НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КОНДЕНСАТОРЫ СИЛОВЫЕ ДЛЯ УСТАНОВОК ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА
Часть 1
Общие положения

СТ РК IEC 60110-1-2012

IEC 60110-1:1998 Power capacitors for induction heating installations Part 1: General (IDT)

Издание официальное

Комитет технического регулирования и метрологии Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан (Госстандарт)

Астана

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН И ВНЕСЕН республиканским государственным предприятием «Казахстанский институт стандартизации и сертификации» Комитета технического регулирования и метрологии

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Председателя Комитета технического регулирования и метрологии Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан от 08 октября 2012 года № 472-од

3 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60110-1:1998 Power capacitors for induction heating installations. Part 1: General (Силовые конденсаторы для установок индукционного нагрева. Часть 1. Общее положение).

Международный стандарт IEC 60110-1:1998 подготовлен Технически комитетом IEC 33: Силовые конденсаторы.

Сведения справочного характера, внесенные для пояснения применения ссылочного стандарта, выделены разряженным шрифтом. Ссылочные международные стандарты актуализированы.

Перевод с английского языка (en).

Перевод произведен РГП «КазИнСт», Рег. № 022/2186 от 16.05.2012.

Официальный экземпляр международного стандарта IEC 60110-1:1998, на основе которого подготовлен настоящий стандарт и международных стандартов, на которые даны ссылки в тексте, имеются в Едином Государственном фонде нормативных технических документов.

В дополнительном Приложении Д.А приведены сведения о соответствии национальных стандартов, ссылочным международным стандартам.

Степень соответствия – идентичная (IDT)

4 В настоящем стандарте реализованы положения Закона Республики Казахстан «О техническом регулировании» от 9 ноября 2004 года № 603-II и Постановления Правительства Республики Казахстан от 23 января 2009 года № 42 Об утверждении Технического регламента «Требования к безопасности низковольтного оборудования»

5 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ 2018 год
ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ 5 лет
6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в указателе «Нормативные документы по стандартизации Республики Казахстан», а текст изменений - в ежемесячных информационных указателях «Государственные стандарты». В случае пересмотра (отмены) или замены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в информационном указателе «Государственные стандарты»

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета технического регулирования и метрологии Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КОНДЕНСАТОРЫ СИЛОВЫЕ ДЛЯ УСТАНОВОК ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА
Часть 1
Общие положения

Дата введения 2013-07-01

1 Общие положения

1.1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на конденсаторные установки и конденсаторы, используемые в помещениях, предназначенные для коррекции мощности при индукционном нагреве и аналогичного применения, с управляемой или регулируемой системой переменного тока, при частоте электрической цепи 50 кГц и с номинальным напряжением не более 3,6 кВ.

Дополнительные требования для конденсаторов, защищенных встроенными предохранителями, приведены в IEC 60110-2.

Настоящий стандарт не распространяется на следующие конденсаторы:

- конденсаторы для силовых систем (см. IEC 60143);
- конденсаторы для двигателей (см. IEC 60252);
- конденсаторы разделительные и емкостные делители (см. IEC 60358);
- шунтирующие конденсаторы самовосстанавливающегося типа систем переменного тока с номинальным напряжением до 1000 В (см. IEC 60831);
- шунтирующие конденсаторы для переменного тока энергетических систем с номинальным напряжением выше 1000 В (см. IEC 60871);
- шунтирующие конденсаторы не самовосстанавливающегося типа систем переменного тока с номинальным напряжением до 1000 В (см. IEC 60931);
- конденсаторы небольшого переменного тока, которые используются для люминесцентных и газоразрядных ламп (см. IEC 61048 и IEC 61049);
- конденсаторы для использования в мощных электронных системах (см. IEC 61071);
- конденсаторы для микроволновых печей (см. IEC 61270);
- конденсаторы для подавления электромагнитных помех (в стадии рассмотрения);
- конденсаторы, предназначенные для использования с напряжением постоянного тока с наложением напряжения переменного тока.

Вспомогательные устройства, такие как изоляторы, включатели, измерительные трансформаторы, предохранители и так далее, должны быть в соответствии со стандартами IEC.

Целью стандарта является:

a) установить единые правила в отношении производства, испытаний и оценки соответствия;

b) определить технику безопасности;

c) обеспечить руководством по установке и эксплуатации.

1.2 Нормативные ссылки

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

IEC 60050-436:1990[1)] International electrotechnical vocabulary; chapter 436: power capacitors (Международный электротехнический словарь. Глава 436: Силовые конденсаторы)

IEC/TS 60110-2:2000[1)] Power capacitors for induction heating installations - Part 2: Ageing test, destruction test and requirements for disconnecting internal fuses (Конденсаторы силовые для генераторных установок индукционного нагрева. Часть 2. Испытание на старение, испытание на разрушение и требования к испытанию на отключение внутренних предохранителей)

IEC 60143 (все части)[1)] Series capacitors for power systems (Конденсаторы, включаемые последовательно, для энергосистем).

IEC 60831 (все части) Shunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 1000 V (Конденсаторы шунтирующие силовые самовосстанавливающегося типа для систем переменного тока на номинальное напряжение до 1000 В).

IEC 60871 (все части) [1)] Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1000 V (Конденсаторы шунтирующие для энергосистем переменного тока на номинальное напряжение свыше 1000 В).

IEC 60931(все части) [1)] Shunt power capacitors of the non-self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 1000 V (Конденсаторы шунтирующие силовые несамовосстанавливающегося типа для систем переменного тока на номинальное напряжение до 1000 В).

IEC 60996:1998[1)] Method for verifying accuracy of tan delta measurements applicable to capacitors (Конденсаторы. Метод проверки точности измерений потерь перехода (тангенс дельта)).

1.3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины с соответствующими определениями:

1.3.1 Элемент (конденсаторный) [(capacitor) element]: Элемент электрической цепи, предназначенный для использования его электрической емкости, состоящий в основном из двух электродов, разделенных диэлектриком.

[IEC 436-01-03][2)]

1.3.2 Модуль (конденсаторов) [(capacitor) unit]**:** Сборка одного или нескольких конденсаторных элементов в одном корпусе с вынесенными выводами.

[IEC 436-01-04][2)]

1.3.3 Конденсатор самовосстанавливающийся [self-healing capacitor]**:** Конденсатор, электрические свойства которого после местного пробоя диэлектрика быстро и, в основном, самостоятельно восстанавливаются.

[IEC 436-03-12] [2)]

1.3.4 Блок (конденсаторов) [(capacitor) bank]**:** Несколько конденсаторов соединенных таким образом, чтобы действовать совместно.

[IEC 436-01-06] [1)]

1.3.5 Конденсатор [capacitor]**:** В настоящем стандарте, слово конденсатор используется, когда не нужно использовать конкретные обозначения, такие как модуль конденсаторов или блок конденсаторов.

1.3.6 Конденсаторная установка [capacitor installation]**:** Один или несколько конденсаторов и относящееся к ним вспомогательное электрооборудование

[1)] Применять в соответсвии с СТ РК 1.9 и [7].

[2)] Порядковое обозначения термина в международном стандарте IEC 60050-456:1990 [Глава-Раздел-Порядковый номер].

(выключатели, разъединители, разрядные резисторы, устройства регулирования, защиты и т. п.) и ошиновки.

[IEC 436-01-07] [1)]

1.3.7 Разрядное устройство (конденсатора) [discharge device (of a capacitor)]: Устройство, которое при присоединении к конденсатору может уменьшать напряжение между выводами практически до нуля в течение установленного времени после того, как конденсатор был отключен от сети.

[IEC 436-03-15] [1)]

1.3.8 Встроенный предохранитель (конденсатора) [internal fuse (of a capacitor)]: Предохранитель установленный внутри модуля конденсатора, последовательно с каждым элементом или группой элементов. [IEC 436-03-16]

1.3.9 Устройство от избыточного давления (конденсатора) [overpressure device (of a capacitor)]: Устройство, предназначенное для передачи сигнала или отключения конденсатора в случае аномального увеличения внутреннего давления.

[IEC 436-03-17] [1)]

1.3.10 Устройство от перегрева (конденсатора) [overtemperature device (of a capacitor)]: Устройство, предназначенное для передачи сигнала или отключения конденсатора в случае предельного увеличения внутренней температуры.

1.3.11 Линейный вывод [line terminal]: Вывод, который будет подключен к линии.

[IEC 436-03-01] [1)]

1.3.12 Номинальная емкость (конденсатора), C_N [rated capacitance (of a capacitor) (C_N)]: Значение емкости, на которое рассчитан конденсатор.

[IEC 436-01-12] [1)]

1.3.13 Номинальная мощность (конденсатора), Q_N [rated voltage (of a capacitor) (U_N)]: Реактивная мощность, получаемая при номинальных значениях емкости, частоты и напряжения (или тока).

[IEC 436-01-16] [1)]

1.3.14 Номинальное напряжение (конденсатора), U_N [rated output (of a capacitor) (Q_N)]: Действующее значение переменного напряжения, на которое рассчитан конденсатор.

[IEC 436-01-15] [1)]

1.3.15 Номинальная частота (конденсатора), f_N [rated frequency (of a capacitor) (f_N)]: Наибольшая частота, на которую рассчитан конденсатор.

[IEC 436-01-14] [1)]

ПРИМЕЧАНИЕ Если конденсатор предназначен для использования в определенном диапазоне частот, то f_N является наивысшей частотой диапазона.

1.3.16 Номинальный ток (конденсатора), I_N [rated current (of a capacitor) (I_N)]: Действующее значение переменного тока при номинальном значении напряжения и частоты.

[IEC 436-01-13] [1)]

1.3.17 Потери конденсатора [capacitor losses]: Активная мощность, рассеиваемая в конденсаторе.

[IEC 436-04-10] [1)]

ПРИМЕЧАНИЕ Должны быть включены все компоненты потерь, например:

- для модуля, диэлектрические потери, встроенных плавких предохранителей, внутренних разрядных резисторов, соединений и т.д.;
- для блока, потери от модуля, наружных плавких предохранителей, шин, разрядных резисторов и т.д.

[1)] Порядковое обозначения термина в международном стандарте IEC 60050-456:1990 [Глава-Раздел-Порядковый номер].

1.3.18 Тангенс угла диэлектрических потерь (конденсатора), tan δ [tangent of the loss angle (of a capacitor): **tan δ**(abbreviation)]: Соотношение эквивалентного последовательного сопротивления к емкостному сопротивлению конденсатора при установленных значениях синусоидального переменного напряжения и частоты.

[IEC 436-04-11] [1)]

1.3.19 Максимальное допустимое напряжение переменного тока (конденсатора), U_{max} [maximum permissible a.c. voltage (of a capacitor) (U_{max})]**:** Максимально допустимое напряжение, которое конденсатор может выдержать в течение заданного времени в определенных условиях.

[IEC 436-04-07] [1)]

1.3.20 Максимально допустимый переменный ток (конденсатора), I_{max} [maximum permissible a.c. current (of a capacitor) (I_{max})]**:** Максимально допустимая величина переменного тока, которую конденсатор может выдержать в течение заданного времени в определенных условиях.

[IEC 436-04-09] [1)]

1.3.21 Температура окружающего воздуха [ambient air temperature]**:** Температура воздуха на предполагаемом месте расположения конденсатора.

1.3.22 Температура охлаждения воздуха [cooling air temperature]**:** Температура охлаждающего воздуха измеряется в самых горячих точках блока, в стационарных условиях, посредине между двумя устройствами. Если только один блок, то для него это температура, измеренная в точке примерно 0,1 м от корпуса конденсатора и две трети высоты от основания.

1.3.23 Стационарное состояние [steady-state condition]**:** Тепловое равновесие достигается за счет конденсатора при постоянной мощности и при постоянных условиях охлаждения.

1.3.24 Остаточное напряжение [residual voltage]**:** Оставшееся напряжение между выводами конденсатора в течение определенного времени и после отключения питания.

1.3.25 Максимальное напряжение для оборудования, U_m [highest voltage for equipment (U_m)]**:** Среднеквадратичное значение синусоидального напряжения, на которое рассчитана изоляция между соединенными вместе выводами и корпусом.

ПРИМЕЧАНИЕ Для получения дополнительной информации см. 6.8.

1.3.26 Температура воздуха вокруг конденсатора с водяным охлаждением [air temperature around water-cooled capacitors]**:** Температура воздуха измеряется в самой горячей точке, 0,05м над конденсаторами, во время работы конденсаторов.

1.3.27 Температура воздуха выходного канала для конденсатора с принудительным охлаждением [outlet air temperature for forced-ventilated capacitors]**:** Температура охлаждающего воздуха, измеренная в самой горячей точке, на выходе из конденсатора

1.3.28 Температура воздуха входного канала для конденсатор с принудительным охлаждением [inlet air temperature for forced-ventilated capacitors]**:** Температура охлаждающего воздуха, измеренная в середине входного канала в точке, где рассеяние тепла конденсатора не оказывает влияния.

1.3.29 Повышение температуры корпуса для конденсаторов с воздушным охлаждением конденсаторов [container temperature rise for air-cooled capacitors]: Разница температуры между самой горячей точкой корпуса и температурой охлаждающего воздуха.

[1)] Порядковое обозначения термина в международном стандарте IEC 60050-456:1990 [Глава-Раздел-Порядковый номер].

1.4 Условия эксплуатации

1.4.1 Стандартные условия эксплуатации

Настоящий стандарт устанавливает требования для конденсаторов, предназначенных для использования в следующих условиях:

1.4.1.1 Остаточное напряжение при подключении энергии

Остаточное напряжение не должно превышать10 % от номинального напряжения (см. 1.3.14).

1.4.1.2 Высота над уровнем моря

Высота не должна превышать 1000 м.

1.4.1.3 Категории по температуре

Конденсаторы делятся на категории по температуре. Каждая категория характеризуется нижним пределом температуры конденсатора, при котором он может быть включен:

- минус 25 ^{0}C;
- минус 10 ^{0}C;
- 0 ^{0}C.

Верхний предел охлаждающей среды приведен в Таблице 1.

Таблица 1 – Верхний предел температуры охлаждающе среды

Тип охлаждения	Максимальная температура охлаждающей среды в течение неограниченного времени, ^{0}C		
	Температура охлаждающего воздуха (1.3.22)	Температура выходного канала охлаждающей среды (1.3.27)	Температура вокруг конденсатора (1.3.26)
Естественное воздушное охлаждение (ЕВ)	40 45	- -	- -
Принудительное воздушное охлаждением (ПВ)	- -	40 45	- -
Водяное охлаждение (ВО)	- -	40 45	50 -
ПРИМЕЧАНИЕ Если не оговорено специально, то выбор метода устанавливает производитель конденсаторов.			

1.4.2 Иные условия эксплуатации

Настоящий стандарт не распространяется на конденсаторы, для которых условия эксплуатации между изготовителем и покупателем оговорены специально (по договоренности).

2 Требования к качеству и испытаниям

2.1 Требования к испытаниям

2.1.1 Общее положение

В настоящем разделе указаны требования для конденсаторных установок и конденсаторных элементов.

Требования к изоляторам, выключателям, измерительным трансформаторам, внешним предохранителям и т. д., должны устанавливаться по соответствующим стандартам IEC.

2.1.2 Условия проведения испытания

За исключением особо указанных случаев, для конкретного испытания или измерения, температура диэлектрика конденсатора должна быть в диапазоне от 5 ^{0}C до 35 ^{0}C. В тех случаях, когда должна применяться коррекция измеренных значений к значениям при контрольной температуре 20 ^{0}C, при отсутствии особых случаев договоренности между изготовителем и покупателем. Предполагается, что температура диэлектрика модуля такая же, как и температура окружающей среды при условии, что конденсатор находится в отключенном состоянии при постоянной температуре окружающего воздуха в течение соответствующего периода времени.

Испытания переменным током и измерения проводят на частоте 50 Гц или 60 Гц, независимо от номинальной частоты конденсаторов, за исключением особо указанных случаев.

2.2 Классификация испытаний

2.2.1 Приемо-сдаточные испытания

a) Измерение емкости (см. 2.3).

b) Измерение тангенса угла диэлектрических потерь (tan δ) конденсатора (см. 2.4).

c) Испытание напряжением между выводами (см. 2.5).

d) Испытание напряжением между выводами и корпусом (см. 2.6.1).

e) Испытание разрядного устройства конденсатора, при его наличии (см. 2.7).

f) Испытание на герметичность (см. 2.8).

g) Испытание на герметичность охлаждающих каналов, при наличии (см. 2.12.1).

Последовательность вышеуказанных испытаний не обязательна.

Приемо-сдаточные испытания должны проводиться изготовителем на каждом конденсаторе при поставке, кроме особо оговоренных случаев.

2.2.2 Типы испытаний

a) Испытание на тепловую стабильность (см. 2.9).

b) Испытание на потери конденсатора (см. 2.10).

c) Измерение емкости в зависимости от температуры (см. 2.11), при необходимости.

d) Испытание на напряжение между выводами и корпусом (см. 2.6).

e) Испытание на самовосстановление для самовосстанавливающихся конденсаторов (см. 2.13).

f) Испытание разрядами на короткое замыкание (см. 2.14).

g) Испытание на изнашивание (см. IEC 60110-2).

h) Испытание на разрушение (см. IEC 60110-2).

i) Испытание срабатывание встроенных предохранителей, при их наличии (см. IEC 60110-2).

j) Испытание на герметичность охлаждающих каналов, при их наличии (см. 2.12.2).

Типовые испытания проводятся для того, чтобы убедиться, что конденсаторы соответствуют заданным характеристикам, изложенным в настоящем стандарте.

Типовые испытания должны проводиться на идентичных по конструкции конденсаторах с поставляемыми конденсаторами или на конденсаторах, конструкция и технология которых не отличается от них, но могут так или иначе повлиять на свойства, которые будут проверены типовым испытанием.

Не обязательно, чтобы все типовые испытания проводились на одном и том же конденсаторном модуле, они могут проводиться на различных модулях, имеющих те же самые характеристики.

Последовательность типовых испытаний не указывается.

2.2.3 Проверка на соответствие нормативным документам

Приемо-сдаточные и(или) типовые испытания, или частично выбранные из них, могут быть проверены изготовителем по договоренности с покупателем.

Виды испытаний, количество образцов подвергнувшиеся таким испытаниям, критерии приемки и протоколы испытаний должны быть согласованны между изготовителем и покупателем и указываться в договоре.

2.3 Измерение емкости

2.3.1 Метод измерения

Емкость измеряется при напряжении от $0{,}9 \cdot U_N$ до $1{,}1 \cdot U_N$ и частоте питающей сети по 2.1.2, используя метод, который исключает погрешности, связанные с гармонической волной или с внешними подключениями к конденсатору, такими как реакторы и блокировки цепей в измерительной цепи.

Другие условия испытаний могут быть согласованны между изготовителем и покупателем, такие как использование низковольтного моста, когда конденсатор превышает мощность моста при номинальном напряжении. Точность метода измерения и значения номинального напряжения и частоты должны указываться.

Измерение емкости проводится после испытания напряжением между выводами (см. 2.5).

2.3.2 Допустимые отклонения емкости

Допустимые отклонения значений емкостей, измеренных в условиях, указанных в 2.3.1.

Емкость при контрольной температуре (см. 2.1.2) не должна отличаться от номинальной емкости более чем:

- от минус 5 % до 10 % для модуля или блока с количеством модулей до четырех;
- от 0 % до 10 % для блока с пятью или более модулями.

Сумма отдельных емкостей между выводами конденсатора должна быть в пределах предписанного допускаемого отклонения значений для конденсатора.

2.4 Измерение тангенса угла диэлектрических потерь (tan δ) конденсатора

Тангенс угла диэлектрических потерь (tan δ) измеряется при напряжении в 0,9 до 1,1 раз выше номинального напряжения и частотой питающей сети по 2.1.2, используется метод, исключающий погрешности, вследствие гармонической волны или с внешними подключениями для измерения конденсатора, таких как реакторы и блокировки цепей в измерительной цепи.

Другие условия для измерения могут быть согласованны между изготовителем и покупателем.

Измерения должны проводиться после испытания напряжением между выводами (см. 2.5).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 При измерении большого числа маленьких конденсаторов статистическая выборка может быть использована для измерения (tan δ). План статистической выборки должен быть согласован между изготовителем и покупателем.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Значение (tan δ) некоторых видов диэлектриков является функцией активизации времени перед измерениями. Напряжение и активизация времени должны быть согласованны между изготовителем и покупателем.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Измерительное оборудование должно быть откалибровано по IEC 60996 или другим способом давая такую же точность.

2.5 Испытание напряжением между выводами (типовая проверка)

Каждый конденсатор должен подвергаться испытанию по 2.5.1 или по 2.5.2. При отсутствии договоренности, выбор остается за изготовителем.

Самовосстанавливающиеся конденсаторы должны испытываться в соответствии с 2.5.1. Во время испытаний не допускаются проколы и пробои. В самовосстанавливающихся конденсаторах могут произойти самовосстанавливающиеся процессы.

2.5.1 Испытание переменным током

Испытание переменным током проводится с синусоидальным напряжением, $2{,}0U_N$ и на промышленной частоте в течение 10 секунд.

В случае многосекционных конденсаторов с общим выводом, каждая секция поверяется по отдельности.

Для конденсаторов с внутренними последовательными соединениями не допускается пробой любого внутреннего элемента и отказ работы предохранителей. Это может быть обнаружено путем предварительного измерения емкости, с пониженным напряжением не выше 0,15 U_N. Воспроизводимость (повторяемость) измерения должна быть такой, при которой можно обнаружить пробитый элемент или сработавший предохранитель.

ПРИМЕЧАНИЕ Действие внутреннего предохранителя допускается при условии, что допустимые отклонения емкости встречаются, но не более чем два плавких предохранителя на каждый модуль, и в конденсаторе нет внутренних последовательных соединений.

2.5.2 Испытание постоянным током

Испытание постоянным током проводится при напряжении равном $4{,}0 \cdot U_N$, продолжительностью в 10 секунд.

ПРИМЕЧАНИЕ См. Примечание в 2.5.1.

2.6 Испытание напряжением между выводами и корпусом

2.6.1 Приемо-сдаточные испытания

Модули, имеющие изолированные от корпуса выводы, должны подвергаться напряжению переменного тока между выводами (соединенными вместе) и корпусом $2{,}15 \cdot U_m$ (см. 1.3.25) на промышленной частоте (см. 2.1.2), при напряжении как минимум 2000 В, в течение 10 секунд.

Во время испытаний не допускаются искрения и пробои.

Испытание должно проводиться, даже если в процессе эксплуатации один из выводов предназначен быть в соединении с корпусом. Модули, имеющие один вывод постоянно соединенный с корпусом не должны подвергаться этому испытанию.

В тех случаях, когда корпус модуля состоит из изоляционного материала это испытание должно быть пропущено

Если конденсатор разделен на секции, испытание изоляции между секциями должно проводиться тем же напряжением, что и испытание напряжением между выводами, с теми же параметрами.

2.6.2 Типовое испытание

Модули, имеющие изолированные выводы, должны подвергаться испытанию в соответствии с 2.6.1, с продолжительностью в 60 секунд.

Если корпус сделан из изоляционного материала, то испытуемое напряжение должно быть приложено между выводами и металлической фольгой тесно завернутой вокруг поверхности корпуса.

2.7 Испытание сопротивления внутреннего разрядного устройства

Сопротивление внутреннего устройства разряда, при его наличии, должно быть проверенно, либо измерением сопротивления, либо скоростью разряда (см. 4.2). Испытание должно быть проведено после испытания напряжением по 2.5.1.

2.8 Испытание на герметичность

Устройство должно быть подвержено испытанию, которое позволит определить любые утечки корпуса и изолятора(ов). Способ испытания выбирается и описывается изготовителем.

Если способ испытания изготовителем не заявлен, применяется следующее испытание.

Температура конденсаторных установок и всех вспомогательных устройств должны быть не ниже 20 ^{0}C, выше температуры охлаждающей среды в соответствии с Таблицей 1 и должны выдерживаться при данной температуре в течение 2 часов.

Не должно происходить утечки.

Рекомендуется использовать индикатор.

ПРИМЕЧАНИЕ Если конденсатор не содержит жидкости, то испытание на герметичность может быть пропущено.

2.9 Испытание на тепловую стабильность

Испытание проводится для демонстрации термической стабильности конденсатора при ниже описанных условиях.

2.9.1 Условия охлаждения

2.9.1.1 Конденсаторы с естественным воздушным охлаждением

Конденсаторы должны быть установлены в стандартных условиях и находиться в камере, так чтобы температура охлаждающего воздуха была на верхнем пределе или выше (см. Таблицу 1).

В течение всего испытания, температура охлаждающего воздуха (см. 1.3.22) должна проверяться термометром, с тепловой постоянной времени около 1 часа.

2.9.1.2 Конденсаторы с принудительным воздушным охлаждением

Конденсаторы должны быть установлены вертикально, в специальном канале, который, для конденсаторов с прямоугольным поперечным сечением, должен также иметь прямоугольное поперечное сечение. Размеры канала должны быть достаточными, чтобы охлаждающий воздух мог, проходить со всех сторон.

Предлагается зазор равный 0,04 м с каждой стороны конденсатора, если иное не предусмотрено заводом-изготовителем.

Канал должен располагаться под основанием корпуса конденсатора около 0,4 м и над верхней частью корпуса конденсатора около 0,1 м.

Расстояние от вентилятора до канала должно быть от 0,5 м до 1 м, чтобы обеспечить надлежащую равномерность движению воздушного потока.

Подогретый воздух может поступать снизу в канал. Температура этого воздуха регулируется таким образом, чтобы достичь верхнего предела или наивысшей температуры охлаждающего воздуха, указанной на табличке, так же измеряется скорость воздуха в средней точке между стенкой канала и конденсатора.

Точка измерения температуры воздуха измеряется непосредственно под основанием (или над верхней частью) корпуса конденсатора, необходимо принять во внимание, что погрешность в температуре корпуса конденсатора, происходящая в результате использования канала с теплоизоляционными стенками вместо аналогичного подключенного к питанию конденсатора, помещенного рядом с конденсатором, испытываемом на расстоянии равном установленному зазору, существенно не влияет на результат испытания.

Измерение температуры корпуса конденсатора должно применяться в верхней части, ниже уровня пропитки, если таковые имеются.

Стенки канала должны быть сделаны из теплоизоляционного материала.

Более подробную информацию об испытании см. Приложение А.

ПРИМЕЧАНИЕ Было подсчитано, что ошибка в температуры корпуса конденсатора в результате использования канала с теплоизоляционными стенками, вместо аналогичных стандартных конденсаторов, на расстоянии указанного зазора, существенно не влияют на результат испытаний.

2.9.1.3 Конденсаторы с водяным охлаждением

Минимальный скорость потока воды должна быть постоянной на протяжении всего испытания, температура воды на входе регулируется нагревом таким образом, чтобы температура воды на выходе, поддерживалась на одном уровне, указанном в Таблице1.

2.9.2 Электротехнические условия

Испытательная мощность должна составлять $(1{,}44 \cdot Q_N)$ для конденсаторов с номинальной частотой 40 Гц и 60 Гц и $(1{,}33 \cdot Q_N)$ для конденсаторов с номинальной частотой выше 60 ГЦ.

ПРИМЕЧАНИЕ при выборе конденсатора с партии конденсаторов с номинальной частотой 60 Гц, должен быть с наивысшим значением tan δ.

Если номинальная частота конденсатора не может быть реализована, испытания должны проводиться при частоте как можно ближе к номинальной частоте и введен соответствующий поправочный коэффициент для реактивного выхода в соответствии с применяемой испытательной частотой.

Испытательное напряжение должно быть приблизительно синусоидальной формы.

2.9.3 Продолжительность испытания и критерии

Конденсатор должен подвергнуться охлаждению и иметь электрические параметры, предусмотренные в 2.9.1 и 2.9.2 для определенного периода времени в соответствии с Таблицей 2:

За период испытания, потери конденсатора или температура корпуса конденсатора в его верхней части должны измеряться не менее четырех раз и записываться.

В течение данного периода температура корпуса над охлаждающей средой не должна увеличиваться более чем на 1 К. Когда измерение tan δ возможно, оно не должно превышать порога чувствительности измерения, который в среднем должен быть не ниже $(\pm 1 \times 10^{-4})$.

Таблица 2 – Испытание продолжительности охлаждения и активизации стабильности

Тип охлаждения	Весь период испытания на напряжение, минимум (час)	Время испытания в течение, которого конденсатор должен находиться в тепловом равновесии (час)
Естественное воздушное охлаждение	48	6
Принудительное воздушное или водяное охлаждение	12	6
ПРИМЕЧАНИЕ Для конденсаторов с водяным охлаждением с номинальными частотами свыше 60 Гц и при непродолжительной термической постоянной времени, продолжительность испытания может быть меньше, при согласовании между изготовителем и покупателем.		

Если наблюдается нестабильность, испытания должны быть продолжены, до тех пор пока не установиться равновесие или произойдет пробой.

Емкость, измеренная после испытания, связанная с той же температурой диэлектрика, не должна отличаться более чем, на 2 % от емкости измеренной до испытания.

Если конденсатор оснащен сигнализирующим или защитным устройством, данное устройство должно быть действующим, но не должно быть задействовано во время испытания.

2.10 Испытание на потери конденсатора

Потери конденсатора определяются в конце, после испытания на тепловую стабильность и после достижения термического равновесия.

2.10.1 Конденсаторы с номинальной частотой 40 Гц и 60 Гц

Для конденсаторов с номинальной частотой 40 ГЦ и 60 Гц должен быть измерен тангенс угла потерь.

Измерительное напряжение должно быть, как и при испытании на тепловую стабильность.

2.10.2 Конденсаторы с естественным и принудительным воздушным охлаждением

Для конденсаторов с естественным и принудительным воздушным охлаждением с номинальной частотой выше 60 Гц, потери испытываются по согласованию между изготовителем и покупателем.

2.10.3 Конденсаторы с водяным охлаждением с номинальной частотой выше 60 Гц

Для конденсаторов с водяным охлаждением с номинальной частотой выше 60 Гц, потери рассчитываются как разница между температурой воды на выходе и входе и скорости потока воды.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Конденсаторные потери, рассеянные охлаждающей водой, для конденсаторов с водяным охлаждением, может быть рассчитана по формуле:

$P = 70\ q\ \Delta\theta$,

$\tan\delta = P/Q$,

где P – активная мощность в Ваттах (Вт);

q – скорость потока воды в литрах в минуту, л/мин (l/min);

$\Delta\theta$- повышение температуры воды в градусах по Кельвину (К).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Конденсаторы с водяным охлаждением также рассеивают некоторое тепло в воздух со стенок корпуса. Если потери будут измеряться полностью, то конденсатор должен быть окружен изоляционным материалом во время испытания. Однако в большинстве случаев достаточно применить поправки к потерям рассеиваемой водой, используя коэффициент, полученный из предыдущего опыта.

2.10.4 Требования

Значение потерь (tan δ) измеренных или определенных в соответствии с 2.10, не должно превышать значений заявленных изготовителем или значений согласованных между изготовителем и покупателем.

2.11 Емкость в зависимости от температуры

По согласованию изготовителя и покупателя, может быть проведено испытание на зависимость емкости конденсатора от температуры.

Конденсатор должен соответствовать условиям, предусмотренным в 2.3.1.

2.12 Испытание на герметичность каналов охлаждения, при их наличии

2.12.1 Испытание на герметичность стенок охлаждения, порядок испытания

Если внутри конденсатора имеется канал охлаждения, который может протекать и не обнаруживается испытанием на герметичность конденсаторного модуля, тогда каждый

охлаждающий канал должен подвергаться испытанию на усмотрение изготовителя, которое эффективно обнаружит утечку до их сборки в конденсатор.

2.12.2 Испытание на герметичность каналов охлаждения

Изготовитель должен гарантировать, что каналы конденсатора с водяным охлаждением способны выдержать любое гидравлическое давление, которое может встретиться в нормальном режиме работы, проверяя контуры охлаждения на 150 % от указанного максимального рабочего давления в течение 5 минут.

ПРИМЕЧАНИЕ Изготовитель, по просьбе покупателя, должен обеспечивать максимальный перепад давления между входом и выходом при номинальном расходе (см. 5.1.2).

2.13 Испытание на самовосстановление (для самовосстанавливающихся конденсаторов с металлизированным диэлектриком)

Самовосстанавливающиеся конденсаторы должны иметь свойства самовосстановления. Соответствие проверяется следующим методом.

Для цепей данного испытания, емкость измеряется до и после испытания в соответствии 2.3.1.

Конденсаторы подвергаются испытанию, описанному в 2.5.1.

Если за время испытания происходит менее пяти самовосстанавливающихся пробоев (отключений), тогда должно быть увеличено напряжение не более чем на 200 В/мин, пока не произойдет пять пробоев с момента начала испытания или пока напряжение не достигнет 3,5 U_N.

Напряжение должно быт снижено в 0,8 раз от значения напряжения, при котором произошло пятое отключение или в 0,8 раз от максимального значения напряжения и должно поддерживаться в течение 10 секунд. Разрешается одно дополнительное отключение в данный период.

Конденсаторами прошедшими испытания считаются те конденсаторы, в которых не наблюдается изменение в емкости до и после испытания.

В ходе испытания самовосстанавительные процессы определяют при помощи осциллографа, звуковых или высокочастотных методах испытаний.

2.14 Испытание разрядами на короткое замыкание

Модули заряжаются постоянным током, а затем разряжаются при помощи зазора близко расположенного к конденсатору. Они подвергаются пятью такими разрядами в течение 10 минут.

Проверяемое напряжение должно быть равным ($2\times U_N$).

Емкость измеряется до и после испытания (см. 2.3.1). Измерения не должны отличаться от величины, соответствующей либо пробою элементы, либо перегоранию встроенного плавкого предохранитель или более чем на 2 %.

Для самовосстанавления конденсатора изменение емкости должно быть менее 0,5 %. Для данных конденсаторов тангенс угла диэлектрических потерь (см. 2.4) должен быть измерен до и после испытания. Увеличение tan δ не должно превышать 20 %.

2.15 Испытание на изнашивание (см. IEC 60110-2)

2.16 Испытание на разрушение (см. IEC 60110-2)

2.17 Испытание на срабатывание встроенных предохранителей, если таковые имеются (см. IEC 60110-2)

3 Перегрузки

3.1 Максимально допустимое напряжение

Конденсаторные модули не пригодны для длительного эксплуатирования при среднем квадратичном напряжении между выводами, превышающим номинальное напряжение, за исключением переходных процессов.

Продолжительность работы при напряжении не превышающем $1{,}05 \cdot U_N$ допускается до 12 часов.

Максимальное значение повторяющегося пикового напряжения не должно превышать $(1{,}05 \times \sqrt{2} \times U_N)$.

В переходных условиях, мгновенное напряжение между выводами и между выводами и корпусом не должны превышать $(2\sqrt{2} \times 1{,}05 \times U_N)$.

3.2 Напряжение включения

Выключение конденсаторов без выключателя обычно вызывает переходные перенапряжения. Первый пик не превышает $2\sqrt{2}$ раза приложенного напряжения (среднеквадратичное значение) в течение максимальной продолжительности полупериода.

Около 5000 выключений в год принимаются в данных условиях, принимая во внимание тот факт, что некоторые из них могут иметь температуру в нутрии конденсатора ниже 0 ^{0}C, но при соответствии температурной категории (соответствующий переходный сверхток может достигать пикового значения в 100 раз I_N (см. Приложение В)).

В том случае, если конденсаторы выключаются более часто, то значения амплитуды перенапряжения, продолжительность и переходный сверхток должны быть ограничены до более низких уровней (см. 6.5).

Данные ограничения и/или пониженгия должны быть согласованны между изготовителем и покупателем.

3.3 Максимально допустимый ток

Модули конденсаторов должны быть пригодны для непрерывной работы при максимальном среднеквадратичном токе, за исключением переходных процессов:

Номинальная частота f_N:	Максимально допустимый ток:
≤ 60 Гц	$1{,}2 \cdot I_N$
> 60 Гц	$1{,}15 \cdot I_N$

Эти показатели сверхтока предназначены для наблюдения за комбинированным действием гармоник, перенапряжениями, допустимыми отклонениями емкости и повышения частоты.

4 Техника безопасности

4.1 Длина пути утечки

Длина пути утечки и степень загрязнения в настоящее время находится на рассмотрении.

4.2 Разрядное устройство

Устройство должно быть либо внутри, либо снаружи конденсатора для разрядки всех конденсаторов за 3 минуты до 75 В и ниже от первоначального максимального напряжения $\sqrt{2}$ номинального напряжения U_N.

Между конденсатором и разрядным устройством не должно быть выключателей, разъединителей с предохранителем или любые другие устройства изоляции.

ПРИМЕЧАНИЕ Как приложение требующего разряда за короткое время, включен резистор разряда, который может быть использован в дополнении к защитным устройствам (см. 6.5.4).

Разрядное устройство не является заменой для закорачивания выводов конденсатора и заземления.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Условия эксплуатации выше номинального напряжения могут вызвать остаточное напряжение более 75 В.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 В некоторых странах требуется меньшее время разряда и остаточное напряжение. В таких случаях покупатель должен сообщить изготовителю.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Разрядные схемы, должны быть способны разрядить конденсатор с пиковым перенапряжением в соответствии с 3.1.

4.3 Соединения корпуса

Данный подраздел распространяется только на конденсаторы с металлическим корпусом.

Чтобы зафиксировать потенциал металлического корпуса конденсатора и сохранить способность проводить ток короткого замыкания в случае пробоя корпуса, металлический корпус должен быть оснащен соединением, способным проводить ток короткого замыкания.

4.4 Защита окружающей среды

Должны быть приняты меры предосторожности в тех случаях, когда конденсаторы пропитаны веществами, которые не должны рассеиваться в окружающую среду.

Во многих странах существуют законодательные требования в данном отношении.

Модули и блоки конденсаторов маркируются соответственно, если это требуется.

4.5 Дополнительные требования по безопасности

Во время запроса покупатель должен указать специальные требования относительно инструкций по безопасности, применяемые в стране, в которой конденсатор будет устанавливаться.

5 Маркировка

5.1 Маркировка конденсатора

5.1.1 Информация о номинальных характеристиках

Следующая информация либо непосредственно наноситься на конденсатор либо на прикрепленную табличку:

a) название изготовителя или товарный знак;

b) идентификационный номер и год выпуска; год может быть частью идентификационного номера или быть в кодированном виде;

c) номинальная мощность Q_N в кВт (kW) или в квар (kvar), номинальная емкость C_N в мкФ (μF);

d) номинальное напряжение U_N в В (V) или кВ (kV), номинальный ток I_N в А;

e) номинальная частота f_N в Гц или кГц;

f) категория охлаждения и температуры;

Тип охлаждения и температура указываются в следующем порядке, с помощью символов и значений (см. 1.4.1.3):

1) тип охлаждения;

2) нижняя рабочая температура;

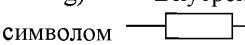
3) верхняя рабочая температура;

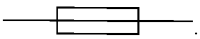
4) выход, если применяется (только конденсаторы с принудительным охлаждением);

5) скорость циркуляции охлаждающей среды (только конденсаторы с принудительным охлаждением);

ПРИМЕР

AN (естественное воздушное охлаждение) – 25/40
AF (с принудительным воздушным охлаждением) -25/40 выход 4 м/с
WF (водяное охлаждение) 0/40 выход 5 л/мин.

g) Внутреннее разрядное устройство указывается формулировкой или символом  с номинальным сопротивлением в кОм (кΩ) или Мом (МΩ).

h) встроенный предохранитель, указывается формулировкой или символом ;

i) чувствительный к давлению прерыватель, при его наличии, указывается формулировкой или инициалами PSI;

j) максимальное напряжение для оборудования U_{max} в киловольтах (кВ), только для модулей с изолированными выводами;

k) конденсаторы с самовосстанавливающими свойствами, обозначаются как «САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЙСЯ (англ. «SELF-HEALING») или «SH» или символом ;

l) ссылки на настоящий стандарт;

Следующая информация предоставляется дополнительно, при необходимости:

m) измеренное значение емкости;

n) значение напряжения постоянного тока;

o) ссылки для идентификации пропитывающего вещества, если таковое имеется.

5.1.2 Инструкция по эксплуатации

Следующая информация прилагается в виде инструкции по эксплуатации, по соглашению между изготовителем и покупателем:

a) схемы соединения конденсаторов;

b) маркировка выводов;

c) эксплуатационные пределы напряжения и тока, для конденсаторов, предназначенных для работы при изменяемой частоте (см. 6.7);

Для конденсаторов с водяным охлаждением, дополнительно указывают:

d) повышение температуры охлаждающе воды на входе и выходе одного модуля конденсаторов, которое происходит во время работы конденсатора при минимальном допустимом расходе воды и максимально допустимой нагрузке;

e) максимальный перепад давления воды между входом и выходом при номинальной скорости потока.

5.2 Маркировка блока

Следующая минимальная информация предоставляется изготовителем в инструкции по эксплуатации или по требования покупателя, на табличке с информацией о номинальных характеристиках:

a) название предприятия-изготовителя или товарный знак;

b) номинальная мощность Q_N в кВт (квар) (указывается полная мощность);

c) номинальное напряжение U_N в В или кВ;

d) минимальное время, необходимое для отключения и повторного включения блока;

e) масса в килограммах (кг);

6 Руководство по установке и эксплуатации

6.1 Общие положения

По сравнению с силовыми конденсаторами по IEC 60871, IEC 60831, IEC 60931, мощность конденсаторов в блоках, описанных в настоящем стандарте, очень высока, а номинальное напряжение настолько низкое, что возникают проблемы из-за рассеивания большого количества тепла и сильных токов.

Также возникают проблемы при переходе на высокие частоты, измерении температуры и т.д. Поэтому необходимо проверять условия эксплуатации.

Следующая информация по установке и эксплуатации относится только к основным требованиям. Кроме того, должна соблюдаться инструкция изготовителя.

6.2 Меры по получению достаточного охлаждения

6.2.1 Конденсаторы с естественным воздушным охлаждением

Конденсаторы устанавливаются таким образом, чтобы охлаждающий воздух мог попасть в воздушный зазор между конденсаторами.

Если конденсаторы устанавливаются в несколько рядов друг над другом, важно чтобы максимальная температура не превышала верхний порог.

6.2.2 Конденсаторы с принудительным воздушным охлаждением

Для конденсаторов с принудительным воздушным охлаждением, эффективность охлаждающего воздуха зависит от температуры и скорости воздуха, проходящего вдоль каждого конденсатора. Блок конденсаторов должен быть сконструирован таким образом, чтобы достигалась требуемая минимальная скорость воздуха в промежутках.

Изготовителю необходимо сообщить потери конденсатора при нормальных условиях эксплуатации.

6.2.3 Конденсаторы с водяным охлаждением

Максимально допустимая температура охлаждающей воды, вытекающей от конденсаторов (температура на выходе) не должна превышать (см. 1.4.1.3 и 5.1.1,f), а скорость потока охлаждающей воды не должна опускаться ниже минимально допустимого значения (см.2.9.1.3 и 5.1.1, f).

Если водные каналы нескольких модулей конденсаторов соединены последовательно в блок, данные условия должны быть выполнены для последнего модуля по направлению течения воды.

Так как подача охлаждающей воды не будет постоянно равномерной, пользователь конденсаторной установки должен убедиться, что предел для температуры охлаждающей воды на выходе не превышен.

Верхний предел температуры воздуха, указанного в 1.4.1.3 также не должен быть превышен.

Охлаждающая вода должна быть механически и оптически чистой и химически нейтральной. В случае прямого охлаждения токоведущих частей, находящихся под напряжением электропроводность должна быть 300 См/м (S/m) с целью ограничения утечки тока.

Меры предоставляются для того, чтобы условия охлаждения находились в пределах указанных значений.

6.3 Выбор номинального напряжения, тока и мощности

Вид конденсатора надо выбирать, учитывая гармонику, нагрузку, не превышающую номинальное напряжение, номинальный ток и номинальную мощность данных конденсаторов.

6.4 Конденсаторы частого включения при нагрузке

В 3.2 говорится о максимально допустимом числе переключений в год. Если данная величина будет превышена, специальная конструкция должна быть согласованна между изготовителем и покупателем.

6.5 Выбор для включения нагрузки распределительных устройств и методов переключения

6.5.1 Выбор распределительного устройства и системы включения при нагрузке

Для переключения конденсаторов должно использоваться только распределительное устройство, которое способно выполнять действия по устранению повторных пробоев.

Тем не менее, даже когда распределительное устройство было тщательно выбрано и правильно установлено, повторные пробои могут произойти после многочисленных операций. Чтобы избежать повторных пробоев, которые могут вызвать повреждение конденсатора, важно проводить регулярное обслуживание.

Тем не менее, для токов высокой частоты тщательно подобранное и проверенное распределительное устройство стандартной конструкции не способно отключать конденсатор без повторного пробоя, если время срабатывания распределительного устройства равно или больше, чем продолжительность полупериода частоты источника питания

Чтобы избежать перенапряжения конденсаторов, используются распределительные устройства, такие как тиристоры или стандартные распределительные устройства в сочетании с дополнительными мерами в схеме включения.

6.5.2 Характеристики тока

Коммутационные и защитные устройства и их соединения предназначены для пропускания максимального тока, в любых условиях эксплуатации.

Если данные устройства предназначены для стандартной эксплуатации при 50 Гц или 60 Гц, то должен учитываться соответствующий коэффициент снижения мощности.

6.5.3 Включение конденсаторов, подключенных параллельно

Если конденсатор включен параллельно с другими конденсаторами, находящимися под напряжением, коммутационные и защитные устройства и соединения должны выдерживать электродинамические нагрузки, вызванные переходными перегрузками по току, которые могут возникнуть при включении.

Если электродинамические нагрузки чрезмерные, тогда должны предприниматься меры предосторожности для снижения данных переходных эффектов, таких как сопротивление коммутации или же введение реакторов в цепи питания для каждой секции конденсаторного блока.

6.5.4 Включение через короткие промежутки времени

В соответствии с 3.2 и 4.2, конденсаторы предназначены для включения в почти разряженном состоянии. Если конденсаторы включаются через короткие промежутки времени, то разрядные резисторы согласно 4.2 разряжают конденсаторы очень медленно. В этом случае конструктор должен определить самое короткое время между включениями и выбрать устройство, подходящее для этого времени.

6.6 Включение конденсаторов с плавкими предохранителями

Для конденсаторов с плавкими предохранителями необходимо, чтобы переходной ток, возникающий при включении, не превышал противостоящий ток плавких предохранителей.

Это требование также применимо к одиночным конденсаторам, которые включаются параллельно с конденсаторной установкой, которая постоянно подсоединена к сети.

6.7 Режим работы с изменяемой частотой

Если конденсаторы предназначены для работы при последовательном соединении с другими компонентами на разных частотах, но не предназначены (см. 5.1.1 e) для специального применения, то следует не допускать перегрузок, указанных в Разделе 3.

Особое внимание следует обратить на конденсаторы предназначенные для работы с другими компонентами, так как при постоянном токе напряжение на конденсаторе увеличивается обратно пропорционально частоте.

ПРИМЕЧАНИЕ При конструировании установки производитель должен предоставить график, показывающий пределы фактического напряжения (среднеквадратичного) и среднеквадратичного тока, начерченного по отношению к частоте. Для того чтобы производитель предоставил эту информацию, конструктор установки должен указать порядковый номер наиболее важных гармоник и их самую высокую ожидаемую величину.

6.8 Выбор максимального напряжения для оборудования конденсаторной установки

Конденсаторы, предназначенные для работы параллельно U_{max} (см. 1.3.25) равны U_N. Конденсаторы, в которых n это модуль конденсаторов или группы модулей, соединенных последовательно и где все корпуса модулей имеют одинаковое U_{max} равно $n \cdot U_N$.

6.9 Шунтирующие конденсаторы соединенные последовательно

Если модули или блоки конденсаторов, соединены последовательно, следует значения емкостей сделать равным друг другу, чтобы напряжение на каждом модуле не превышало номинальное напряжение.

6.10 Последовательное соединение конденсаторов

Конденсаторы, которые соединены последовательно с линией передач между генератором и нагрузкой, подвергаются перенапряжению при возникновении неисправности на линии или в нагрузке.

Соответствующее защитное оборудование должно обеспечивать разрешение перегрузок напряжения, не превышающих по Разделу 3.

Дополнительная общая информация о последовательно соединенных конденсаторах в IEC 60143.

6.11 Соединительные проводники

Соединительные проводники не должны подвергать механическим нагрузкам проходные изоляторы. Должны соблюдаться инструкции изготовителя по монтажу.

Дополнительные потери, вызванные неравномерным распределением тока по сечению соединительных проводов (поверхностны эффект), должны учитываться главным образом для частот более высоких, чем частоты сети.

6.12 Детали водоснабжения, находящиеся под напряжением

Детали водоснабжения, находящиеся под напряжением, т.е. соединения водяных шлангов должны быть установлены таким образом, чтобы опасное напряжение не могло передаться к проводящим частям установки, к которым можно прикоснуться.

Кроме того следует обратить внимание на то, чтобы не было перемещения напряжения в установке, вызванного снижением напряжения вдоль водных шлангов. Данная предрасположенность особенно касается блоков с шунтирующими конденсаторами, где модули соединены последовательно.

Следует обратить внимание на возможное увеличение проводимости (см. 6.2.3) воды должны приниматься во внимание.

6.13 Опорные изоляторы

Опорные изоляторы конденсаторов, которые служат для того чтобы поддерживать конденсатор, в тех случаях, когда корпус не заземлен, должны проектироваться в соответствии с максимальным напряжением, которое может быть внутри них.

Если распределение напряжения между конденсаторами и опорными изоляторами неизвестно, опорные изоляторы должны соответствовать полному изоляционному напряжению установки, к которой конденсаторы будут присоединяться.

6.14 Опасность замерзания для конденсаторов с водяным охлаждением

У конденсаторов с водяным охлаждением могут возникнуть повреждения в результате замерзания воды в канале.

Поэтому следует позаботиться о воде в системе охлаждения, когда конденсаторы не в эксплуатации.

Во время транспортировки или хранения конденсаторов, вода из системы охлаждения должна быть полностью удалена.

Приложение А
(обязательное)

Методы измерения потерь в конденсаторах с естественным и принудительным воздушным охлаждением

А.1 Конденсатор должен располагаться в заполненном водой контейнере, который покрыт термически эффективным изоляционным материалом. Уровень воды должен быть чуть ниже изолированных выводов. Вода предварительно нагревается до 5 К меньше, чем температура корпуса соответствующая для испытаний на термическую устойчивость (см. 2.9.1) и вводится в соответствующую нижнюю часть бака.

Температура воды на выходе из верхней части контейнера должны быть измерена. Конденсатор должен, находится под напряжением на номинальной мощности при номинальной частоте. Если невозможно применить номинальную частоту, то альтернативные частоты должны быть согласованны с покупателем. Активизация конденсатора будет продолжаться, пока разница между температурой воды на выходе и входе не стабилизируется. Поток регулируется так, чтобы разница температур не превышала 5 К.

Потери конденсатора подсчитываются из разницы температуры и скорости потока воды.

А.2 Альтернативный метод измерения без воды при помощи калориметрической технологии. В этом случае рекомендуется, чтобы нагревательный элемент калибровочного реостата был помещен в сосуд с водой, который не требует покрытия изоляцией. Водяной насос должен использоваться для обеспечения равномерной температуры воды. Водонагреватель должен быть под напряжением, чтобы поддерживать постоянную температуру воды равной 5 К меньше, чем конечная температура корпуса, полученная при испытании на термическую устойчивость. Конденсатор должен быть под напряжением в течение определенного времени с измерением температуры с интервалами. Максимальное повышение температуры не должно превышать 5 К. После отключения конденсатора от питания, температура воды замеряется с интервалами.

Нагревающий резистор находится под напряжением на протяжении всего испытания. Калибровка тепловой массы конденсатора и заполненного водой контейнера, достигается за счет увеличения мощности в резисторе на известное количество и измерения изменений температуры воды в зависимости от времени с обесточенным конденсатором.

Расчет потерь конденсаторов может зависеть от увеличения сопротивления скорости нарастания температуры.

Темпы нарастания температуры должны иметь одинаковые значения.

ПРИМЕЧАНИЕ С учетом указанных выше методов испытаний, важно чтобы тепловое равновесие достигалось до прекращения измерения температуры.

А.3 Дополнительный альтернативный метод, на усмотрение изготовителя, приведен в IEC 60996.

Приложение В
(информационное)
Формулы для конденсаторов и установок

В.1 Резонансная частота

Конденсатор будет в резонансе с гармоническими волнами, в соответствии с уравнением, в котором n целое число:

$$n = \sqrt{\frac{S}{Q}} \quad , \tag{B.1}$$

где

n - номер гармонической волны, то есть соотношение между резонансной гармоникой волны (Гц) и частоты сети (Гц);

S - мощность короткого замыкания, где конденсатор должен быть установлен;

Q - измеряется в мегаварах (МВар).

В.2 Повышение напряжения

Подключение шунтирующего конденсатора приведет к стационарному повышению напряжения определяющегося следующим выражением:

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{Q}{S} \quad , \tag{B.2}$$

где

U - повышение напряжения (В);

U - напряжение перед подключением конденсатора (В);

S - мощность короткого замыкания, где конденсатор должен быть установлен;

Q - измеряется в мегаварах (МВАр);

В.3 Импульс переходных токов

В.3.1 Выключение одиночного конденсатора

$$I_S = I_N \sqrt{\frac{2S}{Q}} \quad , \tag{B.3}$$

где

I_S - пиковое значение пускового тока конденсатора, выраженное в амперах (А);

I_N - номинальный ток конденсатора (среднеквадратичный), выраженный в (А);

S - мощность короткого замыкания (Мвар), где конденсатор должен быть установлен;

Q - измеряется в мегаварах (Мвар);

В.3.2 Подключение конденсатора, соединенного параллельно с включенным(и) конденсатором(и)

$$I_S = \frac{U\sqrt{2}}{\sqrt{X_C X_L}} \quad , \tag{B.4}$$

$$f_S = f_N \sqrt{\frac{X_C}{X_L}} \quad , \tag{B.5}$$

где

I_S - пиковое значение пускового тока конденсатора, выраженное в амперах, А (А);

U - напряжение перед подключением конденсатора, В (V);

X_C - последовательное соединенное емкостное сопротивление на каждую фазу, выраженное в Омах, Ом (Ω);

X_L - индуктивным сопротивлением на этапе между блоками, выраженное в Ом (Ω);

f_S - частота пустого тока, выраженная в герцах, Гц (Hz);

f_N - номинальная частота, выраженная в герцах, Гц (Hz);

B.3.3 Разрядное сопротивление

$$R \le \frac{t}{C \cdot \ell n \frac{U_N \sqrt{2}}{U_R}} \quad , \tag{B.6}$$

где t - время разряда от $U_N \sqrt{2}$ к U_R выражается в секундах, с (s);

R - разрядное сопротивление, выраженное в мегаомах, МОм (MΩ);

C - номинальная емкость, выраженное в микрофарадах, мкФ (μF);

U_N - номинальное напряжение конденсатора, выраженное в вольтах, В (V);

U_R - допустимое остаточное напряжение, выраженное в вольтах, В (V) (см. 4.2 для пределов t U_R);

Библиография

[1] IEC 60252-1:2010 AC motor capacitors - Part 1: General - Performance, testing and rating - Safety requirements - Guidance 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).

[2] IEC 60358-1:2012 Coupling capacitors and capacitor dividers (Конденсаторы разделительные и емкостные делители. Часть 1. Общие правила).

[3] IEC 61048:2006 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).

[4] 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).

[5] IEC 61071:2007 Capacitors for power electronics (Конденсаторы силовые электронные).

[6] IEC 61270-1:1996 Capacitors for microwave ovens – Part 1: General (Конденсаторы для микроволновых печей – Часть 1: Общие положения).

[7] Приказ и.о. Министра индустрии и новых технологий Республики Казахстан от 23 апреля 2010 года № 39 Об утверждении Правил учета и применения международных, региональных, национальных стандартов, классификаторов технико-экономической информации, правил и рекомендаций иностранных государств по стандартизации, подтверждению соответствия и аккредитации на территории Республики Казахстан

[8] СТ РК 1.9-2007 Государственная система технического регулирования Республики Казахстан. Порядок применения международных, региональных и национальных стандартов иностранных государств, других нормативных документов по стандартизации в Республике Казахстан.

Приложение Д.А
(информационное)

Сведения о соответствии национальных стандартов, ссылочным международным стандартам

Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта, международного документа	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
IEC 60871 Конденсаторы шунтирующие для энергосистем переменного тока на номинальное напряжение свыше 1000 В	Гармонизированные	* СТ РК «Шунтовые конденсаторы для силовых систем переменного тока свыше 1000 В. Общие положения»** Впервые Гармонизация с МЭК 60871-1. СТ РК «Шунтовые конденсаторы для силовых систем переменного тока свыше 1000 В. Испытание на износоустойчивость»** Впервые Гармонизация с МЭК 60871-2:1999

* Гармонизированного национального стандарта нет - применяется в соответствии с [7], [8]
** Подлежат публикации. Третья и четвертая части стандарта не включены в план стандартизации на 2012 г. по гармонизации, их следует применять по [7], [8].

УДК 621.31 **МКС** 31.060.70 **КП ВЭД** 27.90.5

Ключевые слова: конденсатор, конденсаторная установка, встроенный предохранитель, установка индукционного нагрева, элемент конденсатора, блок конденсаторов, самовосстанавливающийся конденсатор, тангенс угла диэлектрических потерь конденсатора, остаточное напряжение

gost.e-ecolog.ru