ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СТБ МЭК 60252-2-2007

Конденсаторы для двигателей переменного тока
Часть 2
КОНДЕНСАТОРЫ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ПУСКОВЫЕ

Кандэнсатары для рухавікоў пераменнага току
Частка 2
КАНДЭНСАТАРЫ ДЛЯ РУХАВІКОЎ ПУСКАВЫЯ

(IEC 60252-2:2003, IDT)

Издание официальное

БЗ 1-2007

Госстандарт
Минск

УДК 621.319.4(083.74)(476) МКС **31.060.30**; 31.060.70 КП 03 IDT

Ключевые слова: конденсаторы для двигателей пусковые, условия эксплуатации, параметры номинальные, перегрузки допустимые, требования безопасности, методы испытаний

ОКП 62 0000
ОКП РБ 32.10.12

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

1 ПОДГОТОВЛЕН научно-производственным республиканским унитарным предприятием «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС)

ВНЕСЕН Госстандартом Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 31 января 2007 г. № 5

3 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60252-2:2003 «AC motor capacitors – Part 2: Motor start capacitors» (МЭК 60252-2:2003 «Конденсаторы для двигателей переменного тока. Часть 2. Конденсаторы для двигателей пусковые»).

Международный стандарт разработан техническим комитетом МЭК/ТК 33 «Конденсаторы силовые».

Перевод с английского языка (en).

Официальные экземпляры международных стандартов, на основе которого подготовлен настоящий государственный стандарт и на которые даны ссылки, имеются в БелГИСС.

Сведения о соответствии международных стандартов, на которые даны ссылки, государственным стандартам, принятым в качестве модифицированных государственных стандартов, приведены в дополнительном приложении Д.А.

Степень соответствия – идентичная (IDT)

4 Настоящий государственный стандарт взаимосвязан с техническим регламентом ТР 2007/001/BY «Низковольтное оборудование. Безопасность» и реализует его существенные требования безопасности.

Соответствие взаимосвязанному государственному стандарту обеспечивает выполнение существенных требований безопасности технического регламента.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта Республики Беларусь

Издан на русском языке

Содержание

1 Общие положения 1
1.1 Область применения и цель 1
1.2 Нормативные ссылки 1
1.3 Термины и определения 2
1.4 Условия эксплуатации 3
1.5 Предпочтительные допустимые отклонения емкости 4
2 Конденсаторы для двигателей пусковые самовосстанавливающиеся 4
2.1 Требования к качеству и испытаниям 4
2.2 Перегрузки 14
2.3 Требования безопасности 14
2.4 Маркировка 16
3 Конденсаторы для двигателей пусковые электролитические 16
3.1 Требования к качеству и испытаниям 16
3.2 Перегрузки 24
3.3 Требования безопасности 25
3.4 Маркировка 26
4 Руководство по монтажу и эксплуатации 27
4.1 Общие положения 27
4.2 Выбор номинального напряжения 27
4.3 Проверка температуры конденсатора 28
4.4 Контроль переходных процессов 28
4.5 Хранение электролитических конденсаторов 28
Приложение А (обязательное) Испытание напряжением 29
Приложение Д.А (справочное) Сведения о соответствии международных стандартов, на которые даны ссылки, государственным стандартам, принятым в качестве модифицированных государственных стандартов 30

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Конденсаторы для двигателей переменного тока
Часть 2
КОНДЕНСАТОРЫ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ПУСКОВЫЕ

Кандэнсатары для рухавікоў пераменнага току
Частка 2
КАНДЭНСАТАРЫ ДЛЯ РУХАВІКОЎ ПУСКАВЫЯ

Alternating current motor capacitors
Part 2
Motor start capacitors

Дата введения 2007-07-01

1 Общие положения

1.1 Область применения и цель

Настоящий стандарт распространяется на пусковые конденсаторы для двигателей, предназначенные для подключения к обмоткам асинхронных двигателей, питающихся от однофазной сети переменного тока.

Настоящий стандарт распространяется на пусковые конденсаторы для двигателей, пропитанные или непропитанные, металлизированные с диэлектриком из бумаги, органической синтетической пленки или их комбинации, и пусковые электролитические конденсаторы для двигателей с нетвердым электролитом и номинальным напряжением до 660 В включительно.

1.2 Нормативные ссылки

Следующие документы являются обязательными при применении настоящего стандарта. Для датированных ссылок применяют только упомянутое издание. Для недатированных ссылок применяют самые последние издания документов.

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

МЭК 60068-2-6:1995 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Fc. Вибрация (синусоидальная)

МЭК 60068-2-14:1984 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание N. Изменение температуры

МЭК 60068-2-20:1979 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Т. Пайка

МЭК 60068-2-21:1999 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-21. Испытания. Испытание U. Устойчивость концевых выводов и совмещенных монтажных приспособлений

МЭК 60068-2-78:2001 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-78. Испытания. Испытательная камера. Влажное тепло, устойчивое состояние

МЭК 60112:1979 Метод определения сравнительного и контрольного индексов трекингостойкости твердых изоляционных материалов во влажной среде

МЭК 60309-1:1999 Вилки, штепсельные розетки и соединительные устройства промышленного назначения. Часть 1. Общие требования

МЭК 60529:1989 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (IP Code)

МЭК 60695-2-10:2000 Испытания на пожароопасность. Часть 2-10. Методы испытаний раскаленной/горячей проволокой. Оборудование для испытаний раскаленной проволокой и общий порядок проведения

МЭК 60695-2-11:2000 Испытания на пожаробезопасность. Часть 2-11. Методы испытаний раскаленной/горячей проволокой. Испытания конечной продукции на воспламеняемость раскаленной проволокой

ИСО 4046 Бумага, картон и целлюлоза. Словарь. Двуязычное издание

Издание официальное

1.3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

1.3.1 рабочий конденсатор двигателя (motor running capacitor): Конденсатор, подключаемый к вспомогательной обмотке двигателя, способствующий запуску двигателя и увеличивающий момент вращения двигателя в рабочем режиме.

Примечание – Рабочий конденсатор обычно постоянно подключен к обмотке двигателя и остается включенным в цепь в течение срока эксплуатации двигателя. Во время запуска, если он подсоединен параллельно пусковому конденсатору, способствует запуску двигателя.

1.3.2 пусковой конденсатор двигателя (motor starting capacitor): Конденсатор, который обеспечивает опережающий по фазе ток во вспомогательной обмотке двигателя и отключается от цепи, как только двигатель заработает.

1.3.3 металлофольговый конденсатор (metal foil capacitor): Конденсатор, электроды которого состоят из металлических фольги или полосок, разделенных диэлектриком.

1.3.4 металлизированный конденсатор (metallized capacitor): Конденсатор, электродами которого являются металлические покрытия, осажденные на диэлектрике.

1.3.5 самовосстанавливающийся конденсатор (self-healing capacitor): Конденсатор, электрические свойства которого после локального пробоя диэлектрика быстро и в значительной степени самовосстанавливаются.

1.3.6 разрядное устройство конденсатора (discharge device of a capacitor): Устройство, которое при присоединении к конденсатору может обеспечить уменьшение напряжения между выводами фактически до нуля в течение заданного времени после отключения конденсатора от цепи.

1.3.7 непрерывный режим работы (continuous operation): Режим работы, не ограниченный во времени в течение нормированного срока службы конденсатора.

1.3.8 прерывистый режим работы (intermittent operation): Режим работы, при котором периоды с включенным в цепь вспомогательной обмотки двигателя конденсатором чередуются с периодами, в течение которых конденсатор отключен от цепи.

1.3.9 пусковой режим работы (starting operation): Особый вид прерывистого режима работы, при котором конденсатор включается в цепь вспомогательной обмотки двигателя только на очень короткий промежуток времени, пока двигатель наберет номинальную скорость.

1.3.10 номинальный рабочий цикл (rated duty cycle): Номинальная величина для обозначения типа прерывистого или пускового режима работы, на который рассчитан конденсатор. Она задается длительностью рабочего цикла в минутах и выраженным в процентах отношением времени, в течение которого включен конденсатор, к длительности рабочего цикла.

1.3.11 длительность рабочего цикла (duty cycle duration): Суммарное время одного рабочего периода и одного нерабочего периода при прерывистом режиме работы.

1.3.12 относительное рабочее время (relative operation time): Отношение времени, в течение которого включен конденсатор, к длительности рабочего цикла, выраженное в процентах.

1.3.13 конденсатор для непрерывного и пускового режимов работы (capacitor for continuous and starting operation): Конденсатор, предназначенный для эксплуатации при одном напряжении в случае непрерывного режима работы и при другом (обычно более высоком) напряжении в случае пускового режима работы.

1.3.14 минимально допустимая рабочая температура конденсатора (minimum permissible capacitor operating temperature): Минимально допустимая температура снаружи корпуса в момент включения конденсатора.

1.3.15 максимально допустимая рабочая температура конденсатора t_c (maximum permissible capacitor operating temperature t_c): Максимально допустимая температура наиболее нагретой части наружной поверхности корпуса конденсатора во время эксплуатации.

1.3.16 номинальное напряжение конденсатора U_N (rated voltage of a capacitor U_N): Действующее значение переменного напряжения, на которое рассчитан конденсатор.

1.3.17 максимальное напряжение (maximum voltage): Максимальное действующее значение напряжения, допустимое на выводах пускового конденсатора в интервале времени между запуском двигателя и моментом отключения конденсатора.

1.3.18 номинальная частота конденсатора f_N (rated frequency of a capacitor f_N): Наибольшая частота, на которую рассчитан конденсатор.

1.3.19 номинальная емкость конденсатора C_N (rated capacitance of a capacitor C_N): Значение емкости, на которое рассчитан конденсатор.

1.3.20 номинальный ток конденсатора I_N (rated current of a capacitor I_N): Действующее значение переменного тока при номинальных значениях напряжения и частоты.

1.3.21 номинальная мощность конденсатора Q_N (rated output of a capacitor Q_N): Реактивная мощность, полученная при номинальных значениях емкости, частоты и напряжения (или тока).

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

Примечание – Если не оговорено иное, потери конденсатора включают в себя потери плавких предохранителей и разрядных резисторов, являющихся неотъемлемыми частями конденсатора.

1.3.23 тангенс угла потерь конденсатора tgδ [tangent of loss angle (tan delta) of a capacitor]: Отношение эквивалентного последовательного сопротивления к емкостному сопротивлению конденсатора при заданных значениях синусоидального напряжения и частоты.

1.3.24 коэффициент мощности (power factor): Отношение активной мощности к полной мощности, потребляемой конденсатором.

1.3.25 емкостный ток утечки (только для конденсаторов в металлическом корпусе) [capacitive leakage current (only for capacitors with a metal case)]: Ток, текущий через проводник, соединяющий металлический корпус с землей, когда конденсатор подключен к сети питания переменного тока с заземленной нейтралью.

1.3.26 тип конденсатора (type of capacitor): Конденсаторы относят к одному типу, если они имеют одинаковую конструкцию, номинальное напряжение, климатическую категорию и режим работы и изготовлены по одной технологии. Конденсаторы одного типа могут отличаться только номинальной емкостью и габаритами. Допускаются незначительные отличия в выводах и крепежных устройствах.

Примечание – Одинаковая конструкция означает, например, наличие одинакового материала и одинаковой толщины диэлектрика, одного и того же типа корпуса (металлический или пластмассовый).

1.3.27 модель конденсатора (model of capacitor): Конденсаторы относят к одной модели, если они имеют одинаковую конструкцию, аналогичные функциональные и размерные характеристики в допустимых пределах и, следовательно, являются взаимозаменяемыми.

1.3.28 класс защиты (class of safety protection): Один из трех кодов, которым должен быть маркирован конденсатор в зависимости от обеспечиваемого уровня безопасности.

P2 – данный тип конденсатора имеет конструкцию, обеспечивающую при отказе размыкание цепи и защиту от возгорания и взрыва. Соответствие этим требованиям проверяют испытанием по 2.1.16.

P1 – данный тип конденсатора имеет конструкцию, обеспечивающую при отказе размыкание или короткое замыкание цепи и защиту от возгорания и взрыва. Соответствие этим требованиям проверяют испытанием по 2.1.16.

P0 – данный тип конденсатора не имеет специальной защиты при отказе.

Этот пункт не применяют к электролитическим конденсаторам.

1.4 Условия эксплуатации

1.4.1 Нормальные условия эксплуатации

Настоящий стандарт устанавливает требования к конденсаторам, предназначенным для применения при следующих условиях:

a) высота над уровнем моря – не более 2000 м;

b) остаточное напряжение в момент подключения питания не должно превышать 10 % номинального напряжения (см. примечания к 2.3.4 и 3.3.4);

c) загрязнение среды: конденсаторы, на которые распространяется настоящий стандарт, предназначены для работы в слабозагрязненных средах.

Примечание – МЭК еще не установлено определение термина «слабозагрязненная среда». Если данное определение будет установлено МЭК, оно будет включено в настоящий стандарт.

d) рабочая температура: от минус 40 °C до плюс 100 °C (см. 1.3.14 и 1.3.15). Предпочтительными минимально и максимально допустимыми рабочими температурами конденсатора являются следующие:

– минимальные температуры: минус 40 °C, минус 25 °C, минус 10 °C и 0 °C;

– максимальные температуры: 55 °C, 70 °C, 85 °C и 100 °C.

Допускается транспортирование и хранение конденсаторов при температурах до минус 25 °C или при минимальной рабочей температуре, в зависимости от того, какая из них меньше, без ухудшения их качества;

e) степень жесткости воздействия влажного тепла от 4 до 56 сут. Предпочтительная степень жесткости – 21 сут.

(Степень жесткости воздействия влажного тепла должна выбираться из значений, указанных в МЭК 60068-2-78, т. е. 4, 10, 21 и 56 сут).

Конденсаторы классифицируют по климатическим категориям, определяемым минимальной и максимальной допустимыми рабочими температурами конденсатора и степенью жесткости воздействия влажного тепла, т. е. 10/70/21 означает, что минимальная и максимальная допустимые рабочие температуры конденсатора равны соответственно минус 10 °С и плюс 70 °С, а степень жесткости воздействия влажного тепла равна 21 сут.

1.5 Предпочтительные допускаемые отклонения емкости

Предпочтительными допускаемыми отклонениями емкости являются следующие: ± 5 %, ± 10 %, ± 15 %.

Разрешаются несимметричные допускаемые отклонения, но допуск не должен превышать 15 %.

2 Конденсаторы для двигателей пусковые самовосстанавливающиеся

2.1 Требования к качеству и испытаниям

2.1.1 Требования к испытаниям

2.1.1.1 Общие положения

В настоящем пункте приводятся требования к испытаниям конденсаторов.

2.1.1.2 Условия испытаний

Если для отдельного испытания или измерения не оговорено иное, температура диэлектрика конденсатора должна быть в диапазоне от 15 °С до 35 °С и должна быть зарегистрирована.

При необходимости корректировки за номинальное значение принимают температуру 20 °С.

Примечание – Температуру диэлектрика принимают равной температуре окружающей среды при условии, что конденсатор находится без нагрузки при этой температуре в течение достаточного промежутка времени, зависящего от габаритов конденсатора.

2.1.2 Виды испытаний

Установлено два вида испытаний:

a) испытания типа;

b) контрольные испытания.

2.1.2.1 Испытания типа

Испытания типа предназначены для проверки прочности конструкции конденсатора и его возможности функционирования в условиях, установленных в настоящем стандарте.

Испытания типа проводит изготовитель и/или испытательный орган при необходимости утверждения типа.

Эти испытания могут проводиться под надзором соответствующего органа, который выдает сертификаты и/или признает утверждение типа.

2.1.2.2 Контрольные испытания

Изготовитель проводит контрольные испытания каждого конденсатора перед поставкой.

2.1.3 Испытания типа

2.1.3.1 Методика испытаний

Образцы каждой модели, отобранные для испытаний типа, должны быть разделены на группы, как показано в таблице 1.

Конденсаторы, образующие выборку, должны успешно пройти контрольные испытания, установленные в 2.1.4.1.

Каждая группа испытаний должна содержать равное количество конденсаторов с максимальным и минимальным значениями емкости в соответствующем диапазоне.

Для каждого значения емкости в диапазоне изготовитель должен указывать данные об отношении величины емкости к общей площади внешней поверхности корпуса конденсатора.

Конденсатор с максимальной величиной емкости на единицу площади поверхности также следует подвергнуть испытаниям, если эта величина превышает на 10 % и более величину емкости на единицу площади поверхности для максимального значения емкости в диапазоне.

Аналогично конденсатор с минимальной величиной емкости на единицу площади поверхности следует подвергнуть испытаниям, если эта величина меньше на 10 % и более величины емкости на единицу площади поверхности для минимального значения емкости в диапазоне.

Под площадью поверхности понимается общая площадь внешней поверхности корпуса конденсатора, исключая небольшие выступы, выводы и крепежные штифты.

Таблица 1 – Программа испытаний типа

Группа	Испытание	Подраздел, пункт настоящего стандарта	Количество испытуемых образцов[a]	Количество допустимых отказов при первоначальном испытании[b]	Количество допустимых отказов при повторном испытании
1	Внешний осмотр Проверка маркировки Проверка размеров Механические испытания (за исключением паяемости) Испытания на герметичность (если применимо)	2.1.6 2.4 2.1.10 2.1.11 2.1.12	8 [4]	1[c]	0
2	Испытание на срок службы	2.1.13	42 [21]	2[d]	0
3	Паяемость (если применимо) Испытание на влажное тепло Испытание напряжением между выводами Испытание напряжением между выводами и корпусом	2.1.11.2 2.1.14 2.1.7 2.1.8	12 [6]	1[c]	0
4	Испытание на самовосстановление (если применимо)	2.1.15	20 [10]	1[c]	0
5	Разрушающее испытание (если отмечено на конденсаторе)	2.1.16	20 [10] 10 [5]	1[e]	0
6	Теплостойкость, огнестойкость и трекингостойкость (не применимо к конденсаторам с проволочными выводами)	2.1.17	3 (только к частям корпуса с выводами)[f]	0	0

[a] Указанное количество образцов позволяет при необходимости проводить повторные испытания. Число в квадратных скобках показывает действительное количество образцов, требующееся для испытания. Все числа показывают количество образцов в выборке для каждого испытуемого значения емкости. При испытании в диапазоне емкостей количество образцов, указанное в настоящей таблице, применяется как для максимального, так и для минимального значения емкости или для любого промежуточного значения, которое требуется испытать в этом диапазоне в соответствии с 2.1.3.1.

[b] Конденсатор, отказавший при нескольких испытаниях, считается одним дефектным конденсатором.

[c] Для групп 1, 3 и 4 повторное испытание разрешается при одном отказе. При повторных испытаниях отказы недопустимы.

[d] Для группы 2 при одном отказе повторного испытания не требуется. При двух отказах требуется проведение повторного испытания, при котором не допускается ни единого отказа.

[e] Для группы 5 (см. 2.1.16) в случае одного отказа допускается повторное испытание в особых условиях.

[f] Для испытания по 2.1.17 требуется три образца частей корпуса с выводами (части изоляционного материала, удерживающие выводы в определенном положении).

Один образец требуется для испытания на вдавливание шарика (2.1.17.1), второй образец – для испытания на огнестойкость (2.1.17.2) и третий образец – для испытания на трекингостойкость (2.1.17.3).

2.1.3.2 Область распространения испытаний типа

2.1.3.2.1 При испытаниях типа на одной модели конденсатора оценивается только испытуемая модель. Если испытания типа проводят на двух моделях конденсаторов одного типа с разными значениями номинальной емкости, отобранных по правилам, изложенным в 2.1.3.1, испытания типа распространяют на все модели этого типа с номинальной емкостью в диапазоне между двумя испытанными значениями.

2.1.3.2.2 Испытания типа, успешно проведенные на модели конденсатора с определенным допускаемым отклонением емкости, действительны также для конденсаторов этой же модели, но с другим допускаемым отклонением емкости, максимум в два раза превышающим пределы заявленного допускаемого отклонения. Например, для конденсаторов с допуском ± 5 % в этом случае будет приемлем допуск до ± 10 % включительно, а для конденсаторов с допуском ± 10 % – до ± 20 % включительно. Результаты испытаний нельзя распространять на конденсаторы, имеющие допуск меньше заявленного. Например, для конденсаторов с допуском ± 10 % допуск ± 5 % неприемлем.

2.1.3.2.3 Иногда в современной практике требуются конденсаторы с несимметричным относительно номинальной емкости конденсатора допускаемым отклонением емкости.

При успешном проведении испытания типа на модели конденсатора с симметричным допускаемым отклонением емкости соответствующее утверждение типа распространяется также на конденсаторы этой же модели с несимметричным допускаемым отклонением емкости при условии, что весь диапазон несимметричного допускаемого отклонения емкости:

a) находится в диапазоне, допускаемом 2.1.3.2.2;

b) больше или равен допускаемому отклонению емкости испытанной модели конденсатора. Например, результаты типовых испытаний для конденсаторов с допуском ± 5 % распространяются на конденсаторы с такими значениями допусков, как $^{+10}_{-5}$ %, $^{+5}_{-10}$ %, $^{+8}_{-2}$ %, $^{+10}_{0}$ %, но не $^{+15}_{-5}$ %.

Если количество отказов в каждой группе и общее количество дефектных конденсаторов не превышает значений, приведенных в таблице 1, модель конденсатора считают соответствующей настоящему стандарту.

Если конденсатор предназначен для эксплуатации при двух или более различных условиях (номинальные напряжения, классы, номинальные рабочие циклы и т. д.), нижеследующие испытания проводят только один раз при наибольшем испытательном напряжении:

a) испытание напряжением между выводами (см. 2.1.7);

b) испытание напряжением между выводами и корпусом (см. 2.1.8);

c) испытание на самовосстановление (см. 2.1.15).

Испытание на срок службы следует проводить для каждого значения номинального напряжения и в каждом рабочем режиме, промаркированном на конденсаторе. Количество испытуемых образцов должно быть соответствующим образом определено.

2.1.4 Контрольные испытания

2.1.4.1 Методика испытаний

Конденсаторы необходимо подвергнуть следующим испытаниям в указанном порядке:

a) испытанию на герметичность, если применимо (см. 2.1.12);

b) испытанию напряжением между выводами (см. 2.1.7);

c) испытанию напряжением между выводами и корпусом (см. 2.1.8);

d) внешнему осмотру (см. 2.1.6);

e) измерению емкости (см. 2.1.9);

f) измерению тангенса угла потерь (см. 2.1.5).

2.1.5 Тангенс угла потерь

Предельное значение тангенса угла потерь и частота его измерения должны быть указаны изготовителем.

2.1.6 Внешний осмотр

Состояние, качество изготовления и обработки, маркировка должны быть удовлетворительными. Маркировка должна быть разборчивой в течение срока службы конденсатора.

2.1.7 Испытание напряжением между выводами

При испытаниях типа конденсаторы следует испытывать переменным напряжением, как указано в таблице 2. Испытание следует проводить близким к синусоидальному напряжением номинальной частоты. Испытание может быть проведено при частоте 50 или 60 Гц.

По усмотрению изготовителя может быть использована более высокая частота.

Таблица 2 – Испытательные напряжения

Тип конденсатора	Отношение испытательного напряжения к номинальному переменному напряжению	Длительность испытания типа, с	Длительность контрольного испытания, с
Самовосстанавливающийся конденсатор	1,2	10	2

2.1.8 Испытание напряжением между выводами и корпусом

Конденсатор должен выдерживать без пробоя между выводами (соединенными вместе) и корпусом в течение 60 с испытательное синусоидальное переменное напряжение, равное удвоенному действующему значению номинального напряжения плюс 1000 В, но не менее 2000 В, с частотой, возможно, более близкой к номинальной.

Если корпус конденсатора выполнен из изоляционного материала, то при испытаниях типа испытательное напряжение следует прикладывать между выводами и металлическими элементами крепления, если такие имеются, или между выводами и металлической фольгой, плотно обернутой вокруг корпуса. При контрольных испытаниях испытательное напряжение следует подавать между выводами и металлическим элементом конструкции при его наличии.

Если корпус выполнен полностью из изоляционного материала, контрольные испытания не проводятся.

Во время испытания не допускается пробой диэлектрика или поверхностный разряд.

2.1.9 Измерение емкости

Емкость следует измерять методом, исключающим ошибки из-за гармоник.

Погрешность измерения емкости должна быть не более 5 % во всем допускаемом диапазоне. Для испытаний типа абсолютная погрешность должна быть не более 0,2 %.

Испытания типа и контрольные испытания следует проводить при напряжении от 0,9 до 1,1 номинального напряжения и при номинальной частоте.

Допускается проводить измерения при других напряжениях и частотах при условии, что измеренное значение емкости не отклоняется от ее истинного значения более чем на 2 %.

2.1.10 Проверка размеров

Размеры корпуса, выводов и крепежных приспособлений должны соответствовать указанным на чертеже с учетом допускаемых отклонений.

Кроме того, следует проверить минимальные пути утечки и воздушные зазоры, указанные в таблице 4.

2.1.11 Механические испытания

Эти испытания следует проводить в соответствии с требованиями следующих стандартов:

– прочность выводов – испытание U по МЭК 60068-2-21;

– пайка – испытание T по МЭК 60068-2-20;

– вибрация (синусоидальная) – испытание Fc по МЭК 60068-2-6.

2.1.11.1 Прочность выводов

Конденсатор следует подвергнуть испытаниям Ua, Ub, Uc и Ud по МЭК 60068-2-21, какие применимы.

2.1.11.1.1 Испытание Ua – Растяжение

Прикладываемое усилие должно быть равно 20 Н для всех типов выводов.

Для внешних проволочных выводов площадь поперечного сечения вывода должна быть не менее 0,5 мм^2.

2.1.11.1.2 Испытание Ub – Изгиб (половина выводов)

Настоящее испытание следует проводить только для проволочных выводов. Следует произвести два последовательных изгиба.

2.1.11.1.3 Испытание Uc – Скручивание (другая половина выводов)

Настоящее испытание следует проводить только для проволочных выводов. Следует произвести два последовательных поворота на 180°.

2.1.11.1.4 Испытание Ud – Крутящий момент (выводы под винт)

Настоящее испытание проводят на выводах с резьбой.

Гайки или винты следует подвергнуть воздействию крутящего момента, указанного в таблице 3, и ослабить снова. Крутящий момент следует увеличивать постепенно. Материал винта должен иметь соответствующее сопротивление разрушающей нагрузке.

Таблица 3 – Крутящий момент

Диаметр болта		Крутящий момент, Н · м
мм	дюйм	
2,6	–	0,4
3,0	1/8	0,5
3,5	9/64	0,8
4,0	5/32	1,2
5,0	3/16	1,8
5,5	7/32	2,2
6,0	1/4	2,5
8,0	5/16	5,0
10,0	3/8	7,0
12,0	1/2	12,0

2.1.11.1.5 Внешний осмотр

После каждого из этих испытаний проводят визуальный осмотр конденсаторов. Не должно быть видимых повреждений.

2.1.11.2 Паяемость

Это испытание проводят для выводов, предназначенных для присоединения пайкой.

В этом случае конденсатор подвергают испытанию Т по МЭК 60068-2-20 либо методом с использованием паяльной ванны, либо методом с использованием капельной установки.

Если методы с использованием паяльной ванны или капельной установки не применимы, используют паяльник размера А.

Перед испытанием и после него измеряют емкость конденсатора методом, изложенным в 2.1.9. Не допускается значительное изменение емкости.

После завершения испытания проводят визуальный контроль конденсаторов. Не должно быть видимых повреждений.

2.1.11.3 Вибрация

Конденсаторы подвергают испытанию Fc по МЭК 60068-2-6, используя способ крепления, аналогичный применяемому при эксплуатации. Степень жесткости испытания должна быть следующей:

– f = 10 – 55 Гц;

– a = ± 0,35 мм;

– длительность испытания по оси – 10 циклов частоты (по 3 осям, перпендикулярным друг к другу) со скоростью качания 1 октава в минуту.

До и после испытания измеряют емкость конденсатора методом, изложенным в 2.1.9. Изменение емкости допускается только в пределах границ погрешности измерения.

После завершения испытания конденсатор следует подвергнуть испытанию напряжением между выводами и корпусом в соответствии с 2.1.8. Не должно быть пробоя диэлектрика или поверхностного разряда.

После завершения испытания проводят визуальный осмотр конденсаторов. Не должно быть видимых повреждений.

Не допускается просачивания никакого наполнителя и других видимых повреждений. Не должно быть пробоя диэлектрика или обрыва цепи конденсатора.

2.1.11.4 Крепежный болт или штифт (если применим)

Крепежные болты с резьбой и места крепления к корпусу конденсатора должны иметь соответствующее сопротивление разрушению при старении во время эксплуатации.

Износостойкость крепежного болта или штифта следует проверять на четырех образцах, испытуемых по 2.1.13 (срок службы) следующим методом.

Необходимо закрепить на монтажной плате четыре конденсатора в камере для испытания на срок службы. Толщина монтажной платы должна быть (1,5 ± 0,1) мм, а диаметр отверстия должен быть больше диаметра болта на 0,5 – 1,0 мм.

Перед началом испытания на срок службы следует приложить крутящий момент, приведенный в таблице 3. После завершения испытания на срок службы следует приложить крутящий момент, равный 50 % значения, приведенного в таблице 3.

Отказы не допускаются.

2.1.12 Проверка герметичности

Это испытание не требуется, если изготовитель гарантирует, что конденсаторы не содержат веществ, которые при температуре (t_c + 10) °С находятся в жидком состоянии.

Конденсатор следует закрепить в положении, при котором можно с наибольшей вероятностью обнаружить утечку при температуре на (10 ± 2) °С выше максимально допустимой рабочей температуры конденсатор, на время, достаточное для достижения этой температуры всеми частями конденсатора.

Затем конденсатор следует выдержать при этой температуре в течение часа перед охлаждением.

Не должно быть утечки.

Если конденсатор поставляется с крышкой для выводов, испытание на герметичность предпочтительно проводить перед закреплением крышки. Крышку следует закрепить так, чтобы герметичность не нарушилась.

После испытания на герметичность конденсаторы следует проверить на утечку жидкости и разрушение корпуса.

Допускается увлажнение поверхности, но не образование капель.

При проведении контрольных испытаний по соглашению между изготовителем и потребителем допускается применение других эквивалентных методов.

2.1.13 Испытание на срок службы

Это испытание предназначено для подтверждения соответствия конструкции конденсатора классу эксплуатации, указанному изготовителем.

Для конденсаторов с крепежными болтами – см. также 2.1.11.

Метод, приведенный ниже, предназначен для обеспечения наибольшего соответствия температуры корпуса конденсатора максимально допустимой рабочей температуре конденсатора.

2.1.13.1 Испытание в условиях принудительной циркуляции воздуха

Конденсаторы помещают в испытательную камеру, поддерживающую постоянную температуру воздуха с допустимым отклонением ± 2 °С.

Воздух в испытательной камере необходимо постоянно перемешивать, но не настолько энергично, чтобы вызвать чрезмерное охлаждение конденсаторов. Испытуемые конденсаторы не должны подвергаться прямому излучению любых нагревательных элементов камеры.

Чувствительный элемент термостата, регулирующий температуру воздуха камеры, должен находиться в потоке нагреваемого циркулирующего воздуха.

Примечание – Воздух можно нагревать в отдельной камере, из которой его можно подавать в испытательную камеру к конденсаторам с помощью клапана, обеспечивающего наилучшее распределение нагретого воздуха между всеми конденсаторами.

Конденсаторы закрепляют в наиболее благоприятном положении для утечки пропитывающего или заполняющего вещества.

Расстояние между цилиндрическими конденсаторами должно быть не менее их диаметра, а расстояние между прямоугольными конденсаторами – не менее двойной длины меньшей стороны их основания.

Термочувствительный элемент прибора для регистрации температуры должен быть прикреплен к стенке корпуса конденсатора в месте с наименьшим значением тангенса угла потерь.

Необходимо установить в термостате температуру, равную (t_c – 15) °С, и затем подать на конденсаторы напряжение питания в соответствии с испытательным циклом (см. также приложение А). В течение первых 24 ч следует отметить разность между t_c и показанием прибора, регистрирующего температуру, и произвести регулировку, чтобы обеспечить температуру корпуса каждого конденсатора (t_c ± 2) °С. Затем проводят испытание без дополнительной регулировки термостата в течение заданного времени, измеряемого с момента подачи напряжения на конденсаторы.

Примечание – Рекомендуется, чтобы каждый испытуемый конденсатор был индивидуально защищен автоматическим выключателем или плавким предохранителем.

Конденсаторы должны быть подключены к источнику питания в соответствии с указанными для них напряжением и рабочим циклом.

2.1.13.2 Условия испытания

Рекомендуется, чтобы каждый испытуемый конденсатор был индивидуально защищен плавким предохранителем или автоматическим выключателем.

Испытание должно выполняться при следующих условиях:

– испытательное напряжение – 1,1 U_N;

– частота испытательного напряжения – 50 или 60 Гц;

– рабочий цикл – в соответствии с рабочим циклом, обозначенным на конденсаторе;

– длительность испытания – 500 ч.

Во время испытаний не должен возникать остаточный пробой, обрыв или поверхностный разряд.

После восстановления конденсаторы должны быть подвергнуты визуальному контролю и измерению.

Не допускается просачивания никакого наполнителя и других видимых повреждений. Маркировка должна быть разборчивой.

Максимально допустимое изменение емкости в сравнении с первоначально измеренным значением должно составлять ± 10 %.

Для испытаний, выполненных на частоте 50 или 60 Гц, номинальный рабочий цикл будет квалифицирован, если установленное относительное рабочее время уменьшено на 20 %.

Конденсаторы, прошедшие испытания, также считаются пригодными для более короткого периода включения (ON) при одной и той же длительности рабочего цикла. Например, положительный результат, полученный для конденсаторов с длительностью рабочего цикла 60 с и периодом включения 1 с (1,7 % относительного рабочего времени), также правомочен для конденсаторов с длительностью рабочего цикла 60 с и периодом включения 0,33 с (0,55 % относительного рабочего времени).

Конденсаторы также считаются пригодными для более продолжительной длительности рабочего цикла вплоть до максимально допустимого периода включения, равного 10 с, но для одного и того же относительного рабочего времени. Например, положительный результат, полученный для конденсаторов с длительностью рабочего цикла 60 с и периодом включения 1 с (1,7 % относительного рабочего времени), также правомочен для конденсаторов с длительностью рабочего цикла 3 мин и временем включения, равным 3 с (одно и то же относительное рабочее время – 1,7 %).

2.1.14 Испытание на влажное тепло

Перед испытанием необходимо измерить емкость (см. 2.1.9).

Это испытание следует проводить в соответствии с МЭК 60068-2-78.

Конденсаторы следует испытывать при степени жесткости, указанной в маркировке. Во время испытания напряжение на образцы не подают и измерения не проводят.

После выдержки в условиях влажного тепла конденсаторы следует поместить в нормальные атмосферные условия для восстановления на время не менее 1 ч, но не более 2 ч. Сразу же после восстановления следует измерить емкость в соответствии с 2.1.9.

Изменение емкости после испытания должно быть менее 0,5 % по сравнению с начальным значением.

2.1.15 Испытание на самовосстановление

Самовосстанавливающийся конденсатор должен обладать соответствующим свойством самовосстановления. Соответствие проверяется следующим испытанием.

Этому испытанию следует подвергать только конденсаторы с маркировкой или SH.

Конденсаторы следует подвергнуть испытанию по 2.1.7 в течение времени, указанного в соответствующей таблице.

Если в течение этого времени произойдет менее пяти пробоев (самовосстановлений), необходимо увеличивать напряжение со скоростью не более 200 В/мин до тех пор, пока не произойдет пять самовосстановлений после начала испытания или пока напряжение не достигнет максимального значения, равного 2,0 U_N.

Затем напряжение следует уменьшить до значения, равного 0,8 величины напряжения, при котором произошел пятый пробой, или до значения, равного 0,8 величины максимального напряжения, и поддерживать его в течение 10 с. В течение этого времени допускается еще один дополнительный пробой с самовосстановлением.

Конденсаторы считают выдержавшими испытание, если они удовлетворяют следующим требованиям:

a) изменение емкости – менее 0,5 %;

b) значение RC – не менее 100 с.

Самовосстанавливающиеся пробои во время испытания можно обнаружить с помощью осциллографа или посредством акустических или высокочастотных методов контроля.

2.1.16 Испытание разрушающим методом контроля

Это испытание необязательное.

Конденсатор, у которого в результате этого испытания происходит обрыв цепи, должен иметь маркировку P2. Конденсатор, у которого в результате этого испытания может произойти обрыв или короткое замыкание цепи, должен иметь маркировку P1.

Примечание – Отказ типа «короткое замыкание» допускается только для конденсаторов с маркировкой P1. Конденсаторы, не подвергаемые этому испытанию, маркируют P0.

2.1.16.1 Испытуемые образцы

Это испытание проводят на 10 образцах и 10 подобных образцов оставляют в запасе для возможного повторного испытания. Половина испытуемых образцов (5) должна выдержать испытание в соответствии с 2.1.4.1. Остальные 5 конденсаторов должны пройти испытание на срок службы в соответствии с 2.1.13 (группа 2).

2.1.16.2 Испытательная установка

2.1.16.2.1 Испытательная установка на воздействие напряжением постоянного тока

Установка для проведения испытаний на воздействие напряжением постоянного тока показана на рисунке 1. Источник питания постоянного тока должен обеспечивать напряжение при разомкнутой цепи, равное 10 U_N, и выдерживать ток короткого замыкания более 50 мА.

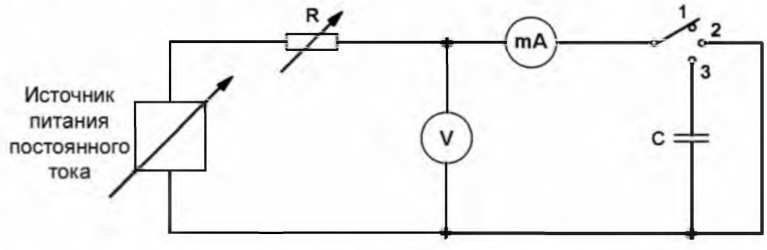


Рисунок 1 – Испытательная установка на воздействие напряжением постоянного тока

Источник питания постоянного тока регулируют до установления напряжения разомкнутой цепи, равного 10 U_N, при переключателе в положении 1.

Изменением сопротивления переменного резистора *R* обеспечивают ток 50 мА при переключателе в положении 2.

Подают на испытуемый конденсатор напряжение постоянного тока при переключателе в положении 3.

2.1.16.2.2 Испытательная установка для испытания разрушающим методом контроля на воздействие переменным током

a) Мгновенный ток короткого замыкания источника питания переменного тока должен быть не менее 300 А.

b) Плавкий предохранитель на ток 25 А с задержкой срабатывания и регулируемая катушка индуктивности (*L*) должны быть включены между источником питания переменного тока и конденсатором (см. рисунок 2).

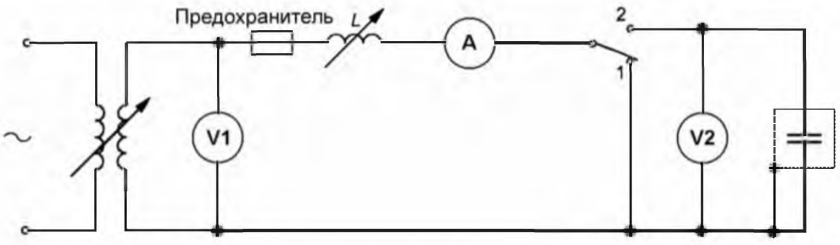


Рисунок 2 – Испытательная установка для испытания разрушающим методом контроля на воздействие переменным током

Катушку индуктивности следует отрегулировать таким образом, чтобы при переключателе в положении 1 и напряжении 1,3 U_N на вольтметре V1 через нее протекал ток, в 1,3 раза превышающий номинальный ток конденсатора I_N.

При переключателе в положении 2 конденсатор подключается к источнику питания.

Примечание – Регулируемая катушка индуктивности *L*, изображенная на рисунке 2, может быть замещена устройством, показанным на рисунке 3, где T_2 – трансформатор с постоянным коэффициентом трансформации, а L_f – катушка постоянной индуктивности. Трансформатор T_1 с переменным коэффициентом трансформации используется для регулирования индуктивного тока.

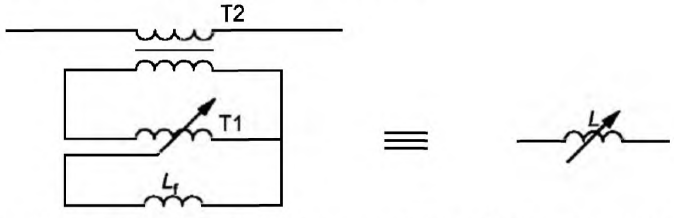


Рисунок 3 – Устройство для получения регулируемой катушки индуктивности *L*, показанной на рисунке 2

2.1.16.3 Методика испытания

Это испытание следует проводить в четыре этапа:

– подготовка и предварительная обработка;

– воздействие напряжением постоянного тока;

– испытание разрушающим методом контроля на воздействие переменным током;

– оценка отказа.

2.1.16.3.1 Подготовка и предварительная обработка

Все испытуемые образцы следует подготовить и предварительно обработать следующим образом.

Конденсаторы следует плотно обернуть марлей и закрепить в испытательной камере с циркуляцией воздуха при температуре (t_c + 10) °С. Отклонение температуры не должно превышать ± 2 °С. При подготовке к разрушающему испытанию на образцы следует в течение 2 ч при температуре (t_c + 10) °С подавать номинальное напряжение U_N. Не допускается обрыв цепи или короткое замыкание конденсаторов.

2.1.16.3.2 Воздействие напряжением постоянного тока

Пять конденсаторов, выдержавших испытание на срок службы (группа 2), следует предварительно нагреть до температуры (t_c + 10) °С перед воздействием на них напряжением постоянного тока. Остальные пять конденсаторов, прошедшие испытания по 2.1.4.1, следует испытывать при комнатной температуре.

Напряжение источника питания постоянного тока (см. рисунок 1) следует увеличивать от нуля до 10 U_N со скоростью около 200 В/мин до тех пор, пока не произойдет короткое замыкание или не будет достигнуто напряжение 10 U_N.

Следует прекратить воздействовать на конденсаторы напряжением постоянного тока, когда напряжение, измеренное вольтметром, станет равным нулю или достигнет 10 U_N и сохранится таким же в течение 5 мин или другого интервала времени, определенного изготовителем.

2.1.16.3.3 Испытание разрушающим методом контроля на воздействие переменным током

На конденсаторы, выдержавшие воздействие напряжением постоянного тока, следует подать напряжение переменного тока величиной 1,3 U_N.

Если конденсатор успешно проходит испытание (пригоден к эксплуатации) или происходит обрыв цепи, напряжение следует поддерживать в течение 5 мин.

Если конденсатор замыкается накоротко, то испытание следует продолжать в течение 8 ч. Если конденсатор восстанавливается после пятиминутной выдержки, то повторяют воздействие напряжением постоянного тока.

2.1.16.4 Оценка отказа

После завершения испытания ни на одном испытуемом образце марля не должна быть обгоревшей; однако она может изменить свой цвет под действием просочившихся веществ.

Каждый конденсатор должен удовлетворять следующим требованиям:

a) просочившееся жидкое вещество может увлажнять наружную поверхность конденсатора, но без образования капель;

b) внутренние токоведущие части не должны быть доступны для стандартного испытательного пальца (см. МЭК 60529, рисунок 1);

c) марля не должна быть сгоревшей или подгоревшей, так как это указывает на то, что пламя или раскаленные частицы проникали через отверстия;

d) конденсатор должен выдержать испытание в соответствии с 2.1.8 при напряжении, равном 0,8 от указанной расчетной величины.

Испытание заканчивается, когда нерабочими становятся 10 конденсаторов.

Если хотя бы один из испытуемых образцов не удовлетворяет критериям по перечислениям a) или d), испытание можно снова повторить на других 10 образцах. Однако все конденсаторы должны выдержать повторное испытание.

Если критериям по перечислениям a) или d) не удовлетворяет более одного конденсатора, то испытание рассматривается как неудовлетворительное. Все конденсаторы должны удовлетворять требованиям по перечислениям b) и c).

Если конденсатор выполнен в металлическом корпусе, то его корпус должен быть присоединен к одному из полюсов источника питания. Если выводы конденсатора отличаются друг от друга, группу следует разделить на две подгруппы. У первой подгруппы к корпусу должен быть присоединен вывод A, у второй подгруппы – вывод B.

2.1.17 Теплостойкость, огнестойкость и трекингостойкость

Эти испытания не применимы к конденсаторам с проволочными выводами.

2.1.17.1 Испытание вдавливанием шарика

Наружные части изоляционного материала, удерживающие выводы в определенном месте, должны быть в достаточной мере теплостойкими.

Для материалов, отличных от керамики, соответствие проверяют, подвергая эти части испытанию вдавливанием шарика в соответствии с МЭК 60309-1 (пункт 27.3) при 125 °C или (t_c + 40) °C, в зависимости от того, какое значение больше.

2.1.17.2 Испытание раскаленной проволокой

Для материалов, отличных от керамики, соответствие также проверяют следующим испытанием.

Наружные части изоляционного материала, удерживающие выводы в определенном месте, следует подвергнуть испытанию раскаленной проволокой в соответствии с МЭК 60695-2-10 и МЭК 60695-2-11 со следующими уточнениями:

– испытуемый образец содержит одну группу отдельных компонентов, образующих конструкцию вывода;

– температура конца раскаленной проволоки равна 550 °C – для $I_N \le 0{,}5$ A и 850 °C – для $I_N > 0{,}5$ A;

– любое воспламенение или свечение образца должно погаснуть в течение 30 с после удаления раскаленной проволоки, и никакие горящие капли не должны зажечь кусок из пятислойной оберточной ткани, как указано в ИСО 4046, развернутой горизонтально на расстоянии (200 ± 5) мм ниже места, где прикладывают раскаленную проволоку к образцу.

2.1.17.3 Испытание на трекингостойкость

Наружные изоляционные части конденсаторов, удерживающие токоведущие части в определенном положении или находящиеся в контакте с такими выводами, должны быть из вещества, стойкого к трекингу.

Испытание на трекингостойкость проводят по МЭК 60112 при испытательном напряжении 250 В на соответствующих частях с использованием раствора А.

2.2 Перегрузки

2.2.1 Максимально допустимое напряжение

Максимально допустимое напряжение, измеренное на выводах в течение времени от начала запуска двигателя и до момента, при котором конденсатор выключается из цепи, должно быть не более 1,2 U_N.

Рекомендуется, чтобы такое напряжение имело место не более одного раза в сутки.

2.2.2 Максимально допустимый ток

Конденсаторы должны быть пригодны для эксплуатации при величине тока, не более чем в 1,30 раза превышающей действующее значение тока при номинальном синусоидальном напряжении и номинальной частоте, исключая переходные процессы.

Учитывая допускаемое отклонение емкости, максимально допустимый ток может быть больше номинального тока вплоть до 1,30 раза пропорционально отношению фактического значения емкости к ее номинальному значению.

2.2.3 Максимально допустимая реактивная мощность

Перегрузка, возникающая в результате эксплуатации при значениях напряжения и тока, превышающих номинальные значения (хотя и в пределах, установленных в 2.2.1 и 2.2.2), не должна превышать номинальную мощность более чем в 1,35 раза.

Учитывая допускаемое отклонение емкости, максимально допустимая мощность может быть больше номинальной мощности вплоть до 1,35 раза пропорционально отношению фактического значения емкости к ее номинальному значению.

Примечание – Следует отметить, что эксплуатация конденсаторов с перегрузкой даже в пределах, указанных выше, может отрицательно повлиять на срок службы этих конденсаторов.

2.3 Требования безопасности

2.3.1 Пути утечки и воздушные зазоры

Пути утечки по наружным поверхностям изоляции выводов и воздушные зазоры между внешними частями оконечных соединений или между подобными токоведущими частями и металлическим корпусом конденсатора, если таковые имеются, должны быть не менее значений, приведенных в таблице 4.

Таблица 4 – Минимальные пути утечки и воздушные зазоры

Номинальное напряжение	До 24 В включительно, мм	Свыше 24 В до 250 В включительно, мм	Свыше 250 В до 500 В включительно, мм	Свыше 500 В до 1000 В включительно, мм
Пути утечки				
1 Между токоведущими частями различной полярности	2	3 (2)	5	6
2 Между токоведущими частями и доступными металлическими частями, которые постоянно прикреплены к конденсатору, включая винты или приспособления для фиксации крышек или крепления конденсатора к его опоре	2	4 (2); 3*	6; 3*	7

Окончание таблицы 4

Номинальное напряжение	До 24 В включительно, мм	Свыше 24 В до 250 В включительно, мм	Свыше 250 В до 500 В включительно, мм	Свыше 500 В до 1000 В включительно, мм
Воздушные зазоры				
3 Между токоведущими частями различной полярности	2	3 (2)	5	6
4 Между токоведущими частями и доступными металлическими частями, которые постоянно прикреплены к конденсатору, включая винты или приспособления для фиксации крышек или крепления конденсатора к его опоре	2	4 (2); 3*	6; 3*	7
5 Между токоведущими частями и плоской опорной поверхностью или незакрепленной металлической крышкой при ее наличии, если конструкция не гарантирует, что значения, приведенные выше в пункте 4, соблюдаются в самых неблагоприятных условиях (только для информации)	2	6	10	12
* Для стеклянной или другой изоляции с эквивалентными характеристиками трекингостойкости.				
Примечание – Значения в скобках применяют к путям утечки и воздушным зазорам, защищенным от загрязнения. Для запаянных или заполненных компаундом корпусов пути утечки и воздушные зазоры не контролируются. Требования пункта 5 применяют только к конденсаторам, находящимся в эксплуатации.				

Эти минимальные расстояния применяют к выводам как с внешними, так и без внешних соединений. Они не предназначены для определения значений внутренних путей утечки и воздушных зазоров.

Должны удовлетворяться требования к конкретному применению.

Вклад в величину пути утечки любой канавки менее 1 мм должен быть ограничен ее шириной.

Любой воздушный зазор менее 1 мм не следует учитывать при вычислении полного воздушного зазора.

Пути утечки – это расстояния в воздухе, измеренные вдоль поверхности изолирующего материала.

2.3.2 Выводы и соединительные кабели

Выводы и неразъемные соединительные кабели должны иметь поперечное сечение проводника, способное надежно выдерживать ток конденсатора и обеспечивать достаточную механическую прочность. Минимальная площадь поперечного сечения проводника должна быть 0,5 мм^2. Изолированные кабели должны соответствовать номинальным значениям напряжения и температуры конденсатора.

Изготовитель должен предоставлять данные, что кабель, поставляемый с конденсатором, выдерживает ток в пределах заданного полного диапазона емкости/температуры/напряжения.

2.3.3 Заземление

Если металлический корпус конденсатора подлежит заземлению или присоединению к нейтральному проводу, должна быть предусмотрена возможность для осуществления надежного соединения. Это может быть достигнуто размещением конденсатора в неокрашенном металлическом корпусе или обеспечением прочного электрического соединения корпуса конденсатора с заземляющим выводом, заземляющим проводником или металлическим кронштейном.

Независимо от типа используемого соединения место присоединения корпуса конденсатора к земле должно быть четко промаркировано символом ⏚.

Если металлический корпус имеет резьбовой штифт и конденсатор надежно прикреплен к металлической раме посредством этого штифта без применения прокладки из изолирующего материала, а эта рама надежно присоединена к земле, штифт можно рассматривать как эффективное соединение с землей.

2.3.4 Разрядные устройства

Во многих случаях разрядные устройства не требуются, например если конденсатор постоянно соединен с обмоткой двигателя или размещен в недоступном месте.

В тех случаях, когда предусматривается разрядное устройство, оно должно снижать напряжение на выводах от амплитудного значения номинального напряжения до значения 50 В или менее в течение 1 мин с момента отключения конденсатора.

Примечание – В некоторых случаях разрядное устройство предусматривают не в целях обеспечения безопасности, а для предохранения конденсатора от электрического перенапряжения. Это может случиться, когда отключенный конденсатор, еще заряженный, присоединяют параллельно другому конденсатору с противоположной полярностью.

2.3.5 Загрязнение

Если конденсатор содержит жидкие субстанции, которые не рассеиваются в окружающую среду, на нем должна быть нанесена соответствующая маркировка, которая должна классифицироваться согласно категории риска загрязнения воды.

2.4 Маркировка

Маркировка конденсатора должна содержать:

a) наименование изготовителя, сокращенное наименование или торговую марку;

b) обозначение типа конденсатора, присвоенное изготовителем;

c) номинальную емкость C_N в микрофарадах и допускаемое отклонение в процентах;

d) номинальное напряжение U_N в вольтах;

e) рабочий цикл должен маркироваться после напряжения. Если конденсатор применяется более чем при одном рабочем цикле или напряжении, то значения этих параметров должны маркироваться на конденсаторе;

f) номинальную частоту f_N в герцах, если она отличается от 50 Гц;

g) климатическую категорию, например 25/85/21 (см. 1.4.1);

h) дату изготовления (можно использовать код);

i) обозначение или SH для самовосстанавливающихся конденсаторов;

j) разрядное устройство, при наличии, должно быть описано полностью или обозначено символом ;

k) класс защиты, например P0, P1, P2;

l) маркировку утверждения соответствия;

m) вид наполнителя. Ссылку на используемую жидкость (не требуется для сухих конденсаторов);

n) обозначение технических условий (стандарта).

Если конденсатор имеет малые габариты и на нем недостаточно места для нанесения маркировки, то пункты a), b), c), d), e), g), h) и l) должны быть маркированы, а другие пункты допускается опустить.

3 Конденсаторы для двигателей пусковые электролитические

3.1 Требования к качеству и испытаниям

3.1.1 Требования к испытаниям

3.1.1.1 Общие положения

В настоящем пункте приводятся требования к испытаниям электролитических пусковых конденсаторов для двигателей.

3.1.1.2 Условия испытаний

Если для отдельного испытания или измерения не оговорено иное, температура диэлектрика конденсатора должна быть в диапазоне от 15 °С до 35 °С и должна быть зарегистрирована.

При необходимости корректировки за номинальное значение принимают температуру 20 °С.

Примечание – Температуру диэлектрика принимают равной температуре окружающей среды при условии, что конденсатор находится без нагрузки при этой температуре в течение достаточного промежутка времени, зависящего от габаритов конденсатора.

3.1.1.3 Условия восстановления

Если для отдельного испытания не оговорено иное, время восстановления электролитических конденсаторов должно быть равным 16 ч.

3.1.2 Виды испытаний

Установлены два вида испытаний:

a) испытания типа;

b) контрольные испытания.

3.1.2.1 Испытания типа

Испытания типа предназначены для проверки прочности конструкции конденсатора и его возможности функционирования в условиях, установленных в настоящем стандарте.

Испытания типа проводит изготовитель и/или испытательный орган при необходимости утверждения типа.

Эти испытания могут проводиться под надзором соответствующего органа, который выдает сертификационные протоколы и/или признает утверждение типа.

3.1.2.2 Контрольные испытания

Изготовитель проводит контрольные испытания каждого конденсатора перед поставкой.

3.1.3 Испытания типа

3.1.3.1 Методика испытаний

Образцы каждой модели, отобранные для испытаний типа, должны быть разделены на группы, как показано в таблице 5.

Конденсаторы, образующие выборку, должны успешно пройти контрольные испытания, установленные в 3.1.4.1.

Каждая группа для испытаний должна содержать равное количество конденсаторов с максимальным и минимальным значениями емкости в соответствующем диапазоне.

Для каждого значения емкости в диапазоне изготовитель должен указывать данные об отношении величины емкости к общей площади внешней поверхности корпуса конденсатора.

Конденсатор с максимальной величиной емкости на единицу площади поверхности также следует подвергнуть испытаниям, если эта величина превышает на 10 % и более величину емкости на единицу площади поверхности для максимального значения емкости в диапазоне.

Аналогично конденсатор с минимальной величиной емкости на единицу площади поверхности следует подвергнуть испытаниям, если эта величина меньше на 10 % и более величины емкости на единицу площади поверхности для минимального значения емкости в диапазоне.

Таблица 5 – Программа испытаний типа

Группа	Испытание	Подраздел, пункт настоящего стандарта	Количество испытуемых образцов[a]	Количество допустимых отказов при первоначальном испытании[b]	Количество допустимых отказов при повторном испытании
1	Внешний осмотр Проверка маркировки Проверка размеров Измерение емкости и коэффициента мощности Механические испытания (за исключением паяемости) Испытание на герметичность	3.1.5 3.4 3.1.9 3.1.8 3.1.10 3.1.11	8 [4]	1[c]	0
2	Испытание на срок службы	3.1.12	42 [21]	2[d]	0
3	Паяемость (если применимо) Испытание на влажное тепло Испытание напряжением между выводами Испытание напряжением между выводами и корпусом	3.1.10.2 3.1.13 3.1.6 3.1.7	12 [6]	1[c]	0
4	Испытание пониженным давлением	3.1.14	20 [10] 10 [5][e]	1[c]	0

Окончание таблицы 5

Группа	Испытание	Подраздел, пункт настоящего стандарта	Количество испытуемых образцов[a]	Количество допустимых отказов при первоначальном испытании[b]	Количество допустимых отказов при повторном испытании
5	Теплостойкость, огнестойкость и трекингостойкость (не применимо к конденсаторам с проволочными выводами)	3.1.15	3 (только к частям корпуса с выводами)[f]	0	0

[a] Указанное количество образцов позволяет при необходимости проводить повторные испытания. Число в квадратных скобках показывает действительное количество образцов, требующееся для испытания. Все числа показывают количество образцов в выборке для каждого испытуемого значения емкости. При испытании диапазона емкостей количество образцов, указанное в настоящей таблице, применяется как для максимального, так и для минимального значения емкости или для любого промежуточного значения, которое требуется испытать в этом диапазоне в соответствии с 3.1.3.1.

[b] Конденсатор, отказавший при нескольких испытаниях, считается одним дефектным конденсатором.

[c] Для групп 1, 3 и 4 повторное испытание разрешается при одном отказе. При повторных испытаниях отказы недопустимы.

[d] Для группы 2 при одном отказе повторного испытания не требуется. При двух отказах требуется проведение повторного испытания, при котором не допускается ни единого отказа.

[e] Половина образцов должна состоять из новых образцов, а вторая половина образцов должна пройти испытание на срок службы.

[f] Для испытания по 3.1.15 требуется три образца частей корпуса с выводами (части изоляционного материала, удерживающие выводы в определенном положении).

Один образец требуется для испытания на вдавливание шарика (3.1.15.1), второй образец – для испытания на огнестойкость (3.1.15.2) и третий образец – для испытания на трекингостойкость (3.1.15.3).

Под площадью поверхности понимается общая площадь внешней поверхности корпуса конденсатора, исключая небольшие выступы, выводы и крепежные штифты.

3.1.3.2 Область распространения испытаний типа

3.1.3.2.1 При испытаниях типа на одной модели конденсатора оценивается только испытуемая модель. Если испытания типа проводят на двух моделях конденсаторов одного типа с разными значениями номинальной емкости, отобранных по правилам, изложенным в 2.3.1, испытания типа распространяют на все модели этого типа с номинальной емкостью в диапазоне между двумя испытанными значениями.

3.1.3.2.2 Испытания типа, успешно проведенные на модели конденсатора с определенным допускаемым отклонением емкости, действительны также для конденсаторов этой же модели, но с другим допускаемым отклонением емкости, максимум в два раза превышающим пределы заявленного допускаемого отклонения. Например, для конденсаторов с допуском ± 5 % в этом случае будет приемлем допуск до ± 10 % включительно, а для конденсаторов с допуском ± 10 % – до ± 20 % включительно. Результаты испытаний нельзя распространять на конденсаторы, имеющие допуск меньше заявленного. Например, для конденсаторов с допуском ± 10 % допуск ± 5 % неприемлем.

3.1.3.2.3 Иногда в современной практике требуются конденсаторы с несимметричным относительно номинальной емкости конденсатора допускаемым отклонением емкости.

При успешном проведении испытания типа на модели конденсатора с симметричным допускаемым отклонением емкости соответствующее утверждение типа распространяется также на конденсаторы этой же модели с несимметричным допускаемым отклонением емкости при условии, что весь диапазон несимметричного допускаемого отклонения емкости:

a) находится в диапазоне, допускаемом 3.1.3.2.2;

b) больше или равен допускаемому отклонению емкости испытанной модели конденсатора. Например, результаты типовых испытаний для конденсаторов с допуском ± 5 % распространяются на конденсаторы с такими значениями допусков, как $^{+10}_{-5}$ %, $^{+5}_{-10}$ %, $^{+8}_{-2}$ %, $^{+10}_{0}$ %, но не $^{+15}_{-5}$ %.

Если количество дефектов в каждой группе и общее количество дефектных конденсаторов не превышает значений, приведенных в таблице 5, модель (или ряд моделей) конденсатора считают соответствующей настоящему стандарту.

Если конденсатор предназначен для эксплуатации при двух или более различных условиях (номинальные напряжения, номинальные рабочие циклы и т. д.), нижеследующие испытания проводят только один раз при наибольшем напряжении:

i) испытание напряжением между выводами (см. 3.1.6);

ii) испытание напряжением между выводами и корпусом (см. 3.1.7).

Испытание на срок службы следует проводить для каждого значения номинального напряжения и в каждом рабочем режиме, промаркированном на конденсаторе. Количество испытуемых образцов должно быть соответствующим образом определено.

3.1.4 Контрольные испытания

3.1.4.1 Методика испытаний

Конденсаторы необходимо подвергнуть следующим испытаниям:

a) испытанию на герметичность (см. 3.1.11);

b) испытанию напряжением между выводами (см. 3.1.6);

c) испытанию напряжением между выводами и корпусом (см. 3.1.7);

d) внешнему осмотру (см. 3.1.5);

e) измерению емкости и коэффициента мощности (см. 3.1.8).

3.1.5 Внешний осмотр

Состояние, качество изготовления и обработки, маркировка должны быть удовлетворительными. Маркировка должна быть разборчивой в течение срока службы конденсатора.

3.1.6 Испытание напряжением между выводами

При испытаниях типа конденсаторы следует испытывать напряжением переменного тока, как указано в таблице 6. Испытание следует проводить близким к синусоидальному напряжением номинальной частоты. Испытание может быть проведено при частоте 50 или 60 Гц.

По усмотрению изготовителя может быть использована более высокая частота.

Таблица 6 – Испытательные напряжения

Тип конденсатора	Отношение испытательного напряжения к номинальному переменному напряжению	Длительность испытания типа, с	Длительность контрольного испытания, с
Электролитический конденсатор	1,2	10	2

3.1.7 Испытание напряжением между выводами и корпусом

Конденсатор должен выдерживать без пробоя между выводами (соединенными вместе) и корпусом в течение 60 с испытательное синусоидальное переменное напряжение, равное удвоенному действующему значению номинального напряжения плюс 1000 В, но не менее 2000 В, с частотой, возможно, более близкой к номинальной.

Если корпус конденсатора выполнен из изоляционного материала, то при испытаниях типа испытательное напряжение следует прикладывать между выводами и металлическими элементами крепления, если такие имеются, или между выводами и металлической фольгой, плотно обернутой вокруг корпуса. При контрольных испытаниях испытательное напряжение следует подавать между выводами и металлическим элементом конструкции при его наличии.

Если корпус выполнен полностью из изоляционного материала, контрольные испытания не проводятся.

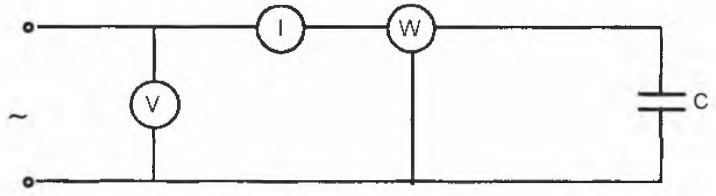
Во время испытания не допускается пробой диэлектрика или поверхностный разряд.

3.1.8 Измерение емкости и коэффициента мощности

Емкость должна определяться посредством измерения тока через конденсатор при номинальном напряжении и номинальной частоте конденсатора.

Прикладываемое напряжение должно быть синусоидальным, при этом следует обратить внимание на возможную неточность измерения из-за гармоник. Время, в течение которого прикладывается номинальное напряжение, должно быть не более 4 с.

Измерительная схема приведена на рисунке 4.



V – вольтметр; I – амперметр; W – ваттметр, предназначенный для точного функционирования при cos φ = 0,1; C – испытуемый конденсатор

Рисунок 4 – Испытательная схема для измерения емкости и коэффициента мощности

Показания вольтметра следует снимать в течение 2 с, амперметра – в течение 3 с, а ваттметра – в течение 4 с после подачи испытательного напряжения.

Емкость должна рассчитываться следующим образом:

$$C = \frac{10^6 I}{2\pi f U},$$

где f – частота, Гц;

C – емкость, мкФ;

I – действующее значение тока, А;

U – действующее значение испытательного напряжения, В.

Примечание – Этот метод измерения определяет полное сопротивление, а не емкость, но может быть использован для определения емкости, когда коэффициент мощности не превышает 0,2. Однако значения коэффициента мощности, превышающие этот предел, можно будет учесть при низкой температуре.

Измеренное значение емкости должно быть в пределах допуска, обозначенного на конденсаторе.

Коэффициент мощности должен измеряться в соответствии с рисунком 4 и рассчитываться исходя из тех же показаний приборов, как и при измерении емкости, следующим образом:

$$\cos \varphi = P/UI,$$

где P – величина активной мощности, Вт;

I – действующее значение тока, А;

U – действующее значение испытательного напряжения, В.

Коэффициент мощности должен быть не более 0,1.

3.1.9 Проверка размеров

Размеры корпуса, выводов и крепежных приспособлений должны соответствовать указанным на чертеже с учетом допускаемых отклонений.

Кроме того, следует проверить минимальные пути утечки и воздушные зазоры, указанные в таблице 8.

3.1.10 Механические испытания

Эти испытания следует проводить в соответствии с требованиями следующих стандартов:

– прочность выводов – испытание U по МЭК 60068-2-21;

– пайка – испытание T по МЭК 60068-2-20;

– вибрация (синусоидальная) – испытание Fc по МЭК 60068-2-6;

– изменение температуры – испытание Na по МЭК 60068-2-14.

3.1.10.1 Прочность выводов

Конденсатор следует подвергнуть испытаниям Ua, Ub, Uc и Ud по МЭК 60068-2-21, какие применимы.

3.1.10.1.1 Испытание Ua – Растяжение

Прикладываемое усилие должно быть равно 20 Н для всех типов выводов.

Для внешних проволочных выводов площадь поперечного сечения вывода должна быть не менее 0,5 мм^2.

3.1.10.1.2 Испытание Ub – Изгиб (половина выводов)

Настоящее испытание следует проводить только для проволочных выводов. Следует произвести два последовательных изгиба.

3.1.10.1.3 Испытание Uc – Скручивание (другая половина выводов)

Настоящее испытание следует проводить только для проволочных выводов. Следует произвести два последовательных поворота на 180°.

3.1.10.1.4 Испытание Ud – Крутящий момент (выводы под винт)

Настоящее испытание проводят на выводах с резьбой.

Гайки или винты следует подвергнуть воздействию крутящего момента, указанного в таблице 7, и ослабить снова. Крутящий момент следует увеличивать постепенно. Материал винта должен иметь соответствующее сопротивление разрушающей нагрузке.

Таблица 7 – Крутящий момент

Диаметр болта		Крутящий момент, Н · м
мм	дюйм	
2,6	–	0,4
3,0	1/8	0,5
3,5	9/64	0,8
4,0	5/32	1,2
5,0	3/16	1,8
5,5	7/32	2,2
6,0	1/4	2,5
8,0	5/16	5,0
10,0	3/8	7,0
12,0	1/2	12,0

3.1.10.1.5 Внешний осмотр

После каждого из этих испытаний проводят визуальный осмотр конденсаторов. Не должно быть видимых повреждений.

3.1.10.2 Паяемость

Это испытание проводят для выводов, предназначенных для присоединения пайкой.

В этом случае конденсатор подвергают испытанию Т по МЭК 60068-2-20 либо методом с использованием паяльной ванны, либо методом с использованием капельной установки.

Если методы с использованием паяльной ванны или капельной установки не применимы, используют паяльник размера А.

Перед испытанием и после него измеряют емкость конденсатора методом, изложенным в 3.1.8. Изменение емкости не допускается.

После завершения испытания проводят визуальный контроль конденсаторов. Не должно быть видимых повреждений.

3.1.10.3 Вибрация

Конденсаторы подвергают испытанию Fc по МЭК 60068-2-6, используя способ крепления, аналогичный применяемому при эксплуатации. Степень жесткости испытания должна быть следующей:

– f = 10 – 55 Гц;

– a = ± 0,35 мм;

– длительность испытания по оси – 10 циклов частоты (по 3 осям, перпендикулярным друг к другу) со скоростью качания 1 октава в минуту.

После завершения испытания конденсатор следует подвергнуть испытанию напряжением между выводами и корпусом в соответствии с 3.1.7. Не должно быть пробоя диэлектрика или поверхностного разряда.

После завершения испытания проводят визуальный осмотр конденсаторов. Не должно быть видимых повреждений.

Не допускается просачивания никакого наполнителя или других видимых повреждений.

До и после испытания измеряют емкость конденсатора в соответствии с 3.1.8. Максимально допустимое изменение емкости должно составлять 3 %.

3.1.10.4 Крепежный болт или штифт (если применим)

Крепежные болты с резьбой и места крепления к корпусу конденсатора должны иметь соответствующее сопротивление разрушению при старении во время эксплуатации.

Износостойкость крепежного болта или штифта следует проверять на четырех образцах, испытуемых по 3.1.12 (срок службы) следующим методом.

Необходимо закрепить на монтажной плате четыре конденсатора в камере для испытания на срок службы. Толщина монтажной платы должна быть (1,5 ± 0,1) мм, а диаметр отверстия должен быть больше диаметра болта на 0,5 – 1,0 мм.

Перед началом испытания на срок службы следует приложить крутящий момент, приведенный в таблице 7. После завершения испытания на срок службы следует приложить крутящий момент, равный 50 % значения, приведенного в таблице 7.

Отказы не допускаются.

3.1.10.5 Быстрое изменение температуры

Конденсаторы должны быть подвергнуты испытанию Na по МЭК 60068-2-14 для 5 циклов. Продолжительность пребывания при каждой температуре должна быть ограничена 3 ч.

После восстановления проводят визуальный осмотр и измерение емкости конденсаторов. Не должно быть просачивания никакого наполнителя или других видимых повреждений. Изменение емкости по сравнению с первоначальным значением должно быть менее или равно 5 %.

3.1.11 Проверка герметичности

Конденсатор следует закрепить в положении, при котором можно с наибольшей вероятностью обнаружить утечку, при температуре на (10 ± 2) °С выше максимально допустимой рабочей температуры конденсатора, на время, достаточное для достижения этой температуры всеми частями конденсатора.

Затем конденсатор следует выдержать при этой температуре в течение часа перед охлаждением.

Не должно быть утечки.

Если конденсатор поставляется с крышкой для выводов, испытание на герметичность предпочтительно проводить перед закреплением крышки. Крышку следует закрепить так, чтобы герметичность не нарушилась.

После испытания на герметичность конденсаторы следует проверить на утечку жидкости и разрушение корпуса.

Допускается увлажнение поверхности, но не образование капель.

При проведении контрольных испытаний по соглашению между изготовителем и потребителем допускается применение других эквивалентных методов.

3.1.12 Испытание на срок службы

Это испытание предназначено для подтверждения пригодности конденсаторов для эксплуатации в номинальных условиях.

Во время испытания конденсаторы должны быть расположены друг от друга на расстоянии не менее 25 мм.

3.1.12.1 Создание необходимых условий

При проведении испытаний для получения температурного режима могут применяться два альтернативных метода (см. 3.1.12.1.1 и 3.1.12.1.2). Выбор метода зависит от наличия оборудования. Эти два метода считаются эквивалентными.

3.1.12.1.1 Испытание в условиях принудительной циркуляции воздуха

Конденсаторы помещают в камеру, способную поддерживать температуру окружающей среды с допустимым отклонением ± 2 °С с циркуляцией воздуха внутри камеры для предотвращения выхода температуры за пределы допустимого отклонения. Чувствительный элемент термостата, регулирующий температуру воздуха в камере, должен находиться в потоке циркулирующего воздуха.

Термочувствительный элемент прибора для регистрации температуры должен быть закреплен посередине стенки корпуса конденсатора в месте с наименьшим тангенсом угла потерь. В термостате следует установить температуру на 15 °С ниже максимально допустимой рабочей температуры конденсаторов, подвергаемых испытанию.

До подачи напряжения на конденсаторы камера должна быть введена в режим температурной стабильности, который достигается при температуре корпуса испытуемого конденсатора, равной с допуском ± 2 °С температуре, установленной в камере. Затем на конденсаторы подают напряжение в соответствии с указанными для них напряжением и рабочим циклом.

Через 24 часа следует записать разность между максимально допустимой рабочей температурой и температурой, зарегистрированной на испытуемом конденсаторе. Затем термостат должен быть отрегулирован таким образом, чтобы гарантировать, что регистрируемая температура будет на уровне максимально допустимой рабочей температуры с допуском ± 2 %.

Испытание продолжается до окончания установленной длительности без дальнейших регулировок термостата. Время испытания отсчитывается с момента подачи напряжения на конденсаторы.

3.1.12.1.2 Испытание в жидкостной ванне

Конденсаторы помещают в контейнер, заполненный жидкостью, температуру которой посредством дополнительного нагревания следует поддерживать на уровне максимальной рабочей температуры конденсатора на всем протяжении испытания. Допустимое отклонение температуры должно быть в пределах ± 2 °С. Контейнер должен быть полностью защищенным для обеспечения мер безопасности от возникновения пожара.

Уровень жидкости должен быть таким, чтобы из нее выступало не более 20 % или 15 мм высоты конденсатора.

3.1.12.2 Условия испытаний

Рекомендуется, чтобы каждый испытуемый конденсатор был индивидуально защищен плавким предохранителем или автоматическим выключателем.

Для обоих методов испытание должно выполняться при следующих условиях:

– испытательное напряжение – 1,1 U_N;

– частота испытательного напряжения – 50 или 60 Гц;

– рабочий цикл – в соответствии с рабочим циклом, обозначенным на конденсаторе;

– длительность испытания – 500 ч.

Во время испытаний не должен возникать остаточный пробой, обрыв или поверхностный разряд.

После восстановления (≥ 16 ч) конденсаторы должны быть подвергнуты визуальному контролю и измерению.

Не допускается просачивания никакого наполнителя и других видимых повреждений. Маркировка должна быть разборчивой.

Максимально допустимое изменение емкости в сравнении с первоначально измеренным значением должно составлять ± 10 %.

Максимально допустимое значение коэффициента мощности (cos φ) должно быть равным 0,2.

Для испытаний, выполненных на частоте 50 или 60 Гц, номинальный рабочий цикл будет квалифицирован, если установленное относительное рабочее время уменьшено на 20 %.

Конденсаторы, прошедшие испытания, также считаются пригодными для более короткого периода включения (ON) при одной и той же длительности рабочего цикла. Например, положительный результат, полученный для конденсаторов с длительностью рабочего цикла 60 с и периодом включения 1 с (1,7 % относительного рабочего времени), также правомочен для конденсаторов с длительностью рабочего цикла 60 с и периодом включения 0,33 с (0,55 % относительного рабочего времени).

Конденсаторы также считаются пригодными для более продолжительной длительности рабочего цикла вплоть до максимально допустимого периода включения, равного 10 с, но для одного и того же относительного рабочего времени. Например, положительный результат, полученный для конденсаторов с длительностью рабочего цикла 60 с и периодом включения 1 с (1,7 % относительного рабочего времени), также правомочен для конденсаторов с длительностью рабочего цикла 3 мин и временем включения, равным 3 с (одно и то же относительное рабочее время – 1,7 %).

3.1.13 Испытание на влажное тепло

Перед испытанием необходимо измерить емкость (см. 3.1.8).

Это испытание следует проводить в соответствии с МЭК 60068-2-78.

Конденсаторы следует испытывать при степени жесткости, указанной в маркировке. Во время испытания напряжение на образцы не подают и измерения не проводят.

После выдержки в условиях влажного тепла конденсаторы следует поместить в нормальные атмосферные условия для восстановления на время не менее 1 ч, но не более 2 ч. Сразу же после восстановления следует измерить емкость в соответствии с 3.1.8.

Изменение емкости допускается только в пределах границ погрешности измерения.

3.1.14 Испытание при пониженном давлении

Для обеспечения надежности изделия конденсаторы должны быть подвергнуты при комнатной температуре непрерывной работе при номинальном напряжении и номинальной частоте в течение 30 мин.

В тех случаях, когда устройство для понижения давления заключено в корпус, оно должно быть безопасным при функционировании: не вызывать разрушения корпуса или опасности возгорания.

При отсутствии устройства для понижения давления допускается частичное вскрытие корпуса конденсатора как средство понижения давления при условии невозможности дальнейшего разрушения корпуса или возникновения опасности возгорания.

В случае двухкорпусных конденсаторов наружный корпус не должен подвергаться разрушению во время испытания.

Примечание 1 – Во время этого испытания могут происходить выбросы некоторого количества пропитывающего вещества или наполнителя изнутри конденсатора. Следует принять меры предосторожности, чтобы пропитывающее вещество или наполнитель не нанесли вреда оператору или окружающей среде.

Примечание 2 – Это испытание является разрушающим испытанием для электролитических конденсаторов.

3.1.15 Теплостойкость, огнестойкость и трекингостойкость

Эти испытания не применимы к конденсаторам с проволочными выводами.

3.1.15.1 Испытания вдавливанием шарика

Наружные части изоляционного материала, удерживающие выводы в определенном месте, должны быть в достаточной мере теплостойкими.

Для материалов, отличных от керамики, соответствие проверяют, подвергая эти части испытанию вдавливанием шарика в соответствии с МЭК 60309-1 (пункт 27.3) при 125 °С или (t_c + 40) °С, в зависимости от того, какое значение больше.

3.1.15.2 Испытание раскаленной проволокой

Для материалов, отличных от керамики, соответствие также проверяют следующим испытанием.

Наружные части изоляционного материала, удерживающие выводы в определенном месте, следует подвергнуть испытанию раскаленной проволокой в соответствии с МЭК 60695-2-10 и МЭК 60695-2-11 со следующими уточнениями:

– испытуемый образец содержит одну группу отдельных компонентов, образующих конструкцию вывода;

– температура конца раскаленной проволоки равна 550 °С – для $I_N \leq 0{,}5$ А и 850 °С – для $I_N > 0{,}5$ А;

– любое воспламенение или свечение образца должно погаснуть в течение 30 с после удаления раскаленной проволоки, и никакие горящие капли не должны зажечь кусок из пятислойной оберточной ткани, как указано в ИСО 4046, развернутой горизонтально на расстоянии (200 ± 5) мм ниже места, где прикладывают раскаленную проволоку к образцу.

3.1.15.3 Испытание на трекингостойкость

Наружные изоляционные части конденсаторов, удерживающие токоведущие части в определенном положении или находящиеся в контакте с такими выводами, должны быть выполнены из материала, стойкого к трекингу.

Испытание на трекингостойкость проводят по МЭК 60112 при испытательном напряжении 250 В на соответствующих частях с использованием раствора А.

3.2 Перегрузки

3.2.1 Максимально допустимое напряжение

Максимально допустимое напряжение, измеренное на выводах в течение периода запуска и до момента времени, при котором конденсатор выключается из цепи, должно быть не более 1,2 U_N.

Рекомендуется, чтобы такое напряжение имело место не более одного раза в сутки.

3.2.2 Максимально допустимый ток

Конденсаторы должны быть пригодны для эксплуатации при величине тока, не более чем в 1,30 раза превышающей действующее значение тока при номинальном синусоидальном напряжении и номинальной частоте, исключая переходные процессы.

Учитывая допускаемое отклонение емкости, максимально допустимый ток может быть больше номинального тока вплоть до 1,30 раза пропорционально отношению фактического значения емкости к ее номинальному значению.

3.2.3 Максимально допустимая реактивная мощность

Перегрузка, возникающая в результате эксплуатации при значениях напряжения и тока, превышающих номинальные значения (хотя и в пределах, установленных в 3.2.1 и 3.2.2), не должна превышать номинальную мощность более чем в 1,35 раза.

Учитывая допускаемое отклонение емкости, максимально допустимая мощность может быть больше номинальной мощности вплоть до 1,35 раза пропорционально отношению фактического значения емкости к ее номинальному значению.

Примечание – Следует отметить, что эксплуатация конденсаторов с перегрузкой даже в пределах, указанных выше, может отрицательно повлиять на срок службы этих конденсаторов.

3.3 Требования безопасности

3.3.1 Пути утечки и воздушные зазоры

Пути утечки по наружным поверхностям изоляции выводов и воздушные зазоры между внешними частями оконечных соединений или между подобными токоведущими частями и металлическим корпусом конденсатора, если таковые имеются, должны быть не менее значений, приведенных в таблице 8.

Эти минимальные расстояния применяют к выводам как с внешними, так и без внешних соединений. Они не предназначены для определения значений внутренних путей утечки и воздушных зазоров.

Должны удовлетворяться требования к конкретному применению.

Вклад в величину пути утечки любой канавки менее 1 мм должен быть ограничен ее шириной.

Любой воздушный зазор менее 1 мм не следует учитывать при вычислении полного воздушного зазора.

Пути утечки – это расстояния в воздухе, измеренные вдоль поверхности изолирующего материала.

3.3.2 Выводы и соединительные кабели

Выводы и неразъемные соединительные кабели должны иметь поперечное сечение проводника, способное надежно выдерживать ток конденсатора и обеспечивать достаточную механическую прочность. Минимальная площадь поперечного сечения проводника должна быть 0,5 мм^2. Изолированные кабели должны соответствовать номинальным значениям напряжения и температуры конденсатора.

Изготовитель должен предоставлять данные, что кабель, поставляемый с конденсатором, выдерживает ток в пределах заданного полного диапазона емкости/температуры/напряжения.

Таблица 8 – Минимальные пути утечки и воздушные зазоры

Номинальное напряжение	До 24 В включительно, мм	Свыше 24 В до 250 В включительно, мм	Свыше 250 В до 500 В включительно, мм	Свыше 500 В до 1000 В включительно, мм
Пути утечки				
1 Между токоведущими частями различной полярности	2	3 (2)	5	6
2 Между токоведущими частями и доступными металлическими частями, которые постоянно прикреплены к конденсатору, включая винты или приспособления для фиксации крышек или крепления конденсатора к его опоре	2	4 (2); 3*	6; 3*	7
Воздушные зазоры				
3 Между токоведущими частями различной полярности	2	3 (2)	5	6
4 Между токоведущими частями и доступными металлическими частями, которые постоянно прикреплены к конденсатору, включая винты или приспособления для фиксации крышек или крепления конденсатора к его опоре	2	4 (2); 3*	6; 3*	7

Окончание таблицы 8

Номинальное напряжение	До 24 В включительно, мм	Свыше 24 В до 250 В включительно, мм	Свыше 250 В до 500 В включительно, мм	Свыше 500 В до 1000 В включительно, мм
5 Между токоведущими частями и плоской опорной поверхностью или незакрепленной металлической крышкой при ее наличии, если конструкция не гарантирует, что значения, приведенные выше в пункте 4, соблюдаются в самых неблагоприятных условиях (только для информации)	2	6	10	12
* Для стеклянной или другой изоляции с эквивалентными характеристиками трекингостойкости.				
Примечание – Значения в скобках применяют к путям утечки и воздушным зазорам, защищенным от загрязнения. Для запаянных или заполненных компаундом корпусов пути утечки и воздушные зазоры не контролируются. Требования пункта 5 применяют только к конденсаторам, находящимся в эксплуатации.				

3.3.3 Заземление

Если металлический корпус конденсатора подлежит заземлению или присоединению к нейтральному проводу, должна быть предусмотрена возможность для осуществления надежного соединения. Это может быть достигнуто размещением конденсатора в неокрашенном металлическом корпусе или обеспечением прочного электрического соединения корпуса конденсатора с заземляющим выводом, заземляющим проводником или металлическим кронштейном.

Независимо от типа используемого соединения место присоединения корпуса конденсатора к земле должно быть четко промаркировано символом ⏚.

Если металлический корпус имеет резьбовой штифт и конденсатор надежно прикреплен к металлической раме посредством этого штифта без применения прокладки из изолирующего материала, а эта рама надежно присоединена к земле, штифт можно рассматривать как эффективное соединение с землей.

3.3.4 Разрядные устройства

Во многих случаях разрядные устройства не требуются, например если конденсатор постоянно соединен с обмоткой двигателя или размещен в недоступном месте.

В тех случаях, когда предусматривается разрядное устройство, оно должно снижать напряжение на выводах от амплитудного значения номинального напряжения до значения 50 В или менее в течение 1 мин с момента отключения конденсатора.

Примечание – В некоторых случаях разрядное устройство предусматривают не в целях обеспечения безопасности, а для предохранения конденсатора от электрического перенапряжения. Это может случиться, когда отключенный конденсатор, еще заряженный, присоединяют параллельно другому конденсатору с противоположной полярностью.

3.3.5 Загрязнение

Если конденсатор содержит жидкие субстанции, которые не рассеиваются в окружающую среду, на нем должна быть нанесена соответствующая маркировка, которая должна классифицироваться согласно категории риска загрязнения воды.

3.4 Маркировка

Маркировка конденсатора должна содержать:

a) наименование изготовителя, сокращенное наименование или торговую марку;

b) обозначение типа конденсатора, присвоенное изготовителем;

c) номинальную емкость C_N в микрофарадах и допускаемое отклонение в процентах;

d) номинальное напряжение U_N в вольтах;

e) рабочий цикл должен маркироваться после напряжения. Если конденсатор применяется более чем при одном рабочем цикле или напряжении, то значения этих параметров должны маркироваться на конденсаторе;

f) номинальную частоту f_N в герцах, если она отличается от 50 Гц;

g) климатическую категорию, например 25/85/21 (см. 1.4.1);

h) дату изготовления (можно использовать код);

i) разрядное устройство, при наличии, должно быть описано полностью или обозначено символом ;

j) маркировку утверждения соответствия;

k) вид наполнителя. Ссылку на используемую жидкость (не требуется для сухих конденсаторов);

l) обозначение технических условий (стандарта).

Если конденсатор имеет малые габариты и на нем недостаточно места для нанесения маркировки, то пункты a), b), c), d), e), g), h) и j) должны быть маркированы, а другие пункты допускается опустить.

4 Руководство по монтажу и эксплуатации

4.1 Общие положения

Это руководство главным образом предназначено для изготовителей двигателей и законченных устройств, содержащих конденсаторы, указанные в этом стандарте. Однако ссылка на этот стандарт приводится в инструкциях по монтажу и эксплуатации и в связи с этим, где это необходимо, изготовитель должен обеспечить, чтобы эти инструкции были доведены до конечного пользователя в виде указаний по монтажу, и любые необходимые предупреждения должны быть отображены прямо на изготавливаемых устройствах.

В отличие от большинства электрических приборов конденсаторы для двигателей не подключают к сетям питания как самостоятельные приборы. В каждом случае конденсатор подключают последовательно с индуктивной обмоткой двигателя, и к тому же он может находиться в непосредственном контакте с двигателем или другим устройством. Характеристики двигателя или другого подобного устройства оказывают сильное влияние на рабочий режим конденсаторов.

Наиболее значительными воздействиями на конденсаторы для двигателей являются следующие:

– в тех случаях, когда конденсатор для двигателя соединен последовательно со вспомогательной обмоткой однофазного асинхронного электродвигателя, напряжение на выводах конденсатора при рабочей скорости электродвигателя, как правило, значительно выше напряжения питающей сети;

– в случае непосредственного контакта с двигателем конденсатор подвержен воздействию не только вибрации двигателя, но также влиянию тепла, передаваемого от нагруженных обмоток и активного сердечника. К тому же, температуру конденсатора могут увеличивать другие источники тепла, связанные с устройством.

4.2 Выбор номинального напряжения

4.2.1 Измерение рабочего напряжения

Номинальное напряжение, указанное для пускового конденсатора двигателя, должно определяться посредством измерения напряжения на этом конденсаторе во время его совместной работы с соответствующим двигателем. Двигатель должен работать при максимальном напряжении сети с использованием соответствующей величины емкости и при нагрузке, которая изменяется от наименьшей возможной величины до наибольшей допустимой величины.

Максимальное номинальное напряжение конденсатора должно быть не менее, чем наибольшее напряжение, измеренное на выводах конденсатора во время пускового режима работы вплоть до момента отключения этого конденсатора от электрической цепи. Измеренное напряжение должно быть не более 1,2 U_N.

Примечание – Напряжение на выводах конденсатора во время пускового режима работы может быть рассчитано из соотношения:

$$U_c = U \times \sqrt{1+n^2},$$

где U_c – напряжение на выводах конденсатора;

U – напряжение сети;

n – отношение числа витков во вспомогательной обмотке к числу витков в основной обмотке двигателя.

4.2.2 Влияние емкости

Кроме напряжения питающей сети и индуктивной связи между основной и вспомогательной обмотками двигателя с конденсатором, напряжение на выводах конденсатора зависит от значения самой емкости, особенно если конденсатор и вспомогательная обмотка работают вблизи точки резо-

нанса. Это следует учитывать, выбирая номинальное напряжение конденсатора, и должное внимание следует также уделить максимально допустимому току двигателя. При выборе номинального напряжения конденсатора надлежащее внимание следует уделить измерению напряжения, указанному в 4.2.1, возможному изменению напряжения питающей сети и влиянию допускаемого отклонения емкости.

4.3 Проверка температуры конденсатора

4.3.1 Выбор максимально допустимой рабочей температуры конденсатора

Так как на температурные условия конденсаторов для двигателей оказывает влияние множество факторов, которые трудно заранее предусмотреть (излучение тепла и теплопроводность двигателя, высокая температура окружающей среды, плохие условия охлаждения и т. д.), изготовитель устройства должен контролировать рабочую температуру конденсатора, связанную с устройством, в которое этот конденсатор встроен. Это испытание необходимо проводить при наиболее неблагоприятных допустимых условиях эксплуатации, применимых к устройству.

При этих условиях следует измерить температуру конденсатора. Номинальная максимально допустимая рабочая температура конденсатора должна быть не менее максимальной температуры, измеренной при этом испытании.

4.3.2 Выбор минимально допустимой рабочей температуры конденсатора

Номинальная минимальная рабочая температура конденсатора не должна быть выше наименьшей температуры, при которой конденсатор может работать. Это температура, которую имеет конденсатор до начала работы оборудования, т. е. без эффекта нагрева от оборудования.

Электролитические конденсаторы теряют емкость и у них повышается коэффициент мощности при температурах ниже 0 °С. Однако эти изменения не оказывают серьезного влияния на их способность запускать двигатели при таких низких температурах, как минус 40 °С. Более высокий коэффициент мощности при этой температуре означает потери, приводящие к образованию достаточного количества внутренней теплоты за короткий промежуток времени, до момента, когда емкость становится достаточно большой, а коэффициент мощности достаточно низким, чтобы запустить двигатель.

4.4 Контроль переходных процессов

При определенных условиях включения или выключения двигателей или при подключении пусковых конденсаторов переходные перенапряжения, почти в 10 раз превышающие номинальное напряжение конденсатора, могут привести к созданию наиболее неблагоприятных условий из-за многократного образования электрической дуги на переключающих контактах и индуктивности подключенных цепей двигателя.

При описанных выше обстоятельствах может произойти преждевременный отказ конденсаторов. Изготовитель должен предусмотреть соответствующие испытания, чтобы гарантировать, что максимальные рабочие режимы конденсатора не превышаются.

4.5 Хранение электролитических конденсаторов

Электролитические конденсаторы, хранящиеся в течение продолжительного периода времени, могут в некоторой степени ухудшить свои свойства. Электролитические конденсаторы, требования к которым установлены настоящим стандартом, должны быть введены в эксплуатацию в течение 2 лет со дня их изготовления. По истечении этого периода времени конденсаторы должны быть подвергнуты проверке, прежде чем будут введены в эксплуатацию.

Если испытательное оборудование отсутствует, то свойства конденсатора могут быть «улучшены» посредством подключения к нему номинального напряжения на время 2 или 3 с. Это можно повторить 3 раза, но при этом общее время не должно превышать 10 с. Если конденсатор уже подключен к двигателю, то тот же эффект может быть получен включением двигателя 2 или 3 раза перед подключением нагрузки.

Приложение А
(обязательное)

Испытание напряжением

Испытание напряжением следует проводить с источником питания переменного тока, как указано в соответствующем пункте. Источник питания должен соответствующим образом поддерживать в течение указанного периода испытания требуемое испытательное напряжение с допуском ± 2,5 %, но для испытания на срок службы – с допуском ± 2 %.

Испытание напряжением переменного тока также проводят на частоте 50 или 60 Гц, какая применяется с достаточно свободной от гармоник формой волны, чтобы гарантировать, что при подаче напряжения на конденсатор результирующий ток не превысит значения, соответствующего форме синусоидального напряжения более чем на 10 %.

Приложение Д.А
(справочное)

Сведения о соответствии международных стандартов, на которые даны ссылки, государственным стандартам, принятым в качестве модифицированных государственных стандартов

Таблица Д.А.1

Обозначение и наименование международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
МЭК 60068-2-14:1984 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание N. Изменение температуры	MOD	ГОСТ 28209-89 (МЭК 68-2-14-84) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание N: Смена температуры
МЭК 60068-2-20:1979 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Т. Пайка	MOD	ГОСТ 28211-89 (МЭК 68-2-20-79) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Т: Пайка
МЭК 60112:1979 Метод определения сравнительного и контрольного индексов трекингостойкости твердых изоляционных материалов во влажной среде	MOD	ГОСТ 27473-87 (МЭК 112-79) Материалы электроизоляционные твердые. Метод определения сравнительного и контрольного индексов трекингостойкости во влажной среде
МЭК 60309-1:1999 Вилки, штепсельные розетки и соединительные устройства промышленного назначения. Часть 1. Общие требования	MOD	ГОСТ 30849.1-2002 (МЭК 60309-1-99) Вилки, штепсельные розетки и соединительные устройства промышленного назначения. Часть 1. Общие требования
МЭК 60529:1989 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (IP Code)	MOD	ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

Ответственный за выпуск *В.Л. Гуревич*

Сдано в набор 27.02.2007. Подписано в печать 24.04.2007. Формат бумаги 60×84/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Arial. Печать ризографическая. Усл. печ. л. 3,95 Уч.- изд. л. 2,38 Тираж экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение
НП РУП «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС)
Лицензия № 02330/0133084 от 30.04.2004.
220113, г. Минск, ул. Мележа, 3.