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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 60831-1— 2017

КОНДЕНСАТОРЫ ШУНТИРУЮЩИЕ СИЛОВЫЕ САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩЕГОСЯ ТИПА ДЛЯ СИСТЕМ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ДО 1 кВ ВКЛЮЧИТЕЛЬНО

Часть 1

Общие положения. Эксплуатационные характеристики, испытания и классификация. Требования безопасности. Руководство по установке и эксплуатации

(IEC 60831-1:2014, Shunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 1000 V — Part 1: General — Performance, testing and rating — Safety requirements — Guide for installation and operation, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации» (ОАО «ВНИИС») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 ноября 2017 г. № 52-2017)

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	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 декабря 2023 г. № 1588-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 60831-1–2017 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2025 г. с правом досрочного применения

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60831-1:2014 «Конденсаторы шунтирующие силовые самовосстанавливающегося типа для систем переменного тока на номинальное напряжение до 1000 В включительно. Часть 1. Общие положения. Рабочие характеристики, испытания и номинальные параметры. Требования безопасности. Руководство по установке и эксплуатации» («Shunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 1000 V — Part 1: General — Performance, testing and rating — Safety requirements — Guide for installation and operation», IDT).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом по стандартизации ТС 33 «Силовые конденсаторы и их применение» Международной электротехнической комиссии (IEC).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5 (подраздел 3.6).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© IEC, 2014
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024



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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины и определения 2
4 Условия эксплуатации 4
5 Требования к испытаниям 5
6 Классификация испытаний 6
7 Измерение емкости и расчет мощности 7
8 Измерение тангенса угла потерь (tan δ) конденсатора 7
9 Испытание напряжением между выводами 8
10 Испытание напряжением между выводами и корпусом 8
11 Испытание внутреннего разрядного устройства 9
12 Испытание на герметичность 9
13 Испытание на термостабильность 9
14 Измерение тангенса угла потерь (tan δ) конденсатора при повышенной температуре 11
15 Испытание на грозоразрядное напряжение между выводами и корпусом 11
16 Испытание на разряд 11
17 Испытание на старение 12
18 Испытание на самовосстановление 12
19 Испытание на разрушение 12
20 Максимально допустимое напряжение 12
21 Максимально допустимый ток 13
22 Разрядное устройство 13
23 Соединения корпуса 13
24 Защита окружающей среды 14
25 Дополнительные требования безопасности 14
26 Маркировка конденсаторного блока 14
27 Маркировка конденсаторной батареи 15
28 Общие положения 15
29 Выбор номинальных значений напряжения 16
30 Рабочая температура 16
31 Специальные условия эксплуатации 17
32 Перенапряжение 17
33 Токи перегрузки 18
34 Коммутация, защитные устройства и соединения 19
35 Выбор пути утечки 19
36 Конденсаторы, подсоединенные к системам с дистанционным управлением сигналами на звуковой частоте 20
37 Электромагнитная совместимость (ЭМС) 20
Приложение А (обязательное) Дополнительные определения, требования и испытания для конденсаторов сетевых фильтров 21
Приложение В (справочное) Формулы для конденсаторов и установок 23
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 26
Библиография 27

Введение

Настоящее, третье, издание аннулирует и заменяет второе издание, опубликованное в 1996 г., и изменение 1:2002. Настоящее издание представляет собой технический пересмотр.

Настоящее издание включает следующие существенные технические изменения по сравнению с предыдущим изданием:

a) обновлены нормативные ссылки;

b) уточнены условия испытаний;

c) уточнены испытания на термостойкость;

d) уточнены максимально допустимые напряжение и ток;

e) были внесены поправки, касающиеся безопасности и требований к качеству пластика.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

КОНДЕНСАТОРЫ ШУНТИРУЮЩИЕ СИЛОВЫЕ САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩЕГОСЯ ТИПА ДЛЯ СИСТЕМ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ДО 1 кВ ВКЛЮЧИТЕЛЬНО

Часть 1
Общие положения. Эксплуатационные характеристики, испытания и классификация. Требования безопасности. Руководство по установке и эксплуатации

Shunt power self-healing capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 1 kV. Part 1. General. Performance, testing and rating. Safety requirements. Guide for installation and operation

Дата введения — 2025—01—01
с правом досрочного применения

1 Область применения

Настоящий стандарт применим к предназначенным для использования единичным конденсаторам и батареям конденсаторов, а именно для компенсации коэффициента мощности в электрических сетях переменного тока с номинальным напряжением до 1000 В включительно и диапазоном частот от 15 до 60 Гц.

Настоящий стандарт также применим к конденсаторам, предназначенным для использования в качестве фильтровых. Дополнительные определения, требования и испытания к конденсаторам в составе сетевых фильтров приведены в приложении А.

Настоящий стандарт не распространяется на следующие конденсаторы:

- шунтирующие силовые конденсаторы несамовосстанавливающиеся для установки в сети переменного тока с номинальным напряжением до 1000 В включительно (IEC 60931-1, IEC 60931-2 и IEC 60931-3);
- шунтирующие конденсаторы для установки в сети переменного тока с номинальным напряжением свыше 1000 В (IEC 60871-1, IEC 60871-2, IEC 60871-3 и IEC 60871-4);
- конденсаторы для индукционных генераторов ТЭЦ с рабочими частотами 40—24 000 Гц (IEC 60110-1 и IEC 60110-2);
- последовательно включенные емкости (IEC 60143-1, IEC 60143-2, IEC 60143-3 и IEC 60143-4);
- конденсаторы электродвигателей переменного тока (IEC 60252-1 и IEC 60252-2);
- конденсаторы связи и емкостные делители (IEC 60358-1);
- конденсаторы силовой электроники (IEC 61071);
- малогабаритные конденсаторы для сетей переменного тока, используемые в флуоресцентных и газоразрядных лампах (IEC 61048 и IEC 61049);
- конденсаторы для подавления радиопомех (в стадии рассмотрения);
- конденсаторы, предназначенные для использования в различном электротехническом оборудовании и рассматриваемые в качестве компонентов;
- конденсаторы, предназначенные для использования в сети постоянного тока, наложенного на напряжение переменного тока.

Принадлежности, такие как изоляторы, выключатели, измерительные трансформаторы, плавкие предохранители и т. п., должны соответствовать требованиям соответствующих стандартов IEC и не рассматриваются в настоящем стандарте.

Издание официальное

Настоящий стандарт предназначен:

a) для установления единых правил в отношении характеристик, испытаний и номинальных значений;

b) установления единых специальных правил промышленной безопасности;

c) выработки рекомендаций по монтажу и эксплуатации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

IEC 60060-1:2010, High-voltage test techniques — Part 1: General definitions and test requirements (Методы испытаний высоким напряжением. Часть 1. Общие определения и требования к испытаниям)

IEC 60269-1:2006, Low-voltage fuses — Part 1: General requirements (Предохранители плавкие низковольтные. Часть 1. Общие требования)

IEC 60831-2:2014[1)], Shunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 1000 V — Part 2: Ageing test, self-healing test and destruction (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 60695-2-12:2010, Fire hazard testing — Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods — Glow-wire flammability index (GWFI) test method for materials [Испытания на пожарную опасность. Часть 2-12. Методы испытания накаленной/нагретой проволокой. Метод определения индекса воспламеняемости материалов накаленной проволокой (ИВНК)]

IEC 61000-2-2:2002, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 2-2: Environment — Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems (Электромагнитная совместимость. Часть 2-2. Условия окружающей среды. Уровни совместимости для низкочастотных проводимых помех и прохождения сигналов в низковольтных системах коммунального энергоснабжения)

IEC 61000-4-1:2006[2)], Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-1: Testing and measurement techniques — Overview of IEC 61000-4 series (Электромагнитная совместимость. Часть 4-1. Методики испытаний и измерений. Общий обзор серии стандартов IEC 61000-4)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **емкостный элемент** (capacitor element): Устройство, которое состоит из двух электродов, разделенных диэлектриком.

[IEC 60050-436:1990, 436-01-03]

3.2 **единичный конденсатор** (capacitor unit): Сборка, которая состоит из одного или нескольких емкостных элементов, находящихся в одном и том же корпусе с выведенными контактными выводами.

[IEC 60050-436:1990, 436-01-04]

3.3 **самовосстанавливающийся конденсатор** (self-healing capacitor): Конденсатор, чьи электрические свойства после локального пробоя диэлектрика быстро и в достаточной степени восстанавливаются.

[IEC 60050-436:1990, 436-03-12]

3.4 **батарея конденсаторов** (capacitor bank): Несколько единичных конденсаторов, соединенных таким образом, чтобы действовать совместно.

[IEC 60050-436:1990, 436-01-06]

3.5 **конденсатор** (capacitor): Общий термин, совмещающий в себе значения термина «единичный конденсатор» и термина «батарея конденсаторов».

[1)] Исправлена ошибка оригинала.

[2)] Заменен на IEC/TR 61000-4-1:2016. Однако для однозначного соблюдения требования настоящего стандарта, выраженного в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

Примечание 1 — В настоящем стандарте, слово «конденсатор» употребляется, когда нет необходимости подчеркивать тот или иной оттенок смысла словосочетаний «единичный конденсатор» или «батарея конденсаторов».

3.6 **конденсаторная установка** (capacitor installation): Одна или несколько батарей конденсаторов, а также вспомогательное оборудование.

[IEC 60050-436:1990, 436-01-07]

3.7 **разрядное устройство конденсатора** (discharge device of a capacitor): Устройство, которое при присоединении к конденсатору может уменьшить напряжение между выводами фактически до нуля в течение заданного времени после того, как конденсатор будет отключен от схемы.

[IEC 60050-436:1990, 436-03-15, изменено («предназначенное для уменьшения… значения» заменено на «может уменьшить… нуля»)]

3.8 **внутренний предохранитель конденсатора** (internal fuse of a capacitor): Предохранитель, подсоединенный внутри единичного конденсатора последовательно с элементом или группой элементов.

[IEC 60050-436:1990, 436-03-16]

3.9 **прерыватель избыточного давления для конденсатора** (overpressure disconnector for a capacitor): Прерывающее устройство, предназначенное для выключения питания от конденсатора при избыточном повышении внутреннего давления.

[IEC 60050-436:1990, 436-03-17, изменено («для прерывания… при» заменено на «для выключения питания… при»)]

3.10 **прерыватель избыточной температуры для конденсатора** (overtemperature disconnector for a capacitor): Прерывающее устройство, предназначенное для выключения питания от конденсатора при избыточном повышении внутренней температуры.

3.11 **линейный вывод** (line terminal): Вывод, предназначенный для подсоединения к линейному проводу сети.

Примечание 1 — В полифазных конденсаторах вывод, предназначенный для соединения с нулевым проводом, не считается линейным выводом.

[IEC 60050-436:1990, 436-03-01]

3.12 **номинальная емкость конденсатора C_N** (rated capacitance of a capacitor, C_N): Значение емкости, на которую рассчитан конденсатор.

[IEC 60050-436:1990, 436-01-12, изменено (обозначение C_N добавлено и «эффективная величина переменного тока» заменено на «значение емкости»)]

3.13 **номинальная мощность конденсатора Q_N** (rated output of a capacitor, Q_N): Реактивная мощность, получаемая при номинальных значениях емкости, частоты и напряжения.

[IEC 60050-436:1990, 436-01-16, изменено (обозначение Q_N добавлено, а также «на которое рассчитан конденсатор» заменено на «полученное… напряжение»)]

3.14 **номинальное напряжение конденсатора U_N** (rated voltage of a capacitor, U_N): Значение переменного напряжения, на которое конденсатор был рассчитан.

Примечание 1 — Если конденсаторы состоят из одной или нескольких отдельных цепей (такие, как однофазные единичные конденсаторы, предназначенные для использования в целях соединения многофазных цепей, или многофазных конденсаторов с отдельными цепями), U_N относится к номинальному напряжению каждой цепи.

Для полифазных конденсаторов с внутренними электрическими соединениями между фазами, а также для полифазных конденсаторных батарей, U_N относится к междуфазному напряжению.

[IEC 60050-436:1990, 436-01-15]

3.15 **номинальная частота конденсатора f_N** (rated frequency of a capacitor, f_N): Частота, на которую рассчитан конденсатор.

[IEC 60050-436:1990, 436-01-14]

3.16 **номинальный ток конденсатора I_N** (rated current of a capacitor, I_N): Действующее значение переменного тока, на которое рассчитан конденсатор.

[IEC 60050-436:1990, 436-01-13]

3.17 **потери конденсатора** (capacitor losses): Активная мощность, рассеиваемая конденсатором.

Примечание 1 — Должны быть включены все компоненты, обеспечивающие потери, например:

- для элемента потери — в диэлектрике, внутренних предохранителях, разрядных резисторах, соединительных контактах и т. п.;

- для батареи — потери в элементах, внутренних предохранителях, шинах, разрядного и демпфирующего реактора и т. п.

[IEC 60050-436:1990, 436-04-10]

3.18 **тангенс угла потерь конденсатора tan δ** (tangent of the loss angle of a capacitor, tan δ): Отношение эквивалентного последовательного сопротивления к емкостному реактивному сопротивлению конденсатора при заданном синусоидальном напряжении и частоте.

[IEC 60050-436:1990, 436-04-11]

3.19 **максимально допустимое напряжение переменного тока конденсатора** (maximum permissible a.c. voltage of a capacitor): Максимальное напряжение переменного тока, которое может выдерживать конденсатор в течение заданного времени и в установленных условиях.

[IEC 60050-436:1990, 436-04-07]

3.20 **максимально допустимый ток конденсатора переменного тока** (maximum permissible a.c. current of a capacitor): Максимальный действующий переменный ток, который может выдерживать конденсатор в течение заданного времени и в установленных условиях.

[IEC 60050-436:1990, 436-04-09]

3.21 **температура окружающего воздуха** (ambient air temperature): Температура воздуха в предполагаемом местонаждении конденсатора.

3.22 **температура охлаждающего воздуха** (cooling air temperature): Температура охлаждающего воздуха, измеренная в самой горячей точке батареи в стационарных условиях, посредине двух устройств.

Примечание 1 — Если задействован только один элемент, то это температура, измеренная в точке, которая находится примерно на расстоянии 0,1 м от контейнера конденсатора и в двух третях от значения высоты от его основания.

3.23 **стационарные условия** (steady-state condition): Тепловое равновесие, на которое вышел конденсатор при постоянной мощности и постоянной температуре окружающего воздуха.

3.24 **остаточное напряжение конденсатора** (residual voltage): Напряжение, которое остается на выводах конденсатора в определенный момент времени после отсоединения.

4 Условия эксплуатации

4.1 Нормальные условия эксплуатации

В настоящем стандарте приведены требования к конденсаторам, предназначенным для использования в следующих условиях:

a) остаточное напряжение конденсатора после подачи питания не должно превышать 10 % от номинального напряжения (см. разделы 22, 32 и приложение B);

b) высота над уровнем моря не должна превышать 2000 м;

c) уровни температуры окружающего воздуха

Конденсаторы классифицированы по уровням температуры. Каждый уровень обозначается цифрой, за которой следует буква. Число представляет собой самую низкую температуру окружающего воздуха, при которой конденсатор может работать.

Буквы обозначают верхние пределы диапазона изменения температуры, имеющие максимальные значения, указанные в таблице 1. Уровни температуры охватывают спектр значений от минус 50 °C до плюс 55 °C.

Самое низкое значение температуры окружающего воздуха, при которой может работать конденсатор, должно быть выбрано из пяти предпочтительных значений: плюс 5 °C, минус 5 °C, минус 25 °C, минус 40 °C, минус 50 °C.

Для использования в помещении, как правило, применяют нижний предел минус 5 °C.

Таблица 1 основана на условиях эксплуатации, в которых конденсатор не оказывает воздействия на температуру окружающего воздуха (например, наружные установки).

Таблица 1 — Буквенные обозначения верхних пределов температурного диапазона

Обозначение	Температура окружающей среды, °С		
	Максимальная	Наивысшее среднее значение в течение	
		24 ч	1 год
A	40	30	20
B	45	35	25
C	50	40	30
D	55	45	35

Примечание 1 — Значения температуры в соответствии с настоящей таблицей приведены в метеорологической таблице температур, которая относится к местонахождению установки.

Примечание 2 — Температурные значения, которые выше указанных в настоящей таблице, могут учитываться при применении в отдельных случаях при согласовании между изготовителем и покупателем. В этом случае уровень температуры должен быть указан сочетанием минимальной и максимальной температуры, например минус 40/плюс 60.

Если конденсатор воздействует на температуру воздуха, то необходимо предусмотреть вентиляцию и/или выбор конденсатора должен обеспечивать соответствие ограничениям, указанным в таблице 1. Температура охлаждающего воздуха в такой установке не должна превышать температурные пределы, приведенные в таблице 1, более чем на 5 °С.

Любая комбинация минимальных и максимальных значений может быть выбрана для стандартного уровня температуры конденсатора, например минус 40/А или минус 5/С.

Предпочтительными уровнями являются:

минус 40/А, минус 25/А, минус 5/А и минус 5/С.

4.2 Ненормальные условия

Если между изготовителем и покупателем не согласовано иное, то настоящий стандарт не распространяется на конденсаторы, чьи условия эксплуатации в целом несовместимы с требованиями настоящего стандарта.

5 Требования к испытаниям

5.1 Общие требования

Настоящий раздел устанавливает требования к испытаниям для единичных конденсаторов и, когда указано, для емкостных элементов.

Поддерживающие изоляторы, выключатели, измерительные трансформаторы, плавкие предохранители и т. п. должны соответствовать имеющим к ним отношение стандартам IEC.

5.2 Условия испытаний

Если для конкретных испытаний или измерений не установлено иное, температура диэлектрика конденсатора должна быть в диапазоне от 5 °С до 35 °С. Когда должны применяться корректировки, используемая эталонная температура равна 20°С, если только между изготовителем и покупателем не согласовано иное.

Предполагают, что температура диэлектрика конденсаторного блока соответствует температуре окружающей среды, исходя из того, что конденсатор оставался в незаряженном состоянии достаточный период времени при постоянной температуре окружающего воздуха.

Испытания и измерения при переменном токе следует проводить на частоте 50 или 60 Гц, независимо от номинальной частоты конденсатора, если не обусловлено иное.

Испытания и измерения в конденсаторах, имеющих номинальную частоту менее 50 Гц, должны выполняться с частотой 50 или 60 Гц, если не обусловлено иное.

6 Классификация испытаний

6.1 Стандартные испытания

Перечисленные ниже испытания являются стандартными испытаниями. Более подробная информация содержится в имеющих к ним отношение разделах и подразделах, на которые должна быть дана ссылка:

a) измерение емкости и вычисление мощности (см. раздел 7);

b) измерение тангенса угла потерь (tan δ) конденсатора (см. раздел 8);

c) испытание напряжением между выводами (см. 9.1);

d) испытания напряжением между выводами и корпусом (см. 10.1);

e) испытание внутреннего разрядного устройства (см. раздел 11);

f) испытания на герметичность (см. раздел 12).

Стандартные испытания должны проводиться изготовителем на каждом конденсаторе перед поставкой. По запросу покупателя ему должен быть предоставлен протокол с подробными результатами этих испытаний.

Последовательность выполнения испытаний не обязательно должна соответствовать указанной выше.

6.2 Типовые испытания

Представленные ниже испытания являются типовыми испытаниями. Более подробная информация содержится в имеющих к ним отношение разделах и подразделах, на которые должна быть дана ссылка:

a) испытание на термостабильность (см. раздел 13);

b) измерение тангенса угла потерь (tan δ) конденсатора при повышенной температуре (см. раздел 14);

c) испытание напряжением между выводами (см. 9.2);

d) испытание напряжением между выводами и корпусом (см. 10.2);

e) испытание на напряжение грозового импульса между выводами и корпусом (см. раздел 15);

f) испытание на разряд (см. раздел 16);

g) испытание на старение (см. раздел 17);

h) испытание процесса самовосстановления (см. раздел 18);

i) испытание на разрушение (см. раздел 19).

Типовые испытания проводят в целях проверки, чтобы конденсаторные блоки соответствовали установленным характеристикам и эксплуатационным требованиям с точки зрения конструкции, материалов и технологии изготовления, детализированным в настоящем стандарте.

Если не указано иное, то каждый подвергающийся типовым испытаниям конденсатор сначала должен на удовлетворительном уровне пройти стандартные испытания.

Типовые испытания должны проводиться изготовителем. По запросу покупателя ему должен быть предоставлен протокол с подробными результатами этих испытаний.

Успешное выполнение любого типового испытания также распространяет свое действие на конденсаторы, имеющие такое же номинальное напряжение и меньшую мощность, при условии, что они никоим образом не отличаются и это не может влиять на свойства, которые проверяются в ходе испытаний. Не имеет существенного значения выполнение всех типовых испытаний на одном и том же конденсаторном блоке.

Количество образцов для испытаний согласовывается между изготовителем и потребителем.

6.3 Приемочные испытания

Стандартные и/или типовые испытания или отдельные их виды могут быть повторно выполнены изготовителем в связи с новым контрактом или по соглашению с покупателем.

Виды испытаний, число образцов, предоставляемых для каждого из испытаний, критерии приемки и отчеты по испытаниям должны быть согласованы между поставщиком и покупателем и указаны в контракте.

7 Измерение емкости и расчет мощности

7.1 Процедура измерения

Емкость следует измерять при напряжении и при частоте сети, которую выбирает изготовитель. Используемый метод должен исключить ошибки, обусловленные гармониками или внешними по отношению к испытуемому конденсатору аксессуарами, например элементами с реактивным сопротивлением и схемами блокировки в цепи измерений. Должны быть указаны точность метода измерений и корреляция со значениями, измеренными при номинальных напряжении и частоте.

Измерение емкостного сопротивления следует проводить после испытания напряжением между выводами (см. раздел 9).

Емкость следует измерять при напряжении от 0,9 до 1,1 от величины номинального напряжения и при частоте сети от 0,8 до 1,2 от номинальной частоты на конденсаторе, который до этого прошел испытания на термостабильность (см. раздел 13), испытание на старение (см. раздел 17), а также испытание на процесс самовосстановления (см. раздел 18), и это может выполняться на других конденсаторах по запросу покупателя и при согласовании с изготовителем.

7.2 Допуски на величину емкости

Емкость не должна отличаться от номинальной емкости более чем на:

- от минус 5 % до плюс 10 % — для единичных конденсаторов и батарей до 100 квар;
- от минус 5 % до плюс 5 % — для единичных конденсаторов и батарей выше 100 квар.

Значениями емкости являются значения, измеренные при соблюдении условий 7.1.

В трехфазных единичных конденсаторах отношение максимального значения к минимальному значению емкости, измеренной двумя линейными выводами, не должно превышать 1,08.

Примечание — Формула для расчета мощности трехфазного конденсатора на основе однофазных измерений емкости приведена в приложении В.

8 Измерение тангенса угла потерь (tan δ) конденсатора

8.1 Процедура измерений

Величину тангенса угла потерь (tan δ) конденсатора следует измерять при напряжении и при частоте сети, которую выбирает изготовитель. Используемый метод должен исключить ошибки, обусловленные гармониками или внешними по отношению к испытуемому конденсатору аксессуарами, например, элементами с реактивным сопротивлением и схемами блокировки в цепи измерений. Должны быть указаны точность метода измерений и корреляция со значениями, измеренными при номинальных напряжении и частоте.

Измерение потерь конденсатора выполняется после испытания напряжением между выводами (см. раздел 9).

Величину тангенса угла потерь (tan δ) следует измерять при напряжении в пределах от 0,9 до 1,1 от величины номинального напряжения и при частоте сети от 0,8 до 1,2 номинальной частоты на конденсаторе перед проведением испытания на термостабильность (см. раздел 13), и это может выполняться на других конденсаторах по запросу изготовителя и при согласовании с изготовителем.

При выполнении измерений на большом числе конденсаторов небольшой емкости при измерении tan δ может быть использована статистическая выборка. План статистической выборки должен быть согласован между изготовителем и покупателем.

Значение tan δ для некоторых типов диэлектриков является функцией интервала времени подачи энергии перед измерением. Испытательное напряжение и время подачи энергии должны быть согласованы между изготовителем и покупателем.

8.2 Требования к потерям

Величина tan δ, измеренная в соответствии с 8.1, не должна превышать значения, установленного изготовителем в отношении температуры и напряжения в ходе испытаний, или значения, согласованного между изготовителем и покупателем.

9 Испытание напряжением между выводами

9.1 Стандартное испытание

Каждый конденсатор должен быть испытан переменным током при $U_t = 2{,}15U_N$ в течение периода не менее 2 с.

Испытания переменным током следует проводить при использовании в основном синусоидального напряжения и на частоте в диапазоне от 15 до 100 Гц, рекомендуется как можно ближе к значению номинальной частоты.

В ходе испытаний не должны возникнуть пробой или перекрытие изоляции. Самовосстанавливающийся пробой допускается.

Когда единичный конденсатор состоит из нескольких элементов или группы элементов, соединенных параллельно, которые испытываются по отдельности, то нет необходимости повторять испытание на единичном конденсаторе.

Для полифазных конденсаторов испытательное напряжение должно быть отрегулировано соответствующим образом.

Примечание — Срабатывание предохранителей внутренних элементов допускается при условии, что допуски на емкость еще выдерживаются и не более двух предохранителей срабатывают в блоке.

9.2 Типовое испытание

Каждый конденсатор должен быть испытан переменным током при $U_t = 2{,}15U_N$ в течение 10 с.

Испытания переменным током следует проводить при использовании в основном синусоидального напряжения.

В ходе испытаний не должны возникнуть пробой или перекрытие изоляции. Самовосстанавливающийся пробой допускается

Для полифазных конденсаторов испытательное напряжение должно быть отрегулировано соответствующим образом.

Примечание — Срабатывание предохранителей внутренних элементов допускается при условии, что допуски на емкость еще выдерживаются и не более двух предохранителей срабатывают в блоке.

10 Испытание напряжением между выводами и корпусом

10.1 Стандартное испытание

Блоки, все выводы которых изолированы от корпуса, должны подвергаться испытаниям напряжением переменного тока, прилагаемым между выводами (соединенными вместе) и корпусом. Приложенное напряжение должно составлять $2U_N + 2$ кВ или 3 кВ, в зависимости от того, какое из них выше, в течение 10 с или на 20 % выше с длительностью не менее 2 с.

Если единичные конденсаторы должны подсоединяться напрямую к ЛЭП, а также при наличии соглашения между изготовителем и покупателем, испытание выполняется напряжением 6 кВ.

В ходе испытаний не должны возникнуть пробой или перекрытие изоляции.

Испытание выполняется, даже если в ходе эксплуатации один из выводов предназначен для подсоединения к корпусу.

Трехфазные единичные конденсаторы, имеющие емкость отдельных фаз, могут испытываться по отношению к корпусу, когда все выводы соединены вместе. Единичные конденсаторы, имеющие один вывод, постоянно подсоединенный к корпусу, не должны подвергаться этому испытанию.

Если корпус блока изготовлен из изоляционного материала, это испытание не проводят.

Если конденсатор имеет отдельные фазы или секции, испытание изоляции между фазами или секциями должно проводиться при таком же напряжении, как при испытаниях между выводами и корпусом, с теми же требованиями.

10.2 Типовое испытание

Блоки, все выводы которых изолированы от корпуса, должны подвергаться испытаниям в соответствии с 10.1 в течение 1 мин.

Испытание единичных конденсаторов, имеющих один вывод, который постоянно подсоединен к корпусу, должно ограничиваться проходными изоляторами(ом) и корпусом (без элементов) или полностью изолированным единичным элементом с аналогичной внутренней изоляцией.

Если корпус конденсатора изготовлен из изоляционного материала, испытательное напряжение должно прилагаться между выводами и металлической фольгой, плотно обернутой вокруг поверхности корпуса.

Испытание следует проводить в сухих условиях для конденсаторов, применяющихся в помещениях, и с использованием искусственного дождя (см. IEC 60060-1) для конденсаторов, используемых снаружи.

В ходе испытаний не должны возникнуть пробой или перекрытие изоляции.

Конденсаторы, предназначенные для установки снаружи могут быть подвергнуты только сухим испытаниям.

Изготовитель в этом случае должен предоставить отдельный отчет об испытаниях, демонстрирующий, что проходной изолятор с корпусом, если он используется, выдерживает мокроразрядное напряжение.

Примечание — Для фильтрующих конденсаторов напряжение, появляющееся на выводах конденсатора, всегда выше, чем напряжение сети.

Для фильтрующих конденсаторов при условии, что арифметическая сумма среднеквадратичных значений гармонического напряжения не превышает в 0,5 раза номинальное напряжение сети, испытательное напряжение между выводами и корпусом относится к номинальному напряжению сети, к которой подсоединен фильтр (а не к напряжению, появляющемуся на выводах конденсатора).

Если превышен коэффициент в 0,5 раза, то испытательное напряжение между выводами и корпусом относится к номинальному напряжению конденсатора.

11 Испытание внутреннего разрядного устройства

Сопротивление внутреннего разрядного устройства, при его наличии, должно быть проверено либо путем измерения сопротивления, либо измерением скорости разряда (см. раздел 22). Выбор метода предоставляется изготовителю.

Данное испытание следует проводить после испытания напряжением в соответствии с разделом 9.

12 Испытание на герметичность

Блок (неокрашенный) должен подвергаться испытаниям, позволяющим эффективно определять любую утечку в корпусе и в проходных изоляторах. Выбор метода испытаний предоставляют изготовителю, который должен дать описание метода.

Если изготовитель не определил методику испытаний, следует использовать описанную ниже методику.

Разряженные конденсаторные блоки нагревают таким образом, чтобы все их части достигли температуры, не менее чем на 20 °С превышающей максимальную температуру охлаждающего агента согласно таблице 1, и выдерживают блоки при этой температуре в течение 2 ч. Утечки не должно возникнуть.

Рекомендуется использовать подходящий индикатор утечки.

Примечание — Если конденсатор не содержит жидкий материал при температуре испытаний, испытания могут быть отменены.

13 Испытание на термостабильность

Единичный конденсатор, который подвергается испытаниям, помещается между двумя другими конденсаторами с теми же номинальными характеристиками, на которые подается питание с напряжением, аналогичным напряжению контрольного конденсатора. Альтернативным образом могут использоваться два балластных конденсатора, каждый из которых имеет резисторы. Утечка тока в резисторах должна регулироваться до такого значения, при котором температура корпуса балластных конденсато-

ров около верхних противоположных торцевых частей равна или выше, чем температура той же части контрольного конденсатора. Расстояние между блоками должно соответствовать нормальному расстоянию, указанному в инструкции изготовителя.

Сборка должна быть помещена в неподвижную воздушную среду (без принудительной вентиляции) в нагретый кожух в наиболее неблагоприятном термальном положении в соответствии с указаниями изготовителя для установки по месту. Температура окружающего воздуха должна поддерживаться на уровне (или выше) соответствующего значения, приведенного в таблице 2. Она должна контролироваться с помощью термометра, имеющего тепловую временную константу, равную приблизительно 1 ч.

Термометр окружающего воздуха должен быть экранирован таким образом, чтобы он в минимальной степени был подвержен возможному тепловому излучению от трех образцов, на которые подано напряжение.

Таблица 2 — Температура окружающего воздуха при испытании на термостабильность

Обозначение	Температура окружающего воздуха, °С
A	40
B	45
C	50
D	55

После того как все части конденсатора приобрели температуру окружающего воздуха, конденсатор должен подвергнуться на срок не менее 48 ч испытанию переменным током при использовании в основном синусоидального напряжения. Напряжение в течение последних 24 ч испытаний следует регулировать, чтобы обеспечить расчетную мощность на основе измеренной емкости (см. 7.1), которая будет в 1,44 раза больше номинальной мощности.

Испытание останавливается при обеспечении одного из следующих условий:

- в течение 6 ч температура корпуса, измеренная в точке, которая соответствует $^2/_3$ высоты от низа (исключая выводы), не должна увеличиваться более чем на 1 °С. В этом случае результаты испытания считаются положительными;
- если повышение температуры в течение трех успешных периодов по 6 ч не уменьшается по величине. В этом случае испытание считается непройденным.

В конце испытания на термостабильность разница между измеренной температурой корпуса и температурой окружающего воздуха должна быть зарегистрирована.

До и после проведения испытаний емкость должна быть измерена (см. 7.1) при стандартной температуре испытаний (см. 5.2), и эти два измерения должны быть скорректированы по одной и той же температуре диэлектрика. В результате этих измерений не должно выявиться изменение емкости более 2 %.

Измерение тангенса угла потерь ($\tan \delta$) должно быть выполнено до и после испытания на термостабильность при температуре (25 ± 5) °С.

Значение второго измерения тангенса угла потерь не должно превышать первое более чем на $2 \cdot 10^{-4}$.

При интерпретации результатов измерений должны учитываться два фактора:

- повторяемость измерений;
- факт того, что внутренние изменения в диэлектрике могут вызвать небольшое изменение емкости, без пробоя какого-либо элемента конденсатора, или произошло перегорание предохранителя.

При проверке, удовлетворены ли условия потери емкости или температурные условия, должны учитываться колебания напряжения, частота и температура окружающего воздуха в ходе испытаний. По этой причине рекомендуется нанести на график эти параметры, а также тангенс угла потерь и увеличение температуры как функцию времени.

Конденсаторы, предназначенные для эксплуатации с частотй 60 Гц, могут испытываться при 50 Гц, а также конденсаторы, предназначенные для работы с частотой 50 Гц, могут испытываться при 60 Гц при условии, что прикладывается указанная мощность. Для конденсаторов с номинальной частотой менее 50 Гц условия испытаний должны быть согласованы между покупателем и изготовителем.

Примечание — Для полифазных конденсаторов допускаются две возможности:
- использование трехфазного источника;
- изменение внутренних соединений, чтобы иметь только одну фазу с этой мощностью с тем же выходом.

14 Измерение тангенса угла потерь (tan δ) конденсатора при повышенной температуре

14.1 Процедура измерения

Потери конденсатора (tan δ) измеряются в конце испытания на термостабильность (см. раздел 13). Измерительное напряжение должно соответствовать напряжению испытания на термостабильность.

14.2 Требования

Значение tan δ, измеренное в соответствии с 14.1, не должно превышать значения, заявленного изготовителем в отношении температуры и напряжения испытаний, или значения, согласованного между изготовителем и покупателем.

15 Испытание на грозоразрядное напряжение между выводами и корпусом

Только конденсаторы, имеющие все выводы, изолированные от корпуса, подлежат таким испытаниям.

Импульсное испытание выполняется с использованием волны от 1,2/50 до 5/50 мкс, имеющей пиковое значение 8 кВ, если номинальное напряжение конденсатора равно $U_N \leq 690$ В или имеет максимальное значение 12 кВ, если $U_N > 690$ В.

Если конденсаторы предназначены для прямого подсоединения к подвергающимся воздействию установкам, таким как воздушные линии, и по соглашению между изготовителем и потребителем импульсное испытание выполняется с использованием волны длиной от 1,2/50 до 5/50 мкс, имеющей максимальное значение 15 кВ, если номинальное напряжение конденсатора составляет $U_N \leq 690$ В, или имеющей максимальное значение, равное 25 кВ, если $U_N > 690$ В.

Три импульса с положительной полярностью, за которыми следуют три импульса с отрицательной полярностью, прикладывают между выводами, объединенными вместе и соединенными с корпусом.

После смены полярности допускается прикладывать некоторые импульсы с меньшей амплитудой перед приложением испытательных импульсов.

Отсутствие провала напряжения в ходе испытания должно быть проверено с помощью осциллографа, который используется для регистрации напряжения и проверки формы волны.

Если корпус конденсатора изготовлен из изолирующего материала, то испытательное напряжение должно прикладываться между выводами и металлической фольгой, которая плотно обернута вокруг корпуса конденсатора.

Примечание — Частичный разряд в изоляции корпуса может проявляться в результате изменения формы волны между различными импульсами.

16 Испытание на разряд

Конденсаторы заряжаются постоянным током, а затем разряжаются через зазор, расположенный насколько возможно близко к конденсатору.

Должно произойти пять таких разрядов в течение 10 мин.

Испытательное напряжение должно быть равно $2U_N$.

В течение 5 мин после этого испытания конденсатор должен подвергнуться испытанию напряжением между выводами (см. 9.1).

Емкость должна быть измерена перед проведением испытаний на разряд и после. Измерения не должны различаться по количеству случаев, соответствующих либо пробою элементов, либо плавлению внутренних предохранителей, или более чем на 2 %.

Для полифазных конденсаторов испытания выполняются следующим образом:

- в случае конденсаторов с трехфазным соединением «треугольником», два вывода необходимо закоротить и испытание проводить между третьим выводом и закороченными выводами при $2U_N$;

- в случае конденсаторов с трехфазным соединением «звездой» испытание должно проводиться между двумя выводами, а третий вывод остается неподсоединенным. Испытательное напряжение должно составлять $4U_N/\sqrt{3}$, чтобы достигнуть одного и того же испытательного напряжения на элементах.

Если первый пик испытательного тока превышает значение $200I_N$ (r.m.s.), его можно поддерживать на этом предельном уровне посредством внешней катушки.

17 Испытание на старение

Применяют соответствующий раздел IEC 60831-2.

18 Испытание на самовосстановление

Применяют соответствующий раздел IEC 60831-2.

19 Испытание на разрушение

Применяют соответствующий раздел IEC 60831-2.

20 Максимально допустимое напряжение

20.1 Длительные напряжения

Конденсаторы должны быть пригодны для эксплуатации с напряжением, указанным в таблице 3 (см. также разделы 29 и 32).

Таблица 3 — Допустимые уровни напряжения в ходе эксплуатации

Тип	Коэффициент напряжения · U_N среднеквадратичное	Максимальная продолжительность	Комментарии
Частота промышленной сети	1,00	Непрерывная	Наивысшее среднее значение в течение любого периода подачи питания на конденсатор. Для периодов подачи питания менее чем 24 ч возможны исключения, как показано ниже (см. раздел 29)
Частота промышленной сети	1,10	8 ч каждые 24 ч	Регулирование и колебания напряжения сети
Частота промышленной сети	1,15	30 мин каждые 24 ч	Регулирование и колебания напряжения сети
Частота промышленной сети	1,20	5 мин	Повышение напряжения при осветительной нагрузке (см. раздел 29)
Частота промышленной сети	1,30	1 мин	—
Частота промышленной сети плюс гармоники	Поэтому ток не превышает значение, приведенное в разделе 21 (см. также разделы 33 и 34)		

Следует отметить, что эксплуатация конденсаторов от перегрузки, даже в пределах ограничений, указанных выше, может отрицательно влиять на долговечность этих конденсаторов. Допускается, что перенапряжения, приведенные в таблице 3 и имеющие значения, превышающие $1{,}15U_N$, возникают 200 раз за срок службы конденсатора.

20.2 Коммутационные напряжения

Включение конденсаторной батареи с помощью выключателя без повторных зажиганий, как правило, приводит к возникновению переходного перенапряжения, первый пик которого превышает приложенное напряжение (среднеквадратичную величину) не более чем в $2\sqrt{2}$ раза в течение интервала времени, равного максимум половине периода.

При таких условиях проведение примерно 5000 операций переключения в год считают приемлемым с учетом того факта, что некоторые из них могут осуществляться, когда внутренняя температура конденсатора менее 0 °С, но находится в пределах температурной категории [соответствующий переходной ток перегрузки может достигать пиковой величины, кратной $100I_N$ (см. раздел 33)].

В случае конденсаторов, переключаемых чаще, величины амплитуды перенапряжения и длительности переходных токов перегрузки должны быть ограничены более низкими пределами (см. раздел 34).

Эти ограничения и/или понижения должны быть согласованы между изготовителем и покупателем.

21 Максимально допустимый ток

Конденсаторные блоки должны быть пригодны для непрерывной работы при максимальном эффективном значении линейного тока, который превышает в 1,3 раза номинальный синусоидный ток и номинальную частоту, за исключением переходных токов. Принимая во внимание допуски по емкости $1{,}1C_N$, максимальный ток может достигать $1{,}43I_N$.

Эти значения коэффициентов токов перегрузки предназначены для учета комбинированного влияния гармоник, перенапряжений, допуска на емкость и повышения частоты в соответствии с 20.1.

22 Разрядное устройство

Должно быть предусмотрено внутреннее или внешнее по отношению к конденсаторам устройство, предназначенное для разрядки всех конденсаторов/конденсаторных батарей в течение 3 мин до 75 В или ниже от начального пикового напряжения, равного $\sqrt{2}$ -кратному номинальному напряжению U_N.

Между конденсаторным блоком и разрядным устройством не должно быть выключателей, плавких предохранителей или других размыкающих устройств.

Разрядное устройство не является заменой короткого замыкания выводов конденсатора и заземления выводов перед работой с ними.

Конденсаторы, подключенные напрямую и постоянно к другому электротехническому оборудованию, обеспечивающему путь разряда, считаются надлежащим образом разряженными при условии, что характеристики цепи обеспечивают разряд конденсатора в течение промежутка времени, указанного выше.

Необходимо обратить внимание на тот факт, что в некоторых странах требуют сокращения времени разряда и остаточного напряжения. В этом случае покупатель должен предоставить изготовителю соответствующую информацию.

Разрядные цепи должны иметь адекватную допустимую токовую нагрузку для разряда конденсатора с уровня максимального перенапряжения $1{,}3U_N$ в соответствии с разделом 20.

Поскольку остаточное напряжение при подаче электропитания не должно превышать 10 % от номинального напряжения (см. 4.1), то могут потребоваться разрядные резисторы с меньшим сопротивлением или дополнительные переключаемые разрядные устройства в случае, если конденсаторы имеют автоматическое управление.

Примечание — Формула для расчета разрядного сопротивления дана в приложении В.

23 Соединения корпуса

Для фиксирования потенциала металлического корпуса конденсатора и обеспечения возможности выдержать ток замыкания на землю в случае пробоя на корпус металлический корпус должен быть снабжен соединением, способным выдержать ток замыкания на землю.

24 Защита окружающей среды

Если конденсатор заполнен материалами, которые не должны быть диспергированы в окружающую среду, должны быть приняты соответствующие меры предосторожности. Во многих странах существуют юридические требования в этом отношении (см. 26.3). Блоки и батареи должны иметь соответствующую маркировку, если это требуется.

Продукты горения контактных выводов должны быть экологически приемлемыми. Самогасящиеся материалы с минимальным индексом воспламеняемости раскаленной проволокой (GWFI) на уровне 750 °С должны использоваться для выводов (см. IEC 60695-2-12).

25 Дополнительные требования безопасности

Покупатель должен указать при запросе любые специальные требования по отношению к нормам техники безопасности, которые действуют в стране, в которой будет установлен конденсатор.

26 Маркировка конденсаторного блока

26.1 Табличка с техническими данными

На каждом конденсаторе (либо непосредственно на нем, либо на табличке) должна быть нанесена несмываемым способом следующая информация:

a) изготовитель;

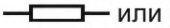
b) идентификационный номер и год изготовления (год может быть частью идентификационного номера или в кодированной форме);

c) номинальная мощность Q_N в киловольт-амперах реактивных (квар). Для трехфазных конденсаторов должна быть указана суммарная мощность (см. приложение В);

d) номинальное напряжение U_N в вольтах (В);

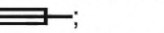
e) номинальная частота f_N в герцах (Гц);

f) температурная категория;

g) разрядное устройство, если оно внутреннее, должно быть указано словами или обозначением  или посредством номинального сопротивления в килоомах (кОм) или мегаоммах (МОм);

h) способность к самовосстановлению, в случае самовосстанавливающихся конденсаторов, указывают словами «САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЙСЯ (SELF-HEALING)», «SH» или символом ;

i) обозначение типа соединения (все конденсаторы, за исключением однофазных конденсаторов, имеющих лишь одну емкость, должны иметь обозначение их соединения. В отношении стандартных обозначений типов соединений см. 26.2);

j) плавкие предохранители, если включены, должны обозначаться словами или условным обозначением ;

k) указание на избыточное давление или термовыключатель, если такой выключатель установлен;

l) уровень изоляции U_i в киловольтах (кВ) (только для конденсаторов, имеющих все изолированные от корпуса выводы).

Уровень изоляции должен быть помечен двумя числами, разделенными чертой, первое число представляет собой эффективное значение испытательного напряжения промышленной частоты в киловольтах, а второе число представляет собой максимальное значение испытательного напряжения грозового импульса в киловольтах (например, 3/15 кВ).

Для конденсаторов, имеющих один вывод, постоянно подсоединенный к корпусу и не испытанный по разделу 15, такая информация обозначается как 3/- кВ;

m) ссылка на IEC 60831-1 (а также год выпуска варианта).

Для конденсаторов фильтра должна быть дана ссылка на приложение А.

Для небольших конденсаторов, которые постоянно соединены вместе изготовителем или представителем изготовителя для формирования батареи конденсаторов или крупных конденсаторов, некоторые из вышеприведенных изделий, могут быть исключены. В данном случае батарея должна иметь табличку с полными техническими данными.

Предупреждение должно иметь следующий вид: «Внимание: выждать 5 минут после отключения подачи питания перед обслуживанием».

Покупатель должен указать любые дополнительные требования по маркировке.

26.2 Стандартные обозначения соединений

Тип соединения должен указываться либо буквами, либо с помощью следующих символов:

D или  — треугольник;

Y или  — звезда;

YN или  — звезда, с выведенной нейтралью;

III или  — три секции без внутрисхемных соединений.

26.3 Предупредительная табличка

Когда конденсаторы пропитываются продуктами, которые не должны попадать в окружающую среду (см. раздел 24), то на конденсаторе должна быть нанесена маркировка в соответствии с положениями действующих в стране потребителя законов или нормативно-правовых актов, потребитель обязан информировать изготовителя о таких законах или нормативно-правовых актах.

27 Маркировка конденсаторной батареи

27.1 Инструкция по эксплуатации или паспортная табличка

Следующая минимальная информация должна быть представлена изготовителем в инструкции по эксплуатации или альтернативным образом — по запросу покупателя, на табличке с техническими данными:

a) наименование изготовителя;

b) номинальная мощность Q_N в киловарах (квар) (указывают общую мощность);

c) номинальное напряжение U_N в вольтах (В);

d) обозначение типа соединения (в отношении стандартных обозначений соединения см. 26.2; обозначение типа соединения может быть частью упрощенной схемы электрических соединений);

e) минимальное время, которое требуется для отсоединения и повторного включения батареи конденсаторов;

f) вес в килограммах (кг).

Примечание — Выбор между табличкой с техническими данными и инструкцией по эксплуатации остается за покупателем.

27.2 Предупредительная табличка

Подраздел 26.3 также распространяется и на батарею конденсаторов.

28 Общие положения

В отличие от большинства электрических устройств, шунтирующие конденсаторы при подаче питания работают непрерывно с полной нагрузкой или с нагрузкой, которая отклоняется от своего значения только в результате вариаций напряжения и частоты.

Перегрузка и чрезмерный нагрев сокращают ресурс конденсатора, и поэтому необходимо жестко контролировать условия работы (т. е. температуру, напряжение и ток).

Следует отметить, что включение в систему сосредоточенной емкости может создать неудовлетворительные условия работы (например, усиление гармоник, самовозбуждение установки, перенапряжение из-за комутации, неудовлетворительную работу устройства дистанционного управления на звуковой частоте и т. п.).

Из-за различных типов конденсаторов и многочисленных имеющихся факторов невозможно охватить простыми правилами установку и эксплуатацию во всех возможных случаях. Информация, приведенная ниже, касается наиболее важных моментов, которые должны учитываться. Кроме того, должны выполняться инструкции изготовителя и организаций, отвечающих за электроснабжение, особенно те, которые касаются коммутации конденсаторов, когда сеть под осветительной нагрузкой.

29 Выбор номинальных значений напряжения

Номинальное напряжение конденсатора должно быть, по крайней мере, равным рабочему напряжению сети, к которой конденсатор должен быть подсоединен, учитывается влияние самого конденсатора.

В некоторых сетях может существовать значительная разница между промышленным и номинальным напряжением сети, информация об этом должна быть предоставлена покупателем, чтобы изготовитель обеспечил соответствующие допуски. Это имеет значение для конденсаторов, поскольку чрезмерное повышение напряжения на диэлектрике конденсатора может отрицательно повлиять на рабочие параметры и ресурс конденсатора.

Там, где элементы схемы включены последовательно с конденсатором с целью снижения влияния гармоник и т. п., результирующее увеличение напряжения на выводах конденсатора выше рабочего напряжения сети вызывает необходимость соответствующего увеличения номинального напряжения конденсатора.

Если отсутствует информация об обратном, то величина промышленного напряжения принимается как равная номинальному (или заявленному) напряжению сети.

При определении напряжения на выводах конденсатора, должны учитываться следующие факторы:

a) конденсаторы с параллельным соединением могут вызвать повышение напряжения от источника до точки, где они находятся (см. приложение B); это повышение напряжения может быть выше из-за наличия гармоник. Поэтому конденсаторы обязаны работать при напряжении, превышающем то, которое было измерено перед подсоединением к конденсаторам;

b) напряжение на выводах конденсатора может быть очень высоким в условиях осветительной нагрузки (см. приложение B); в таких случаях некоторые или все конденсаторы должны быть выключены из схемы, чтобы не допустить перегрузки конденсаторов и чрезмерного повышения напряжения в сети.

Только в аварийной ситуации конденсаторы должны эксплуатироваться с максимальным допустимым напряжением и максимальной температурой окружающей среды одновременно, и только кратковременно.

Чрезмерный запас прочности при выборе величины номинального напряжения U_N устанавливать не допускается, поскольку это приведет к уменьшению мощности, по сравнению с номинальной мощностью.

Примечание — См. раздел 20 относительно максимального допустимого напряжения.

30 Рабочая температура

30.1 Общие положения

Необходимо обратить внимание на рабочую температуру конденсатора, поскольку это сильно влияет на его ресурс. Температура локального перегрева является определяющим фактором, однако сложно измерить эту температуру практически.

Температура, превышающая верхнее предельное значение, ускоряет электрохимическое разрушение диэлектрика.

30.2 Установка

Конденсаторы должны устанавливаться таким образом, что имеется адекватное рассеивание тепла за счет конвекции и излучения тепла, образуемого за счет потерь конденсатора.

Вентиляция аппаратной, а также компоновка единичных конденсаторов должны обеспечить хорошую циркуляцию воздуха вокруг каждого конденсатора. Это имеет особое значение для конденсаторов, устанавливаемых последовательно один над другим.

Температура конденсаторов, подверженных воздействию солнечной радиации, или любой поверхности с высокой температурой будет увеличиваться. В зависимости от температуры охлаждающего воздуха, интенсивности охлаждения и продолжительности излучения, может потребоваться выбрать одну из следующих мер:

- защитить конденсаторы от излучения;
- выбрать конструкцию конденсатора, предназначенной для более высокой температуры окружающего воздуха (например, категория –5/B вместо –5/A, конструкция которой более пригодна);

- использовать конденсаторы с номинальным напряжением более высоким, чем указано в разделе 29.

Конденсаторы, установленные на большой высоте (более 2000 м) столкнуться с уменьшенным рассеянием тепла, которое необходимо учитывать при определении мощности конденсаторов [см. пункт e), раздел 31].

30.3 Высокая температура окружающего воздуха

Конденсаторы, обозначенные символом C пригодны для различных сфер применения в условиях тропиков. В некоторых местах, тем не менее, температура окружающего воздуха может быть таковой, что потребуется конденсатор с символом D. Такой конденсатор также может потребоваться для случаев, когда конденсаторы часто подвергаются воздействию излучения солнца в течение нескольких часов (например, в пустынных районах), даже если температура окружающей среды не превышена (см. 30.2).

В исключительных случаях максимальная температура окружающей среды может превышать 55 °C либо дневная средняя температура может быть выше 45 °C. Там, где возможно усилить охлаждение, должны использоваться конденсаторы специальной конструкции.

30.4 Оценка потерь

Если необходимо оценить потери, то потери, образующиеся за счет вспомогательного оборудования, такого как внешние предохранители, реакторы и т. п., должны быть включены в расчет суммарных потерь батареи.

31 Специальные условия эксплуатации

Помимо условий, преобладающих в обоих предельных значениях температурной категории (см. 30.1), наиболее важные условия, о которых должен быть проинформирован изготовитель, следующие.

a) Высокая относительная влажность

Может потребоваться использование изоляторов специальной конструкции. Стоит обратить внимание на возможность использования внешних предохранителей, которые могут параллельно включиться за счет отложений влаги на этих предохранителях.

b) Быстрое образование плесени

Плесень не образуется на металлах, керамических материалах и некоторых разновидностях лакокрасочных материалов. Для других материалов плесень может образовываться на влажных местах, особенно там, где может оседать пыль, и т. п.

Использование противогрибковых веществ может улучшить поведение этих материалов, однако такие вещества сохраняют свое действие лишь в течение определенного времени.

c) Атмосфера, способствующая коррозии

Атмосфера, способствующая коррозии, может формироваться в промышленных и прибрежных зонах. Следует отметить, что в климатических зонах с высокой температурой воздействие такого рода атмосферы может быть более сильным, чем в зонах с более умеренным климатом. Атмосфера, активно способствующая коррозии, может присутствовать даже в помещениях.

d) Загрязнение

Когда конденсаторы монтируются в местах с высоким уровнем загрязненитя, то необходимо предпринимать особые меры предосторожности.

e) Высота над уровнем моря, превышающая 2000 м

Конденсаторы, использующиеся на высоте над уровнем моря, превышающей 2000 м, должны отвечать специальным условиям. Выбор типа осуществляют на основе соглашения между покупателем и изготовителем.

32 Перенапряжение

Коэффициенты перенапряжения приведены в разделе 20.

На основе соглашения с изготовителем коэффициент перенапряжения может быть увеличен, если расчетное количество перенапряжений ниже либо если температурные условия менее суровые. Эти пределы отклонения напряжения и частоты действительны при условии, что на них не накладыва-

ются переходные перенапряжения. Максимальное напряжение не должно превышать в $\sqrt{2}$ раза указанное эффективное значение.

Конденсаторы, которые должны подвергаться высокому перенапряжению за счет молний, должны иметь соответствующую защиту. Если используются молниезащитные разрядники, то они должны располагаться как можно ближе к конденсаторам.

Могут потребоваться специальные разрядники для компенсации тока разряда конденсатора, особенно от крупных конденсаторных батарей.

Когда конденсатор на постоянной основе подсоединен к двигателю, то могут возникнуть трудности после отсоединения двигателя от источника питания. Электродвигатель, все еще вращаясь, может действовать как генератор за счет самовозбуждения и может увеличить напряжение, которое будет значительно превышать напряжение сети.

Этого тем не менее можно избежать, убедившись в том, что ток конденсатора меньше, чем ток намагничивания электродвигателя; рекомендуется значение на уровне примерно 90 %. В качестве меры предосторожности не допускается дотрагиваться до токоведущих деталей электродвигателя, к которым постоянно подсоединен конденсатор, до того как электродвигатель остановиться.

Примечание 1 — Поддерживающееся за счет самовозбуждения напряжение после отключения электроустановки представляет большую опасность для индукционных генераторов, а также для электродвигателей с тормозной системой, которая эксплуатируется за счет потери напряжения (например, двигатели лифтов).

Примечание 2 — Если электродвигатель останавливается мгновенно после отсоединения от источника питания, компенсация может превышать 90 %.

Когда конденсатор подсоединен к электродвигателю, соединенному с пусковым переключателем со звезды на треугольник, то схема должна быть такой, чтобы не могло возникнуть перенапряжения при работе стартера.

33 Токи перегрузки

Конденсаторы не должны эксплуатироваться с током, превышающим максимальное значение, указанное в разделе 21.

Токи перегрузки могут быть вызваны либо повышенным напряжением при базисной частоте, либо гармониками, либо обоими факторами. Основными источниками гармоник являются выпрямители, силовая электроника и насыщенные сердечники трансформатора.

Если напряжение повышается конденсаторами в момент осветительной нагрузки, то насыщение сердечников трансформатора может быть значительным. В этом случае генерируются аномальные по величине гармоники, одна из которых может быть усилена за счет резонанса между трансформатором и конденсатором. Поэтому рекомендуется отсоединять конденсаторы в момент осветительной нагрузки [см. перечисление b) раздела 29].

Если ток конденсатора превышает максимальное значение, указанное в разделе 21, в то время как напряжение находится в допустимых пределах $1{,}10U_N$, указанных в разделе 20, то должна быть определена преобладающая гармоника, чтобы найти оптимальную меру коррекции.

Необходимо проанализировать следующие возможные корректирующие меры:

a) перемещение некоторых или всех конденсаторов в другие части системы;

b) подсоединение реактора последовательно к конденсатору, к нижней резонансной частоте схемы, значение которой ниже, чем у возмущающих гармоник;

c) повышение значения емкости, когда конденсатор подсоединен вблизи силовых полупроводников.

Форма волны напряжения и характеристики сети должны быть определены до и после установки конденсатора. Когда имеются источники гармоник, такие как крупные полупроводники, то следует соблюдать особую осторожность.

Переходные токовые перегрузки высокой амплитуды и частоты могут возникать, когда конденсаторы коммутируются в цепь. Такие переходные эффекты можно ожидать, когда секция батареи конденсаторов подсоединяется параллельно к другим секциям, которые уже подключены к питанию (см. приложение B).

Может потребоваться уменьшить эти переходные токовые перегрузки до приемлемых значений по отношению к конденсатору и оборудованию путем включения конденсаторов через резистор (ком-

мутация через сопротивление) или за счет включения реакторов в цепь электропитания каждой секции батареи.

Если в конденсаторах есть плавкие предохранители, то максимальное значение токовой перегрузки за счет коммутирования ограничивается максимальным $100/_N$ (эффективное значение).

34 Коммутация, защитные устройства и соединения

Коммутационные и защитные устройства, а также соединители должны конструироваться, чтобы выдерживать непрерывно ток, в 1,3 раза превышающий ток, который был бы получен синусоидным напряжением с эффективным значением, равным номинальному напряжению при номинальной частоте. Поскольку конденсатор может иметь емкость, равную 1,1 от значения его номинальной мощности (см. 7.2), то этот ток может иметь максимальное значение 1,3 · 1,1 раза от номинального тока.

Более того, гармонические компоненты, если они присутствуют, могут в большей степени способствовать нагреву, чем соответствующий базисный компонент, из-за скин-эффекта.

Коммутирующие, защитные устройства и соединители должны выдерживать электродинамические и термальные напряжения, вызываемые переходными токовыми перегрузками высокой амплитуды и частоты, возникающими при включении.

Такие переходные явления можно ожидать, когда конденсатор (единичный или батарея) коммутируется параллельно с другими конденсаторами, к которым уже подключено питание. На практике принято увеличивать индуктивное сопротивление соединений, чтобы уменьшить переключающий ток, хотя это увеличивает суммарные потери. Необходимо соблюдать осторожность, чтобы не превысить максимально допустимый переключающий ток.

Когда учет электродинамических и термальных напряжений приводит к завышенным размерам, то необходимо соблюдать меры предосторожности, такие как те, которые указаны в разделе 33, с целью защиты от токовой перегрузки.

В определенных случаях, как, например, в случае автоматического управления конденсаторами, могут возникнуть операции повторной коммутации через сравнительно короткие интервалы. Должна быть выбрана коммутационная аппаратура и предохранители, способные выдержать эти условия (см. раздел 22).

Прерыватели, подсоединенные к той же шине, которая также соединена с батареей конденсаторов, могут подвергаться особому напряжению в случае коммутации, близкой к короткому замыканию.

Прерыватели для коммутации параллельных батарей должны выдерживать ток пусковой мощности (по амплитуде и частоте), который возникает, когда одна батарея подсоединена к шине, к которой уже подсоединены другие батареи.

Рекомендуется защищать конденсаторы от токовых перегрузок с использованием пригодных реле максимальной токовой защиты, которые регулируются с целью управления размыкателями цепи, когда ток превышает допустимый предел, указанный в разделе 21. Плавкие предохранители, как правило, не обеспечивают приемлемую защиту от перегрузок по току.

В зависимости от конструкции конденсаторов, их емкость будет варьироваться в большей или меньшей степени с учетом температуры.Необходимо обратить внимание на тот факт, что емкость может быстро меняться после подачи питания на холодные конденсаторы. В этом случае работа защитных устройств может оказаться ненужной.

Если используются реакторы с железным сердечником, необходимо обратить внимание на возможное насыщение и перегрев сердечника за счет гармоник.

Любые плохие контакты в цепях конденсатора могут привести к образованию электрической дуги, вызывая высокочастотные колебания, которые могут привести к перегреву и перенапряжению конденсаторов. Поэтому рекомендуется проводить регулярный осмотр всех контактов конденсаторного оборудования.

35 Выбор пути утечки

В настоящее время эти требования отсутствуют.

36 Конденсаторы, подсоединенные к системам с дистанционным управлением сигналами на звуковой частоте

Импеданс конденсаторов на звуковой частоте очень низкий. Когда они подсоединяются к системам, имеющим дистанционное управление на звуковой частоте, то может произойти перегрузка передатчика дистанционного управления и неудовлетворительная работа.

Существуют различные методы избежать этих недостатков. Выбор наилучшего метода должен быть сделан на основе соглашения между всеми заинтересованными сторонами.

37 Электромагнитная совместимость (ЭМС)

37.1 Эмиссия

При нормальных условиях эксплуатации силовые конденсаторы по настоящему стандарту не генерируют электромагнитных возмущений. Поэтому требования к электромагнитной эмиссии считаются выполненными, и нет необходимости подтверждать это испытаниями.

Считается, что самовосстановление после пробоя не создает электромагнитной эмиссии, поскольку такое воздействие замыкается накоротко параллельной емкостью.

Из-за уменьшения импеданса конденсаторов с частотой необходимо выполнить измерения, чтобы избежать неприемлемого влияния на пульсирующие системы управления.

При использовании конденсаторов и индуктивного сопротивления в сети, в которой имеется нагрузка гармоническим напряжением или током, необходимо соблюдать осторожность, т. к. гармоники могут быть усилены.

37.2 Помехоустойчивость

37.2.1 Общие положения

Силовые конденсаторы предоставляются для среды с ЭМС в жилых, коммерческих, и освещенных промышленных зонах (подача осуществляется напрямую с низким напряжением от распределительных электросетей), а также в промышленных зонах (являющихся частью внутренних низковольтных промышленных сетей).

В нормальных условиях эксплуатации считаются имеющими отношение следующие требования и испытания на помехоустойчивость.

37.2.2 Низкочастотные помехи

Конденсаторы должны быть пригодны для непрерывной работы в присутствии гармоник и взаимных гармоник в пределах, предусмотренных разделами 2 и 3 IEC 61000-2-2. Испытание на подтверждение не требуется.

Примечание — Чтобы выполнить требования раздела 20 и 21, следует использовать индуктивное сопротивление последовательно с конденсаторами.

37.2.3 Кондуктивные и высокочастотные помехи

Высокая емкость силовых конденсаторов поглощает проводимые скачки напряжения и высокочастотные возмущения, исключая их вредное воздействие. Степень опасности не превышает уровень 3 по IEC 61000-4-1, требование считается выполненным, и подтверждение испытанием не требуется.

37.2.4 Электростатические разряды

Силовые конденсаторы не чувствительны к электростатическим разрядам. Степень опасности не превышает уровень 3 по IEC 61000-4-1, требование считается выполненным, и подтверждение испытанием не требуется.

37.2.5 Магнитные помехи

Силовые конденсаторы не чувствительны к магнитным помехам. Степень опасности не превышает уровень 3 по IEC 61000-4-1, требование считается выполненным, и подтверждение испытанием не требуется.

37.2.6 Электромагнитные помехи

Силовые конденсаторы не чувствительны к электромагнитным помехам. Степень опасности не превышает уровень 3 по IEC 61000-4-1, требование считается выполненным, и подтверждение испытанием не требуется.

Приложение А
(обязательное)

Дополнительные определения, требования и испытания для конденсаторов сетевых фильтров

При установлении требований в отношении фильтровых конденсаторов (см. раздел 1) применяют настоящий стандарт с учетом положений настоящего приложения.

А.1 Термины и определения

А.1.1 **полосовой и высокочастотный фильтровый конденсатор, фильтровый конденсатор** (band-pass and high-pass filter capacitor, filter capacitor): Конденсатор (или конденсаторная батарея) которая, при подсоединении других компонентов, таких как реактор(ы) и резистор(ы), обеспечивает низкий импеданс для одного или нескольких синусоидальных токов.

А.1.2 **номинальное напряжение U_N** [rated voltage (см. 3.14), U_N]: Арифметическая сумма среднеквадратичных напряжений, возникающих из базисных и гармонических частот.

А.1.3 **номинальная мощность Q_N** [rated output (см. 3.13), Q_N]: Арифметическая сумма мощности, сгенерированной базисной частотой и гармониками.

А.1.4 **номинальный ток I_N** [rated current (см. 3.16), I_N]: Корень квадратный из суммы квадратов номинального тока на базисной и гармонической частоте.

Примечание 1 — Для дополнительного оборудования, такого как шины и т. п., должны учитываться среднеквадратичные значения для всех значений тока.

А.2 Требования к качеству и испытаниям

А.2.1 Допуски по емкости

Для фильтровых конденсаторов, особенно для полосовых фильтров, рекомендуется использовать симметричные допуски и для единичных конденсаторов и для батарей конденсаторов.

Стандартные конденсаторы имеют несимметричное поле допуска (см. 7.2). Этот факт необходимо учитывать при определении значения емкости и допусков.

При определении допусков батарей конденсаторов в фильтровом конденсаторе должны учитываться следующие факторы:

- допуски сопутствующего оборудования, особенно реактора(ов);
- вариации базисной частоты в сети, к которой подсоединен фильтровый конденсатор;
- вариация емкости за счет температуры окружающей среды и нагрузки;
- допустимое кратковременное варьирование емкости в ходе, например, нагрева, или нестандартных условий эксплуатации;
- варьирование емкости за счет работы внутренней защиты, если имеется.

А.2.2 Испытание напряжением между выводами (см. раздел 9)

Испытание переменным напряжением.

Для фильтровых конденсаторов:

$U_t = 2{,}15U_N$,

где U_N — номинальное напряжение, которое определено для фильтровых конденсаторов.

А.2.3 Испытание на термостабильность (см. раздел 13)

Если для фильтровых конденсаторов $1{,}44Q_N$ меньше мощности, которая определена для $1{,}1U_N$ на базисной частоте, то должно использоваться второе значение испытательного напряжения в испытании на термостабильность.

А.3 Перегрузки — максимально допустимый ток (см. раздел 21)

Для фильтровых конденсаторов максимально допустимый ток должен быть согласован между покупателем и изготовителем.

А.4 Маркировка — инструкция по эксплуатации или паспортная табличка (см. 27.1)

Для фильтровых конденсаторов рекомендуется отрегулированную гармоническую частоту маркировать после номинальной частоты, например:

50 Гц + 250 Гц (узкополосный фильтр);

50 Гц + 550/650 Гц (широкополосный фильтр);

50 Гц + ≥ 750 Гц (фильтр верхних частот).

А.5 Руководство по установке и эксплуатации — выбор номинальных значений напряжения (см. раздел 29)

Реактор, соединенный последовательно с фильтровым конденсатором, вызовет нарастание напряжения на выводах конденсатора при напряжении базисной частоты.

Приложение В
(справочное)

Формулы для конденсаторов и установок

В.1 Расчет мощности трехфазных конденсаторов на основе трех измерений однофазной емкости

Емкость, измеренная между любыми двумя линейными выводами трехфазного конденсатора с соединением треугольником или звездой, обозначается как C_a, C_b, и C_c. Если выполнены требования симметрии, указанные в 7.2, то мощность Q конденсатора может быть вычислена с необходимой точностью на основе следующей формулы:

$$Q = \frac{2}{3}\left(C_a + C_b + C_c\right)\omega U_{N^2} \cdot 10^{-12},$$

где C_a, C_b и C_c выражены в микрофарадах (мкФ);

U_N выражено в вольтах (В);

Q выражена в мегаварах (Мвар).

В.2 Резонансная частота

Конденсатор будет в режиме резонанса с гармониками в соответствии со следующей формулой, в которой n представляет собой целое число:

$$n = \sqrt{\frac{S}{Q}},$$

где S — мощность короткого замыкания (МВА) в месте установки конденсатора;

Q выражена в мегаварах (Мвар);

n — гармоническое число, которое представляет собой отношение между резонансной гармоникой в герцах (Гц) и частотой сети в герцах (Гц).

В.3 Повышение напряжения

Подсоединение шунтирующего конденсатора вызовет установившееся повышение напряжения, которое определяется следующим выражением:

$$\frac{\Delta U}{U} \approx \frac{Q}{S},$$

где ΔU — нарастание напряжения в вольтах (В);

U — напряжение до подсоединения конденсатора в вольтах (В);

S — мощность короткого замыкания (МВА) в месте установки конденсатора;

Q выражена в мегаварах (Мвар).

В.4 Импульсные переходные токи

В.4.1 Включение единичного конденсатора

$$\hat{I}_S \approx I_N\sqrt{\frac{2S}{Q}},$$

где $\hat{I}_S$ — максимальный бросок тока конднсатора в амперах (А);

I_N — номинальный ток конденсатора (среднеквадратичный) в амперах (А);

S — мощность короткого замыкания (МВА) в месте установки конденсатора;

Q выражена в мегаварах (Мвар).

В.4.2 Включение конденсаторов параллельно с конденсатором(ами) под напряжением

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

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

где $\hat{I}_S$ — максимальный бросок тока конднсатора в амперах (А);

U — фазное напряжение в вольтах (В);

X_C — емкостное сопротивление с последовательным соединением на фазу в омах (Ом);

X_L — идуктивное сопротивление на фазу между батареями в омах (Ом);

f_S — частота броска тока в герцах (Гц);

f_N — номинальная частота в герцах (Гц).

В.4.3 Разрядное сопротивление в однофазных конденсаторах или однофазных или полифазных конденсаторах

$$R \le \frac{t}{k \cdot C \cdot \ln\left(\frac{U_N\sqrt{2}}{U_R}\right)},$$

где t — время разряда с $U_N\sqrt{2}$ до U_R в секундах (с);

R — равно сопротивлению разряда в мегаомах (МОм)

C — номинальная емкость в микрофарадах (мкФ) на фазу;

U_N — номинальное напряжение конденсатора в вольтах (В);

U_R — допустимое остаточное напряжение в вольтах (В) (см. раздел 22 по пределам t и U_R);

k — коэффициент, зависящий от способа соединения резисторов с конденсатором (см. рисунок В.1).

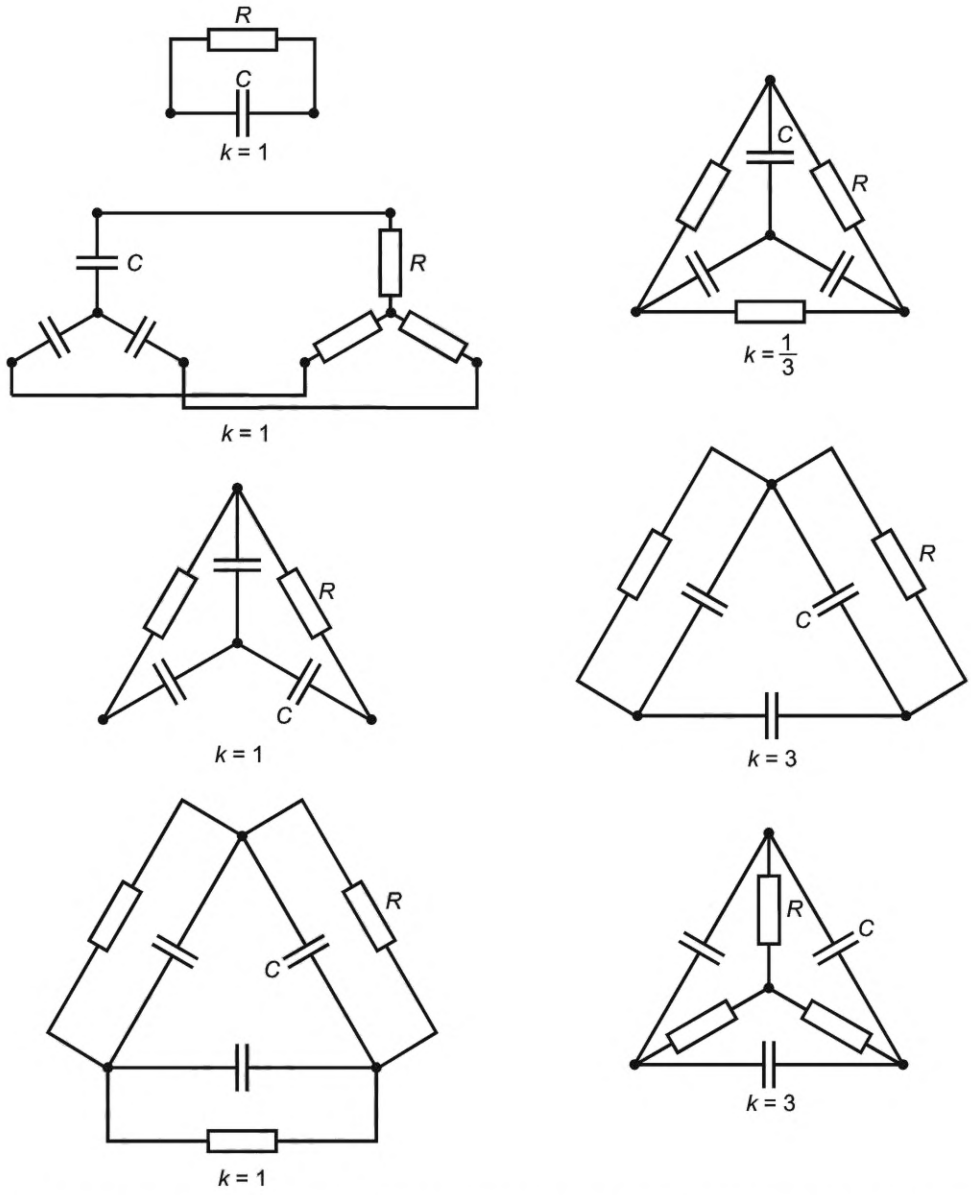


Рисунок В.1 — Значения *k* в зависимости от способа соединения резисторов с единичными конденсаторами

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 60060-1:2010	—	*
IEC 60269-1:2006	—	*, [1)]
IEC 60831-2:2014	IDT	ГОСТ IEC 60831-2—2017 «Конденсаторы шунтирующие силовые самовосстанавливающиеся для установки в сети переменного тока на номинальное напряжение до 1000 В включительно. Часть 2. Испытания на старение, самовосстановление и разрушение»
IEC 60695-2-12:2010	—	*
IEC 61000-2-2:2002	—	*
IEC 61000-4-1:2006	—	*

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта:

- IDT — идентичный стандарт.

[1)] Действует ГОСТ IEC 60269-1—2016 «Предохранители плавкие низковольтные. Часть 1. Общие требования», идентичный IEC 60269-1:2014.

Библиография

[1]	IEC 60273:1990	Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with nominal voltages greather than 1000 V (Изоляторы штыревые внутренней и наружной установки для систем с номинальным напряжением свыше 1000 В. Технические характеристики)
[2]	IEEE Std 824-1994	IEEE Standard for Series Capacitors in Power Systems (Стандарт IEEE для Серия конденсаторов в системах электроснабжения)
[3]	IEEE Paper PE-009PRD (09-2000)	Considerations for the Application of Series Capacitors to Radial Power Distribution Circuits. Series Capacitor Working Group of the IEEE Capacitor Subcommittee
[4]	ANSI C29.9:1983	American National Standard for Wet-Process Porcelain Insulators (Apparatus, Post type)
[5] I	IEC 60050-436:1990	International electrotechnical vocabulary — Chapter 436: Power capacitors (Международный электротехнический словарь. Глава 436. Силовые конденсаторы)
[6]	IEC 60050-601:1985	International Electrotechnical Vocabulary — Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity — General (Международный электротехнический словарь. Глава 601. Производство, передача и распределение электроэнергии. Общие положения)
[7]	IEC 60050-604:1987	International Electrotechnical Vocabulary — Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity — Operation (Международный электротехнический словарь. Глава 604. Получение, передача и распределение электроэнергии. Эксплуатация)
[8]	IEC 60060-2:1994	High-voltage test techniques — Part 2: Measuring systems (Методы испытаний высоким напряжением. Часть 2. Измерительные системы)
[9]	IEC 60721-2-6:1990	Classification of environmental conditions — Part 2: Environmental conditions appearing in nature/ Earthquake vibration and shock (Классификация состояний окружающей среды. Часть 2. Состояния окружающей среды, возникающие в природе. Вибрации и подземные толчки от землетрясений)
[10]	IEC 60110-1:1998	Eingeschraenkter sachlicher Geltungsbereich in Abschnitt 1(Scope) (Конденсаторы силовые для установок индукционного нагрева. Часть 1. Общие положения)
[11]	IEC 60143-1 (parts 1—4)	Series capacitors for power systems (Конденсаторы, включаемые последовательно, для энергосистем)
[12]	IEC 60252-1:2001	AC motor capacitors — Part 1: General — Performance, testing and rating — Safety requirements — Guide for installation and operation (Конденсаторы двигателей переменного тока. Часть 1. Общие положения. Эксплуатационные характеристики, испытания и номинальные значения. Требования безопасности. Руководство по установке и применению)
[13]	IEC 60358-1	Coupling capacitors and capacitor dividers — Part 1: General rules (Конденсаторы разделительные и емкостные делители. Часть 1. Общие правила)
[14]	IEC/TR 60996:1989	Method for verifying accuracy of tan delta measurements applicable to capacitors [Конденсаторы. Метод проверки точности измерений потерь перехода (тангенс дельта)]
[15]	IEC 61048:1991	Auxiliaries for lamps — Capacitors for use in tubular fluorescent and other discharge lamp circuits — General and safety requirements (Устройства вспомогательные для ламп. Конденсаторы, используемые в цепях трубчатых люминесцентных и других разрядных ламп. Общие требования и требования безопасности)
[16]	IEC 61049:1991	Capacitors for use in tubular fluorescent and other discharge lamp circuits — Performance requirements (Конденсаторы, используемые в цепях трубчатых люминесцентных и других разрядных ламп. Требования к эксплуатационным характеристикам)
[17]	IEC 61071 (all parts)	Capacitors for power electronics (Конденсаторы силовые электронные)

УДК 621.319:006.354 МКС 29.120.99
31.060.70 IDT

Ключевые слова: конденсаторы, батареи канденсаторов, требования безопасности, методы испытаний, классификация, руководство по установке и эксплуатации

Редактор *Е.В. Якубова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 21.12.2023. Подписано в печать 18.01.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4.18. Уч.-изд. л. 3,38.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

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