного оборудования совпадает с классом напряжения электрооборудования по ГОСТ 1516.3.

3.1.30 **номинальное напряжение питания цепей включающих и отключающих устройств и вспомогательных цепей (управления, блокировки и сигнализации), $U_{П.НОМ}$, В:** Напряжение постоянного или переменного тока, измеренное на выводах источников питания включающих и отключающих устройств, вспомогательных цепей и цепей управления во время оперирования коммутационным оборудованием в нормальном режиме работы.

3.1.31 **номинальный ток коммутационного аппарата, $I_{НОМ}$:** Наибольший допустимый по условиям нагрева частей коммутационного оборудования ток нагрузки в продолжительном режиме, на который рассчитано коммутационное оборудование.

3.1.32 **номинальный ток отключения коммутационного аппарата, $I_{О.НОМ}$:** По СТО 70238424.27.010.001 п.2.1.1572.

3.1.33 **нормированное давление заполнения газового выключателя:** Давление газа в мегапаскалях (абсолютное или избыточное), приведенное к нормальным атмосферным условиям (температура плюс 20°С, давление 101,3 кПа), до которого заполняется выключатель при вводе в эксплуатацию

3.1.34 **операция включения; В:** Перемещение контактов главной цепи коммутационного оборудования из разомкнутого положения в замкнутое.

3.1.35 **операция отключения; О:** Перемещение контактов главной цепи коммутационного оборудования из замкнутого положения в разомкнутое

3.1.36 **орган управления:** Часть приводного механизма, к которой прикладывается внешняя сила воздействия.

3.1.37 **отключенное положение контактов аппарата:** Разомкнутое положение контактов контактного аппарата, при котором между ними имеется заданный изоляционный промежуток.

3.1.38 **полное время отключения:** Интервал времени с момента подачи команды на отключение коммутационного аппарата до момента прекращения тока во всех полюсах аппарата. [СТО 70238424.27.010.001].

3.1.39 **полюс аппарата:** Часть коммутационного аппарата, связанная только с одной электрически независимой частью главной цепи этого аппарата и не включающая части, предназначенные для совместного монтажа и оперирования всеми полюсами.

Примечание - Аппарат называется однополюсным, если он имеет только один полюс. Если у него более одного полюса, его называют многополюсным (двухполюсным, трехполюсным и т.д.) при условии, что полюсы соединены или могут быть соединены так, что обеспечивается их одновременное срабатывание.

3.1.40 **привод коммутационного аппарата:** Устройство, предназначенное для создания или передачи силы, воздействующей на подвижные части контактного аппарата для выполнения функции этого аппарата. [СТО 70238424.27.010.001].

3.1.41 **привод зависимого действия:** Привод, выполняющий свои функции за счет энергии постороннего источника, у которого завершение заданного рабочего цикла зависит от непрерывности питания энергией (соленоиды, электро- и пневматические двигатели).

3.1.42 **привод двигательный контактного аппарата:** Привод контактного аппарата, в котором передаваемая или создаваемая сила образована любыми видами энергии, кроме мускульной энергии оператора.

Примечание – В зависимости от вида энергии и конструкции привода применяются термины: «электромагнитный привод», «электродвигательный привод», «пневматический привод».

3.1.43 **привод независимого действия:** Привод, выполняющий свои функции за счет энергии, запасенной в самом механизме до коммутационной операции и достаточной для завершения заданного рабочего цикла при предписанных условиях.

3.1.44 **привод ручной контактного аппарата:** Привод контактного аппарата, в котором передаваемая и создаваемая сила образована за счет мускульной энергии оператора.

3.1.45 **разъединитель:** Контактный коммутационный аппарат, который обеспечивает в отключенном положении изоляционный промежуток, удовлетворяющий нормированным требованиям.

3.1.46 **ток короткого замыкания:** Любой ток, превышающий номинальный, появляющийся в результате замыкания на землю или между фазами, или неправильного соединениея в электрической цепи.

3.1.47 **ток термической стойкости (кратковременный выдерживаемый ток), I_T:** Нормированный ток, термическое действие которого электриче-

ский аппарат способен выдержать при коротком замыкании в течение нормированного времени термической стойкости. [СТО 70238424.27.010.001].

3.1.48 **ток электродинамической стойкости (наибольший пик кратковременного выдерживаемого тока), $I_Д$, кА:** Нормированный ток, электродинамическое действие которого электрический аппарат способен выдержать при коротком замыкании без повреждений, препятствующих его дальнейшей работе. [СТО 70238424.27.010.001].

3.1.49 **условия рассогласования фаз:** Анормальные условия в цепи, возникающие при потере или отсутствии синхронизма между частями электрической сети с разных сторон коммутационного оборудования, при которых в момент оперирования выключателя фазовый угол между вращающимися векторами, представляющими электродвижущие силы на обеих сторонах, превышает нормальное значение и может достигнуть 180° (противофаза).

3.1.50 **цепь управления:** Совокупность токоведущих частей, входящих в цепь, используемую для управления операцией включения или отключения или обеими операциями коммутационного оборудования.

3.1.51 **цикл (контактного коммутационного аппарата):** Последовательность коммутационных операций, выполняемых с нормированными интервалами времени . [СТО 70238424.27.010.001].

3.1.52 **шунтирующий конденсатор:** Конденсатор, подключаемый параллельно разрыву (разрывам) выключателя, главным образом, для выравнивания распределения напряжения между разрывами.

3.1.53 **шунтирующий резистор:** Резистор, подключаемый параллельно разрыву (разрывам) дугогасительного устройства выключателя с целью:

- облегчения условий гашения дуги за счет снижения скорости и пика восстанавливающегося напряжения;
- снижения коммутационных перенапряжений;
- обеспечения более равномерного распределения напряжения между разрывами.

3.1.54 **электродинамическое усилие:** Усилие, создаваемое током электродинамической стойкости, протекающим по токоведущим частям при коротком замыкании.

3.2 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения.

F – нагрузка на выводы коммутационного аппарата;

$I_{ном}$ – номинальный ток;

$I_{о, ном}$ – номинальный ток отключения;

N – ресурс коммутационного оборудования по механической стойкости до среднего ремонта;

$P_{ном}$ – номинальное (избыточное) давление сжатого воздуха для пневматических приводов;

$Q_н$ – нормированный расход газа на утечки;

$U_{н.р.}$ – наибольшее рабочее напряжение;

$U_{ном}$ – номинальное напряжение;

$U_{п, ном}$ – номинальное напряжение цепей управления и вспомогательных цепей;

АПВ – автоматическое повторное включение;

В – операция включения;

ВО – цикл операций включение – отключение;

О – операция отключения;

ОВО – цикл операций отключение – включение – отключение.

4 Общие положения

4.1 Коммутационное оборудование должно обеспечивать:

– работоспособность и надежность электрических станций и сетей с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

– высокую надежность работы с минимальным объемом профилактических работ;

– высокую ремонтопригодность и минимальные затраты при восстановлении.

4.2 На электрических станциях и в сетях следует применять:

– вакуумные выключатели 110 кВ;

– колонковые и баковые элегазовые выключатели наружной установки на классы напряжения 110 – 500 кВ;

– колонковые элегазовые выключатели наружной установки на класс напряжения 750 кВ;

– разъединители на классы напряжения 110-750 кВ, выполненные в следующих конструктивных схемах:

а) горизонтально-поворотные с центральным разрывом;

б) горизонтально-поворотные с двойным разрывом;

в) горизонтально-поворотные с боковым разрывом;

г) вертикально-рубящие;

д) вертикально-рубящие с поворотом ножа при включении и отключении;

е) пантографные;

ж) полупантографные;

и) подвесные.

– комбинированные аппараты.

5 Классификация

5.1 Выключатели подразделяют по следующим признакам.

5.1.1 По роду установки в соответствии с ГОСТ 15150:

– в помещениях (категории размещения 2, 3, 4);

– на открытом воздухе (категория размещения 1);

Категории размещения в соответствии с ГОСТ 15150 приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Категории размещения коммутационного оборудования

Характеристика категории	Обозначение категории
Для эксплуатации на открытом воздухе (воздействие совокупности климатических факторов, характерных для данного макроклиматического района).	1
Для эксплуатации под навесом или в помещениях (объемах), где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха, например, в палатках, кузовах, прицепах, металлических помещениях без теплоизоляции, а также в оболочке комплектного изделия категории 1 (отсутствие прямого воздействия солнечного излучения и атмосферных осадков).	2
Для эксплуатации в закрытых помещениях (объемах) с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха и воздействие песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе, например, в металлических с теплоизоляцией, каменных, бетонных, деревянных помещениях (отсутствие воздействия атмосферных осадков, прямого солнечного излучения; существенное уменьшение ветра; существенное уменьшение или отсутствие воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги).	3
Для эксплуатации в помещениях (объемах) с искусственно регулируемыми климатическими условиями, например, в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных и других, в том числе хорошо вентилируемых подземных помещениях (отсутствие воздействия прямого солнечного излучения, атмосферных осадков, ветра, песка и пыли наружного воздуха; отсутствие или существенное уменьшение воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги)	4

5.1.2 По конструктивной связи между полюсами:

– трехполюсное исполнение:

а) с тремя полюсами в общей оболочке, корпусе;

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

– однополюсное исполнение - с полюсами на отдельных основаниях (нефиксированное междуполюсное расстояние).

5.1.3 По функциональной связи между полюсами:

– с функционально независимыми полюсами (на каждый полюс отдельный привод, отдельный дутьевой клапан);

– с функционально зависимыми полюсами (на три полюса общий привод, общий дутьевой клапан).

5.1.4 По виду дугогасительных устройств:

– с дугогасительными устройствами, расположенными:

а) в заземленном корпусе (баке) – баковые выключатели;

б) в корпусе (баке), находящемся под напряжением, - колонковые или подвесные выключатели.

5.1.5 По виду привода в зависимости от рода энергии, используемой в процессе оперирования:

– зависимого действия – с электромагнитным, электродвигательным, непосредственно использующим электрическую энергию постоянного, переменного или выпрямленного тока;

– независимого действия – с пневматическим, пружинным или гидравлическим, использующим предварительно запасенную потенциальную энергию сжатого газа или пружины.

5.1.6 По характеру конструктивной связи с приводом:

– с отдельным приводом, связанным с выключателем (или его отдельным полюсом) механической передачей;

– со встроенным приводом, являющимся неотъемлемой, конструктивно не выделенной, частью выключателя или его полюса.

5.1.7 По механической стойкости:

– нормального исполнения;

– с повышенной механической стойкостью.

5.1.8 По виду изоляционной среды:

– элегазовые, с чистым элегазом или газовыми смесями, включающими элегаз и хладон или элегаз и азот;

– вакуумные;

– воздушные.

5.1.9 По наличию или отсутствию в дугогасительном устройстве шунтирующих резисторов:

– с резисторами:

а) действующими только в процессе отключения;

б) действующими только в процессе включения;

в) двухстороннего действия, действующими как в процессе отключения, так и в процессе включения;

– без резисторов.

5.1.10 По наличию или отсутствию шунтирующих конденсаторов:

– с конденсаторами;

– без конденсаторов.

5.1.11 По пригодности для работы при автоматическом повторном включении (АПВ):

– предназначенные;

5.1.12 По пригодности выключателя для коммутации конденсаторных батарей:

– предназначенные;

– не предназначенные.

5.1.13 По пригодности для коммутации токов шунтирующих реакторов:

– предназначенные;

– не предназначенные.

5.2 Разъединители подразделяют по следующим основным признакам:

5.2.1 По роду установки в соответствии с ГОСТ 15150:

– в помещениях (категории размещения 2, 3, 4);

– на открытом воздухе (категория размещения 1);

– в металлических оболочках комплектных распределительных устройств (КРУ), устанавливаемых в помещениях (категорий размещения 2, 3, 4) и на открытом воздухе (категория размещения 2).

Категории размещения в приведены в таблице 1.

5.2.2 По числу полюсов, управляемых одним приводом:

– однополюсные;
– двухполюсные;
– трехполюсные;

5.2.3 По наличию заземляющих ножей и их числу на полюс:

– без заземляющих ножей;
– с одним заземляющим ножом;
– с двумя заземляющими ножами.

5.2.4 По способу управления:

– с ручным приводом или штангой ручного оперирования;
– с двигательным приводом, использующим:

а) электрическую энергию (электродвигательный привод, электромагнитный привод);

б) сжатый газ или воздух (пневматический привод);

в) жидкость (гидравлический привод).

– с пружинным приводом.

5.2.5 По механической стойкости:

– нормального исполнения;
– с повышенной механической стойкостью.

6 Номинальные параметры

В нормативно-технической документации на коммутационное оборудование должны быть указаны следующие номинальные параметры:

номинальное напряжение $U_{ном}$

номинальный ток $I_{ном}$

номинальный ток отключения $I_{о, ном}$

Примечание – Указывается только для выключателей

номинальное напряжение цепей управления и вспомогательных цепей привода, В $U_{п, ном}$.

номинальное (избыточное) давление сжатого воздуха для пневматического привода, МПа $P_{ном.}$

Значения номинальных параметров коммутационного оборудования выбирают из ряда стандартных значений, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 – Стандартные значения номинальных параметров коммутационного оборудования

Параметр	Значение параметра
$U_{ном}/U_{н.р.}$, кВ	110/126; 150/172; 220/252; 330/363; 500/525; 750/787
$I_{ном}$, А	200; 400; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000; 5000; 6300; 8000; 10000; 12500; 16000; 20000; 25000; 31500
$I_{о, ном}$, кА	2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250
$U_{п, ном}$, В	Для постоянного тока - 24; 48; 110; 220 Для переменного тока (однофазного и трехфазного) частоты 50 Гц – 100; 120; 230; 400
$P_{ном}$, МПа (кгс/см^2)	0,5(5); 1,0(10); 1,6(16); 2,0(20); 2,6(26); 3,0(30); 4,0(40)

Примечания:

1 $U_{н.р}$ - наибольшее рабочее напряжение оборудования, соответствующее номинальному напряжению, $U_{ном}$.

2 Давление сжатого газа для выключателей с индивидуальной компрессорной установкой и пневмогидравлических приводов не нормируется.

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

4 Номинальные напряжения вспомогательных цепей могут отличаться от номинального напряжения цепей управления и электродвигателей приводов зависимого действия.

5 В случае питания приемников постоянного тока двигательных приводов через выпрямительные устройства от сети переменного тока номинальные напряжения на стороне постоянного тока устанавливаются изготовителем приводов.

6 Для трансформаторов напряжения, используемых для питания вспомогательных цепей выключателя (привода), применяется номинальное вторичное напряжение переменного тока 100 В

7 Технические требования

7.1 Общие технические требования

7.1.1 Коммутационное оборудование должно соответствовать требованиям, приведенным в соответствующей действующей нормативно-технической документации на конкретный тип коммутационного оборудования.

7.1.2 Коммутационное оборудование согласно ГОСТ 15150 должно выполняться по следующим категориям климатического исполнения:

У (N) – для макроклиматического района с умеренным климатом;

УХЛ (NF) – для макроклиматических районов с умеренным и холодным климатом;

Примечание - В случае, если основным назначением оборудования является эксплуатация в районе с холодным климатом и экономически не целесообразно его использование вне пределов этого района, вместо обозначения УХЛ (NF) рекомендуется обозначение ХЛ (F).

Категории размещения коммутационного оборудования приведены в таблице 1.

Значения температур окружающего воздуха при эксплуатации приведены в таблице 3.

7.1.3 Для коммутационного оборудования климатического исполнения У (N), категории размещения 3 (таблица 1) нижнее значение температуры внешней среды при эксплуатации следует принимать равным минус 25°С.

По согласованию с заказчиком, допускается устанавливать для коммутационного оборудования категории 3 нижнее значение температуры внешней среды при эксплуатации равным минус 5°С.

Таблица 3 – Значения температуры воздуха при эксплуатации

Исполнение изделий	Категория изделий	Значение температуры воздуха при эксплуатации, °С			
		Рабочее		Предельное рабочее	
		верхнее	нижнее	верхнее	нижнее
У	1; 2; 3	+40	-45	+45	-50
ХЛ	1; 2; 3	+40	-60	+45	-70
УХЛ	1; 2; 3	+40	-60	+45	-70
	4	+35	+1	+40	+1

7.1.4 Коммутационное оборудование номинальным напряжением 110 кВ и выше предназначено для работы в электрических сетях с заземленной нейтралью (с коэффициентом замыкания на землю не более 1,4).

7.2 Требования к электрической прочности изоляции

7.2.1 Электрическая прочность изоляции коммутационного оборудования должна соответствовать ГОСТ 1516.3.

7.2.2 По условиям работы изоляции, согласно ГОСТ 9920, устанавливаются 4 степени загрязнения:

- I – легкая;
- II – средняя (для оборудования подстанции);
- III – сильная;
- IV – очень сильная.

7.2.3 Длина пути утечки внешней изоляции (таблица 4) и степень загрязнения изоляции для коммутационного оборудования категории размещения 1 должны быть указаны в нормативно-технической документации на конкретный тип оборудования.

Таблица 4 - Удельная длина пути утечки внешней изоляции в зависимости от степени загрязнения для напряжений 110 – 750 кВ.

Степень загрязнения	Удельная длина пути утечки, см/кВ, не менее
I – легкая	1,6
II – средняя	2,0
III – сильная	2,5
IV – очень сильная	3,1

7.3 Требования к нагреву

7.3.1 Температуры нагрева и соответствующие превышения температуры частей коммутационных аппаратов над эффективной температурой окружающего воздуха при продолжительном протекании номинального тока не должны превышать норм нагрева (наибольших допустимых значений температуры и превышения температуры), приведенных в ГОСТ 8024.

7.3.2 В цепи обмоток должны содержаться блок-контакты или другие коммутационные устройства, автоматически снимающие импульс на срабатывание.

Обмотки должны выдерживать однократное приложение напряжения 1,1 $U_{п, ном}$ в течение 15 с.

7.3.3 Электрическое сопротивление главных цепей коммутационного оборудования постоянному току должно быть указано в нормативно-технической документации.

7.3.4 Контакты коммутационного оборудования при длительном протекании номинального тока должны соответствовать требованиям ГОСТ 10434.

7.4 Требования к механической работоспособности

7.4.1 Коммутационное оборудование должно обеспечивать механические операции включения (В) и отключения (О) при условиях, указанных в 7.4.3, 7.4.4.

7.4.2 Выключатель должен так же выполнять следующие циклы операций:

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

б) отключение - включение (ОВ) при любой бесконтактной паузе, начиная от 0,3с;

в) отключение - включение - отключение (ОВО) с интервалами между операциями согласно требованию перечислений *а)* и *б)*.

Требуемые характеристики работы механизма выключателя (время срабатывания и скорость срабатывания) с предельными отклонениями от их нормированных значений должны указываться в технических условиях на конкретный вид выключателя.

7.4.3 Для приводов зависимого действия постоянного тока и включающих электромагнитов приводов независимого действия, включение коммутационного оборудования должно обеспечиваться при напряжении на зажимах в шкафах управления в диапазоне от 85 до 105 % от $U_{п, ном}$.

7.4.4 Для приводов зависимого действия переменного тока, а также постоянного тока, подключаемых к сети переменного тока через выпрямительные устройства, диапазон напряжений на зажимах в шкафах управления указывают в нормативно-технической документации.

7.4.5 Для пневматических приводов включение коммутационного оборудования должно обеспечиваться при давлении в диапазоне от 85 до 105 % начального избыточного.

7.4.6 Для пневматических приводов с индивидуальным компрессором или насосом, а также для пневмогидравлических приводов диапазон давлений не нормируют и указывают в технических условиях на конкретный вид коммутационного аппарата.

7.4.7 Отключение коммутационного оборудования должно обеспечиваться при напряжении на зажимах в шкафах управления в диапазоне, ограничен-

ном нижним и верхним пределами (в процентах от значений номинальных параметров, таблица 2):

а) при питании электромагнитов приводов выключателей постоянным током - от 70 до 110% от $U_{п, ном}$;

б) при питании электромагнитов выключателей переменным током, а также постоянным током при подключении электромагнитов к сети переменного тока через выпрямительные устройства - от 65 до 120 % от $U_{п, ном}$;

в) при питании приводов разъединителей постоянным (переменным) током – от 85 до 110 % от $U_{п, ном}$.

7.4.8 При необходимости для пружинного привода в нормативно-технической документации следует указывать усилие (статический или вращающий момент) или расходуемую при работе привода потенциальную энергию пружин с допускаемыми отклонениями, при которых обеспечивается выполнение операций и циклов, нормированных для данного вида оборудования, а также нормированные характеристики пружин.

7.4.9 Электродвигатели приводов независимого действия (для переключения коммутационного оборудования, завода пружин, приведения в действие индивидуального компрессора или насоса), а также электромагниты контакторов и других вспомогательных устройств, действующих при замыкании цепи, должны нормально работать в диапазоне напряжений на их выводах от 85 до 110% от $U_{п, ном}$.

7.4.10 Наибольшая разница между моментами замыкания контактов полюсов выключателя при включении не должна превышать 0,005 с, если иное не предусмотрено в технических условиях.

7.4.11 Наибольшая разница между моментами размыкания контактов полюсов выключателя при отключении не должна превышать 0,0033 с, если иное не предусмотрено в технических условиях.

7.4.12 Наибольшая разница между моментами размыкания контактов разрывов одного полюса выключателя с несколькими разрывами при отключении не должна превышать 0,0025 с, если иное не предусмотрено в руководстве по эксплуатации.

7.4.13 Собственные времена отключения и включения выключателя, разновременность замыкания и размыкания контактов полюсов и разрывов должны быть указаны в нормативно-технической документации.

7.4.14 В эксплуатационной документации должны быть указаны:

- требуемые значения с допустимыми отклонениями электрических сопротивлений и токов потребления электромагнитов включения и отключения, контактного нажатия пружин размыкаемых контактов, а также минимального напряжения, минимального давления и минимального натяжения пружин, при которых обеспечивается выполнение операций отключения и включения коммутационного оборудования;

- скорости включения и отключения выключателей;

- электрическое сопротивление главного токоведущего контура выключателей.

7.4.15 Коммутационное оборудование категории размещения 1 (таблица 1) должно нормально работать в условиях гололеда при толщине корки льда до 20 мм и ветре скоростью до 15 м/с, а при отсутствии гололеда - при ветре со скоростью до 40 м/с.

7.4.16 Коммутационное оборудование с наружными подвижными частями, предназначенное для работы в условиях возможного образования льда, должно допускать включение и отключение при толщине корки льда до 1 мм (класс образования льда 1), 10 мм (класс 10) или 20 мм (класс 20) и давлении ветра до 140 Па (соответствует скорости ветра 15 м/с).

7.4.17 Выключатели категории размещения 1 (таблица1) должны допускать тяжение проводов в соответствии с таблицей 5 и рисунком 1.

7.4.18 Разъединители категории размещения 1 должны выдерживать номинальные статические механические нагрузки на выводы от присоединяемой ошиновки (с учетом ветровых нагрузок и образования льда на проводах) с сохранением своей работоспособности, рекомендуемые значения которых приведены в таблице 6 и на рисунке 2.

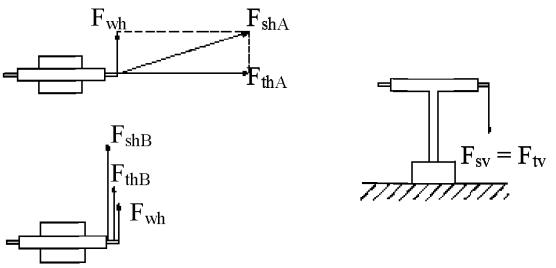
7.4.19 Для коммутационного оборудования, установленного в машинных залах электростанций и требующего нормирования стойкости к вибрационным воздействиям, группа воздействий механических факторов внешней среды должна быть определена по ГОСТ 17516.1 и указана в эксплуатационной документации.

7.4.20 Ресурс коммутационного оборудования по механической стойкости (число циклов «включение – пауза – отключение» В - $t_п$ - О без тока в главной цепи) должен находиться в диапазоне от 2000 до 10000 циклов. Для коммутационного оборудования повышенной стойкости – не менее 10000 циклов.

Конкретные значения должны быть согласованы с заказчиком и указаны в технических условиях на конкретный вид коммутационных аппаратов.

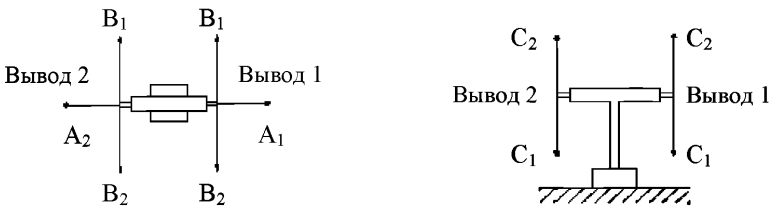
Таблица 5 – Статические силы тяжения проводов допускаемые для выключателей (в ньютонах)

Номинальное напряжение выключателя, кВ	Номинальный ток, А	Статическая горизонтальная сила, Н		Статическая вертикальная сила, Н (см. рисунок 1)
		вдоль оси А выключателя (см. рисунок 1)	вдоль оси В выключателя (см. рисунок 1)	
От 110 до 150	До 2000	1000	750	750
От 110 до 150	От 2500 до 4000	1250	750	1000
От 220 до 330	До 4000	1250	1000	1250
От 500 до 750	До 4000	1750	1250	1500



F_{thA} - горизонтальная сила тяжения проводов (направление А); F_{thB} - горизонтальная сила тяжения проводов (направление В); F_{tv} - вертикальная сила тяжения проводов (направление С); F_{wh} - горизонтальная сила давления ветра на выключатель, покрытый льдом; F_{shA}, F_{shB}, F_{sv} - нормированная статическая нагрузка на выводы (результирующие силы).

а) Статические нагрузки на выключатель



Горизонтальные силы Вертикальные силы

Горизонтальные силы F_{shA} и F_{shB} прикладываются в направлениях A_1, B_1 и B_2 - для вывода 1 и в направлениях A_2, B_1 и B_2 - для вывода 2. Вертикальную силу F_{sv} прикладывают в направлениях C_1 и C_2 - для обоих выводов.

б) Приложение сил при испытаниях выключателя

Рисунок 1

7.4.21 Разъединители должны включаться и отключаться при указанных в таблицах 5,6 нагрузках.

Во включенном положении коммутационное оборудование должно выдерживать нагрузки от тяжения проводов, тока короткого замыкания и ветра.

7.4.22 Коэффициент запаса механической прочности изоляторов разъединителей должен быть не менее:

2 - для всех классов напряжения категории размещения 1 (таблица1) с использованием высокопрочных фарфоровых изоляторов;

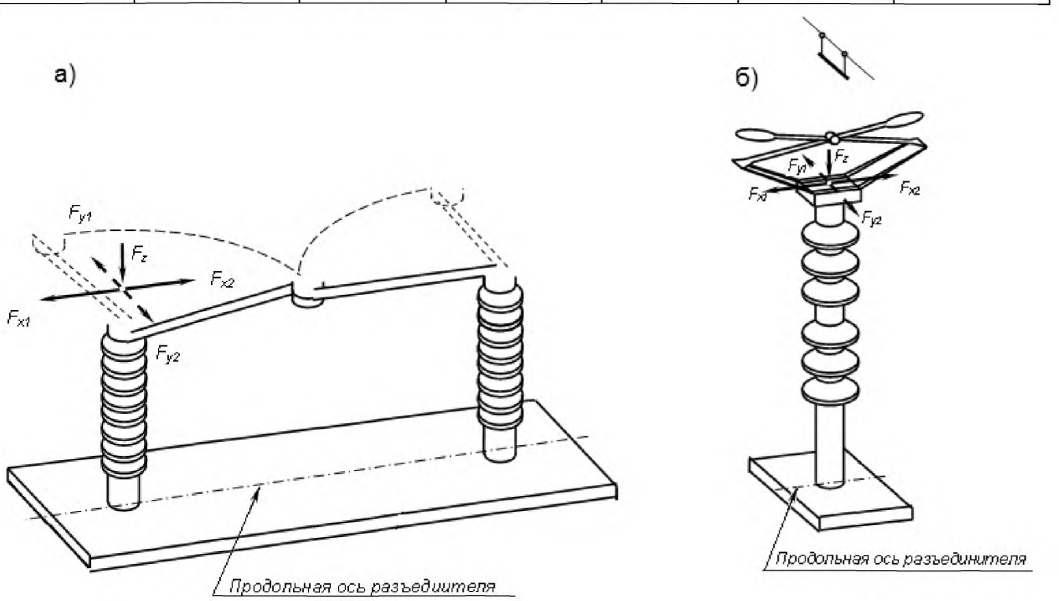
2 - на напряжение 110 кВ и выше категорий размещения 2, 3, 4 (таблица 1);

1,5 - с полимерной изоляцией всех категорий размещения (таблица 1);

4 - в подвесном исполнении.

Т а б л и ц а 6 – Статические силы тяжения проводов, допускаемые для разъединителей (в ньютонах)

$U_{НОМ}$, кВ	$I_{НОМ}$, А	Двух – и трехколонковые разъединители, разъединители со складывающимся ножом (рисунок 1)		Разъединители с разделенными опорами (рисунок 2)		Разъединители всех типов с жесткой ошиновкой
		Гибкая ошиновка				
		Продольная нагрузка, F_{x1} и F_{x2}	Поперечная нагрузка, F_{y1} и F_{y2}	Продольная нагрузка, F_{x1} и F_{x2}	Поперечная нагрузка, F_{y1} и F_{y2}	Вертикальная нагрузка, F_z
110	630–1250	800	170	800	200	1000
	1600–3150	1000	190	1000	300	
150	630–1250	800	200	1000	300	
	1600–3150	1000	250	1250	400	
220	630–1250	1000	270	1250	400	1000
	1600–3150	1200	330	1600	500	1250
330	2000	1500	400	1600	500	
	3150	1500	500	1800	600	1500
500	2000–3150	1600	530	2000	800	
	4000	2000	660	4000	1600	
750	2000–3150	1600	530	2000	800	
	4000	2000	660	4000	1600	



а) Пример приложения механических нагрузок к выводам двухколонкового разъединителя
б) Пример приложения механических нагрузок к выводам пантографного разъединителя
П р и м е ч а н и е – Над пантографом показан неподвижный контакт.

Рисунок 2

7.5 Требования к стойкости при сквозных токах короткого замыкания

7.5.1 Коммутационное оборудование во включенном положении должно выдерживать электродинамическое и термическое воздействие сквозных токов короткого замыкания с параметрами, вплоть до следующих нормированных значений:

среднеквадратичное значение тока за время его протекания (ток термической стойкости) $I_т$, значение которого для выключателей должно быть не менее $I_{о,\ ном}$, а для разъединителей нормируется как номинальный кратковременный выдерживаемый ток и указывается в технических условиях на конкретный тип разъединителя.

– наибольший пик (ток электродинамической стойкости) $i_д$, значение которого должно быть не менее $2{,}5I_Т$;

– время протекания тока (время короткого замыкания) $t_{к.з}$, значение которого указывается в нормативно-технической документации на конкретный тип коммутационного оборудования и выбирается из ряда: 1, 2 или 3 с.

7.5.2 Для коммутационного оборудования со встроенными в привод максимальными расцепителями тока, время протекания тока $t_{к.з}$ равно полному времени отключения при максимальной уставке времени срабатывания в условиях нормированного коммутационного цикла.

7.5.3 Допускается время протекания тока короткого замыкания t большее, чем нормированное значение $t_{кз}$ при условии, что ток термической стойкости I_t меньше нормированного значения I_T, при этом t определяется по формуле

$$t = t_{К.З.}\left(\frac{I_T}{I_t}\right)^2 \qquad (1)$$

7.6 Требования к коммутационной способности

Выключатели

7.6.1 Требования к коммутационной способности при коротких замыканиях.

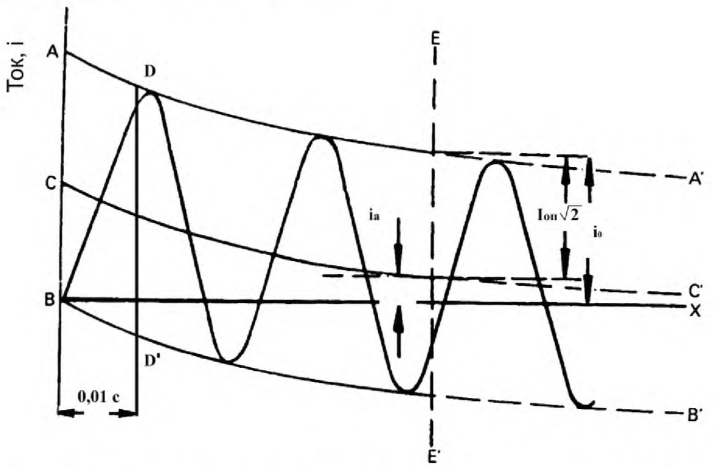
7.6.1.1 Коммутационная способность выключателей при коротких замыканиях должна обеспечиваться при следующих условиях:

- напряжение сети - вплоть до равного наибольшему рабочему напряжению выключателя $U_{н.р.}$, соответствующему номинальному напряжению выключателя $U_{ном}$.
- ток отключения (отнесенный к соответствующим нормированным ниже условиям):

а) действующее значение его периодической составляющей $I_{о.п}$, отнесенное к моменту прекращения соприкосновения дугогасительных контактов выключателя (рисунок 3), - вплоть до равного $I_{о,\ ном}$;

б) относительное содержание его апериодической составляющей β в процентах (рисунок 4), в момент прекращения соприкосновения дугогасительных

контактов выключателя ($\beta=(i_a/(I_{о.п}\sqrt{2}))\cdot 100$) - вплоть до равного нормированному значению $\beta_н$, определяемому по 7.6.1.2.



АА′ и ВВ′ - огибающие кривой тока; ВХ - нулевая линия; СС′ - кривая смещения нулевой линии кривой тока (кривая апериодической составляющей); DD′ - момент измерения начального действующего значения периодической составляющей тока включения, ЕЕ' - момент прекращения соприкосновения дугогасительных контактов (возникновение дуги); $I_{о.п}$ - действующее значение периодической составляющей тока отключения, отнесенное к моменту ЕЕ', i_a - апериодическая составляющая тока отключения в момент ЕЕ', i_0 - амплитуда тока отключения в момент ЕЕ'

Рисунок 3 - Периодическая и апериодическая составляющие тока короткого замыкания

- восстанавливающееся напряжение - в соответствии с нормированными характеристиками собственного переходного восстанавливающегося напряжения (ПВН), указанными в п.7.6.1.3.

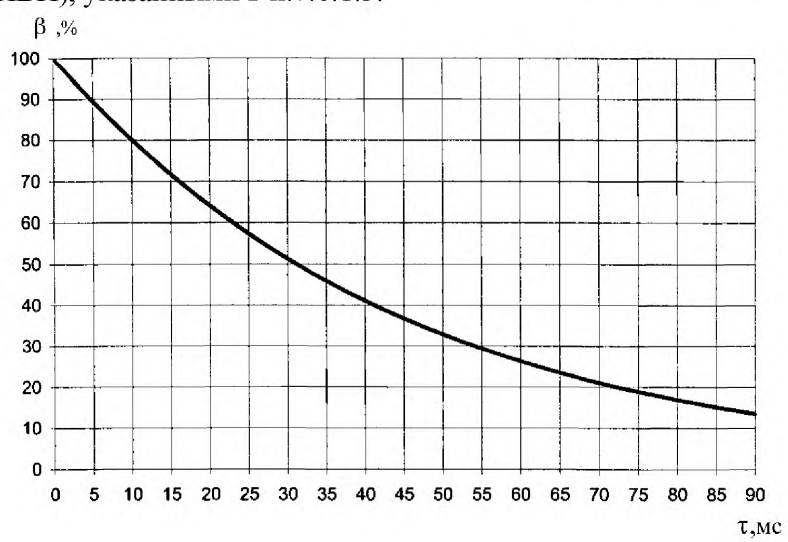


Рисунок 4 - Содержание апериодической составляющей в процентах

- ток включения:

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

б) его наибольший пик $i_в$ - вплоть до равного нормированному значению $i_{в.н}$, которое должно быть не менее 2,5 $I_{в.н}$.

Включение на токи короткого замыкания вплоть до тока, равного нормированному току включения $I_{в.н}$ (и соответственно $i_{в.н}$), должно быть полным, с фиксацией во включенном положении.

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

- выполняемая выключателем последовательность коммутационных операций с заданными интервалами между ними - в соответствии со следующими нормированными коммутационными циклами:

а) для выключателей, предназначенных для работы при АПВ:

цикл 1: О - $t_{бт}$ – ВО - 180 с - ВО

цикл 2: О - 180 с - ВО - 180 с - ВО

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

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

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

б) выключатели на $U_{ном} \leq 220$ кВ, предназначенные для работы при АПВ, кроме нормированных коммутационных циклов 1 и 2, должны также выполнять цикл 1а: О - $t_{бт}$ - ВО - 20 с - ВО

Примечания:

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

2 Для выключателей, предназначенных для работы при АПВ, токи включения и отключения для цикла 2 могут нормироваться большими, чем для цикла 1.

3 Если для выключателя с пневматическим приводом в целях выполнения последней части нормированного коммутационного цикла (ВО) требуется в течение интервала времени 180 с или 20 с подпитка сжатым воздухом, то необходимость этой подпитки должна быть указана в эксплуатационных документах.

4 Для выключателей с пружинными приводами допускается по согласованию с заказчиком вместо паузы 20 с в цикле 1а нормировать паузу, увеличенную до значения, равного времени завода пружин.

5 По согласованию с заказчиком допускается для отдельных типов выключателей на $U_{ном} \leq 220$ кВ нормировать только циклы 1 и 2.

7.6.1.2 Нормированное процентное содержание апериодической составляющей номинального тока отключения $\beta_н$ определяют по кривой на рисунке 4

в функции времени τ от момента возникновения короткого замыкания до момента прекращения соприкосновения дугогасительных контактов. Время τ принимают равным минимальному значению собственного времени отключения выключателя $t_{о.с, мин}$ с добавлением минимального времени действия релейной защиты 10 мс.

В некоторых случаях, например, при расположении выключателя вблизи источников генерирования электроэнергии, содержание апериодической составляющей в процентах, соответствующее минимальному значению собственного времени отключения выключателя, может быть больше полученного по рисунку 4. В этих случаях по согласованию с заказчиком допускается:

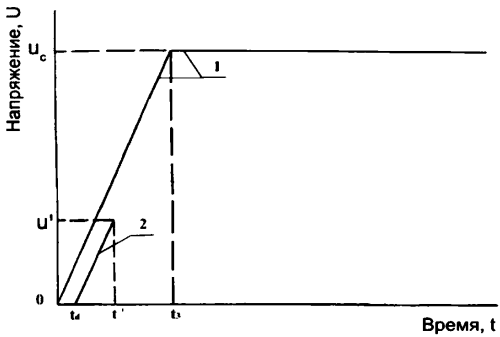
а) устанавливать значения $\beta_н$ более определяемых по рисунку 4;

б) принимать значение времени, добавляемого к $t_{о.с, мин}$, более 10 мс в соответствии с фактическим значением минимального времени срабатывания релейной защиты, действующей на отключение выключателя.

Примечание - Если значение $\beta \le 20$ %, то значение $\beta_н$ принимают равным 0.

7.6.1.3 Нормированные характеристики переходного восстанавливающегося напряжения (ПВН) задаются условной граничной линией, определяемой:

а) двумя параметрами - u_c, t_3, а также координатами линии запаздывания u' и t_d в соответствии с рисунком 5



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

Рисунок 5 - Нормированные характеристики ПВН, определяемого двумя параметрами

или

б) четырьмя параметрами - u_1, u_c, t_1, t_2, а также координатами линии запаздывания u' и t_d в соответствии с рисунком 6.

Параметры u_1 и u_c определяются соотношениями:

$$u_1 = 0{,}75\sqrt{2}\ U_{вп} \text{ - для выключателей с } U_{ном} \ge 110 \text{ кВ}, \qquad (2)$$

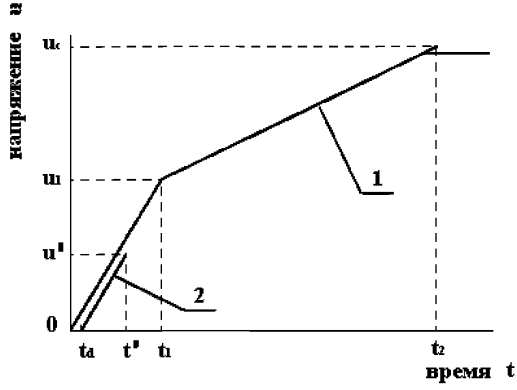
$$u_c = К_а\sqrt{2}\ U_{вп},$$

$$U_{вп} = К_{п.г} U_{н.р}/\sqrt{3},$$

где $U_{вп}$ - полюсное возвращающееся напряжение;

$K_{п.г}$ - коэффициент первого гасящего полюса (при трехфазном коротком замыкании);

$K_а$ - коэффициент превышения амплитуды.



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

Рисунок 6 - Нормированные характеристики ПВН, определяемого четырьмя параметрами

Для выключателей с $U_{ном}$≥110 кВ $К_{п.г}$=1,3.

Значения $K_а$, составляющие от 1,4 до 1,54, приведены в таблицах 7 – 10.

7.6.1.4 Выключатель должен отключать токи вплоть до нормированных (таблицы 7 – 10) при условии, что ПВН в месте установки выключателя:

– не выходит за пределы (не проходит выше) условной граничной линии;

– пересекает один раз линию запаздывания и вторично ее не пересекает.

7.6.1.5 Нормированные характеристики ПВН при отключении токов короткого замыкания, приведенные в таблицах 7 – 10, соответствуют условиям работы первого гасящего полюса при отключении трехфазного короткого замыкания.

Таблица 7 – Нормированные характеристики ПВН для выключателей с номинальным напряжением 110 - 750 кВ при отключении тока $I_{о.н} = I_{о, ном}$. Условная граничная линия задана четырьмя параметрами $К_{п.г}$ = 1,3, $К_а$ = 1,4.

$U_{ном}/U_{н.р}$, кВ	u_1, кВ	t_1, мкс	u_c, кВ	t_2, мкс	t_d, мкс	u', кВ	t', мкс	$S = u_1/t_1$, кВ/мкс
110/126	100	50	187	200	2(14)	50	От 27 до 39	2,0
150/172	137	68	255	272	2(19)	68	От 36 до 53	2,0
220/252	200	100	374	400	2(28)	100	От 52 до 78	2,0
330/363	289	144	538	576	2(40)	144	От 74 до 112	2,0
500/525	417	209	779	836	2(59)	209	От 107 до 166	2,0
750/787	626	313	1167	1242	2(88)	313	От 158 до 245	2,0

Примечание - Нормированное значение t_d – 2 мкс; при испытаниях значение t_d может быть увеличено до значения, указанного в скобках, если выключатель испытывают в режиме отключения тока неудаленного короткого замыкания.

Таблица 8 – Нормированные характеристики ПВН для выключателей с номинальным напряжением от 110 до 750 кВ при отключении тока $I_{о.н} = 0,6 \cdot I_{о,ном}$. Условная граничная линия задана четырьмя параметрами $К_{п.г} = 1,3$, $К_а = 1,5$

$U_{ном}/U_{н.р}$, кВ	u_1, кВ	t_1, мкс	u_c, кВ	t_2, мкс	t_d, мкс	u', кВ	t', мкс	$S = u_1/t_1$, кВ/мкс
110/126	100	33	200	198	От 2 до 10	50	От 19 до 27	3,0
150/172	137	46	273	276	От 2 до 14	68	От 25 до 36	3,0
220/252	200	67	400	402	От 2 до 20	100	От 35 до 53	3,0
330/363	289	96	577	576	От 2 до 29	144	От 50 до 77	3,0
500/525	417	139	834	834	От 2 до 42	209	От 72 до 112	3,0
750/787	626	209	1251	1254	От 2 до 63	312	От 106 до 166	3,0

Таблица 9 – Нормированные характеристики ПВН для выключателей с номинальным напряжением от 110 до 750 кВ при отключении тока $I_{о,н} = 0,3 \cdot I_{о,ном}$. Условная граничная линия задана двумя параметрами $К_{п.г} = 1,3$, $К_{п.г} = 1,54$

$U_{ном}/U_{н.р}$, кВ	u_c, кВ	t_3, мкс	t_d, мкс	u', кВ	t', мкс	$S = u_c/t_3$, кВ/мкс
110/126	206	41	6	69	20	5,0
150/172	281	56	8	94	27	5,0
220/252	411	82	12	137	39	5,0
330/363	592	118	18	197	57	5,0
500/525	857	171	26	286	83	5,0
750/787	1284	257	39	428	125	5,0

Таблица 10– Нормированные характеристики ПВН для выключателей с номинальным напряжением от 110 до 750 кВ при отключении тока $I_{о,н} = 0,1 \cdot I_{о,ном}$. Условная граничная линия задана двумя параметрами $К_{п.г} = 1,3$, $К_а = 1,54$

$U_{ном}/U_{н.р}$, кВ	u_c, кВ	t_3, мкс	t_d, мкс	u', кВ	t', мкс	$S = u_c/t_3$, кВ/мкс
110/126	206	29	4	69	14	7,0
150/172	281	40	6	94	19	7,0
220/252	411	59	9	137	29	7,0
330/363	592	85	13	197	41	7,0
500/525	857	122	18	286	59	7,0
750/787	1284	183	27	428	88	7,0

7.6.1.6 Если условие по п.7.6.1.4 не выполняется, то возможность применения выключателя в данной цепи должна быть согласована между изготовителем и заказчиком. Превышение условной граничной линии возможно, в частности, при установке выключателя непосредственно за мощным трансформатором (автотрансформатором) при отсутствии существенной емкости присоединений.

7.6.1.7 Для выключателей с $U_{ном} \geq 110$ кВ и $I_{о,\ ном} \geq 25$ кА дополнительно нормируется начальная часть ПВН (начальное ПВН - НПВН). НПВН определяется параметрами f_1 и t_1, характеризующими ее граничную линию, в соответствии с рисунком 7 и таблицей 11.

Таблица 11 – Нормированные значения НПВН

$U_{ном}/U_{н.р}$, кВ	Коэффициент f_1, кВ/кА	Координата времени t_1, мкс
110/126	0,046	0,4
150/172	0,058	0,5
220/252	0,069	0,6
330/362	0,092	0,8
500/525	0,116	1,0
750/787	0,159	1,1

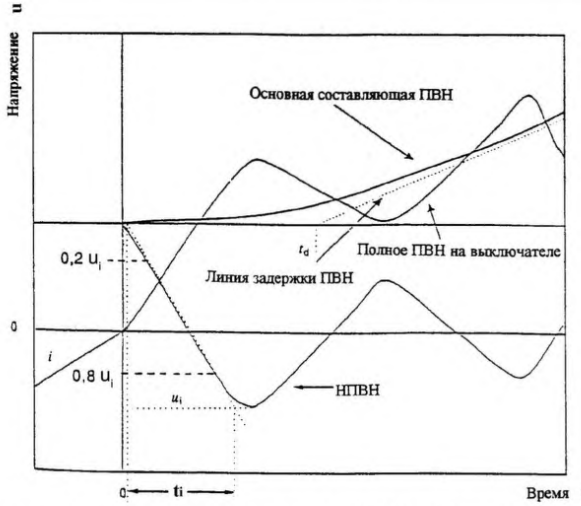


Рисунок 7 - Начальная часть переходного восстанавливающегося напряжения (НПВН)

Пик НПВН определяют умножением коэффициента f_1 на действующее значение тока отключения.

Требования к НПВН не распространяются на выключатели, являющиеся составной частью КРУЭ.

7.6.1.8 Требования к характеристикам ПВН для выключателей, предназначенных для прямого присоединения к воздушным линиям с $U_{ном} \geq 110$ кВ и $I_{о,\ ном} > 12,5$ кА, при условии отключения однофазных неудаленных коротких замыканий определяются нормируемыми параметрами линии: волновым сопротивлением z = 450 Ом, коэффициентом пика $К_{п.л}$=1,6 и временем задержки t_{dl}, равным 0,2 мкс - для выключателей на $U_{ном} \leq 150$ кВ и 0,5 мкс - для выключателей на $U_{ном} \geq 220$ кВ.

Для отдельных типов выключателей на номинальные напряжения 330 кВ и выше допускается по согласованию с заказчиком принимать меньшие значения z и $К_{п.л}$ (например в случае, если в конструкции линии электропередачи

предусмотрены мероприятия, уменьшающие эффект сближения проводов при коротком замыкании).

7.6.1.9 Допускаемое для каждого полюса выключателя без осмотра и ремонта дугогасительного устройства количество операций отключения и включения (ресурс по коммутационной стойкости) при токах короткого замыкания и нагрузочных токах должно быть указано в документации предприятия - изготовителя.

Для газовых и вакуумных выключателей при токе $I_{о,\ ном}$ допускаемое количество отключений должно быть не менее указанных в таблице 12.

При токе короткого замыкания 0,6 $I_{о,ном}$ минимальное допускаемое количество отключений должно быть более нормированного для $I_{о,\ ном}$ в 1,7 раза.

Минимальное допустимое число включений при токе $I_{о,ном}$ должно быть не менее 50 % допустимого количества отключений.

Таблица 12 - Допускаемое число отключений при токах $I_{о,\ ном}$

Виды выключателей	Допускаемое число отключений при токах $I_{о,ном}$, кА			
	до 31,5 включ.	40	50	63
Газовые	20	15	12	8
Вакуумные	25	20	18	10

7.6.2 Требования к коммутационной способности в условиях рассогласования фаз

7.6.2.1 Выключатели на $U_{ном}\geq 110$ кВ должны быть способны производить коммутацию линий в условиях рассогласования фаз при нормированном токе отключения, составляющем 0,25 $I_{о,\ ном}$ и возвращающемся напряжении $2{,}0\sqrt{2/3}\ U_{н.р}$.

7.6.2.2 Форма нормированной кривой ПВН должна соответствовать приведенной на рисунке 6. Нормированные значения параметров ПВН приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Нормированные характеристики ПВН при отключении тока в режиме рассогласования фаз. Условная граничная линия задана четырьмя параметрами $K_{п.г}=2{,}0$, $K_а=1{,}25$

$U_{ном}/U_{н.р}$, кВ	u_1, кВ	t_1, мкс	u_c, кВ	t_2, мкс	t_d, мкс	u', кВ	t', мкс	$S=u_1/t_1$, кВ/мкс
110/126	154	100	257	От 200 до 400	От 2 до 10	77	От 52 до 60	1,54
150/172	210	136	350	От 272 до 544	От 2 до 14	105	От 70 до 82	1,54
220/252	308	200	513	От 400 до 800	От 2 до 20	154	От 102 до 120	1,54
330/363	444	288	740	От 576 до 1152	От 2 до 29	222	От 146 до 173	1,54
500/525	642	417	1070	От 836 до 1672	От 2 до 42	321	От 210 до 250	1,54
750/787	962	625	1604	От 1242 до 2484	От 2 до 62	481	От 314 до 374	1,54

Число опытов при однополюсных испытаниях в условиях рассогласования фаз: одна операция включение-отключение (1 х «ВО») и две операции отключение (2 х «О»).

7.6.3 Требования к коммутационной способности при отключении и включении емкостных токов ненагруженных воздушных линий и батарей конденсаторов.

7.6.3.1 Выключатели на $U_{ном} \geq 110$ кВ должны быть способны отключать и включать токи ненагруженных воздушных линий вплоть до нормированных значений токов отключения ненагруженной воздушной линии, приведенных в таблице 14.

Таблица 14 – Нормированные значения токов отключения ненагруженной воздушной линии

$U_{ном}/U_{н.р}$, кВ	Ток, А
110/126	31,5
150/172	63
220/252	125
330/363	315
500/525	500
750/787	900

Выключатели должны отключать ненагруженные фазы трехфазных воздушных линий при наличии короткого замыкания в одной или двух других фазах (двустороннее отключение несимметричного короткого замыкания при неодновременной работе выключателей на концах линии).

Число опытов при однополюсных испытаниях в режимах 1 и 2 на отключение токов ненагруженных воздушных линий: 72 х «О», 24 х «ВО».

Примечания:

1) Режим 1: $U_{п.макс}$ от 105 до 110% Uп.ном, $P_{мин.} = P_{б.}$, I от 12,5 до 50 А, операции «О»

2) Режим 2: $U_{п.макс}$ от105 до 110% Uп.ном, $P_{ном.}$, I =125 А, операции «О» и циклы «ВО» или циклы «ВО»

7.6.3.2 Выключатели, предназначенные для коммутации конденсаторных батарей, должны отключать и включать токи конденсаторных батарей вплоть до нормированных значений при напряжении вплоть до наибольшего рабочего. Нормированные значения токов должны быть указаны в технических условиях на конкретный тип выключателя.

Число опытов при однополюсных испытаниях в режимах 1 и 2 (п.7.6.3.1) на коммутацию конденсаторных батарей: 48 х «О», 120 х «ВО».

7.6.4 Требования к коммутационной способности при отключении и включении шунтирующего реактора.

7.6.4.1 Выключатели, предназначенные для коммутации тока шунтирующего реактора, должны отключать токи шунтирующего реактора от минимально допустимого вплоть до указанного изготовителем при напряжении до наибольшего рабочего напряжения включительно без превышения допустимых

значений перенапряжений. Эти параметры должны быть указаны в технических условиях на конкретный тип выключателя.

7.6.4.2 Для выключателей с $U_{ном} \geq$ 110 кВ рекомендуемые значения нормированного тока отключения шунтирующего реактора - (315 ± 63) А, минимального тока отключения шунтирующего реактора – (100 ± 20) А.

Число опытов при испытаниях в режиме коммутации тока шунтирующего реактора: 20 х «О» при $I_{ном}$, 20 х «О» при $I_{мин}$.

Разъединители

7.6.5 Требования к коммутации разъединителями уравнительного тока, тока холостого хода трансформаторов, зарядных токов воздушных и кабельных линий.

7.6.5.1 По требованию потребителя разъединители на номинальное напряжение 110 кВ и выше, используемые для переключения присоединений с одной системы шин на другую, должны коммутировать уравнительные токи.

7.6.5.2 Значение номинального уравнительного тока должно составлять не более 80% номинального тока, но не должно превышать 1600 А.

7.6.5.3 Номинальные уравнительные напряжения, при которых разъединители должны коммутировать уравнительные токи, приведены в таблице15.

Таблица 15 - Номинальные уравнительные напряжения

$U_{ном}$, кВ	$U_{урав.ном}$, В
От 110 до 150	100
свыше 150 до 330	200
свыше 330 до 750	300

7.6.5.4 Разъединители должны включать и отключать токи холостого хода трансформатора, зарядные токи воздушных и кабельных линий при минимально допустимом расстоянии между полюсами (таблица 16).

Значения этих токов должны быть указаны в технических условиях на конкретный вид разъединителя.

Таблица 16 - Наибольшие токи холостого хода и зарядные токи, отключаемые и включаемые разъединителями 110-500 кВ

Номинальное напряжение, кВ	Тип разъединителя	Расстояние между осями полюсов δ, м	Ток, А, не более	
			холостого хода	зарядный
110	вертикально-рубящий	2,0	6,0	2,5
		2,5	7,0	3,0
		3,0	9,0	3,5
	горизонтально-поворотный	2,0	4,0	1,5
		2,5	6,0	2,0
		3,0	8,0	3,0
		3,5	10,0	3,5
150	вертикально-рубящий	2,5	2,3	1,0
		2,7	4,0	1,5

		3,0 3,4	6,0 7,6	2,0 2,5

Таблица 16 (окончание)

Номинальное напряжение, кВ	Тип разъединителя	Расстояние между осями полюсов δ, м	Ток, А, не более	
			холостого хода	зарядный
150	вертикально-рубящий	4,0	10,0	3,0
	горизонтально-поворотный	3,0 3,7 4,0 4,4	2,3 5,0 5,5 6,0	1,0 1,5 2,0 2,5
220	вертикально-рубящий	3,5 4,0 4,5	3,0 5,0 8,0	1,0 1,5 2,0
	горизонтально-поворотный	3,5 4,0 4,5	3,0 5,0 8,0	1,0 1,5 2,0
330	горизонтально-поворотный подвесной подвесной*	6,0 6,0 6,0	5,0 3,5 4,5	2,0 1,0 1,5
500	вертикально-рубящий	7,5	5,0	2,0
	горизонтально-поворотный	8,0	6,0	2,5
	подвесной	8,0	5,0	2,0
	подвесной*	7,5	5,5	2,5

Примечание 1 - * - подвесной с опережающим отключением и отстающим включением полюса фазы *В*.

Примечание 2 – значение наибольших токов холостого хода и зарядных токов, отключаемых и включаемых пантографными и полупантографными разъединителями, устанавливаются в нормативно-технической документации.

Комбинированные аппараты

7.6.6 Выключатели, являющиеся частью комбинированных аппаратов, в части коммутационной способности должны удовлетворять требованиям 7.6.1.1 – 7.6.1.9

7.6.7 Разъединители, являющиеся частью комбинированных аппаратов, в части коммутационной способности должны удовлетворять требованиям 7.6.5.

7.7 Требования к напряжению радиопомех

Напряжение радиопомех, создаваемое коммутационным оборудованием при напряжении 1,1 $U_{н.р.}/\sqrt{3}$, не должно превышать 2500 мкВ при частоте настройки измерительной цепи (500 ± 50) кГц.

7.8 Требования к электромагнитной совместимости

Требования к электромагнитной совместимости, которые предъявляются к коммутационному оборудованию, имеющему электронные компоненты, воздействие помех на которые может привести к неправильному функционированию, должны быть указаны в технических условиях на конкретные виды и типы коммутационного оборудования.

7.9 Требования к конструкции

7.9.1 Общие требования

7.9.1.1 Контактные зажимы выводов коммутационного аппарата должны соответствовать требованиям ГОСТ 10434, ГОСТ 21242, ГОСТ 8024.

7.9.1.2 Допустимость контактов разнородных в электрохимическом отношении металлов, сплавов и металлических и неметаллических неорганических покрытий и металлов с неметаллами и методы защиты от контактной коррозии – по ГОСТ 9.005.

Контактирующие поверхности контактных соединений и контактов электрических цепей должны быть выполнены в зависимости от агрессивности среды и степени возникновения контактной коррозии как «допустимые» – по ГОСТ 9.005.

7.9.1.3 Металлические части, подвергающиеся воздействию климатических факторов внешней среды, должны иметь защитные покрытия с учетом условий эксплуатации и срока службы изделия.

7.9.1.4 Шарнирные соединения и трущиеся части коммутационного оборудования, требующие периодической смазки, должны иметь, при необходимости, смазочные отверстия или приспособления для смазки.

7.9.1.5 Закрытые узлы коммутационного оборудования категорий размещения 1 и 2 (таблица 1) должны быть выполнены так, чтобы смазка не загрязнялась и не вымывалась до ее замены. Периодичность обновления смазки должна быть указана в инструкции по эксплуатации коммутационного аппарата.

7.9.1.6 Рекомендуется использовать материалы, покрытия и трущиеся узлы (шарнирные соединения), не требующие пополнения смазки в течение межремонтного периода.

7.9.1.7 Механические редукторы приводов не должны иметь утечек масла (при его наличии) и должны работать без пополнения масла в течение межремонтного периода.

7.9.1.8 Коммутационное оборудование (полюс коммутационного оборудования) должно иметь указатель включенного и отключенного положений, выполненный в соответствии с ГОСТ 12.2.007.3.

7.9.1.9 В выключателях должны быть установлены счетчики числа срабатываний для определения механического ресурса.

7.9.1.10 Выключатель (привод) должен иметь не менее 12 коммутирующих контактов для внешних вспомогательных цепей.

7.9.1.11 Разъединитель в зависимости от наличия коммутирующих контактов для внешних вспомогательных цепей может иметь два исполнения:

- со вспомогательными контактами;
- без вспомогательных контактов.

7.9.1.12 Число вспомогательных контактов разъединителей рекомендуется выбирать из ряда:

– 4, 8 или 12, если конструкция вспомогательных контактов допускает взаимную перестановку;

– 8, 12 или 16, если конструкция вспомогательных контактов не допускает взаимную перестановку;

7.9.1.13 Число коммутирующих контактов для внешних цепей, в том числе замыкающих, размыкающих и переключающих, должно быть указано в технических условиях на конкретные виды коммутационного оборудования.

7.9.1.14 Внутренние элементы выключателей категории размещения 1 в соответствии с таблицей 1 (изоляции, механизмы, электрические устройства) должны быть защищены от попадания в них атмосферных осадков.

7.9.1.15 Коммутационное оборудование, требующее применения подогрева при пониженных температурах окружающего воздуха, должно иметь подогревательные устройства - одно- или многоступенчатые и средства для их автоматического включения и отключения. Температура окружающего воздуха, при которой включаются эти устройства (ступени), должна быть указана в документации предприятия изготовителя.

7.9.1.16 Резервуары коммутационного оборудования и приводов со сжатым газом должны соответствовать требованиям [1].

7.9.2 Требования к элегазовым выключателям.

7.9.2.1 Требования к характеристикам и качеству газов, используемых для выключателей, устанавливаются в технических условиях на конкретный тип выключателя.

7.9.2.2 Точка росы для элегаза или смеси газов при давлении заполнения и температуре 20°С должна быть не выше минус 5°С.

7.9.2.3 В эксплуатационной документации для элегазовых выключателей должны быть указаны следующие нормированные значения приведенного давления газа:

– давления заполнения;

– нормированное давление срабатывания контактов предупредительной сигнализации утечки газа (газовой смеси);

– давление срабатывания контактов на отключение;

– давление блокировки выключателя.

7.9.2.4 Элегазовые выключатели должны быть оснащены устройствами для контроля давления газа (приведенного к нормальным атмосферным условиям температура плюс 20°С, давление 101,3 кПа). Устройство должно иметь вспомогательные контакты, предназначенные для подачи предупредительного сигнала при снижении давления до давления сигнализации вследствие утечки газа, а также для блокировки выключателя при снижении давления до давления блокировки. В паспорте на устройство необходимо указывать его погрешность для различных температур окружающей среды.

7.9.2.5 Допустимое значение расхода на утечки $Q_н$ газа или газовой смеси не должно превышать 1 % в год от количества газа в выключателе.

7.9.3 Требования к вакуумным выключателям

Конструкция и технология изготовления вакуумных выключателей должна обеспечивать герметичность дугогасительных камер и допустимое дав-

ление остаточных газов в них, а также в течение всего срока службы сохранение электрической прочности между разомкнутыми контактами. Постоянного автоматического контроля вакуума не требуется.

7.9.4 Требования к приводам выключателей

7.9.4.1 Конструкция привода должна обеспечивать возможность выполнения выключателем операций включения и отключения, и циклов операций по сигналу дистанционного управления, а также «местного» отключения путем ручного воздействия на элемент механизма привода (защелку, кнопку, клапан и пр.).

7.9.4.2 Приводы выключателей номинальным напряжением 330 кВ и выше должны иметь два электромагнита отключения.

7.9.4.3 Конструкция приводов должна обеспечивать возможность:

– подачи аварийного сигнала при отключении выключателя от защиты;

– установки механических или электромагнитных блок-замков для осуществления блокировки с приводами разъединителей.

7.9.4.4 В конструкции пружинных приводов должны быть предусмотрены устройства, обеспечивающие:

– автоматический завод включающих пружин непосредственно после включения выключателя для возможности осуществления АПВ;

– блокировку движения контактов выключателя из отключенного положения при не полностью заведенных включающих пружинах.

7.9.4.5 В конструкции гидравлических приводов должны быть предусмотрены следующие устройства:

– резервуар с рабочей жидкостью;

– манометр, показывающий давление в гидросистеме привода с пневматическим накопителем энергии;

– индикатор, показывающий состояние пружин привода с пружинным накопителем энергии;

– устройства автоматического поддержания рабочего давления в гидросистеме и блокировки команд на включение и отключение выключателя с сигнализацией о снижении гидравлического давления ниже допустимого;

– счетчик срабатываний насоса, поддерживающего давление в гидросистеме;

– механический указатель положения исполнительного органа привода.

7.9.4.6 В конструкции пневматических приводов должны быть предусмотрены следующие устройства:

– резервуар сжатого воздуха с объемом, обеспечивающим выполнение выключателем нормированных циклов операций;

– манометр, показывающий давление сжатого воздуха в резервуаре;

– устройство, подающее сигнал о снижении давления и команду на блокировку работы выключателя (с предварительным принудительным отключением или без него) при падении давления в приводе ниже допустимого;

– запорный вентиль, устанавливаемый на воздухопроводе, питающем резервуар привода;

– фильтр для очистки поступающего в резервуар воздуха;

– устройства для слива воды и выпуска сжатого воздуха из резервуара привода.

7.9.5 Требования к разъединителям.

7.9.5.1 Разъединители должны допускать установку на горизонтальной и (или), вертикальной и (или) наклонной плоскостях, а в подвесном исполнении – на портале.

Конкретный вид установки должен быть указан в руководстве по монтажу конкретного типа разъединителя.

7.9.5.2 Для разъединителей с разделенными опорами изготовителем должна быть установлена номинальная зона контактирования.

Рекомендуемые значения номинальных зон контактирования приведены в таблице 17.

Номинальные значения зоны контактирования должны быть указаны в эксплуатационной документации на конкретные типы разъединителей.

Таблица 17 – Рекомендуемые зоны контактирования для неподвижных контактов разъединителей. В миллиметрах

$U_{НОМ}$, кВ	Тип ошиновки						
	Гибкая				Жесткая		
	Отклонение контакта по осям						
	x*	y**	для малых пролетов	для длинных пролетов	x*	У**	z***
			z***				
110	100	350	200	300	100	100	100
150	200	400	200	300	150	150	150
220	200	500	250	450			
330	200	500	300	450			
500	200	600	400	500	175	175	175
750	–	–	–	–	200	200	200

* Продольное отклонение относительно поддерживающих проводов (влияние температуры).

** Горизонтальное отклонение в направлении, перпендикулярном к поддерживающим проводам (влияние ветра).

*** Вертикальное отклонение при гибкой ошиновке (влияние температуры и обледенения) и жесткой ошиновке (влияние обледенения).

7.9.5.3 Подвижные части разъединителя должны быть сблокированы механически так, чтобы при включенном положении главной цепи было невозможно включение заземляющей цепи, а при включенном положении заземляющей цепи не допускалось включение главной цепи.

Кроме механической блокировки, должна быть предусмотрена возможность применения электромагнитной или электромеханической блокировки. Виды блокировки должны быть согласованы с заказчиком и указаны в технических условиях на изделие.

Разъединители и приводы к ним должны быть снабжены элементами для установки запирающих устройств (например, навесных замков).

7.9.5.4 Основания (подшипники) подвижных (поворотных) изоляторов, шарнирные соединения с подшипниками качения (скольжения) с заложенной в них смазкой, узлы с вращающимися электрическими контактами и выводами разъединителей категории размещения 1 и 2 (таблица 1) должны быть защищены от попадания в них пыли.

7.9.5.5 Разъединители должны обеспечивать исключение их выхода из включенного или отключенного положений под действием:

- силы тяжести;
- давления ветра;
- вибраций;
- ударов умеренной силы;
- электродинамических усилий тока короткого замыкания;
- утечек воздуха в системе пневматических приводов.

Разъединители с приводами должны обеспечивать фиксацию как в отключенном, так и включенном положениях.

Разъединители должны иметь конструктивные элементы для временного механического запирания как в отключенном, так и включенном положении с целью исключения ошибочного или самопроизвольного включения и обеспечения безопасной работы электрооборудования во всех режимах.

7.9.6 Требования к приводам разъединителей

7.9.6.1 Приводы, требующие подсоединения внешних цепей, должны иметь устройства для подсоединения кабелей (проводников).

Отверстия для кабельных вводов должны быть сконструированы так, чтобы при установке кабелей обеспечивалась установленная в нормативно-технической документации степень защиты оболочки привода.

Количество и размеры отверстий должны быть указаны в руководстве по эксплуатации на конкретный вид привода.

7.9.6.2 Шкафы приводов и переключающих устройств электрических и электромагнитных блокировок должны быть снабжены устройствами подогрева для исключения образования конденсационной влаги и дополнительным устройством подогрева, включаемым при низких температурах.

Способ управления подогревательными устройствами должен быть указан в технических условиях на конкретное изделие.

7.9.6.3 Характер движения и направление движения органов управления приводов должны соответствовать указанным в таблице 18.

При отклонении от данного требования на приводах должна быть помещена информационная табличка об этом (например, «Включение против часовой стрелки»).

7.9.6.4 Электродвигательные и электромагнитные приводы (п.5.2.4), должны также обеспечиваться средствами ручного управления. При подсоединении устройства для ручного управления (например, заводной рукояткой) к такому приводу электроэнергия должна быть отключена автоматически.

Таблица 18 – Характер и направление движения органов управления приводов

Движение органа управления		Направление движения органа управления	
		при включении	при отключении
Вращательное		По часовой стрелке 	Против часовой стрелки 
Прямолинейное, почти прямолинейное	Вертикальное	Снизу вверх 	Сверху вниз 
	Горизонтальное	Вправо 	Влево 
		От оператора (нажим вперед) 	К оператору (вытягивание назад) 

7.9.6.5 Усилие, необходимое для оперирования разъединителем, прикладываемое к рукоятке или качающемуся рычагу привода во время операции, требующей поворота привода до одного оборота, не должно превышать 250 Н. На протяжении угла поворота до 15° включительно допускается амплитудное значение усилия, равное 450 Н.

7.9.6.6 Усилие, необходимое для оперирования разъединителем, прикладываемое к рукоятке привода, вращаемой более одного оборота, должно быть не более 60 Н с возможным увеличением усилия до 120 Н на протяжении не более 10 % общего числа требуемых оборотов.

7.10 Требования к надежности

7.10.1 Ресурс коммутационного оборудования по механической стойкости до среднего ремонта N (число циклов «включение – пауза – отключение» В - $t_п$ - О без тока в главной цепи) должен составлять не менее 2000 для коммутационного оборудования нормального исполнения и не менее 10000 циклов - для коммутационного оборудования с повышенной механической стойкостью. Конкретное значение должно указываться в технических условиях на конкретный тип коммутационного оборудования.

7.10.2 Срок службы коммутационного оборудования до списания - не менее 30 лет.

7.11 Требования к сейсмостойкости

Сейсмостойкость коммутационного оборудования должна соответствовать ГОСТ 17516.

7.12 Требования к ремонтопригодности

7.12.1 Коммутационные аппараты должны быть ремонтопригодными.

7.12.2 Способы ремонта коммутационных аппаратов должны быть приведены в документации предприятия-изготовителя.

8 Требования безопасности и охраны окружающей среды (экологичности)

8.1 Общие требования

8.1.1 Безопасность конструкции коммутационного оборудования должна соответствовать ГОСТ 12.2.007.3.

8.1.2 Степень защиты шкафов приводов и шкафов управления 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 указана в технических условиях на конкретный вид коммутационного оборудования.

8.1.3 Коммутационное оборудование (отдельно стоящие полюса и приводы) должны иметь контактную площадку для присоединения заземляющего проводника или заземляющий зажим в виде болта (болтов) диаметром не менее 12 мм, выполненного из металла, стойкого в отношении коррозии или покрытого металлом, предохраняющим его от коррозии. Около контактной площадки должен быть нанесен знак заземления по ГОСТ 21130.

8.1.4 Для разъединителей с функционально зависимыми полюсами допускается не иметь заземляющего зажима на ведомом полюсе при условии надежного электрического соединения между ведущим и ведомыми полюсами.

8.1.5 В коммутационном оборудовании по возможности следует применять материалы, ограничивающие распространение пламени в случае его появления в результате отказа, перекрытия, пробоя или других аварийных повреждений.

8.1.6 Меры охраны окружающей среды для коммутационного оборудования должны быть предусмотрены техническими условиями.

8.2 Требования к выключателям

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

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

8.3 Требования к разъединителям

8.3.1 Разъединители должны быть сконструированы таким образом, чтобы опасные токи утечки не смогли пройти от выводов одной стороны к выводам другой стороны разъединителя.

Это требование выполняется в том случае, если любой ток утечки отводится на землю с помощью надежного соединения с землей или если изоляция эффективно защищена от загрязнения в эксплуатации.

8.3.2 Вспомогательные контакты приводов, предназначенные для сигнализации включенного или отключенного положений разъединителя, должны удовлетворять следующим требованиям:

– сигнал включенного положения должен появиться только тогда, когда разъединитель будет готов выдерживать протекание номинального тока и тока короткого замыкания;

– сигнал отключенного положения должен появиться после того, как подвижные контакты достигнут положения, при котором изоляционный промежуток между контактами будет соответствовать требованиям, предъявляемым к изоляции разъединителей.

9 Испытания

Коммутационное оборудование должно подвергаться предприятием-изготовителем приемосдаточным и квалификационным испытаниям.

9.1 Приемосдаточные испытания

9.1.1 Коммутационное оборудование предъявляется к приемке поштучно и подвергается проверке сплошным контролем.

9.1.2 Испытания следует проводить по программе, включающей следующие виды испытаний и проверок и указания о последовательности их проведения:

а) проверку на соответствие требованиям сборочного чертежа;

б) проверку характеристик работы механизма выключателя (привода) и испытание на исправность его действия;

в) проверку герметичности, если указано в программе;

г) испытание изоляции главных цепей напряжением промышленной частоты;

д) испытания изоляции цепей управления и вспомогательных цепей;

е) измерение электрического сопротивления главной цепи или ее участков;

9.2 Квалификационные испытания

9.2.1 Квалификационные испытания следует проводить после освоения технологии производства (при запуске в серийное производство).

9.2.2 Квалификационные испытания коммутационного оборудования проводят по программе, включающей следующие виды испытаний и проверок:

а) проверку на соответствие требованиям сборочного чертежа;

б) испытания на механическую работоспособность;

в) испытание электрической прочности изоляции;

г) испытание на нагрев;

д) испытание на стойкость при сквозных токах короткого замыкания;

е) испытания на коммутационную способность при токах короткого замыкания и в условиях рассогласования фаз;

ж) испытания на коммутационную способность при отключении и включении емкостных токов ненагруженных воздушных линий и батарей конденсаторов;

з) испытания на коммутационную способность при отключении и включении шунтирующего реактора;

и) испытания на коммутацию уравнительного тока, тока холостого хода трансформаторов и зарядных токов воздушных и кабельных линий;

к) испытания на радиопомехи;

л) испытания на электромагнитную совместимость;

м) испытания на стойкость к воздействию климатических факторов внешней среды;

н) проверку коэффициента запаса механической прочности изоляторов.

Примечание

Испытания, указанные в пунктах е), ж), з) проводятся только для выключателей, испытания, указанные в пунктах и), н) - только для разъединителей

9.3 Методы испытаний выключателей должны соответствовать ГОСТ Р 52565.

9.4 Методы испытаний разъединителей должны соответствовать ГОСТ Р 52726.

9.5 Методы испытаний комбинированных аппаратов должны соответствовать ГОСТ Р 52565 части требований к выключателям и ГОСТ Р 52726 в части требований к разъединителям.

10 Оценка соответствия

10.1 Коммутационное оборудование подлежит оценке соответствия согласно требованиям технического регламента «О безопасности высоковольтного оборудования» и настоящего стандарта в форме обязательного подтверждения соответствия и государственного контроля (надзора).

10.2 Оценка соответствия отечественного и импортируемого высоковольтного оборудования должна проводиться по одним и тем же правилам.

10.3 В соответствии с [2, 3] для коммутационного оборудования обязательное подтверждение соответствия осуществляется в форме обязательной сертификации по безопасности и/или в форме декларирования по остальным параметрам.

11 Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

11.1 Маркировка

11.1.1 Коммутационный аппарат в целом и его отдельные составные части должны иметь маркировку в соответствии с требованиями ГОСТ 52565 и ГОСТ 52736 в зависимости от его вида и типа, на которой на русском языке должны быть указаны:

– наименование;

– страна-изготовитель;

– тип изделия, климатические условия;

– заводской номер изделия;

– основные технические параметры и характеристики коммутационного аппарата:

а) номинальное напряжение;

б) номинальный ток;

в) номинальный ток отключения;

г) время короткого замыкания;

д) номинальное давление сжатого воздуха для воздушных выключателей и выключателей с пневматическими приводами;

е) давление заполнения газа при 20°С - для газовых выключателей;

ж) тип и номинальный коэффициент трансформации встроенных трансформаторов тока (при наличии ответвлений указывают наибольший коэффициент трансформации).

и) ток термической стойкости;

к) номинальное напряжение питания вспомогательных цепей и цепей управления.

Маркировка приводов коммутационных аппаратов должна содержать:

а) род тока и номинальное напряжение (для электропривода);

б) допустимый диапазон изменения давления воздуха (для пневматического привода);

в) допустимый диапазон изменения давления рабочей жидкости (для гидропривода).

11.1.2 Комплектующие приборы, аппараты, а также ряды зажимов, соединительная проводка и элементы для заземления должны быть маркированы.

11.1.3 При транспортировке коммутационного оборудования в разобранном виде, части (детали) должны иметь маркировку, облегчающую его последующую сборку на месте монтажа. Виды и способы нанесения маркировки должны быть указаны в технических условиях.

11.1.4 Четкость надписей, способ нанесения маркировки на таблички, а также способ маркирования выводов обмоток, должны быть обеспечены в течение всего времени эксплуатации коммутационного оборудования.

11.1.5 Маркировка транспортной тары должна соответствовать ГОСТ 14192.

11.2 Упаковка

Упаковка коммутационного оборудования и его частей должна обеспечивать защиту от механических повреждений и от воздействия факторов окружающей среды в процессе транспортирования и хранения.

11.3 Транспортирование и хранение коммутационного оборудования

11.3.1 Транспортирование коммутационного оборудования может проводиться транспортом любого вида.

11.3.2 Условия транспортирования и хранения в части воздействия климатических факторов внешней среды должны соответствовать ГОСТ 15150 и ГОСТ 23216 и должны быть указаны в технических условиях на конкретные типы коммутационного оборудования.

11.3.3 Консервация изделий должна проводиться согласно ГОСТ 23216.

11.3.4 В каждое грузовое место должен быть вложен упаковочный лист, содержащий перечень упакованных частей.

11.3.5 Коммутационное оборудование транспортируется упакованным в ящики. Ящики с узлами коммутационного оборудования запрещается оставлять в воде. В процессе перевозки ящики не должны быть повреждены. Каждый ящик должен быть укреплен таким образом, чтобы он не мог перемещаться ни в одном направлении.

11.3.6 Газовые выключатели транспортируют при транспортном (пониженном) избыточном давлении газа (до 0,05 МПа). Допускается газовые выключатели, фарфоровые или полимерные изоляторы которых не находятся под давлением, транспортировать при давлении заполнения газа.

11.3.7 Хранить коммутационное оборудование следует в транспортной упаковке в помещениях или под навесом. Для хранения транспортные ящики должны устанавливаться на плоских поверхностях выше уровня земли, чтобы избежать поломок и попадания их в воду. Следует удалить пластиковую пленку для предохранения от коррозии из-за конденсации влаги.

11.3.8 Привод по прибытии рекомендуется распаковать и хранить в помещении или под навесом.

11.3.9 При хранении под навесом для защиты привода от коррозии и повреждений вследствие намерзания льда ящик должен быть открыт, чтобы обеспечить обмен воздуха, а подогреватели должны быть включены, чтобы не было конденсации.

12 Комплектность поставки

12.1 Коммутационное оборудование должно быть укомплектовано:

– эксплуатационной документацией на русском языке в соответствии ГОСТ 2.601: паспорт, формуляр, руководство по эксплуатации, инструкция по монтажу и вводу в эксплуатацию;

– комплектом ЗИП и ведомостью к нему (при наличии);

– дополнительным оборудованием (по согласованию с заказчиком):

12.2 Содержание и оформление технических условий на поставку коммутационного оборудования должны соответствовать ГОСТ 2.114.

12.3 Дополнительные обязательства, не указанные в технических условиях, должны устанавливаться в договоре (контракте) на поставку оборудования.

13 Гарантии изготовителя

13.1 Изготовитель должен гарантировать соответствие изделий требованиям настоящего стандарта при соблюдении условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации, установленных настоящим стандартом и техническими условиями на конкретные типы изделий.

13.2 Гарантийный срок эксплуатации разъединителей - пять лет со дня ввода в эксплуатацию, но не более пяти с половиной лет с даты отгрузки изготовителем.

13.3 Гарантийный срок эксплуатации выключателей - два года. Гарантийный срок эксплуатации исчисляют со дня ввода выключателя (привода) в эксплуатацию, но не позднее 30 мес со дня поступления продукции на предприятие.

14 Приемка коммутационного оборудования

14.1 По прибытии коммутационного оборудования необходимо проверить его соответствие товаросопроводительной документации по количеству мест, без вскрытия упаковки. В случае несоответствия, а также в случае нарушения целостности упаковки при транспортировании требуется составить Акт о недостаче или нарушении упаковки за подписью лиц, производящих приемку, и представителя транспортной организации.

14.2 При отсутствии нарушений и повреждений транспортной упаковки коммутационного аппарата необходимо её вскрыть и убедиться:

- в наличии паспорта и руководства по эксплуатации;
- в соответствии номера, типа и параметров прибывшего коммутационного аппарата его паспортной документации;
- в соответствии комплектации упаковки паспорту;
- в наличии протоколов приемосдаточных испытаний;
- в отсутствии механических повреждений.

14.3 Приемка осуществляется приемочной комиссией, создаваемой собственником объекта.

14.4 При обнаружении каких-либо нарушений или несоответствий должна составляться дефектная ведомость для предприятия-изготовителя с перечнем обнаруженных отклонений, а приемка коммутационного оборудования должна быть приостановлена.

14.5 При отсутствии нарушений или несоответствий документации составляется двусторонний акт сдачи-приемки коммутационного оборудования.

14.6 Акт приемки коммутационного оборудования должен быть рассмотрен и утвержден организацией, назначившей приемочную комиссию, не позднее чем в месячный срок после представления акта.

15 Предмонтажная подготовка и монтаж коммутационного оборудования

15.1 Перед началом монтажа необходимо проверить наличие всего необходимого инструмента, приспособлений, оборудования, материалов и докумен-

тации. Перечень необходимого оборудования и документации приводится в руководстве по эксплуатации.

15.2 Монтаж коммутационного оборудования должен проводиться в соответствии с указаниями инструкции по монтажу и руководству по эксплуатации коммутационного оборудования.

15.3 Дефекты и недоделки, допущенные в ходе монтажа, должны быть устранены монтажными организациями и предприятиями-изготовителями до ввода в эксплуатацию.

15.4 После окончания монтажа коммутационного аппарата составляется акт приемки оборудования в эксплуатацию после монтажа. Рекомендации по форме акта приведены в приложении А.

16 Ввод в эксплуатацию коммутационного оборудования

16.1 Перед вводом коммутационного оборудования в эксплуатацию необходимо провести испытания и измерения в соответствии с руководством по эксплуатации.

16.2 При вводе в эксплуатацию нового коммутационного оборудования, в качестве исходных значений контролируемых параметров принимают значения, указанные в паспорте на изделие, руководстве по эксплуатации или протоколе заводских испытаний.

16.3 Приемочная комиссия после рассмотрения технической документации и результатов испытаний, составления акта сдачи-приемки, должна дать письменное разрешение на включение коммутационного оборудования под номинальное напряжение.

16.4 Включение коммутационного оборудования под напряжение должно производиться эксплуатационным персоналом после получения разрешения приемочной комиссии и письменного уведомления от монтажной (строительно-монтажной) организации о том, что оборудование подготовлено к включению под напряжение.

16.5 При безотказной работе коммутационного оборудования под номинальным напряжением в течение 24 ч приемочная комиссия оформляет акт передачи оборудования в эксплуатацию, после чего оно переходит в ведение собственника энергообъекта.

16.6 С момента подписания указанного акта коммутационное оборудование считается принятым собственником, и он несет ответственность за него.

16.7 Ввод в эксплуатацию должен быть оформлен заявкой и программой, подаваемыми в орган оперативно-диспетчерского управления.

Приложение А
(рекомендуемое)

Акт приемки в эксплуатацию оборудования после монтажа

АКТ

приемки оборудования подстанции _____
после монтажа от «___»_____ 20___г.

Комиссия, назначенная приказом по _____
от «___»_____ в составе:
Председатель комиссии _____
Члены комиссии _____
_____
_____

произвела приемку в эксплуатацию после монтажа оборудования

_____
_____

При приемке установлено:

1. Монтаж выполняется в период с _____ 20__г.
   по _____ 20__г.
   и выполнен за _____ календарных суток
   против _____календарных суток по плану.
   Ответственный руководитель работ _____
   Ответственный производитель работ_____

2. Монтаж произведен на основании _____

3. При монтаже выполнены следующие основные регламентированные работы:

_____
_____

4. Перечень недоделок, не препятствующих нормальной эксплуатации объекта:

_____
_____
_____
_____

5. Сметная стоимость монтажа по утвержденной сметной документации _____ рублей.
Фактическая стоимость _____ рублей.

6. Комиссия проверила наличие и содержание следующих документов по монтажу:

_____

_____

_____

Решение комиссии:
Предъявленное к сдаче оборудование

_____

принимается в эксплуатацию «___»_____ 20___г.
С оценкой выполненных работ _____
Приложение к акту

_____

Председатель комиссии: _____ _____
(подпись) (Ф,И,О)

Члены комиссии: _____ _____
_____ _____
_____ _____

Утверждаю _____
(подпись лица, назначившего комиссию)

Библиография

[1] Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 11.06.2003 N 91)

[2] Номенклатура продукции, в отношении которой законодательными актами Российской Федерации предусмотрена обязательная сертификация (введен в действие Постановлением Госстандарта РФ от 30.07.2002 N 64) (ред. от 30.04.2009)

[3] Номенклатура продукции, подлежащей декларированию соответствия, (в ред. Поправок, утв. Госстандартом РФ, Постановлений Госстандарта РФ от 31.12.2002 N 127,от 15.04.2003 N 38, от 05.06.2003 N 51,Приказов Ростехрегулирования от 22.07.2004 N 7,от 08.02.2006 N 267, от 18.12.2007 N 3589,от 29.09.2008 N 3097, от 29.09.2008 N 3098,от 30.04.2009 N 1572,с изм., внесенными Приказом Ростехрегулирования от 13.10.2004 N 57)

УДК 006.05:006.354

Ключевые слова: выключатель, разъединитель, привод, включение, отключение, изоляция, технические характеристики, испытания.

Разработчик

Открытое акционерное общество «Научно-технический центр электроэнергетики» (ОАО «НТЦ электроэнергетики»)

Зам. Генерального директора ОАО «НТЦ электроэнергетики» Моржин Ю.И.

Руководитель разработки
Начальник Центра электротехнического оборудования Тимашова Л.В.

Зав. сектором Шлейфман И.Л.
Зав. сектором Шатров В.В.
Старший научный сотрудник Хлызов А.С.
Научный сотрудник Назаров И.А.

gost.e-ecolog.ru