МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 61921— 2013

КОНДЕНСАТОРЫ СИЛОВЫЕ

Конденсаторные батареи для коррекции коэффициента мощности при низком напряжении

(IEC 61921:2003, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0–92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2–2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации» (ОАО «ВНИИС»)

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 03 декабря 2013 г. № 62-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004 - 97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004-97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Агентство «Узстандарт»

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 июня 2014 г. № 632-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 61921–2013 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 01 января 2015 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 61921:2003 Power capacitors. Low-voltage power factor correction banks (Конденсаторы силовые. Конденсаторные батареи для коррекции коэффициента мощности при низком напряжении).

Международный стандарт IEC 61921 разработан техническим комитетом IEC/TC 33 «Силовые конденсаторы и их применение» Международной электротехнической комиссии (IEC).

Официальные экземпляры международного стандарта, на основе которого подготовлен настоящий межгосударственный стандарт, и международных стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Перевод с английского языка (en).

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам приведены в дополнительном приложении ДА.

Степень соответствия – идентичная (IDT)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2014

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

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Конденсаторы силовые
Конденсаторные батареи для коррекции коэффициента мощности при низком напряжении

Power capacitors. Low-voltage power factor correction banks

Дата введения – 2015—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт применяют к конденсаторным батареям переменного тока низкого напряжения, предназначенным для коррекции коэффициента мощности, оборудованным встроенной коммутационной аппаратурой и аппаратурой управления, позволяющим выполнять соединение с основными частями батареи и отсоединение от них в целях корректирования ее коэффициента мощности.

Если в настоящем стандарте не указано иное, низковольтные батареи для корректирования коэффициента мощности должны соответствовать требованиям IEC 60439-1 и IEC 60439-3.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного документа, для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

IEC 60439-1:1999 Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 1. Узлы, подвергаемые полным и частичным типовым испытаниям

IEC 60439-3:1990 Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 3. Частные требования к низковольтным комплектным коммутационной аппаратуре и механизмам управления, устанавливаемым в местах, доступных для пользования неквалифицированными лицами. Распределительные щиты

IEC 60831-1:1996 Конденсаторы шунтирующие силовые самовосстанавливающегося типа для систем переменного тока на номинальное напряжение до 1000 В включительно. Часть 1. Общие требования. Рабочие характеристики, испытания и номинальные параметры. Требования по безопасности. Руководство по установке и эксплуатации

IEC 60931-1:1996 Конденсаторы шунтирующие силовые не самовосстанавливающегося типа для систем переменного тока на номинальное напряжение до 1000 В включительно. Часть 1. Общие положения. Рабочие характеристики, испытания и номинальные параметры. Требования техники безопасности. Руководство по установке и эксплуатации

3 Термины и определения

Для настоящего стандарта применяют приведённые ниже термины с соответствующими определениями, совместно с IEC 60439-1, IEC 60831-1 и IEC 60931-1.

3.1 **конденсаторная батарея переменного тока низкого напряжения** (low-voltage a.c. capacitor bank): Комбинация одной или более конденсаторных сборок переменного тока низкого напряжения, совместно с ассоциированными с ними коммутационными устройствами и оборудованием для контроля, измерения, сигнализации, защиты, регулировки и т. д., полностью собранная под ответственность изготовителя со всеми внутренними электрическими и механическими взаимными соединениями и конструктивными деталями.

Примечание 1 – В настоящем стандарте аббревиатуры «автоматическая батарея» и «конструкция» используются для автоматических и неавтоматических батарей конденсаторов переменного тока низкого напряжения.

Примечание 2 – Компоненты коммутационной аппаратуры и аппаратуры управления автоматической батареи могут быть электромеханическими или электронными.

Издание официальное

3.2 **ступень конденсаторной батареи** (step of capacitor bank): Комбинация одной или более конденсаторных сборок, подключаемых совместно.

3.3 **автоматический регулятор реактивной мощности** (automatic reactive power regulator): Контроллер, разработанный для расчета реактивной мощности, поглощаемой нагрузкой, соединенной с силовой линией, и для управления включением и выключением ступеней автоматической батареи для компенсации реактивной мощности.

Примечание 1 – Реактивная мощность обычно рассчитывается на основной частоте.

Примечание 2 – Контроллер может быть «встроенным» или «автономным» и должен быть настроен перед работой для каждой батареи.

3.4 **переходной бросок тока I_t** (transient inrush current I_t): Переходной ток перегрузки высокой амплитуды и частоты, который может возникнуть при подключении конденсатора, амплитуда и частота которого определяются такими факторами, как импеданс короткого замыкания питания, величина находящегося под напряжением емкостного сопротивления, подключенного параллельно, и момент переключения.

3.5 **номинальная реактивная мощность Q_N (конструкции)** [rated reactive power Q (of an assembly)]: Полная реактивная мощность конструкции на номинальных частоте и напряжении, рассчитанная по полному импедансу батареи, включая реактивные сопротивления (если таковые имеются).

4 Маркировка конденсаторной батареи

Следующая минимальная информация должна быть предоставлена изготовителем в инструкции или альтернативным способом по запросу покупателя на прикрепленной к конструкции плате с номинальными данными:

1) имя или торговая марка изготовителя;
2) идентифицирующий номер или обозначение типа;
3) дата изготовления, в непосредственной или кодовой форме;
4) номинальная реактивная мощность, Q_N, в киловарах (кВАр);
5) номинальное напряжение, U_N, в вольтах (В);
6) номинальная частота, f_N, в герцах (Гц);
7) минимальная и максимальная окружающая температура в градусах Цельсия (°С);
8) степень защиты;
9) выдерживаемое усилие при коротком замыкании, в амперах (А).

5 Руководство по проектированию, монтажу, работе и безопасности

5.1 Общие положения

В отличие от большей части электроаппаратуры шунтирующие конденсаторы, когда они под напряжением, работают непрерывно при полной нагрузке, или при нагрузке, отклоняющейся от этих параметров только в результате вариаций напряжения и частоты.

Перенапряжение и перегревание укорачивают срок эксплуатации конденсатора, в связи с чем условия работы (т. е. температура, напряжение и ток) должны строго контролироваться

Следует отметить, что введение емкостного сопротивления в систему может создать неудовлетворительные рабочие условия (например, усиление гармоник, самовозбуждение машины, перенапряжения при переключениях, неудовлетворительную работу аппаратуры удаленного контроля на аудио-частоте, и т. д.).

Ввиду большого разнообразия типов конденсаторов и многих оказывающих влияние факторов, не представляется возможным охватить простыми правилами все возможные случаи монтажа и работы. Ниже приведена информация, относящаяся к наиболее важным пунктам, которые необходимо учитывать. Кроме того, следует выполнять инструкции изготовителя и органов, управляющих поставкой энергии.

5.2 Выбор компонент

Выбор компонент конструкции должен проводиться при условии тщательного учета соответствия между категорией температуры окружающего воздуха и самой конструкции.

5.3 Конструкция

5.3.1 Система коррекции по коэффициенту мощности, находящаяся внутри главного распределительного щита

Оборудование, необходимое для автоматической коррекции коэффициента мощности в установке, включающее контроллер, предохранители, коммутирующие устройства, конденсаторы и

дроссели, может быть установлено в виде встроенной части главного распределительного щита.

Это оборудование также может быть установлено в отдельной коробке главного щита или в виде добавленной части к коробке общего главного распределительного щита.

5.3.2 Автономная система коррекции коэффициента мощности

Оборудование устанавливается отдельно вблизи от главного распределительного щита, соответствующего блока щита или прилегая к ним. Оно обычно имеет схему основной шины с необходимым уровнем отказа для соответствия прилегающему главному или вторичному распределительному щиту, или необходимой величине тока короткого замыкания данной секции установки.

Данная секция электрической шины является шиной, соединенной шиной или кабелем обратно с главной линией питания установки.

Выключение этой секции шины выполняется группой плавких предохранителей, автоматических выключателей или выключателей с плавким предохранителем, которые соединены проводом с переключающим устройством и затем с батареей конденсаторов.

5.3.3 Автоматическая система коррекции коэффициента мощности с удаленно установленными конденсаторами

Все компоненты, за исключением конденсаторов, установлены в распределительном шкафу.

Конденсаторы и необходимые элементы с реактивным сопротивлением (если таковые имеются) смонтированы на удаленной монтажной стойке.

Данная схема обычно применяется, если имеются проблемы, связанные с пространственными требованиями, или необходимо дальнейшее рассеяние тепла.

Важно отметить, что оборудование компонент коэффициента мощности, например плавкие предохранители, конденсаторы, элементы с реактивным сопротивлением и т. д., генерируют значительное количество тепла.

5.3.4 Разделение установки на блоки

Общая схема устройства для коррекции коэффициента мощности может быть выполнена в виде секций, которые могут быть помещены в отдельных помещениях, или в виде единой конфигурации:

a) шина, основное соединение и/или основная изоляция;

b) плавкие предохранители конденсаторной батареи или прерыватели цепи и/или контакторы;

c) элементы с реактивным сопротивлением для целей контроля гармоник;

d) конденсаторы;

e) контрольные плавкие предохранители, выводы и контроллер.

5.3.5 Выбор номинального напряжения

Номинальное напряжение конденсатора должно быть не менее рабочего напряжения сети, с которой должен быть соединен конденсатор, с учётом влияния наличия самого конденсатора.

В некоторых сетях может существовать значительная разница между рабочим и номинальным напряжением сети, подробные сведения о которой должны быть предоставлены покупателем, чтобы соответствующие допуски могли быть приняты изготовителем. Это имеет значение для конденсаторных батарей, поскольку их рабочие характеристики и срок эксплуатации могут испытывать неблагоприятное влияние при непредусмотренном повышении напряжения в диэлектрике конденсатора.

Если в отличие от этого информация относительно таких воздействий отсутствует, напряжение эксплуатации должно быть принято равным номинальному (или заявленному) напряжению сети.

Когда элементы цепи вставлены последовательно с конденсатором для уменьшения влияния гармоник и т. д., возникающее в результате повышение напряжения на выводах конденсатора до и выше рабочего напряжения сети приводит к необходимости соответствующего увеличения номинального напряжения конденсатора.

При определении напряжения, ожидаемого на выводах конденсатора, необходимо учитывать следующие факторы:

a) включенные по схеме шунта конденсаторы могут вызвать повышение напряжения от источника в точке, где они расположены (см. приложение D); это напряжение может быть еще выше вследствие присутствия гармоник. Конденсаторы, следовательно, должны работать при более высоком напряжении по сравнению с измеренным перед подсоединением конденсаторов;

b) напряжение на выводах конденсатора может быть особенно высоким во время небольшой нагрузки (см. приложение D); в таких случаях некоторые или все конденсаторы должны быть отключены от цепи в целях предотвращения перенапряжения конденсаторов и нежелательного повышения напряжения в сети.

Только в аварийной ситуации конденсаторы должны работать при максимально допустимом напряжении и максимальной окружающей температуре одновременно, и в этом случае только в течение коротких периодов времени.

Примечание 1– Излишнее избыточное значение предела безопасности при выборе номинального напряжения U_N следует избегать, поскольку это может привести к понижению выходных параметров по сравнению с номинальными.

Примечание 2 – Относительно максимально допустимого напряжения см. IEC 60831-1.

5.3.6 Специальные условия эксплуатации

Помимо условий, имеющих преобладающее значение на обоих пределах категории температуры, наиболее важные условия, относительно которых должен быть проинформирован изготовитель, следующие:

a) высокая относительная влажность.

При таких условиях может быть необходимым использование изоляторов специальной конструкции. Следует также обратить внимание на возможность шунтирования внешних плавких предохранителей осаждающейся на их поверхности влагой;

b) быстрый рост плесени.

Рост плесени не происходит на металлах, керамических материалах и некоторых типах краски или лаков. На других материалах плесень может возникать на влажных местах, особенно, где возможно осаждение пыли и т. п.

Применение фунгицидных веществ может улучшить характеристики таких материалов, но такие вещества сохраняют свои защитные свойства только в течение ограниченного периода;

c) коррозионная атмосфера.

Коррозионная атмосфера существует в промышленных и прибрежных областях. Следует отметить, что в зонах климата с высокой температурой влияние такой атмосферы более сильное, чем в зонах умеренного климата. Коррозионная в высокой степени атмосфера может присутствовать даже внутри помещений;

d) загрязнение.

Если конденсаторы установлены в местах с высокой степенью загрязнения, должны быть приняты специальные меры защиты;

e) высота, превышающая 2000 м.

Конденсаторы, установленные на высоте более 2000 м, подвергаются воздействию специальных условий. Выбор типа конденсатора должен определяться соглашением между покупателем и изготовителем.

5.3.7 Защита при переключениях и перегрузке

Величины емкостного сопротивления конденсаторов при перегрузке приведены в IEC 60831-1 и IEC 60931-1. Эти пределы более, чем применяемые для батарей. Переключающие и защитные устройства и их соединения должны быть спроектированы таким образом, чтобы они могли непрерывно выдерживать ток не менее увеличенного с коэффициентом 1,3 тока, который может возникать при синусоидальном напряжении с эффективной величиной, равной номинальному напряжению на номинальной частоте.

Переключающие и защитные устройства и их соединения должны также выдерживать электродинамические и тепловые напряжения, создаваемые переходными токами перегрузки высокой амплитуды и частоты, которые могут возникнуть при включении.

Такие переходные процессы следует ожидать, когда батарея или ступень включены параллельно с другими аналогичными элементами, которые уже под напряжением. Обычной практикой является повышение индуктивности соединений для уменьшения тока переключения, несмотря на то, что это повышает общие потери. Необходимо принять меры, не допускающие превышение максимально допустимого тока переключения конденсаторов и коммутирующих устройств.

Когда необходимость учета электродинамических и тепловых напряжений может привести к чрезмерному повышению размеров следует принять специальные меры предосторожности, например, указанные в IEC 60831-1 для защиты от сверхтоков.

Примечание 1 – В некоторых случаях, например когда управление батареями производится автоматически, могут произойти повторные операции переключения через относительно короткие интервалы времени. Коммутационная аппаратура и плавкие предохранители должны быть выбраны таким образом, чтобы выдерживать такие условия.

Примечание 2 – Коммутационные устройства, соединенные с шиной, которая также соединена с батареей, могут подвергаться специальным напряжениям в случае включения короткого замыкания.

Примечание 3 – Устройства для включения параллельных ступеней и связанного с ними защитного оборудования должны быть способны выдерживать пусковой ток (амплитуду и частоту), возникающий, когда батарея соединена с шиной, к которой уже подсоединена(ы) другая(ие) батарея (батареи).

Рекомендуется, чтобы конденсаторы были защищены от сверхтоков с помощью подходящих реле максимального тока, которые можно регулировать для управления переключающими устройствами, когда ток

превышает допустимый предел, указанный в IEC 60831-1 и IEC 60931-1. Плавкие предохранители обычно не обеспечивают подходящую защиту от сверхтока.

Примечание 4 – В зависимости от конструкции конденсаторов их емкостное сопротивление будет варьироваться в большей или меньшей степени в зависимости от температуры.

Если используются реакторы с железным сердечником, следует уделять внимание возможности насыщения и перегревания сердечника гармониками.

Любые плохие контакты в цепях конденсатора могут привести к возникновению дуги, вызывая высокочастотные осцилляции, которые могут создать в конденсаторе перегревание и перенапряжения. В связи с этим рекомендуется регулярно проводить проверку контактов в оборудовании батареи.

5.3.8 Международное обозначение защиты (IP)

Большая часть панелей установлена в главных коммутационных залах или рядом с главными распределительными щитами: в этих условиях уровни IP20 могут быть достаточными. Другие уровни IP должны быть согласованы между изготовителем и покупателем.

Степени защиты (уровень IP) в конструкциях, устанавливаемых вне помещений, могут быть повышены до IP54. Особое внимание необходимо уделять конструкции вентиляции коммутационного шкафа.

5.3.9 Доступность компонент

Коммутационный шкаф и оборудование должны иметь такую схему расположения, чтобы в случае отказа компоненты ее легко было заменить.

Схема расположения кабелей конденсаторов должна допускать выполнение регулярного технического обслуживания и проверок без затруднений.

5.4 Установка и работа

5.4.1 Электрическая окружающая среда

5.4.1.1 Гармоники

Соединение оборудования PFC (коррекция коэффициента мощности) с системой, содержащей гармоники, может уменьшить срок эксплуатации этого оборудования. Повреждающее воздействие гармоник может быть уменьшено путем использования подходящего расстроенного дросселя последовательно с каждой ступенью конденсатора.

5.4.1.2 Резкие повышения напряжения

Резкие повышения напряжения следует исключить. Если выбраны переключающие компоненты, специально рекомендованные для применения в конденсаторах, проблема не должна возникать. Тем не менее, со временем качество оборудования ухудшается, и изношенные контакты следует заменять во время регулярно выполняемых проверок при техническом обслуживании.

5.4.1.3 Оценка нагрузки

Решение о месте применения коррекции коэффициента мощности принимается с учетом ряда факторов, включая стоимость и наличие достаточного пространства:

a) определяют, где располагаются нагрузки, имеющие низкий коэффициент мощности: PFC может быть расположен в этих точках;

b) обычно наиболее целесообразно расположить PFC на главном распределительном щите, на свободном месте. В этом случае PFC будет корректировать коэффициент мощности всей нагрузки и техническое обслуживание PFC будет производиться в одном месте.

5.4.2 Вторичные факторы влияния системы PFC

5.4.2.1 Искажение гармоник

Оборудование PFC, соединяемое с системой, в которой генерируются гармоники, будет обычно повышать амплитуду гармоник, если только последовательно с каждой ступенью конденсатора не помещен хорошо подобранный расстроенный дроссель.

Повышение гармоник будет не только влиять на срок эксплуатации конденсаторов, но может также привести к возникновению проблем в другом электрическом и электронном оборудовании системы.

5.4.2.2 Ослабление входного сигнала пульсационного контроля

Сигналы пульсационного контроля предоставляются органами электроснабжения для контроля и отключения вне пиковых нагрузок (например, нагревателей горячей воды, уличного освещения и т. п. целей).

Если оборудование PFC вызывает значительные потери сигнала на аудиочастоте, импеданс на этой частоте может быть увеличен путем последовательного соединения схемы подавления паразитных колебаний или заграждающего фильтра с конденсаторными сборками, что позволяет предотвратить интерференцию с системой контроля на заданных частотах управляющих электрическими сетями органов.

5.4.2.3 Повышение окружающей температуры

Оборудование PFC создает тепло вследствие потерь, происходящих в конденсаторах, элементах с реактивным сопротивлением, резисторах, катушках и т.д. Это тепло повышает температуру окружающей среды. Важное значение имеет обеспечение достаточной вентиляции в рабочих помещениях в целях поддержания хорошей вентиляции воздуха вокруг блоков PFC.

5.4.3 Перенапряжения

В IEC 60831-1 и IEC 60931-1 установлены коэффициенты перенапряжения.

По соглашению с производителем коэффициент перенапряжения может быть увеличен, если оцениваемое число перенапряжений понижено или температурные условия менее жесткие. Эти пределы перенапряжения мощность-частота действительны при условии, что на них не накладываются динамические перегрузки по напряжению. Пиковое напряжение не должно превышать величину эффективного значения напряжения более чем с коэффициентом $\sqrt{2}$.

Конденсаторные батареи, которые могут подвергнуться высоким перенапряжением вследствие удара молнии, должны быть достаточно защищены.

5.4.4 Токи перегрузки

Перед заказом оборудования PFC необходимо выполнить проверку условий в системе на месте установки (например, наличия искажения гармониками или использования частот пульсационного контроля).

Конденсаторы никогда не должны работать при токах, превышающих установленную в IEC 60831-1 и IEC 60931-1 величину.

Токи перегрузки могут быть вызваны либо чрезмерным напряжением на основной частоте, либо гармониками, либо и тем и другим. Главными источниками гармоник являются выпрямители, силовая электроника и насыщаемые сердечники трансформаторов.

Если повышение напряжения во время небольшой нагрузки увеличено конденсаторами, насыщение сердечников трансформаторов может быть значительным. В этом случае создаются гармоники выходящей за пределы нормы амплитуды, одна из которых может быть усилена резонансом между трансформатором и конденсатором. Это является дополнительной причиной рекомендации по отсоединению конденсаторной батареи во время небольшой нагрузки.

Если ток конденсатора превышает максимальное значение, указанное в IEC 60831-1, тогда как напряжение не превышает допустимый предел 1,10 U_N указанный в IEC 60831-1, следует определить доминирующую гармонику для выявления наилучшего способа исправить ситуацию.

Необходимо рассмотреть следующие средства исправления ситуации:

a) перемещение некоторых или всех конденсаторных сборок в другие части системы, питаемые другим трансформатором;

b) соединение элемента с реактивным сопротивлением последовательно с конденсаторной сборкой для понижения резонансной частоты цепи до значения ниже создающей помехи гармоники.

Форма волны напряжения и характеристики сети должны быть определены перед установкой конденсаторной батареи и после нее. Когда в сети присутствуют такие источники гармоник, как электронные устройства большой мощности, должны быть приняты специальные меры.

Переходные токи перегрузки высокой амплитуды и частоты могут возникать при подключении конденсаторов. Такие переходные эффекты следует ожидать, когда секция конденсаторной батареи подключается параллельно с другими ступенями, уже находящимися под напряжением (см. приложение D).

Может быть необходимо уменьшить такие переходные токи перегрузки до приемлемых величин для конденсаторной сборки и для оборудования путем включения конденсаторов через сопротивление (коммутация через сопротивление) или путем вставки элементов с реактивным сопротивлением в цепь питания каждой секции батареи.

Пиковая величина токов перегрузки вследствие операций переключения должна быть ограничена максимальной величиной 100 I_N (эффективная величина) или максимальной величиной пропускной способности контакторов, в зависимости от того, что меньше.

5.5 Безопасность

5.5.1 Разрядные устройства

Каждая конденсаторная батарея или ступень должна быть снабжена средствами для разряда батареи после ее отсоединения от сети.

Установленные значения времени разряда могут быть выполнены путем применения либо внутренних (встроенных) разрядных резисторов, либо внешних разрядных устройств, имеющих номинальные параметры, соответствующие конденсаторному оборудованию.

Перед соприкосновением с любыми частями под напряжением следует выждать не менее 5 мин для саморазряда батареи и затем создать короткое замыкание между соединенными вместе выводами конденсатора и землей.

5.5.1.1 Внутренние резисторы

Внутренние резисторы обычно встроены в отдельные конденсаторы. Они имеют конструкцию, гарантирующую разряд каждого конденсатора и, следовательно, всей батареи. Для батареи, имеющей несколько последовательно соединенных секций конденсаторов, остаточные напряжения на выводах равны сумме остаточных напряжений в каждой секции.

5.5.1.2 Внешние разрядные устройства

Могут быть использованы внешние разрядные устройства. Каждое разрядное устройство должно быть адаптировано к существующим на месте установки оборудования условиям и должно иметь подходящие величины расстояния разряда, пути утечки и уровня изоляции. Если конденсаторы не имеют внутренних разрядных резисторов, должны отсутствовать любые изолирующие устройства между конденсаторной батареей и разрядным устройством.

Могут быть использованы разрядные элементы с реактивным сопротивлением, соединенные непосредственно параллельно со ступенями конденсатора. По экономическим причинам обычно два элемента с реактивным сопротивлением соединены линия с линией между двумя фазами. При рабочих условиях через реактивное сопротивление протекает только намагничивающий ток. Когда конденсаторное оборудование отключается, вся запасенная энергия проходит через катушку в течение нескольких секунд. Большая часть энергии диссипируется в реактивном сопротивлении. Число разрядов в единицу времени должно быть ограничено, чтобы не происходило перегревание разрядного реактивного сопротивления.

Обмотки трансформаторов или двигателей могут рассматриваться как подходящие импедансы, как и первичная обмотка трансформаторов напряжения.

5.5.2 Разрядка после разъединения

Разъединяемая конденсаторная установка должна полностью саморазряжаться независимо от того, где расположено разрядное устройство, будет ли оно непосредственно на каждом конденсаторе или на соединительных выводах оборудования.

Конденсаторная установка, включающая последовательные соединения или соединения по схеме звезды, которые подверглись пробоям или образованию внутренней или внешней дуги, не может быть разряжена полностью через разрядные устройства, соединенные с выводами конденсаторной установки. Несмотря на то, что на выводах оборудования отсутствует поддающееся измерению напряжение, в батарее могут сохраняться опасные количества запасенной энергии. Эти «захваченные заряды» могут сохраняться в течение нескольких месяцев и быть разряжены только по отдельности путем отдельного разряжения каждой секции батареи.

Важно отметить, что разряжающее устройство не может служить заменой короткого замыкания выводов конденсатора путем их соединения совместно и заземления перед и после работы с ними.

5.5.3 Опасность возгорания в случае отказа

Конденсаторы содержат горючие материалы, например, диэлектрические пленки и/или бумагу, масло и т. п. Батарея должна иметь конструкцию, учитывающую риск загорания в случае аварии одной из компонент. Необходимо рассматривать с этой точки зрения следующие две области:

a) зоны, прилегающие к конденсаторам. Обычно конденсаторы изготавливаются в виде металлических корпусов или устанавливаются в отдельных металлических секциях, отделены от других компонент металлическими барьерами. Кабели питания и управления в этих областях должны быть сведены к необходимому минимуму и тщательно проложены, исключая прямой контакт с корпусами конденсаторов;

b) области вокруг элементов с реактивным сопротивлением. В местах, где установлены реактивные элементы (дроссели и фильтры), силовые и управляющие кабели должны располагаться как минимум на некотором расстоянии от этих компонентов или по крайней мере в стороне от слоеных стальных сердечников этих компонентов.

5.5.4 Опасности для человека и имущества

Изготовитель конструкции должен располагать компоненты таким образом, чтобы при выполнении технического обслуживания персонал не подвергался опасности воздействия дуги короткого замыкания в случае аварии.

Конденсаторы с номинальными параметрами, например, 50 кВАр, будут создавать достаточно мощную дугу при разрыве цепи, если плавкие предохранители извлечены без выполнения перед этим изоляции батареи с помощью контрольного устройства.

Аналогичное предостережение относится к случаю, когда плавкие предохранители вставляются при неразорванной цепи.

5.5.5 Шина

Шинная секция конструкций для обеспечения коэффициента мощности должна выдерживать, как минимум, токи короткого замыкания системы в точке, в которой предполагается ее присоединять.

Обычно эти конструкции присоединяются к секции главной установки в таком месте, где токи короткого замыкания достаточно высокие.

Если изготовитель устанавливает ограничивающее ток устройство в точке присоединения оборудования, необходимо провести испытания выдерживаемых параметров этого типа устройства, соединённого с цепью.

5.5.6 Соединение систем

Система шины в этих конструкциях должна иметь такую схему, при которой кабели или шины, присоединяемые и проходящие до установки, будут иметь достаточное сечение для отвода тока. Если кабели используются для такого соединения, они обычно имеют большую площадь поперечного сечения и должны быть подходящего размера для отбора требуемого номинального тока и тока короткого замыкания системы.

6 Электромагнитная совместимость

Применяются со следующими дополнениями соответствующие разделы стандартов, относящихся к конденсаторам (см. раздел 2, Нормативные ссылки).

6.1 Излучение

При нормальных условиях эксплуатации силовые конденсаторы не создают электромагнитные помехи. Электромагнитные помехи могут создаваться конструкциями только во время операций переключения (соединения или разъединения ступеней) и ограничиваются перенапряжениями при включении, длительность которых составляет миллисекунды. Если контроллер отрегулирован таким образом, что число операций переключения не более 5 мин, требования по электромагнитной эмиссии будут выполняться и проверка не будет необходимой.

6.2 Защищенность

Конструкции, не включающие электронное оборудование, нечувствительны к обычным электромагнитным помехам, и, следовательно, испытания электромагнитной защищенности не требуются.

6.3 Конструкции, включающие электронное оборудование

Электронное оборудование (например, контроллер), входящее в конструкции, должно соответствовать требованиям по защищенности и излучению соответствующих стандартов IEC.

7 Испытания

7.1 Классификация испытаний

Испытания по проверке характеристик конструкции включают следующее:

a) типовые испытания (см. 7.1.1 и 7.2);

b) стандартные испытания (см. 7.1.2 и 7.3).

Изготовитель должен по запросу установить основные требования по верификации.

Примечание – По вопросам верификации и испытаний, выполняемых согласно TTA и PTTA, см. IEC 60439-1.

7.1.1 Типовые испытания (см. 7.2)

Типовые испытания предназначены для проверки соответствия требованиям, изложенным в настоящем стандарте для данного типа конструкции.

Типовые испытания должны проводиться на образце конструкции или на ее деталях, изготовленных по такому же или аналогичному проекту конструкции или деталей конструкции, и выполняются под ответственность изготовителя.

Типовые испытания включают проверку:

a) пределов повышения температуры (см. 7.2.1);

b) диэлектрических характеристик (см. 7.2.2) ;

c) выдерживаемых механических напряжений при коротких замыканиях (см. 7.2.3);

d) эффективности защитной цепи (см. 7.2.4) ;

e) зазоров и расстояний утечки (см. 7.2.5) ;

f) механических операций (см. 7.2.6) ;

g) степени защиты (см. 7.2.7).

Эти испытания могут проводиться в любом порядке и/или на различных образцах одного типа.

Если имеются модификации компонента конструкции, необходимо провести новые типовые испытания, но в той мере, в какой такие модификации вероятно окажут отрицательное воздействие на результаты испытаний.

7.1.2 Стандартные испытания (см. 7.3)

Стандартные испытания предназначены для обнаружения дефектов материалов и качества изготовления. Они должны выполняться на каждой новой конструкции после ее строительства или на каждом транспортном блоке (см. IEC 60439-1). Другие стандартные испытания на месте монтажа не требуются.

Конструкции, создаваемые из стандартных компонент, не поступающих с завода изготовителя, но использующие исключительно детали и оборудование, указанные или поставляемые изготовителем, должны подвергаться стандартным испытаниям в фирме, которая построила конструкцию.

Стандартные испытания включают следующее:

a) проверку конструкции, включающую проверку проводки и, если необходимо, электрические эксплуатационные испытания (см. 7.3.1);

b) диэлектрические испытания (см. 7.3.2);

c) проверку защитных мер и электрической целостности защитной цепи (см. 7.3.3);

d) проверку сопротивления изоляции (см. 7.3.4).

Эти испытания могут выполняться в любом порядке.

Примечание – Выполнение стандартных испытаний на заводе изготовителя не освобождает устанавливающую конструкцию фирму от обязанности ее проверки после транспортировки и монтажа.

7.1.3 Испытание устройств и автономных компонент, включенных в конструкцию

Типовые испытания и/или стандартные испытания не требуется проводить на устройствах и автономных компонентах, включенных в конструкцию, если они были выбраны в соответствии с 5.3.7 и установлены в соответствии с инструкциями изготовителя.

7.2 Типовые испытания

7.2.1 Проверка пределов повышения температуры

См. соответствующие разделы IEC 60439-1 со следующими изменениями.

Проектная величина тока должна учитывать токи перегрузки, воздействию которых конденсаторы подвергаются в процессе работы, уделяя особое внимание присутствию элементов с реактивным сопротивлением. При отсутствии реактивных сопротивлений или других устройств для контроля тока, проектная величина тока должна быть не менее, чем увеличенный с коэффициентом 1,3 номинальный ток.

Если имеются системы зашиты или управления, ограничивающие максимальную величину тока, ток при испытаниях должен соответствовать максимальному току. Если такие ограничивающие ток устройства отсутствуют, величина тока испытаний должна быть равна увеличенному с коэффициентом 1,2 номинальному току.

Один из следующих методов (или их комбинация) позволяет получить уровень тока испытаний: повышение напряжения испытаний, повышение частоты испытаний, повышение емкости конденсатора или наложение тока гармоник.

7.2.2 Проверка диэлектрических свойств

См. соответствующие разделы IEC 60439-1.

7.2.3 Проверка выдерживаемых механических напряжений при коротком замыкании

См. соответствующие разделы IEC 60439-1.

7.2.4 Проверка эффективности защитной цепи

См. соответствующие разделы IEC 60439-1.

7.2.5 Проверка зазоров и расстояний утечки

См. соответствующие разделы IEC 60439-1.

7.2.6 Проверка механических характеристик

См. соответствующие разделы IEC 60439-1.

7.2.7 Проверка уровня защиты

См. соответствующие разделы IEC 60439-1.

7.3 Стандартные испытания

7.3.1 Проверка конструкции включая проверку проводки и, если необходимо, электрические эксплуатационные испытания

См. соответствующие разделы IEC 60439-1.

7.3.2 Диэлектрические испытания

См. соответствующие разделы IEC 60439-1.

7.3.3 Проверка мер защиты и электрической целостности цепей защиты

См. соответствующие разделы IEC 60439-1.

7.3.4 Проверка сопротивления изоляции

См. соответствующие разделы IEC 60439-1.

Приложение А
(обязательное)

Минимальное и максимальное поперечное сечение медных проводов, пригодных для соединений

См. соответствующее приложение IEC 60439-1.

Приложение В
(обязательное)

Метод расчета площади поперечного сечения защитных проводов с учетом тепловых напряжений при токах короткой длительности

См. соответствующее приложение IEC 60439-1.

Приложение С
(справочное)

Типичные примеры конструкций

См. соответствующее приложение IEC 60439-1.

Приложение D
(справочное)

Формулы для конденсаторов и установок

D.1 Расчет выходных параметров трёхфазных конденсаторов по измерениям трёх однофазных емкостных сопротивлений

Емкостное сопротивление, измеренное между любыми двухпроводными выводами трехфазного трансформатора, имеющего соединения по схеме либо треугольника, либо звезда, обозначается как C_a, C_b и C_c. Если требования в отношении симметрии, установленные в IEC 60831-1 и IEC 60931-1 выполняются, выходные данные Q конденсатора могут быть рассчитаны с достаточной точностью по формуле

$$Q = 2/3\ (C_a + C_b + C_c)\ \ \omega\ \ U_N^2\ \ 10^{-12}$$

где C_a, C_b и C_c – выражаются в микрофарадах (мкФ);
U_N – выражается в вольтах (В);
Q – выражается в мегаварах (МВАр).

D.2 Частота резонанса

Конденсатор будет находиться в резонансе с гармоникой в соответствии со следующим уравнением, где n – целое число

$$n = \sqrt{S/Q}$$

где S – мощность короткого замыкания (MVA – мегавольт ампер), где должен быть установлен конденсатор;
Q – выражается в мегаварах (МВАр);
n – номер гармоники, т. е. отношение между резонансной гармоникой (Гц) и частотой сети (Гц).

D.3 Повышение напряжения

Подсоединение шунтирующего конденсатора приведет к повышению установившегося напряжения, определяемому следующим выражением

$$\Delta U / U \approx Q/S$$

где ΔU – повышение напряжения в вольтах (В);
U – напряжение перед подсоединением конденсатора (В);
S – мощность короткого замыкания (MVA – мегавольт ампер), где должен быть установлен конденсатор;
Q – выражается в мегаварах (МВАр).

D.4 Переходной ток пускового броска

D.4.1 Включение одного конденсатора

$$\hat{I}_S = I_N \sqrt{2S/Q}$$

где $\hat{I}_S$ – пиковое значение переходного тока кондесатора пускового броска, в амперах (А);
I_N – номинальная величина тока конденсатора (эффективная), в амперах (А);
S – мощность короткого замыкания (МВА) в месте установки конденсатора;
Q – выражается в мегаварах (МВАр).

D.4.2 Отключение конденсаторов, параллельных с конденсатором(ами) под напряжением

$$\hat{I}_S = U\sqrt{2}/\sqrt{X_C X_L}$$

$$f_S = f_N\sqrt{X_C/X_L},$$

где $\hat{I}_S$ – пиковое значение переходного тока конденсатора пускового броска в амперах (А);
U – напряжение фаза-земля, в вольтах (В);
X_C – последовательно соединенные емкостные сопротивления на фазу, в омах (Ω);
X_L – индуктивное сопротивление на фазу между батареями конденсаторов, в омах (Ω);
f_S – частота тока пускового броска в герцах (Гц);
f_N – номинальная частота в герцах (Гц).

D.4.3 Разрядное сопротивление в однофазных или многофазных блоках

$$R \leq t / [k\ C \ln (U_N \sqrt{2} / U_R)]$$

где t – время разряда от $U_N \sqrt{2}$ до U_R,в секундах (с);
R – сопротивление разряда, в мегомах (МΩ);
C – номинальная величина емкостного сопротивления на фазу, в микрофарадах (мкФ);
U_N – номинальное напряжение блока, в вольтах (В);
U_R – допустимое остаточное напряжение, в вольтах (В) (предельные значения t и U_R см. в IEC 60831-1);
k – коэффициент, зависящий от метода соединения резисторов с конденсаторными блоками (см. IEC 60831-1 и IEC 60931-1).

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам

Таблица Д.А.1 – Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам

Обозначение и наименование международного стандарта	Обозначение и наименование международного стандарта другого года издания	Степень соответствия	Обозначение и наименование межгосударственного стандарта
IEC 60439-1:1999 Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 1. Узлы, подвергаемые полным и частичным типовым испытаниям	IEC 60439-1(1985) Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 1. Узлы, подвергаемые полным и частичным типовым испытаниям	MOD	ГОСТ 28668-90 Низковольтные комплектные устройства распределения и управления. Часть 1. Требования к устройствам, испытанным полностью или частично (IEC 60439-1(1985), MOD)
IEC 60439-3:1990 Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 3. Частные требования к низковольтным комплектным коммутационной аппаратуре и механизмам управления, устанавливаемым в местах, доступных для пользования неквалифицированными лицами. Распределительные щиты	IEC 60439-3(2001) Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 3. Распределительные щиты, предназначенные для работы неквалифицированными лицами	MOD	ГОСТ IEC 60439-3-2012 Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 3. Дополнительные требования к устройствам распределения и управления, предназначенным для эксплуатации в местах, доступных неквалифицированному персоналу, и методы испытаний (IEC 60439-3(2001), MOD)
IEC 60831-1:1996 Конденсаторы шунтирующие силовые самовосстанавливающегося типа для систем переменного тока на номинальное напряжение до 1000 В включительно. Часть 1. Общие требования. Рабочие характеристики, испытания и номинальные параметры. Требования по безопасности. Руководство по установке и эксплуатации	–	–	*

Окончание таблицы Д.А.1

Обозначение и наименование международного стандарта	Обозначение и наименование международного стандарта другого года издания	Степень соответствия	Обозначение и наименование межгосударственного стандарта
IEC 60931-1:1996 Конденсаторы шунтирующие силовые не самовосстанавливающегося типа для систем переменного тока на номинальное напряжение до 1000 В включительно. Часть 1. Общие положения. Рабочие характеристики, испытания и номинальные параметры. Требования техники безопасности. Руководство по установке и эксплуатации	–	–	*

* – Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Примечание – В настоящей таблице использованы следующие степени соответствия стандартов:

- MOD – модифицированные стандарты.

Библиография

Дополнительная полезная информация может быть найдена в следующих стандартах:

IEC 60050(436):1990 Международный электротехнический словарь. Глава 436. Силовые конденсаторы

IEC 60060-1:1989 Технология испытаний высоким напряжением. Часть 1. Общие определения и требования к испытаниям

IEC 60831-2:1995 Конденсаторы шунтирующие самовосстанавливающегося типа для энергосистем переменного тока на номинальное напряжение до 1000 В включительно. Часть 2. Испытание на старение, испытание на самовосстановление и испытание на разрушение

IEC 60931-2:1995 Конденсаторы шунтирующие силовые не самовосстанавливающиеся для систем с переменным током и номинальным напряжением до 1000 В (включительно). Часть 2. Испытание на старение и испытание на разрушение

IEC 60931-3:1996 Конденсаторы шунтирующие силовые не самовосстанавливающиеся для систем переменного тока с номинальным напряжением до 1000 В включительно. Часть 3. Внутренние плавкие предохранители

IEC 61000-2-2:2002 Электромагнитная совместимость. Часть 2-2. Условия окружающей среды. Уровни совместимости для низкочастотных проводимых помех и прохождения сигналов в низковольтных системах коммунального энергоснабжения

IEC 61000-4-1:2000 Электромагнитная совместимость. Часть 4-1. Методики испытаний и измерений. Общий обзор серии стандартов IEC 61000-4

УДК 681.327:006.354 МКС 31.060.70 IDT

Ключевые слова: конденсаторы силовые, конденсаторные батареи.

Подписано в печать 01.12.2014. Формат 60x84 1/8.

Усл. печ. л. 2,33. Тираж 34 экз. Зак. 4836.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru