РУКОВОДСТВО ПО ВЫБОРУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Автоматические выключатели MS



—

Компания ABB — международный технологический лидер в производстве инновационного электрооборудования, робототехники, механизации и автоматизации для предприятий промышленности, энергетики и транспортной инфраструктуры. Начав свою историю новаторства более 130 лет назад, сегодня ABB возглавляет промышленную цифровизацию в двух важнейших направлениях: обеспечение эффективной распределения электроэнергии от любых источников до потребителя и автоматизация производства — от добычи природных ресурсов до изготовления конечного продукта.

Предисловие

Компания ABB предлагает широкий ассортимент автоматических выключателей для защиты электродвигателей. Широкий перечень существующих в настоящее время стандартов, правил, серий и моделей значительно затрудняет правильный выбор и эксплуатацию этих электромеханических устройств.

Понимая сложности, с которыми сталкиваются заказчики, ABB представляет руководство по выбору и эксплуатации автоматических выключателей для защиты электродвигателей, которое поможет раскрыть весь потенциал и возможности данной линейки.

Этот документ носит общий характер и предназначен как для специалистов, работающих с электродвигателями, так и для тех, кто желает узнать больше об этом виде изделий, их стандартах и областях применения.

Документ не является полным техническим руководством, применимым ко всем решениям ABB для пуска электродвигателей, а служит в качестве дополнения к каталогу, техническим паспортам и брошюрам по нашей продукции. Здесь приводится технические особенности, которые необходимо учитывать при выборе и эксплуатации автоматических выключателей для защиты электродвигателей.

В руководстве содержатся только общие данные. Каждое конкретное применение требует индивидуального анализа. Монтаж электротехнических устройств должен выполняться при обязательном соблюдении всех местных правил и норм с учетом специфических условий эксплуатации.

Более подробную информацию об этих и других продуктах компании ABB можно найти на сайте:
https://new.abb.com/low-voltage/ru/products/oborudovanie-dlya-upravleniya-i-zashchiti-electrodvigatelei

Содержание

01. Стандарты и сертификаты автоматических выключателей для защиты электродвигателей 10

Европейские директивы 11
Маркировка CE 11
Стандарты Северной Америки 12
Китайская обязательная сертификация (CCC) 12
Прочие местные сертификаты на основе стандарта МЭК 12
Прочие местные сертификаты на основе стандарта МЭК 13
Применимые стандарты 13

02. Общая информация 14

Основные функции 15
Расцепитель (отключающий элемент) 16
Время и ток (характеристики срабатывания) 16
Защита от перегрузки 17
Классы расцепления при перегрузке 17
Защита от короткого замыкания 17
Чувствительность к обрыву фазы 18
Однофазные нагрузки и нагрузки постоянного тока 18
Термины и номинальные параметры 19
Номинальное рабочее напряжение (Ue) 19
Номинальная включающая способность при КЗ (Icm) 19
Номинальная отключающая способность при КЗ 19
Номинальный кратковременный выдерживаемый ток (Icw) 20
Категории селективности 20
Компенсация температуры окружающего воздуха 20
Допустимые превышения температуры автоматических выключателей для защиты электродвигателей 21
Механизм свободного расцепления 22
Чувствительность к обрыву фазы 22
Механическая и электрическая износостойкость 22
Типы выключателей 23
Автоматический выключатель для защиты электродвигателя 23
Автоматический выключатель 23
Выключатель 23
Выключатель-разъединитель 23
Серии автоматических выключателей ABB 24
MS116 25
MS132 25
MS132-K 26
MS165 26
MS132-T и MS132-KT 26
MO132 и MO165 26
Дополнительные аксессуары и корпуса 27

03. Типы нагрузки 32

Оборудование общего назначения и нагревательные элементы 33
Электродвигатели 34
Общие сведения об электродвигателях 35
Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором 36
Международные стандарты энергоэффективности электродвигателей 36
Шильдик с данными электродвигателя 41
Напряжение 42
Ток 43
Коэффициент мощности 43
Крутящий момент 44
Герметичный электродвигатель холодильного компрессора 45
Лампы и осветительные приборы 45
Трансформаторы 46
Конденсаторы 46
Защита трансформаторов на стороне первичной обмотки 46
Защита трансформаторов на стороне вторичной обмотки 46

04. Факторы окружающей среды и особенности применения 48

Компенсация температуры окружающего воздуха и снижение номинальных параметров 49
Рабочие циклы и повторные запуски 50
Частота сети и постоянный ток 51

05. Правила выбора 52

Выбор автоматического выключателя для защиты электродвигателя 53
Инструмент выбора SOC 53

06. Монтаж и ввод в эксплуатацию 56

Монтаж 57
Монтажное положение и минимальные расстояния 57
Подключение 58
Типы подключения 58
Сечения проводников 58
Установка значений тока двигателя 59
Испытание на расцепление при перегрузке 60
Повторный пуск после расцепления 60
Блокировка автоматического выключателя для защиты электродвигателя 61
Инструкции по установке 61
2D-чертежи и 3D-модели 61

07. Глоссарий 62

08. Приложение 64

Номинальная рабочая мощность и ток электродвигателей 65

Перед современными промышленными и торговыми компаниями остро стоит энергетический вопрос. Мировая потребность в энергоресурсах неуклонно растет. При этом усиливаются требования к снижению энергопотребления, сокращению выбросов углекислого газа (CO_2) и обеспечению безопасных источников питания.

По оценкам, количество установленных в мире электродвигателей ежегодно увеличивается более чем на 5 % и на сегодняшний день достигает около 300 миллионов единиц, которые потребляют примерно 65 % всей электроэнергии, используемой в промышленности. В сегменте электродвигателей главным ориентиром для ABB неизменно является не только обеспечение высокого КПД и превосходных характеристик энергоэффективности, но и надежная защита как оборудования, так и пользователей.



Основная причина выхода электродвигателей из строя — перегрев, который возникает из-за перегрузок, отклонением параметров электросети, проблем с охлаждением, отклонений рабочих параметров и неподходящих условий эксплуатации. Данная особенность отличает электродвигатели и насосы от других видов электрооборудования, например нагревательных элементов и осветительных приборов.

Примеры перегрузок

Перегрузки, вызванные повышенным током:

- блокировка ротора;
- длительный пуск или торможение;
- изменение коэффициента трения работающего двигателя;
- недопустимый режим эксплуатации с кратковременными перерывами;
- длительные перегрузки при непрерывной работе;
- пониженное напряжение.

Отклонения в питающей сети, которые могут вызвать несимметричные перегрузки по току:

- короткое замыкание на землю;
- обрыв фазы;
- асимметрия фазных напряжений.

Повреждение двигателя или системы охлаждения:

- межобмоточное или межвитковое короткое замыкание.
- неправильное монтажное положение электродвигателя, препятствующее циркуляции воздуха;
- снижение плотности конвекционных потоков из-за пыли и грязи;
- низкая плотность воздуха из-за установки на высоте над уровнем моря, превышающей номинальные значения.

01

Стандарты и сертификаты автоматических выключателей для защиты электродвигателей

Всё низковольтное оборудование ABB разрабатывается и производится в соответствии с правилами, установленными Международной электротехнической комиссией (МЭК). Стандарты МЭК являются основными нормативными документами на мировом рынке электрооборудования. На продукцию ABB распространяется серия стандартов МЭК 60947 (для Европы) и стандарт UL 60947 (для Северной Америки), которые внедрены в производство всех устройств. Готовые изделия проходят всеобъемлющие заводские испытания и, как правило, не нуждаются в других тестах. В некоторых странах законодательство требует проведения дополнительной сертификации.

Европейские директивы

Применимые к автоматическим выключателям для защиты электродвигателей

Основные европейские директивы

- **Директива 2014/35/EU о низковольтном оборудовании**
  Характеристики электрооборудования: от 50 до 1000 В переменного тока и от 75 до 1500 В постоянного тока
- **Директива 2011/65/EU**
  Ограничение использования определенных вредных веществ в электронном и электрическом оборудовании
- **Директива ATEX 2014/34/E**U
  Директива Европейского парламента и Совета Европейского союза о согласовании законов стран-участниц в отношении электрооборудования и систем защиты, предназначенных для использования в потенциально взрывоопасных средах
- **Директива 2012/19/EU**
  Директива Европейского парламента и Совета Европейского союза от 4 июля 2012 г. об утилизации электрического и электронного оборудования

Маркировка CE

Изделия, успешно прошедшие проверку согласно соответствующему стандарту EN, отвечают всем применимым директивам, например Директиве 2014/35/EU о низковольтном оборудовании. В этом случае на изделие разрешается наносить маркировку CE. EN 60947-4-1 — это стандарт, распространяющийся на автоматические выключатели для защиты электродвигателей, аналог стандарта МЭК 60947-4-1. То же самое относится к стандартам EN 60947-2, EN 60947-1 и EN 60947-5-1. Вместе с тем маркировка CE не означает соответствие Директиве 2006/42/EC о безопасности машин и оборудования, для подтверждения которого необходима специальная проверка электроустановки машины. Автоматический выключатель для защиты электродвигателей представляет собой контактный коммутационный аппарат, подверженный главным образом рискам электрического характера. Поэтому в отношении этих устройств действуют требования директивы о низковольтном оборудовании. Таким образом, маркировка CE показывает, что изделие отвечает применимым европейским директивам.

Стандарты Северной Америки

На рынках Северной Америки и Канады установлены весьма схожие нормативы, которые, однако, значительно отличаются от требований МЭК и европейских директив.

США стандарты UL компании Underwriters Laboratories Inc.
Канада стандарты CSA Канадской ассоциации стандартов.

Существуют различные типы сертификации UL, в том числе внесение в перечень UL и регистрация компонентов UL. Внесение в перечень UL означает, что компания Underwriters Laboratories провела испытания образцов изделия и установила их соответствие требованиям UL. Регистрация компонентов UL предусматривает только оценку компонентов или материалов, предназначенных для использования в готовом изделии или системе. Автоматические выключатели для защиты электродвигателей ABB с сертификатом UL внесены в перечень UL. Выключатели также могут быть сертифицированы для перечня cULus, который охватывает все требования безопасности UL и CSA, поэтому такое изделие подходит для эксплуатации и в США, и в Канаде.

Китайская обязательная сертификация (CCC)

Автоматические выключатели для защиты электродвигателей подпадают под действие регламента о Китайской обязательной сертификации (CCC), и для их продажи на рынке Китая необходима соответствующая сертификация и наличие на изделии знака CCC. Китайские стандарты GB14048.2 и GB14048.4 основываются на стандартах МЭК 60947-2 и МЭК 60947-4-1.

Прочие местные сертификаты на основе стандарта МЭК

Наряду со стандартами МЭК и UL во многих странах приняты собственные системы сертификации. Ниже приведены некоторые основные сертификаты, помимо уже упомянутых CSA и CCC.

- EAC — знак Евразийского соответствия (Россия и другие страны ЕАЭС)
- RCM — знак Нормативного соответствия (Австралия и Новая Зеландия)
- NOM — знак Norma Oficial Mexicana (Мексика)
- KC — знак корейской сертификации (Корея)

Прочие местные сертификаты на основе стандарта МЭК

Морские компании иногда требуют различные сертификаты, подтверждающие пригодность автоматических выключателей для защиты судовых электродвигателей. Примеры таких сертификатов: DNV GL (Det Norske Veritas совместно с Germanischer Lloyd), BV (Bureau Veritas), LR (Lloyds Register EMEA) на основе стандарта МЭК, сертификат ABS (American Bureau of Shipping) на основе стандартов UL либо сертификаты иной независимой сертификационной организации. Как правило, сертификация автоматических выключателей для использования на судах включает в себя особые требования в отношении ударных воздействий, вибрации и влажности.

Применимые стандарты

В отношении автоматических выключателей для защиты электродвигателей ABB используются (полностью или частично) следующие стандарты.

Международные и европейские стандарты	
МЭК/EN 60947-1	Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие правила
МЭК/EN 60947-2	Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели
МЭК/EN 60947-4-1	Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-1. Контакторы и пускатели электродвигателей. Электромеханические контакторы и пускатели электродвигателей
МЭК/EN 60947-5-1	Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-1. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления

Стандарты Северной Америки	
UL 60947-4-1 (ранее UL 508)	Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-1. Контакторы и пускатели электродвигателей. Электромеханические контакторы и пускатели электродвигателей
UL 60947-4-1A	Ред. 2. Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-1. Контакторы и пускатели электродвигателей. Электромеханические контакторы и пускатели электродвигателей
UL 60947-5-1	Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-1. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления

Стандарты Канады	
CSA C22.2 № 60947-1 (ранее CSA C22.2 № 14)	Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие правила
CSA C22.2 № 60947-4-1 (ранее CSA C22.2 № 14)	Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-1. Контакторы и пускатели электродвигателей. Электромеханические контакторы и пускатели электродвигателей

Стандарты Китая	
GB/T14048.2	Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели
GB/T14048.4	Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-1. Контакторы и пускатели электродвигателей. Электромеханические контакторы и пускатели электродвигателей
GB/T14048.5	Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-1. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления

Стандарты ATEX	
МЭК/EN 60079-0	Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования
МЭК/EN 60079-1	Взрывоопасные среды. Часть 1. Оборудование с защитой от взрыва оболочками d
МЭК/EN 60079-7	Взрывоопасные среды. Часть 7. Оборудование с повышенной защитой оболочками e
МЭК/EN 60079-31	Взрывоопасные среды. Часть 31. Оборудование с защитой от воспламенения пыли оболочками t
МЭК/EN 60079-14	Взрывоопасные среды. Часть 14. Проектирование, выбор и монтаж электроустановок

02

Общая информация

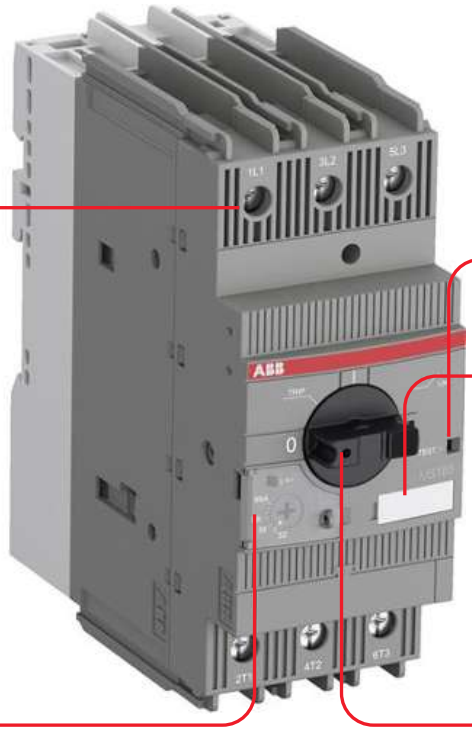
Основные функции

Автоматические выключатели для защиты электродвигателей — трехполюсные электромеханические устройства, предназначенные для защиты оборудования от перегрузки и токов короткого замыкания. Они также имеют функцию размыкания и обеспечивают гальваническую изоляцию для безопасного отключения установки от источника питания и могут использоваться для ручной коммутации нагрузок.

Силовые клеммы
Служат для подключения до двух проводников разного сечения.

Фиксатор для монтажа на DIN-рейку
Позволяет устанавливать автоматический выключатель на DIN-рейки 35x15 мм и 35x7,5 мм.

Круговая шкала для настройки значения тока
Позволяет установить значение номинального тока двигателя.



Функция тестирования
Применяется для проверки механизма расцепления.

Шильдик для маркировки

Ручка управления
Используется для включения и отключения; информирует о срабатывании расцепителя. Коммутация должна производиться быстро и без пауз.

Автоматические выключатели для защиты электродвигателей соответствуют стандартам МЭК/EN 60947-2, МЭК/EN 60947-4-1 и UL 60947-4-1A (ранее UL 508). Защиты реализуется с помощью следующих функций:

- защита от перегрузки;
- защита от короткого замыкания;
- чувствительность к обрыву фазы.

При обнаружении неисправности автоматический выключатель для защиты электродвигателя отключает все фазы от источника питания, напрямую изолируя защищаемую нагрузку. Кроме того, автоматические выключатели повышают надежность устройства за счет минимального времени отключения. Они защищают цепи на стороне нагрузки и электродвигатель от повреждений, срабатывая за считанные миллисекунды после короткого замыкания.

Термин «автоматический выключатель для защиты электродвигателя» в точной формулировке в стандартах не используется. В нормативах UL аппараты этого типа обозначаются терминами «ручной контроллер двигателя» или «комбинированный контроллер двигателя». В стандартах МЭК эти устройства называются «автоматические выключатели для двигателей» или просто «выключатели». Другие распространенные названия автоматического выключателя для защиты электродвигателя:

- автоматические защитные выключатели;
- ручное устройство защиты электродвигателя;
- ручной пускатель электродвигателя;
- устройство защиты пускателя;
- устройство защиты цепи двигателя;
- устройство защиты электродвигателя.

Расцепитель (отключающий элемент)

Автоматические выключатели для защиты электродвигателей соответствуют классам расцепления, установленным стандартами МЭК 60947-4-1 и UL 60947-4-1A. Класс расцепления обозначает максимальное время расцепления в холодном состоянии, которое определяется для устойчивой симметричной трехполюсной нагрузки с уставкой тока 7,2x. Как и автоматические выключатели в литом корпусе, стандартные автоматические выключатели для защиты электродвигателя серии MS имеют два расцепителя:

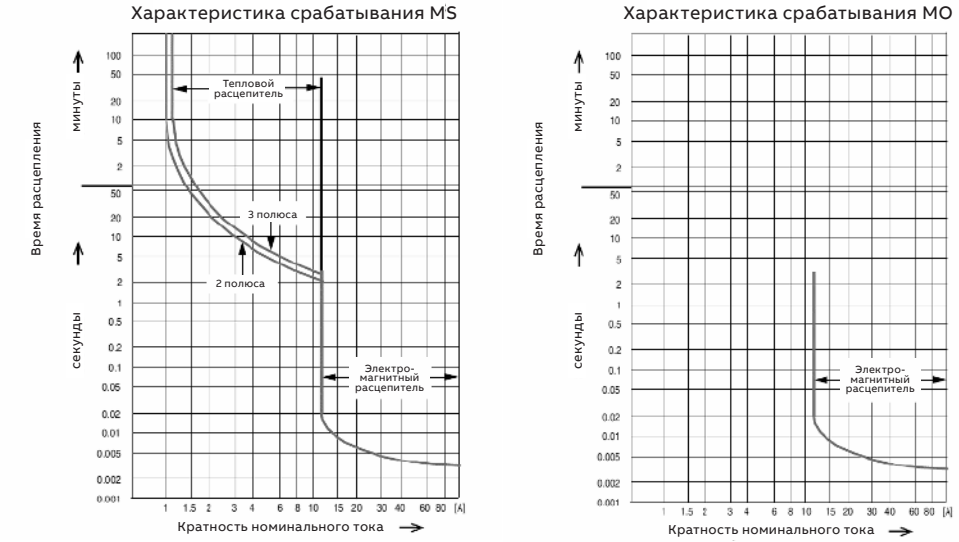
- тепловой расцепитель с обратнозависимой выдержкой времени для защиты от перегрузки с регулируемым номинальным током;
- мгновенный электромагнитный расцепитель для защиты от короткого замыкания и фиксированной уставкой.

Автоматические выключатели для защиты электродвигателей серии MO оснащены только мгновенным расцепителем токов короткого замыкания. В сочетании с внешним реле перегрузки схема подключения имеет сходство со схемой обычных комбинированных пускателей (например, автоматического выключателя, контактора и реле перегрузки). При перегрузке двигателя реле перегрузки срабатывает и контактор выключается, однако электромагнитный автоматический выключатель для защиты электродвигателя остается включенным. Его расцепитель сработает только в случае короткого замыкания, после чего происходит отключение нагрузки. Следовательно, этот тип выключателя различает перегрузки и короткое замыкание с помощью отдельных сигналов.

Время-токовая характеристика (характеристики срабатывания)

На диаграммах ниже указано время расцепления в соответствии с стандартами МЭК 60947-4-1, UL 60947-4-1A и CSA C22.2 № 60947-4-1. Характеристики срабатывания теплового расцепителя с обратнозависимой выдержкой времени применимы для постоянного (DC) и переменного (AC) тока с частотой 50 или 60 Гц. Для трехполюсных нагрузок и токов, в 3–8 раз превышающих установленное значение тока, время расцепления может отличаться на 20 % как в сторону уменьшения, так и увеличения. Характеристики срабатывания мгновенных расцепителей токов короткого замыкания основываются на номинальном рабочем токе Ie, который совпадает с верхним значением диапазона уставок. Графики характеристик срабатывания действительны для холодного и теплого состояний, поскольку время срабатывания теплового расцепителя с обратнозависимой выдержкой времени имеет значительный диапазон допустимых отклонений.

— График характеристик срабатывания для серий MS и MO



Защита от перегрузки

Перегрузка определяется как режим работы поврежденной электрической цепи, который способствует формированию сверхтока. В соответствии с международными и национальными стандартами автоматические выключатели для защиты электродвигателей имеют шкалу уставок в амперах, которая позволяет настраивать устройство напрямую без дополнительных расчетов. Согласно стандартам ток уставки — это номинальный ток двигателя, но не ток расцепления (при 1,05 x I нет расцепления; при 1,2 x I расцепление через 2 часа; I = ток уставки).

Классы расцепления при перегрузке

Автоматические выключатели для защиты электродвигателей ABB соответствуют классам расцепления, установленным стандартами МЭК 60947-4-1 и UL 60947-4-1A. Класс расцепления в этом случае обозначает максимальное время срабатывания в холодном состоянии, которое определяется для устойчивой симметричной трехполюсной нагрузки с уставкой тока 7,2x. Время срабатывания, соответствующее стандартам МЭК 60947-4-1 и UL 60947-4-1, показано на графиках характеристик срабатывания.

Класс	Время расцепления Tp [c] при 7,2 x Ie
10A	2 < Tp ≤ 10
10	4 < Tp ≤ 10
20	6 < Tp ≤ 20
30	9 < Tp ≤ 30

Защита от короткого замыкания

Короткое замыкание определяется как случайно или преднамеренно образованный токопроводящий путь между двумя или более токопроводящими частями с электрическим потенциалом, равным или близким к нулю. Для расцепителя токов короткого замыкания устанавливается фиксированное (нерегулируемое) значение, в несколько раз превышающее значение номинального рабочего тока Ie автоматического выключателя для защиты электродвигателя. Расцепитель токов короткого замыкания автоматического выключателя для защиты электродвигателя отключает нагрузку от сети при каждом коротком замыкании, тем самым предотвращая дальнейшее повреждение. Автоматический выключатель для защиты электродвигателя обладает отключающей способностью до 100 кА при напряжении 400 В AC.

Координация при токах короткого замыкания

Основная задача устройства защиты от короткого замыкания — это быстрое обнаружение, ограничение и отключение высоких токов короткого замыкания, а также уменьшение повреждения в месте короткого замыкания. Чтобы гарантированно обеспечить отсутствие чрезмерной нагрузки на компоненты и исключить их повреждение в результате отключения при коротком замыкании, необходима взаимная координация контактора и автоматического выключателя. Координация между коммутационными и защитными устройствами охватывает электрофизические процессы всех компонентов, на которые в случае короткого замыкания подается нагрузка.

Определение в соответствии с МЭК 60947-4-1

Координация типа 1
- В случае короткого замыкания контактор или пускатель не должны представлять опасности для людей и оборудования.
- Контактор или пускатель не обязательно должны быть пригодны для дальнейшей эксплуатации без ремонта и частичной замены.
- Допускается повреждение контактора и реле перегрузки.

Координация типа 2
- В случае короткого замыкания контактор или пускатель не должны представлять опасности для людей и оборудования.
- Контактор или пускатель должны быть пригодны для дальнейшей эксплуатации.
- Реле перегрузки или другие аппараты не должны иметь повреждений. Допускается приваривание контактов контактора или пускателя, если они могут быть легко разомкнуты без существенной деформации (например, отверткой).

Для выбора оборудования в соответствии с требуемым типом координации используйте инструмент выбора SOC (https://www.lowvoltage-tools.abb.com/soc/Motor).

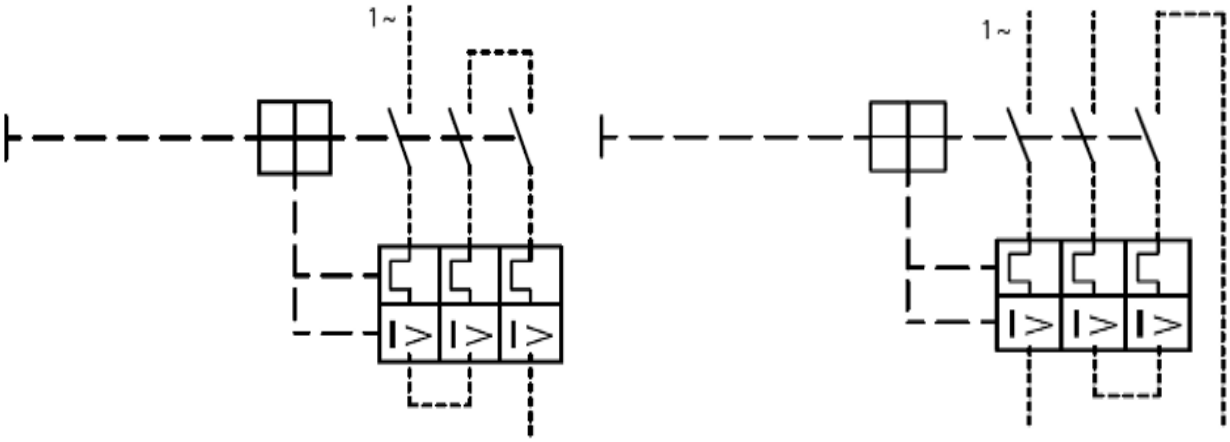
Чувствительность к обрыву фазы

Одной из характеристик тепловых расцепителей сверхтока с обратнозависимой выдержкой времени является чувствительность к обрыву фазы. Асимметрия фаз может привести к повреждению электродвигателей и других нагрузок. Автоматические выключатели для защиты электродвигателей предназначены для фиксации и отключения таких условий и предотвращения повреждений нагрузки и двигателя.

Однофазные нагрузки и нагрузки постоянного тока

Чтобы автоматические выключатели для защиты электродвигателей могли защищать однофазные нагрузки или нагрузки постоянного тока, все три главных полюса должны быть подключены последовательно (см. схемы подключения ниже).

— Схемы подключения однофазных нагрузок и нагрузок постоянного тока



Термины и номинальные параметры

Номинальное рабочее напряжение (Ue)

Номинальное рабочее напряжение автоматического выключателя для защиты электродвигателя — это значение линейного (межфазного) напряжения, которое определяет возможность применения выключателя. Это значение необходимо учитывать наравне с номинальным рабочим током.

Номинальная включающая способность при КЗ (Icm)

Номинальная включающая способность при коротком замыкании — это ток короткого замыкания, который автоматический выключатель для защиты электродвигателя может включить при номинальном рабочем напряжении, номинальной частоте и фиксированном коэффициенте мощности. Она выражается максимальным ожидаемым пиковым током.

Номинальная отключающая способность при КЗ

Номинальная отключающая способность — это ток короткого замыкания, который автоматический выключатель для защиты электродвигателя может отключить при номинальном рабочем напряжении, номинальной частоте и фиксированном коэффициенте мощности. Она выражается максимальным ожидаемым пиковым током. Данную способность определяют как номинальную наибольшую отключающую способность при КЗ или номинальную рабочую отключающую способность при КЗ.

Номинальная предельная отключающая способность при КЗ (Icu) согласно МЭК/EN 60947-2

Это максимальная отключающая способность, которую автоматический выключатель для защиты электродвигателя может осуществить без его повреждения. После отключения тока короткого замыкания, в случае перегрузки автоматический выключатель для защиты электродвигателя может работать с повышенными допусками.

Номинальная рабочая отключающая способность при КЗ (Ics) согласно МЭК/EN 60947-2

Это отключающая способность, которую автоматический выключатель для защиты электродвигателя может многократно осуществить без его повреждения.

Различие номинальной предельной отключающей способности при КЗ (Icu) и номинальной рабочей отключающей способности при КЗ (Ics)

Разница между номинальной предельной отключающей способностью при КЗ (Icu) и номинальной рабочей отключающей способностью при КЗ (Ics) заключается в порядке испытаний по стандарту МЭК/EN 60947-2.

- Часть 8.3.4. Порядок испытаний II. Номинальная рабочая отключающая способность при КЗ
- Часть 8.3.5. Порядок испытаний III. Номинальная предельная отключающая способность при КЗ

Испытания на Icu проводятся по схеме O-t-CO. Это значит, что автоматический выключатель для защиты электродвигателя должен отключить ток короткого замыкания (O), оставаться выключенным в течение 3 минут (t), а затем снова включиться с последующим отключением тока КЗ (CO). В этом случае время-токовая характеристика может измениться, а выключатель — не выдержать полной токовой нагрузки. Испытания на Ics проводятся по схеме O-t-CO-t-CO. Это значит, что автоматический выключатель для защиты электродвигателя должен отключить ток короткого замыкания (O), выдержать 3-минутную паузу (t), включиться с последующим отключением тока КЗ (CO), подождать еще 3 минуты (t), а затем снова включиться с последующим отключением тока КЗ (CO). После этого автоматический выключатель для защиты электродвигателя должен выдерживать полный ток, а время-токовая характеристика не должна измениться.

Номинальный кратковременно выдерживаемый ток (Icw)

Номинальный кратковременный ток, который может выдержать оборудование, представляет собой значение кратковременного выдерживаемого тока, который оборудование может пропускать без повреждения в условиях испытаний, указанных в соответствующем стандарте на продукцию.

Категории селективности

Стандарт МЭК 60947-2 выделяет 2 категории селективности низковольтных автоматических выключателей:

- категория A: автоматические выключатели, не предназначенные специально для обеспечения селективности в условиях короткого замыкания и, как правило, не имеющие настройки времени выдержки. Номинальный кратковременно выдерживаемый ток не учитывается;
- категория B: автоматические выключатели, специально предназначенные для обеспечения селективности в условиях короткого замыкания.

Все автоматические выключатели для защиты электродвигателей ABB относятся к категории селективности A.

Компенсация температуры окружающего воздуха

Компенсация температуры окружающего воздуха реализуется за счет использования биметаллического элемента, который противодействует рабочим биметаллическим элементам теплового расцепителя с обратнозависимой выдержкой времени. Данный биметаллический элемент не нагревается током двигателя, а изгибается только под действием температуры окружающего воздуха. В результате влияние температуры окружающего воздуха на характеристики срабатывания автоматического выключателя для защиты электродвигателя автоматически компенсируются как для температуры окружающей среды 20 °C. Стандарт МЭК/EN 609471-4-1 устанавливает для компенсации температуры окружающего воздуха диапазон от –5 до +40 °C, но автоматические выключатели для защиты электродвигателей ABB обеспечивают температурную компенсацию в диапазоне от –25 до + 60 °C.

Допустимые превышения температуры автоматических выключателей для защиты электродвигателей

Автоматические выключатели MS протестированы в соответствии со стандартом МЭК 60947-1 (таблицы 2 и 3), в которых указаны максимальные допустимые превышения температуры автоматических выключателей относительно температуры окружающего воздуха.

Таблица 2 стандарта МЭК 60947-1 «Допустимые превышения температуры выводов»

Материал выводов	Допустимые превышения температуры [1] [K]
Медь без покрытия	60
Латунь без покрытия	65
Медь или латунь, покрытые оловом	65
Медь или латунь, покрытые серебром или никелем	70
Прочие металлы	2)

1) При применении проводников значительно меньшего сечения, чем указано в таблицах 9 и 10, может произойти перегрев деталей зажима, вывода и соседствующих частей аппарата, применение таких проводников требует дополнительного согласования с изготовителем аппарата.
В стандартах на аппараты конкретных типов могут быть установлены другие значения, исходя из условий испытаний и малых размеров аппаратов, но не превышающие значения из данной таблицы более чем на 10 °C.

2) Пределы превышения температуры должны устанавливаться на основе опыта эксплуатации аналогичных аппаратов или по результатам испытания на износостойкость, но значение не должно превышать 65 °C.

Таблица 2 стандарта МЭК 60947-1 «Допустимые превышения температуры доступных частей»

Доступные части	Допустимые превышения температуры [1] [K]
Части, предназначенные для оперирования рукой или пальцем	
Металлические	15
Неметаллические	20
Части, доступные для прикосновения при оперировании, но не оперируемые рукой:	
Металлические	30
Неметаллические	40
Части, которые при нормальном оперировании не доступны для прикосновения [2]	
Внешние поверхности оболочек рядом с кабельными вводами	
Металлические	40
Неметаллические	50
Наружные поверхности оболочек для сопротивлений	200 [2]
Воздух, выходящий из вентиляционных отверстий оболочек для сопротивлений	200 [2]

1) В стандартах на аппараты конкретных типов могут быть установлены другие значения, исходя из условий испытаний и малых размеров аппаратов, но не превышающие значения из данной таблицы более чем на 10 °C.

2) Это оборудование следует изолировать от контакта с горючими материалами или случайных прикосновений персонала. Предел 200 °C может быть превышен, если это допускается изготовителем. Необходимые ограждения и место установки аппаратов определяют при его монтаже. Изготовитель должен предоставить соответствующую информацию согласно 5.3.

Механизм свободного расцепления

В соответствии с требованиями стандарта МЭК 60947-1 автоматический выключатель для защиты электродвигателя должен иметь механизм свободного расцепления. Это означает, что расцепление должно происходить даже в том случае, если ручка находится в положении ON (Включено) или удерживается рукой.

Чувствительность к обрыву фазы

В соответствии с МЭК 609471-4-1 одной из характеристик тепловых расцепителей сверхтока с обратнозависимой выдержкой времени является чувствительность к обрыву фазы. Благодаря данной функции при обрыве фазы или большой асимметрии фаз происходит расцепление автоматического выключателя для защиты электродвигателя.

Если двухфазный режим сохраняется в течении длительного времени, своевременное расцепление предотвращает появление в оставшихся фазах сверхтока, который может повредить электродвигатель.
Для нормальной работы устройства и предотвращения расцепления из-за чувствительности к обрыву фазы все три полюса должны быть симметрично нагружены. Для защиты однофазных устройств или устройств постоянного тока все три главных полюса должны быть подключены последовательно (см. главу «Однофазные нагрузки и нагрузки постоянного тока»).

— Информация выше основывается на стандарте МЭК 60947-4-1

Рабочие пределы	
Нет расцепления в течение 2 часов	2 полюса: 1,0 x I_e 1 полюс: 0,9 x I_e
Расцепление в течение 2 часов	2 полюса: 1,15 x I_e 1 полюс: 0 x I_e

Механическая и электрическая износостойкость

Из-за конструктивных особенностей автоматические выключатели для защиты электродвигателей различаются по количеству электрических и механических операций, которые могут выполняться в течение срока службы изделия. Ниже представлено сравнение автоматических выключателей для защиты электродвигателей, контакторов и выключателей в литом корпусе. Поскольку автоматические выключатели в литом корпусе предназначены для защиты цепей и нагрузок, а не для управления, они обладают довольно низкой механической и электрической износостойкостью. При этом контакторы, разработанные специально для управления нагрузкой, напротив имеют очень высокую механическую и электрическую износостойкость. Автоматические выключатели для защиты электродвигателей используются как для управления, так и для защиты и поэтому имеют более высокие показатели износостойкости, чем обычные автоматические выключатели.

— Примеры механической и электрической износостойкости

Параметр	Автоматические выключатели для защиты электродвигателей	Контакторы < 100 A	Автоматические выключатели в литом корпусе
Механическая износостойкость	До 100 000	> 10 000 000	25 000
Электрическая износостойкость	До 100 000	> 1 000 000	8000

Типы выключателей

В целях облегчения выбора подходящего оборудования ниже приведено описание следующих выключателей:

- автоматический выключатель для защиты электродвигателя;
- автоматический выключатель;
- выключатель;
- выключатель-разъединитель.

Автоматический выключатель для защиты электродвигателя

Автоматический выключатель для защиты электродвигателя— это предназначенное для защиты двигателей от перегрузки. При небольших токах автоматический выключатель часто используется для непосредственного управления нагрузками. Изначально данное устройство имело низкую отключающую способность при КЗ. В настоящее время под термином «автоматический выключатель электродвигателя» понимается автоматический выключатель с функцией защиты электродвигателя и высокой отключающей способностью.

Автоматический выключатель

Автоматический выключатель — это механическое коммутационное устройство, которое может включать, проводить и отключать токи, а также включаться при определенных исключительных условиях (например, при коротком замыкании) на заданный промежуток времени, и затем отключаться (МЭК 60947-1).

Выключатель

Выключатель — это механический переключатель, который может включать, проводить и отключать токи в цепи при нормальных условиях, включая заданную рабочую перегрузку. Кроме того, он может работать при определенных исключительных условиях (например, при коротком замыкании) в течение заданного промежутка времени.

Выключатель может, но не обязан обладать отключающей способностью (МЭК 60947-1). Может пропускать сквозной ток короткого замыкания, но не может его отключать.

Выключатель-разъединитель

Выключатель-разъединитель — это механическое коммутационное устройство, которое в разомкнутом состоянии соответствует требованиям, предъявляемым к функции размыкания и изоляции (МЭК 60947-1). Функция размыкания и гальванической изоляции заключается в отключении питания всей системы или части системы. При этом система или часть системы отключаются от любого источника электроэнергии в целях безопасности. Важным фактором здесь является расстояние между контактами в разомкнутом состоянии. Обязательным условием является электрическое разделение между полюсами и между входом и выходом. Оно достигается путем создания видимой точки размыкания или с помощью внутреннего устройства (механического блокирующего устройства) за счет соответствующих конструктивных особенностей. Устройство соответствует характеристикам изоляции в соответствии с МЭК 60947-1, если в «открытом» положении оно обеспечивает изолирующее расстояние, на котором достигается заданная диэлектрическая прочность между разомкнутыми контактами главной цепи коммутационного устройства. Оно также должно быть оборудовано механизмом отображения положения подвижного контакта. Этот индикатор положения переключателя должен быть надежно соединен с исполнительным механизмом. Выключатель-разъединитель должен иметь возможность коммутировать цепь только при отсутствии тока или при незначительном токе.

Серии автоматических выключателей ABB

—
Ассортимент автоматических выключателей для защиты электродвигателей

ABB предлагает широкий ассортимент автоматических выключателей для защиты электродвигателей:

- MS116 с базовым функционалом до 32 А;
- MS132/MO132 с продвинутым функционалом до 32 А;
- MS165/MO165 с продвинутым функционалом до 80 А;
- MS132-T с продвинутым функционалом для защиты трансформаторов.

	MS116	
	Тепловой расцепитель	X
	Электромагнитный расцепитель	X
	Чувствительность к обрыву фазы	X
	Положение переключателя	ВКЛ./ВЫКЛ.
	Индикация срабатывания электромагнитного расцепителя	
	Ручка с блокировкой без дополнительных аксессуаров	
	Функция размыкания и изоляции	X
	Ширина	45 мм
	Номинальный рабочий ток Ie	0,1–32 А
	Отключающая способность при коротком замыкании	до 100 кА
	Диапазон температурной компенсации	от –25 до +55 °C
	MS132, MS132-K	
	Тепловой расцепитель	X
	Электромагнитный расцепитель	X
	Чувствительность к обрыву фазы	X
	Положение переключателя	ON/OFF/TRIP (ВКЛ./ВЫКЛ./РАСЦ.)
	Индикация срабатывания электромагнитного расцепителя	X
	Ручка с блокировкой без дополнительных аксессуаров	X
	Функция размыкания и изоляции	X
	Ширина	45 мм
	Номинальный рабочий ток Ie	0,1–32 А
	Отключающая способность при коротком замыкании	до 100 кА
	Диапазон температурной компенсации	от –25 до +60 °C
	MS165	
	Тепловой расцепитель	X
	Электромагнитный расцепитель	X
	Чувствительность к обрыву фазы	X
	Положение переключателя	ON/OFF/TRIP (ВКЛ./ВЫКЛ./РАСЦ.)
	Индикация срабатывания электромагнитного расцепителя	X
	Ручка с блокировкой без дополнительных аксессуаров	X
	Функция размыкания и изоляции	X
	Ширина	55 мм
	Номинальный рабочий ток Ie	10–80 А
	Отключающая способность при коротком замыкании	до 100 кА
	Диапазон температурной компенсации	от –25 до +60 °C
	MS132-T, MS132-KT	
	Тепловой расцепитель	X
	Электромагнитный расцепитель	X
	Чувствительность к обрыву фазы	X
	Положение переключателя	ON/OFF/TRIP (ВКЛ./ВЫКЛ./РАСЦ.)
	Индикация срабатывания электромагнитного расцепителя	X
	Ручка с блокировкой без дополнительных аксессуаров	X
	Функция размыкания и изоляции	X
	Ширина	45 мм
	Номинальный рабочий ток Ie	0,1–25 А
	Отключающая способность при коротком замыкании	до 100 кА
	Диапазон температурной компенсации	от –20 до +60 °C



MO132	
Тепловой расцепитель	
Электромагнитный расцепитель	X
Чувствительность к обрыву фазы	
Положение переключателя	ON/OFF/TRIP (ВКЛ./ВЫКЛ./РАСЦ.)
Индикация срабатывания электромагнитного расцепителя	
Ручка с блокировкой без дополнительных аксессуаров	X
Функция размыкания и изоляции	X
Ширина	45 мм
Номинальный рабочий ток Ie	0,1–32 A
Отключающая способность при коротком замыкании	до 100 кА
Диапазон температурной компенсации	от –25 до +60 °C

MO165	
Тепловой расцепитель	
Электромагнитный расцепитель	X
Чувствительность к обрыву фазы	
Положение переключателя	ON/OFF/TRIP (ВКЛ./ВЫКЛ./РАСЦ.)
Индикация срабатывания электромагнитного расцепителя	
Ручка с блокировкой без дополнительных аксессуаров	X
Функция размыкания и изоляции	X
Ширина	55 мм
Номинальный рабочий ток Ie	10–80 A
Отключающая способность при коротком замыкании	до 100 кА
Диапазон температурной компенсации	от –25 до +60 °C

—

MS116

MS116 — это компактные и экономичные автоматические выключатели шириной 45 мм для защиты электродвигателей мощностью до 15 кВт (400 В)/32 А.
Все модели имеют функцию размыкания и гальваническую изоляцию, температурную компенсацию, механизм свободного расцепления и поворотную рукоятку с четкой индикацией двух положений выключателя. Автоматические выключатели данной серии могут использоваться для защиты как трехфазных, так и однофазных электродвигателей. Ассортимент аксессуаров представлен дополнительными контактами, сигнальными контактами, расцепителями минимального напряжения, дистанционными расцепителями, шинными разводками и блокировкой для защиты от несанкционированного включения. Данные аксессуары совместимы со всеми аппаратами серий MS116/MS132/MS165.

—

MS132

MS132 — это компактные и многофункциональные автоматические выключатели шириной 45 мм для защиты электродвигателей мощностью до 15 кВт (400 В)/32 А.
Все модели имеют видимую индикацию причины срабатывания в случае отключения по аварии, а также имеют функцию размыкания и гальваническую изоляцию, температурную компенсацию, механизм свободного расцепления и поворотную рукоятку с четкой индикацией трех положения выключателя. Автоматические выключатели данной серии могут использоваться для защиты как трехфазных, так и однофазных электродвигателей. Ручка управления может быть заблокирована для защиты от несанкционированного включения. Ассортимент аксессуаров представлен дополнительными контактами, сигнальными контактами, расцепителями минимального напряжения, дистанционными расцепителями и шинными разводками. Данные аксессуары совместимы со всеми аппаратами серий MS116/MS132/MS165.

—

MS132-K

MS132-K — это компактные и многофункциональные автоматические выключатели шириной 45 мм для защиты электродвигателей мощностью до 15 кВт (400 В)/32 А.
Инновационное решение с втычными клеммами позволяет подключать проводники без использования инструментов и избежать необходимости протяжки соединения в течении всего срока службы.
Все модели имеют видимую индикацию причины срабатывания в случае отключения по аварии, а также имеют функцию размыкания

и гальваническую изоляцию, температурную компенсацию, механизм свободного расцепления и поворотную рукоятку с четкой индикацией трех положения выключателя.
Автоматические выключатели данной серии могут использоваться для защиты как трехфазных, так и однофазных электродвигателей.
Ручка управления может быть заблокирована для защиты от несанкционированного включения. Ассортимент аксессуаров представлен дополнительными контактами, сигнальными контактами, расцепителями минимального напряжения, дистанционными расцепителями и шинными разводками.
Данные аксессуары совместимы со всеми аппаратами серий MS116/MS132/MS165.

—

MS165

MS165 — это компактные и многофункциональные автоматические выключатели шириной 55 мм для защиты электродвигателей мощностью до 45 кВт (400 В)/80 А.
Все модели имеют видимую индикацию причины срабатывания в случае отключения по аварии, а также имеют функцию размыкания и гальваническую изоляцию, температурную компенсацию, механизм свободного расцепления и поворотную рукоятку с четкой индикацией трех положения выключателя.
Автоматические выключатели данной серии могут использоваться для защиты как трехфазных, так и однофазных электродвигателей.
Ручка управления может быть заблокирована для защиты от несанкционированного включения. Ассортимент аксессуаров представлен дополнительными контактами, сигнальными контактами, расцепителями минимального напряжения, дистанционными расцепителями и шинными разводками.
Данные аксессуары совместимы со всеми аппаратами серий MS116/MS132/MS165.

—

MS132-T и MS132-KT

Автоматические выключатели для защиты трансформаторов — это электромеханические защитные устройства, специально разработанные для защиты первичной обмотки трансформаторов напряжения.
Их основное отличие от стандартной линейки автоматических выключателей для защиты электродвигателя заключается в том, что все устройства имеют уставку тока мгновенного срабатывания при коротком замыкании, превышающую номинальный ток в 20 раз, что позволяет автоматическому выключателю выдерживать протекание высоких пусковых токов при включении трансформатора.
MS132-T — это компактные и многофункциональные автоматические выключатели шириной 45 мм для защиты трансформаторов мощностью до 12,5 кВт (400 В)/25 А.
Все модели имеют видимую индикацию причины срабатывания в случае отключения по аварии, а также имеют функцию размыкания и гальваническую изоляцию, температурную компенсацию, механизм свободного расцепления и поворотную рукоятку с четкой индикацией трех положения выключателя.
Ручка управления может быть заблокирована для защиты от несанкционированного включения. Ассортимент аксессуаров представлен дополнительными контактами, сигнальными контактами, расцепителями минимального напряжения, дистанционными расцепителями и шинными разводками.
Данные аксессуары совместимы со всеми аппаратами серий MS116/MS132/MS165..

—

MO132 и MO165

В серии автоматических выключателей MO (magnetic only) — моделях MO132 и MO165 — для защиты электродвигателей применяются только электромагнитные расцепители. Значения номинальных рабочих токов, отключающей способности при коротком замыкании и ширины модуля идентичны характеристикам устройств серии MS и их конфигурация соответствует параметрам автоматических выключателей для защиты электродвигателей.

—

Подробная информация об автоматических выключателях для защиты электродвигателей доступна в библиотеке ABB library.abb.com

Все категории > Оборудование > Низковольтное оборудование > Пускорегулирующая аппаратура > Автоматические выключатели для защиты электродвигателей

Дополнительные аксессуары и корпуса

Поскольку автоматические выключатели для защиты электродвигателей сочетают в себе функции автоматических выключателей, выключателей-разъединителей и реле перегрузки, к ним предлагаются различные дополнительные аксессуары. Например, они могут быть оснащены дополнительными контактными блоками с возможностью бокового или фронтального монтажа, что особенно важно для экономии пространства. Также предлагаются расцепители минимального напряжения и независимые расцепители. С помощью поставляемых отдельно соединительных адаптеров автоматический выключатель для защиты электродвигателя можно без дополнительных трудностей преобразовать в компактный пускатель, состоящий из устройства для защиты электродвигателя и контактора. Для обеспечения внешней индикации состояния при различных ситуациях можно комбинировать дополнительные и сигнальные контакты. В таблице ниже приведен обзор функций этих типов контактов.

	Индикация состояния	Дополнительные контакты HK1, HKF1 Сигнальный контакт SK1 Контакт сигнализации короткого замыкания CK1
	Расширенный функционал	Расцепители минимального напряжения UA1 Независимые расцепители AA1
	Снижение затрат времени на монтаж и экономия пространства	Трехфазные шинные разводки PS Клеммные колодки S1-M Соединительный адаптер BEA
	Внешнее управление и отдельный монтаж	Выносные ручки и переходники для них Дополнительные аксессуары для центрирования Комплекты для монтажа на дверь серии DMS132 Корпуса серии IB132

Состояние автоматического выключателя для защиты электродвигателя

Тип контакта			Состояние автоматического выключателя для защиты электродвигателя					
			ВЫКЛ.	ВКЛ.	Сигнальный контакт	Расцепление при КЗ	Расцепитель минимального напряжения	Независимый расцепитель
HK1, HKF1 Дополнительные контакты	Изменяет положение синхронно с главными контактами	Нормально открытый	O	X	O	O	O	O
		Нормально закрытый	X	O	X	X	X	X
SK1 Сигнальные контакты	Изменяет положение при коротком замыкании или перегрузке	Нормально открытый	O	O	X	X	X	X
		Нормально закрытый	X	X	O	O	O	O
CK1 Индикаторы короткого замыкания	Изменяет положение при коротком замыкании	Нормально открытый	O	O	O	X	O	O
		Нормально закрытый	X	X	X	O	X	X

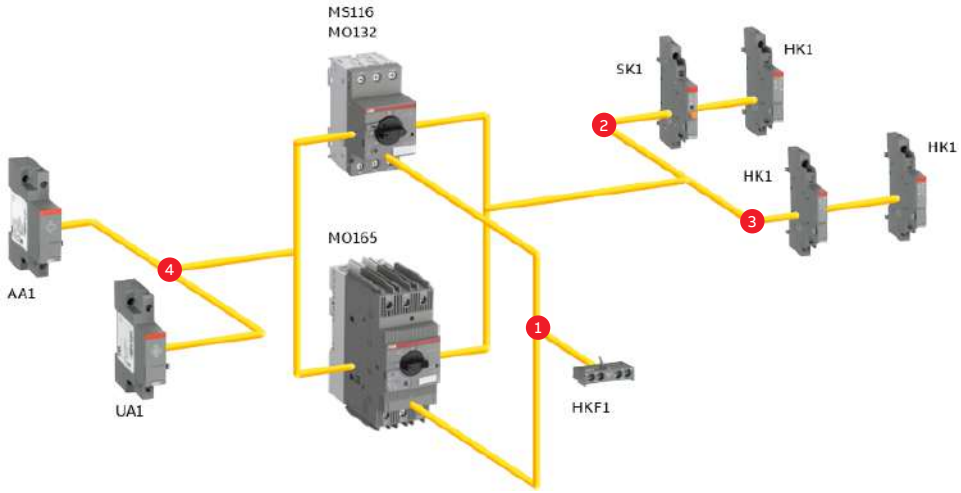
O = разомкнут; X = замкнут

Правила соединения автоматических выключателей для защиты электродвигателей с дополнительными аксессуарами

—
Максимальное количество устанавливаемых аксессуаров для MS116, MO132 и MS165

Максимальное количество устанавливаемых аксессуаров для MS116, MO132 и MS165

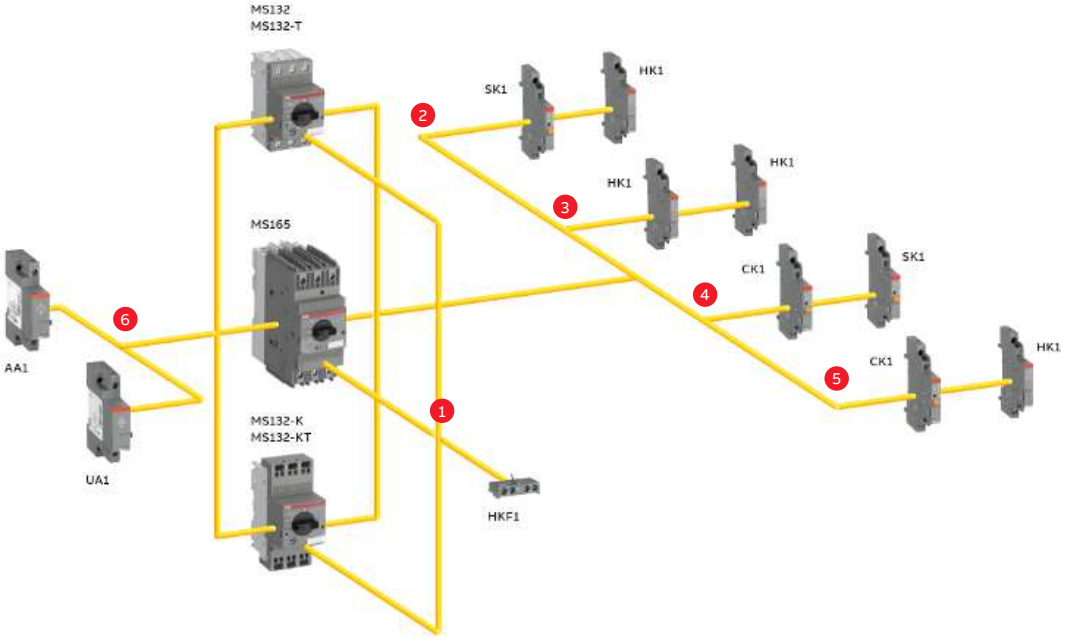
- (1) Один дополнительный контакт HKF1, монтируемый спереди
- Два дополнительных аксессуара, монтируемых справа:
  - (2) Один сигнальный контакт SK1 и один дополнительный контакт HK1
  - (3) Или два дополнительных контакта HK1
- (4) Один независимый расцепитель AA1 или один расцепитель минимального напряжения UA1, монтируемый слева



Максимальное количество устанавливаемых аксессуаров для MS132 или MS165

—
Максимальное количество устанавливаемых аксессуаров для MS132 или MS165

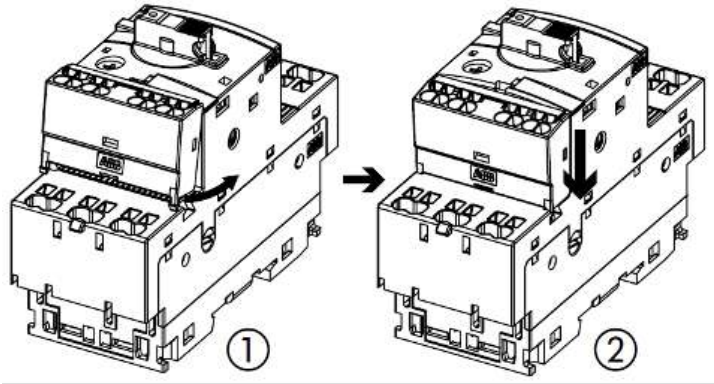
- (1) Один дополнительный контакт HKF1, монтируемый спереди
- Два дополнительных аксессуара, монтируемых справа:
  - (2) Один сигнальный контакт SK1 и один дополнительный контакт HK1
  - (3) Или два дополнительных контакта HK1
  - (4) Или один контакт короткого замыкания CK1 и один сигнальный контакт SK1
  - (5) Или один контакт короткого замыкания CK1 и один дополнительный контакт HK1
- (6) Один независимый расцепитель AA1 или один расцепитель минимального напряжения UA1, монтируемый слева.
  Примечание: комбинация MS132-K + UA1 + CK1 невозможна.

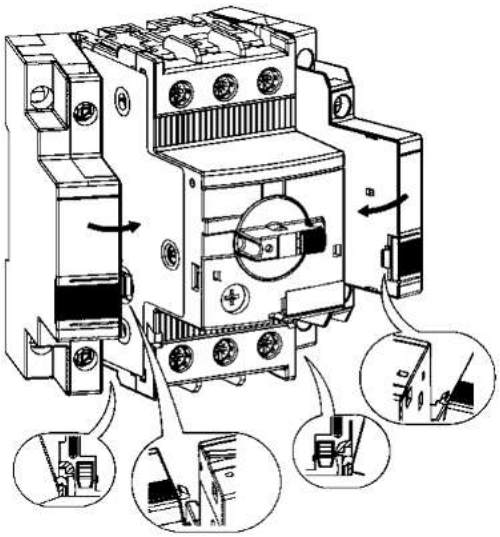


Дополнительные контакты HK1 и HKF1

Дополнительные контакты HK1 и HKF1 дублируют состояние главных контактов автоматического выключателя для защиты электродвигателя. Они размыкают и замыкают отдельную цепь в зависимости от положения выключателя. Боковой контакт HK1 устанавливается с правой стороны автоматического выключателя для защиты электродвигателя, а фронтальный HKF1 — спереди. Дополнительные контакты могут быть нормально открытыми или нормально закрытыми. По обозначению дополнительного контакта можно понять, нормально закрытый (НЗ) или нормально открытый (НО) контакт он имеет. HK1-11 и HKF1-11 имеют открытый и закрытый контакты, а HK1-20 и HKF1-20 — только два нормально открытых контакта.

—
Дополнительные контакты HK1 и HKF1



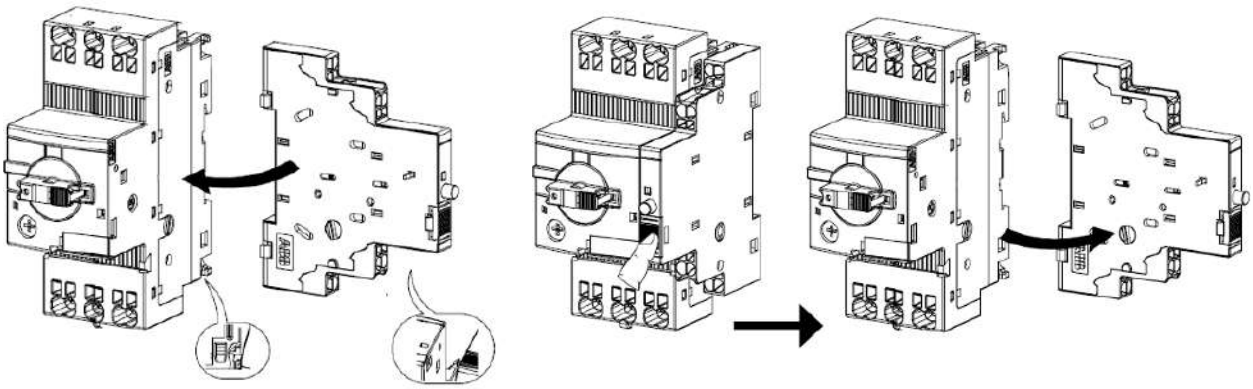


Сигнальные контакты SK1 и CK1

Сигнальные контакты сигнализируют о расцеплении автоматического выключателя для защиты электродвигателя как меняя своё положение, так и с помощью выступающей оранжевой кнопки. Сигнальный контакт SK срабатывает как при коротком замыкании, так и при перегрузке. Сигнальный контакт CK срабатывает только в том случае, если оно вызвано коротким замыканием.

Оба вида сигнальных контактов устанавливаются на правую сторону автоматического выключателя и имеют функцию проверки, которая активируется нажатием отверткой в специальное окно на лицевой панели устройства. Как и в случае с дополнительными контактами, сигнальные контакты могут быть нормально открытыми или нормально закрытыми. Обозначение типа соответствует логике дополнительных контактов.

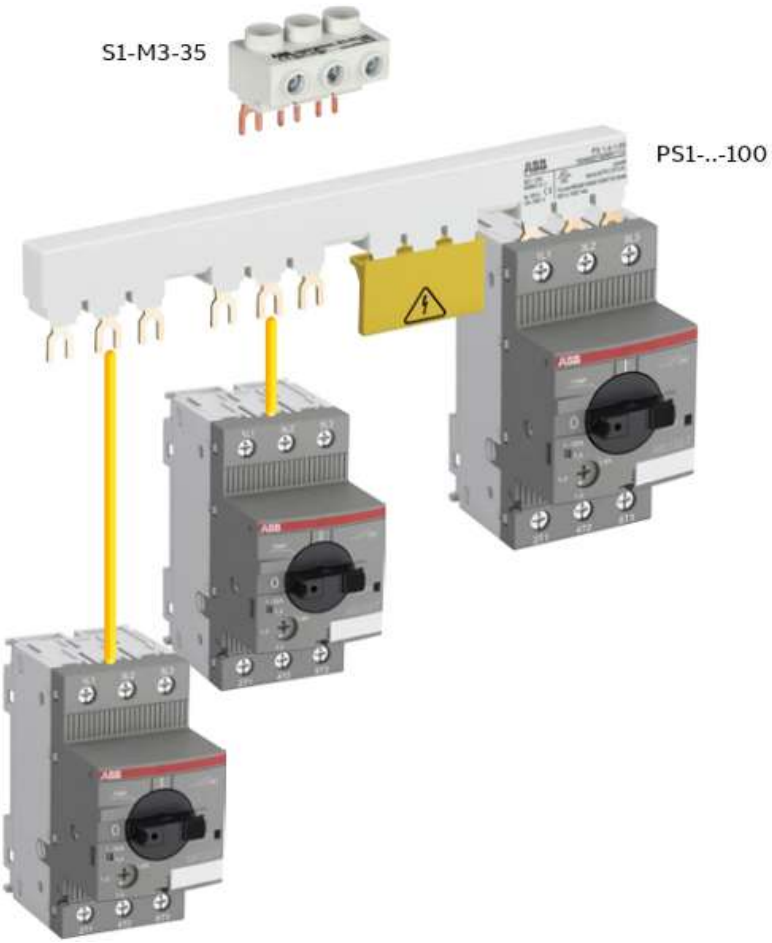
—
Сигнальные контакты SK1 и CK1



Независимый расцепитель AA1

Принцип действия независимого расцепителя AA1 заключается в том, что при подаче напряжения питания происходит притягивание якоря, за счет чего происходит вращение ползунка, воздействующего на механизм отключения. В соответствии со стандартом МЭК 60947-1 автоматический выключатель для защиты электродвигателя должен быть отключен посредством расцепителя AA1, если напряжение питания независимого расцепителя составляет 70–110 % номинального напряжения питания цепи управления.

—
Автоматические выключатели для защиты электродвигателей с шинными разводками



Расцепитель минимального напряжения UA1

Расцепитель минимального напряжения UA1 отключает автоматический выключатель для защиты электродвигателя или предотвращает его включение при отклонениях питающего напряжения. Он может использоваться в цепях аварийного переключения или для предотвращения автоматического перезапуска после пропадания питания. Стандарт МЭК 60947-1 определяет следующие пределы срабатывания расцепителей минимального напряжения.

- Когда на расцепитель UA1 подается от 35 % до 85% от номинального напряжения, включение автоматического выключателя для защиты электродвигателя не должно быть возможным.
- Если при работе номинальное напряжение падает, включенный автоматический выключатель для защиты электродвигателя должен быть отключен расщепителем UA1 при напряжении от 70 до 35 % от номинального напряжения.

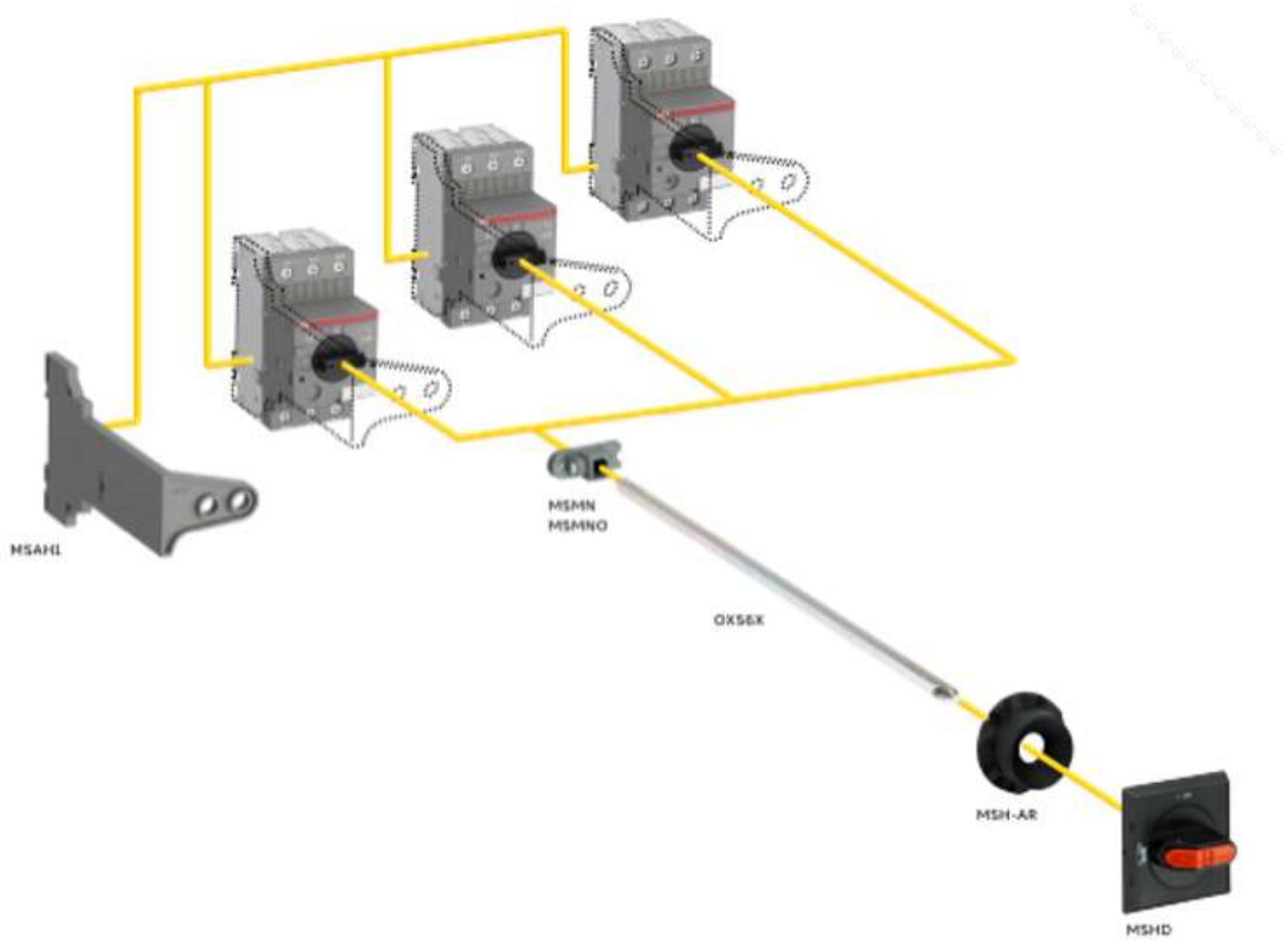
Шинные разводки

Автоматические выключатели для защиты электродвигателей часто устанавливаются в паре с контакторами для создания различных комбинаций решений для пуска. Трехфазные шинные разводки с соответствующими клеммами питания обеспечивают быстрое и безопасное подключение нескольких автоматических выключателей для защиты электродвигателей. В качестве основных дополнительных аксессуаров для MS116, MS132, MO132, MS132-T применяются трехфазные шинные разводки до 65 A и до 100 A, а также клеммы питания для кабелей с номинальным сечением 25 мм$_2$ и 35 мм$_2$. Используя шинные разводки возможно подключить от двух до пяти автоматических выключателей с одним или двумя боковыми дополнительными контактами, либо также без них.
Для MS165 и MO165 применяются трехфазные шинные разводки на 125 A. Используя шинные разводки возможно подключить от двух до четырех автоматических выключателей с одним или двумя боковыми дополнительными контактами, либо также без них.

— Автоматический выключатель для защиты электродвигателя с выносными рукоятками

Выносные рукоятки

Используя выносные рукоятки становится возможным управлять автоматическим выключателем для защиты электродвигателя с задней панели распределительного шкафа, не открывая сам шкаф. Полный комплект решения включает в себя ручку, переходник, вал, привод, кольцо для центрирования вала и держатель вала.



03

Типы нагрузки

Автоматические выключатели для защиты электродвигателей также можно применять для управления и защиты других типов нагрузки, например нагревательных элементов. В сочетании с дополнительным контактором спектр задач автоматических выключателей становится еще шире. В таблице ниже представлены основные категории применения автоматических выключателей для защиты электродвигателей ABB.

Основные категории применения автоматических выключателей для защиты электродвигателей

- AC-1: Неиндуктивные или слабоиндуктивные нагрузки, резистивные нагревательные элементы.
- AC-3: Электродвигатели с короткозамкнутым ротором: пуск, останов.
- AC-4: Электродвигатели с короткозамкнутым ротором: пуск, торможение противотоком, толчковый режим
- DC-1: Неиндуктивные или слабоиндуктивные нагрузки, резистивные нагревательные элементы.
- DC-3: Электродвигатели параллельного возбуждения: пуск, торможение противовключением, толчковый режим, динамическое торможение.
- DC-5: Электродвигатели последовательного возбуждения: пуск, торможение противовключением, толчковый режим, динамическое торможение.

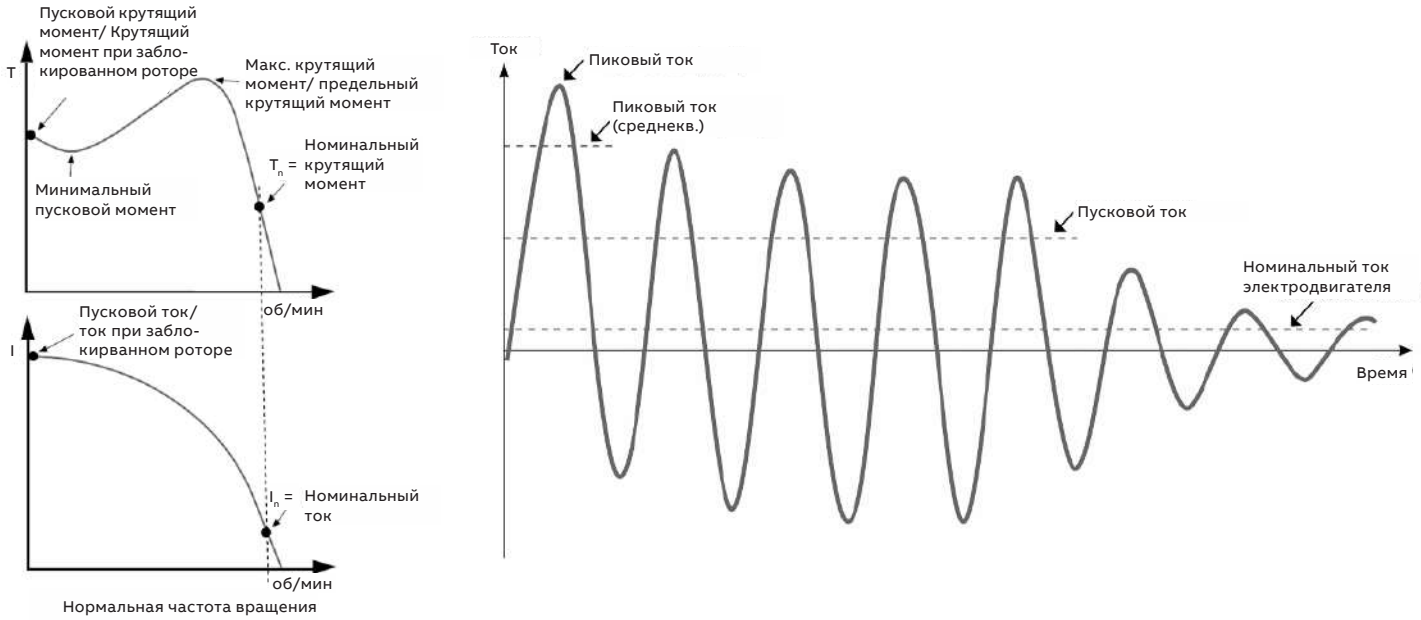
Оборудование общего назначения и нагревательные элементы

Унифицированная категория применения AC-1 охватывает нагрузки общего и резистивного типов. В их число входят неиндуктивные или слабоиндуктивные нагрузки, а также печи сопротивления и нагреватели. Чтобы в дальнейшем подтвердить возможности применения устройств управления в системах отопления, можно провести дополнительные оценки в категориях «Резистивный нагрев воздуха» и «Управление электрическим нагревом CSA», которые требуют дополнительных циклических электроиспытаний. Однако для большинства систем отопления достаточно просто категории AC-1. Автоматические выключатели для защиты электродвигателей ABB подходят для ручного управления и защиты нагрузок. Если защита от перегрузки не требуется, можно выбрать автоматические выключатели только с электромагнитным расепителем (MO).

Электродвигатели

Электродвигатели являются одним из наиболее тяжелых типов нагрузки из-за высоких пусковых токов и токов при блокировке ротора и обладают высоким риском перегрева. На графиках ниже представлены электрические параметры при прямом пуске электродвигателя от сети. Одной из характеристик электродвигателя является пусковой ток. Время пуска зависит от момента нагрузки, инерции, крутящего момента электродвигателя, а также от типа электродвигателя. Поскольку пусковой ток в 6–13 раз превышает номинальный рабочий ток Ie, слишком длительные пуск или торможение могут привести к перегрузке (и повышению температуры) электродвигателя. Это может привести к формированию электромеханических нагрузок или повреждению изоляции электродвигателя по причине перегрева, если она не защищена должным образом. Сегодня на рынке представлена продукция разных производителей в широком ценовом диапазоне. Вместе с тем рабочие характеристики и качество электродвигателей ABB практически не имеют равных. Высокая энергоэффективность электродвигателей позволяет значительно повысить энергоэффективность установки при номинальных условиях эксплуатации. Стандарт МЭК 60034-30 определяет для вращающихся электрических машин четыре различных класса энергоэффективности: IE1, IE2, IE3 и IE4. Электродвигатели класса IE4 обеспечивают минимальное энергопотребление. (См. диаграмму на стр. 36). Дополнительными преимуществами являются низкий уровень шума и возможность работы в сложных условиях окружающей среды. Электродвигатели также различаются и другими параметрами. Например, от конструкции ротора зависит пусковой ток и крутящий момент. В результате электродвигатели одной и той же номинальной мощности, но разных производителей, могут иметь значительные отличия.

—
Графики тока при пуске электродвигателя



—

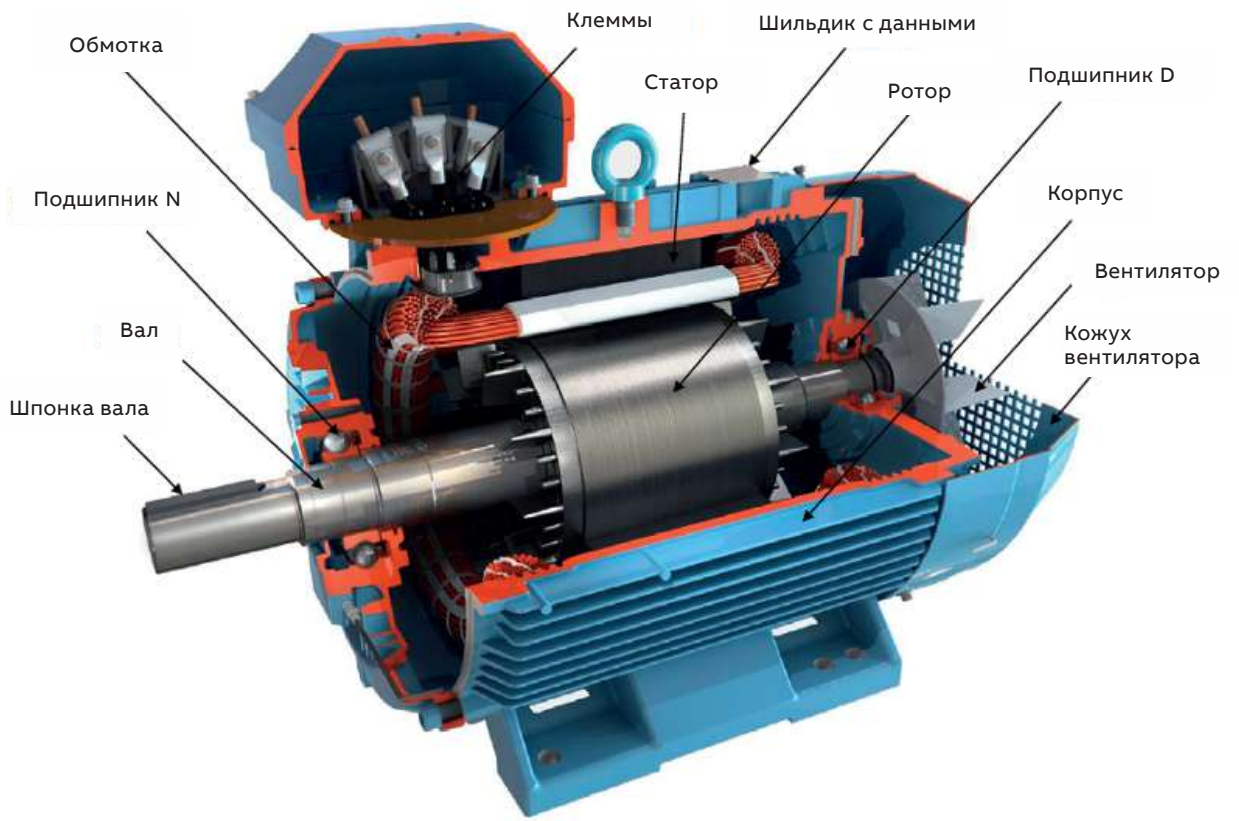
Общие сведения об электродвигателях

Современные электродвигатели доступны в различных исполнениях, например однофазные или трехфазные электродвигатели, электродвигатели с тормозом, синхронные и асинхронные электродвигатели, специальные электродвигатели особого исполнения, двух- и трехскоростные электродвигатели и т. д. Все виды имеют свои характеристики и применения. Для каждого вида электродвигателя существует различные способы монтажа, например монтаж на лапах, монтаж на фланце или комбинированный монтаж на лапах и фланце. Двигатели могут также отличаться по способу охлаждения: от простейшего охлаждения свободной циркуляцией воздуха до более сложного варианта с полностью закрытой системой воздушно-водяного охлаждения и сменным кассетным охладителем.

Чтобы электродвигатель работал как можно дольше, важно выбрать электродвигатель с надлежащей степенью защиты для работы с высокой нагрузкой в экстремальных условиях. Степень защиты обозначается кодом из двух букв IP (International Protection) и двух цифр. Первая указывает на степень защиты от контакта и проникновения твердых предметов, а вторая — на степень защиты двигателя от воздействия воды. Выводы электродвигателя определяются в стандарте МЭК следующим образом:

- вывод D — приводной конец электродвигателя;
- вывод N — неприводной конец электродвигателя.

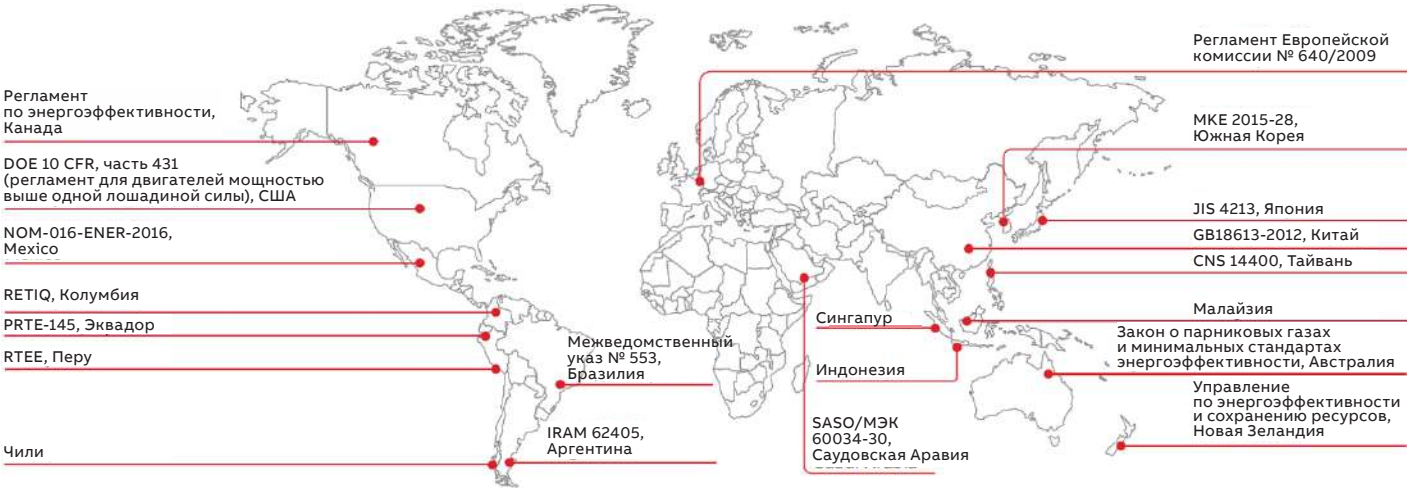
—
Электродвигатель со всеми основными компонентами



Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором

Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором являются самыми распространенными на рынке двигателями. Они отличаются невысокой стоимостью и низкими расходами на техническое обслуживание. Сегодня на рынке представлена продукция разных производителей в широком ценовом диапазоне. Вместе с тем рабочие характеристики и качество электродвигателей ABB практически не имеют равных. Одной из характеристик электродвигателя является пусковой ток. Время пуска зависит от момента нагрузки, инерции, крутящего момента электродвигателя, а также от типа электродвигателя.

Поскольку пусковой ток в 6–13 раз превышает номинальный рабочий ток Ie, слишком длительные пуск или торможение могут привести к перегрузке (и повышению температуры) электродвигателя. Это может привести к формированию электромеханических нагрузок или повреждению изоляции электродвигателя по причине перегрева. Срок службы электродвигателя зависит от температуры. Срок службы изоляции обмотки сокращается примерно вдвое каждый раз, когда температура поднимается выше 10 °C. Даже небольшое увеличение температуры может значительно уменьшить срок службы электродвигателя.



Международные стандарты энергоэффективности электродвигателей

Международные стандарты энергоэффективности электродвигателей

Введение стандарта МЭК 60034-30:2008 и его обновленной версии МЭК 60034-30-1:2014 позволило создать международную систему классификации низковольтных трехфазных асинхронных электродвигателей по энергоэффективности. Эти международные стандарты служат для согласования норм энергоэффективности на международном уровне и повышения степени их согласованности. Стандарт МЭК 60034-30-1:2014 определяет международные классы эффективности (IE) для односкоростных трехфазных асинхронных электродвигателей с номинальной частотой 50 и 60 Гц. Уровни энергоэффективности, установленные в МЭК 60034-30-1, основаны на методе испытания, указанном в МЭК 60034-2-1:2014. Введение этих двух стандартов является лишь частью работы по унификации процедур испытания электродвигателей с использованием стандартов CSA390-10 и IEEE 112, а также требований к энергоэффективности и маркировке продукции (IE). Они призваны помочь заказчикам по всему миру легко распознавать продукцию с повышенной энергоэффективностью.
В стандарте МЭК 60034-30-1 установлено, что в целях доступности информации для заказчиков класс и значение энергоэффективности должны быть указаны на шильдике электродвигателя и в документации на оборудование. Кроме того, в документации должен быть четко определен используемый метод оценки энергоэффективности, поскольку применение различных методов может привести к получению разных результатов.

Минимальные стандарты энергоэффективности

Несмотря на то, что МЭК, как международная организация по стандартизации, устанавливает принципиальные правила для испытаний электродвигателей и определения классов энергоэффективности, она не может регулировать уровни энергоэффективности в разных странах. Основными факторами, обуславливающими введение обязательных минимальных стандартов энергоэффективности для электродвигателей, являются глобальное изменение климата, правительственные цели по ограничению выбросов CO2 и рост спроса на электроэнергию, особенно в развивающихся странах. В целях соответствия местным требованиям, экономии энергии и сокращения выбросов углекислого газа все участники цепочки создания ценности, от производителя до конечного пользователя, должны быть осведомлены о применимом законодательстве. Некоторое время назад также произошло внедрение согласованных международных стандартов и все более широкое распространение минимальных стандартов энергоэффективности во всем мире. Однако важно помнить о том, что согласование — это непрерывный процесс. Несмотря на то что минимальные стандарты энергоэффективности уже приняты в нескольких регионах и странах, они все еще находятся на этапе развития и различаются по объему и требованиям. Многие страны планируют принять свои собственные минимальные стандарты энергоэффективности. Существующие и вводимые минимальные стандарты энергоэффективности можно увидеть на карте выше.

МЭК 60034-30-1:2014

Данный стандарт определяет четыре международных класса эффективности (IE) для односкоростных электродвигателей, характеристики которых установлены в соответствии с МЭК 60034-1 или МЭК 60079-0 и которые предназначены для работы при синусоидальном напряжении.

- IE4 = энергоэффективность класса премиум
- IE3 = сверхвысокая энергоэффективность
- IE2 = высокая энергоэффективность
- IE1 = стандартная энергоэффективность

Новые категории конструкции электродвигателей N/H и NE/HE

Стандарт МЭК 60034-12: 2016 устанавливает для электродвигателей IE3/IE4 следующие типы конструкции.

- Тип N Нормальный пусковой крутящий момент и нормальный ток при блокировке ротора
- Тип H Высокий пусковой крутящий момент и нормальный ток при блокировке ротора
- Тип NE Нормальный пусковой крутящий момент и высокий ток при блокировке ротора
- Тип HE Высокий пусковой крутящий момент и высокий ток при блокировке ротора

МЭК 60034-30-1 охватывает диапазон мощностей от 0,12 до 1000 кВт. В него входит большинство электродвигателей различной конструкции с питанием напрямую от сети. В область применения стандарта входят:

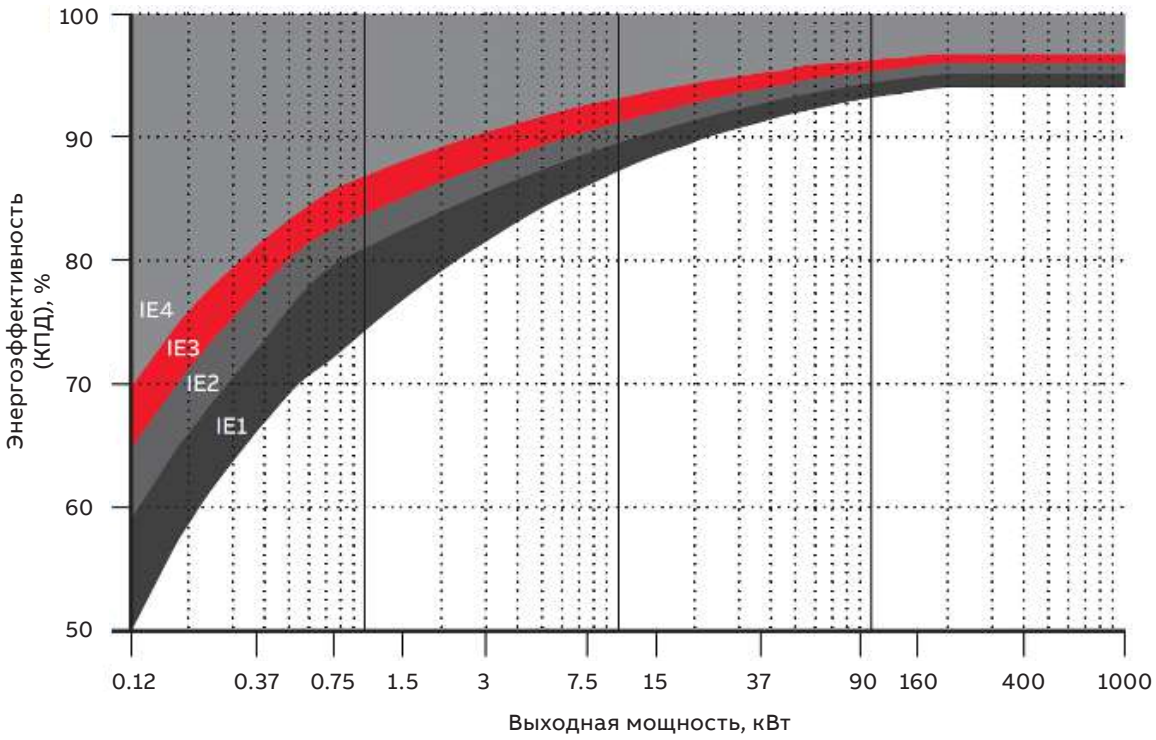
- односкоростные электродвигатели (1-фазные и 3-фазные), 50 и 60 Гц;
- имеющие два, четыре, шесть и восемь полюсов;
- с номинальной мощностью P_N от 0,12 до 1000 кВт;
- с номинальным напряжением U_N от 50 В до 1000 В AC;
- электродвигатели, способные непрерывно работать при номинальной мощности, с ростом температуры в пределах заданного температурного класса изоляции;
- электродвигатели, работающие при температуре окружающей среды от –20 до 60 °C;
- электродвигатели, работающие на высоте до 4000 м над уровнем моря.

Если сравнить стандарт МЭК 60034-30-1 с CSA C390-10:2015 и подраздел B стандарта 10CFR431 «Электродвигатели», то можно заметить соответствие предельных значений энергоэффективности данным таблиц. Основное различие заключается в выходной мощности, поскольку по стандартам CSA и 10CFR431 максимальная мощность составляет 500 л. с. Существуют также незначительные различия в типах исключенных электродвигателей

Стандарт МЭК 60034-30-1 не охватывает следующие электродвигатели

- Односкоростные электродвигатели с 10 или более полюсами или многоскоростные электродвигатели.
- Электродвигатели, полностью встроенные в оборудование (например, насосы, вентиляторы или компрессоры), которые не могут быть протестированы отдельно.
- Тормозные двигатели в случае, когда тормоз не может быть демонтирован или имеет отдельное питание.

—
Номинальная энергоэффективности в соответствии с МЭК 60034-30-1



Категории применения электродвигателей в соответствии с МЭК 60947-4-1

Стандарт МЭК 60947-4-1 (ред. 4) вводит новую категорию применения AC-3e для высокоэффективных электродвигателей с короткозамкнутым ротором и высоким током блокировки ротора. Использование и определение существующей категории применения AC-3 остаются неизменными.

Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором: пуск, останов, реверсирование	
AC-3	**AC-3e**
См. асинхронный электродвигатель типов N и H в соответствии с МЭК 60034-12:2016	См. асинхронный электродвигатель типов NE и HE, которые, в соответствии с МЭК 60034-12:2016, характеризуются повышенной/более высокой полной мощностью и током заторможенного ротора по сравнению с типами N и H и соответственно и обеспечивают более высокий класс эффективности в соответствии с МЭК 60034-30-1.
Включающие и отключающие способности AC-3 (без изменений)	Новые включающие и отключающие способности AC-3e
Номинальная включающая способность: 10 x Ie AC-3	Номинальная включающая способность: 13 x Ie AC-3e
Номинальная отключающая способность: 8 x Ie AC-3	Номинальная отключающая способность: 8,5 x Ie AC-3e

Компания ABB и стандарты энергоэффективности

Компания ABB определяет значения энергоэффективности в соответствии с МЭК 60034-2-1, пользуясь косвенным методом определения КПД (т. е. суммирование потерь). При этом дополнительные нагрузочные потери определяются по методу остаточных потерь. Не следует забывать о том, что метод испытаний МЭК 60034-2-1, который известен как косвенный метод, технически эквивалентен методам испытаний стандарта CSA 390-10 и методу B IEEE 112, что дает в результате эквивалентные потери и, следовательно, значения энергоэффективности.
Являясь лидером мирового рынка, компания ABB предлагает самый широкий ассортимент низковольтных электродвигателей и уже долгое время объясняет необходимость использования энергоэффективных электродвигателей, которые на протяжении многих лет являются главным ее ассортиментом. Семейство высокопроизводительных решений ABB представлено полным ассортиментом электродвигателей IE2 и IE3.
Помимо этого, мы поставляем электродвигатели класса IE4, которые могут способствовать дополнительной экономии энергии.



Электродвигатели NEMA Premium

Программа NEMA Premium® Motors для Северной Америки должна соответствовать стандартам энергоэффективности EISA 2007. С декабря 2010 года электродвигатели должны удовлетворять требованиям NEMA Premium Efficient. Эти требования аналогичны требованиям для класса IE3. Технические требования к электродвигателям для рынка Северной Америки описаны в стандарте NEMA MG-1.

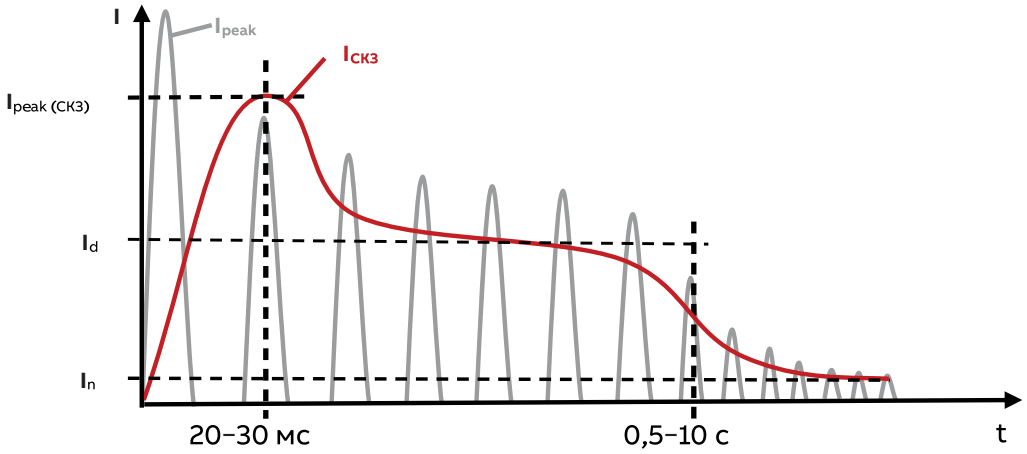
Отличие электродвигателя IE3/IE4 от электродвигателя с низкой энергоэффективностью

Электродвигатели IE3 обеспечивают более значительную экономию энергозатрат благодаря инновационной конструкции и использованию материалов с улучшенными характеристиками. Особенности конструкции таких решений позволяют также снизить номинальный ток электродвигателя. Однако во время пуска электродвигателя может наблюдаться увеличение пикового и пускового тока. В некоторых случаях это может повлиять на выбор компонентов пускателя, а также устройства защиты от короткого замыкания. Если электродвигатель подключен к сети напрямую, то при пуске ток (в основном реактивный) будет очень высоким. На графике ниже показана типовая кривая среднеквадратичного пускового тока для двигателя IE3 при прямом подключении к сети. Как правило, изменение тока электродвигателя происходит в три этапа:

- сразу после запуска, в течение первых 20–30 мс: Ipeak — высокий пиковый ток;
- в период после пикового тока и в течение 0,5–10 с (в зависимости от номинальной мощности и инерции): пусковой ток Id. Этот ток остается постоянным в начале вращения ротора, и его продолжительность зависит от нагрузки и конструкции электродвигателя;
- через 0,5–10 с: ротор ускоряется и достигает номинальной частоты вращения. Ток стабилизируется и достигает номинального значения In при полной нагрузке.

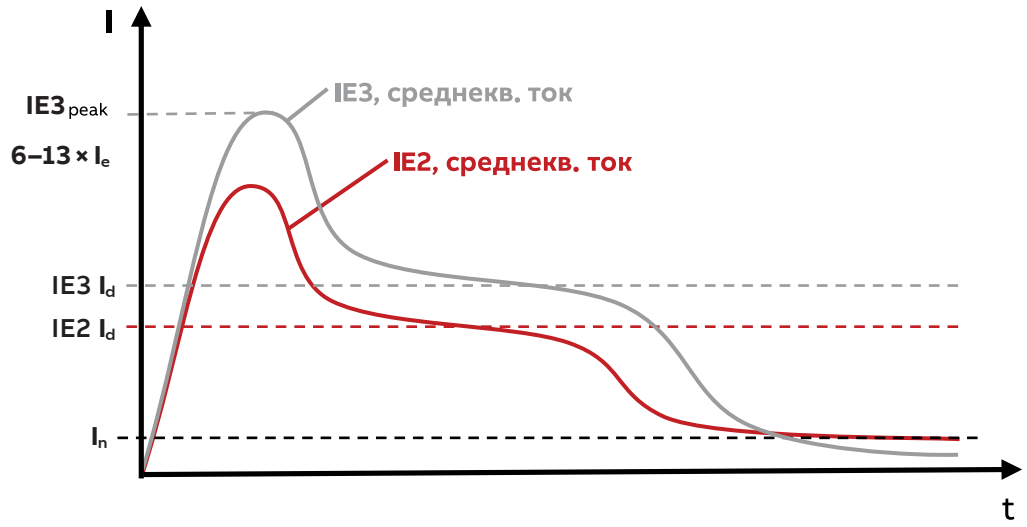
Чтобы создавать наилучшие решения для пуска электродвигателей, компания ABB провела испытания различных двигателей для изучения их поведения при пуске. Кроме того, в основе предложения ABB также лежит опыт собственного производства электродвигателей. Результаты испытаний и анализов четко демонстрируют, что электродвигатели с энергоэффективностью сверхвысокого класса (электродвигатели IE3) в целом потребляют более высокий пусковой ток, чем электродвигатели IE1 и IE2. Их расчетный пусковой ток на 15 % выше, чем у электродвигателей IE2.

—
График тока при пуске электродвигателя IE3



Однако при одинаковой нагрузке номинальный ток электродвигателя IE3 после достижения номинальный частоты вращения ниже по сравнению с электродвигателями IE2. Такая разница обусловлена повышенными характеристиками энергоэффективности.

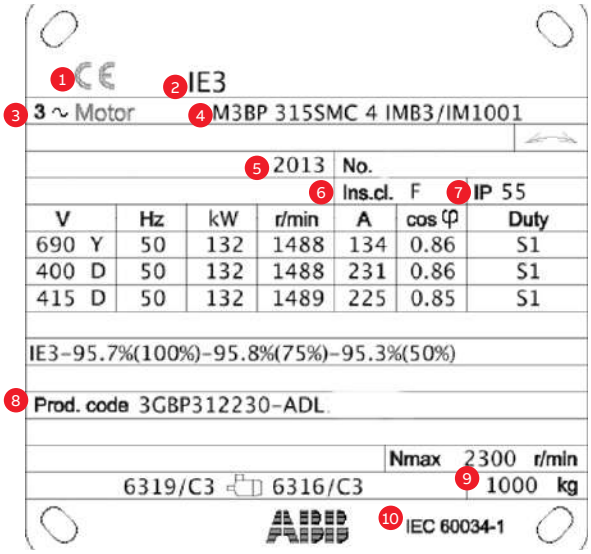
—
График токов электродвигателей IE3 и IE2



Шильдик с данными электродвигателя

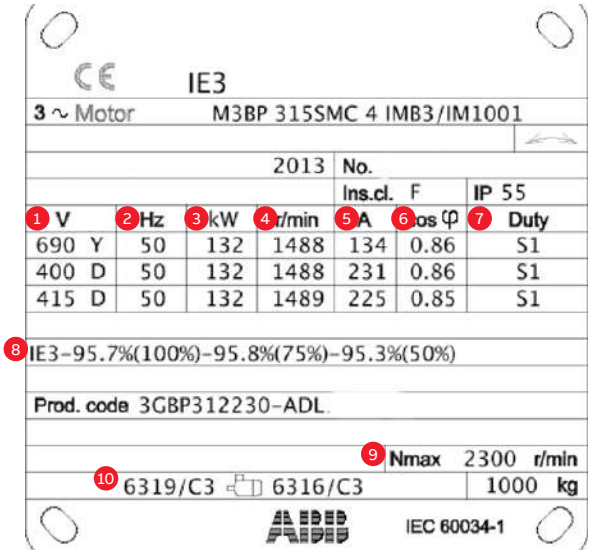
Шильдик с данными электродвигателя содержит информацию о конструкции и технических характеристиках двигателя. В соответствии с требованиями МЭК 60034-30-1 на шильдике необходимо указывать код IE и номинальную энергоэффективность электродвигателя при 100%-ной нагрузке, 3/4 (75 %) нагрузки и 1/2 (50 %) нагрузки.

Пример шильдика с данными



Основная информация

1. сертификационный знак
2. класс энергоэффективности (IE)
3. количество фаз
4. тип электродвигателя ABB
5. дата изготовления
6. класс изоляции
7. степень защиты
8. код изделия
9. масса двигателя
10. стандарт МЭК



Входные/номинальные параметры

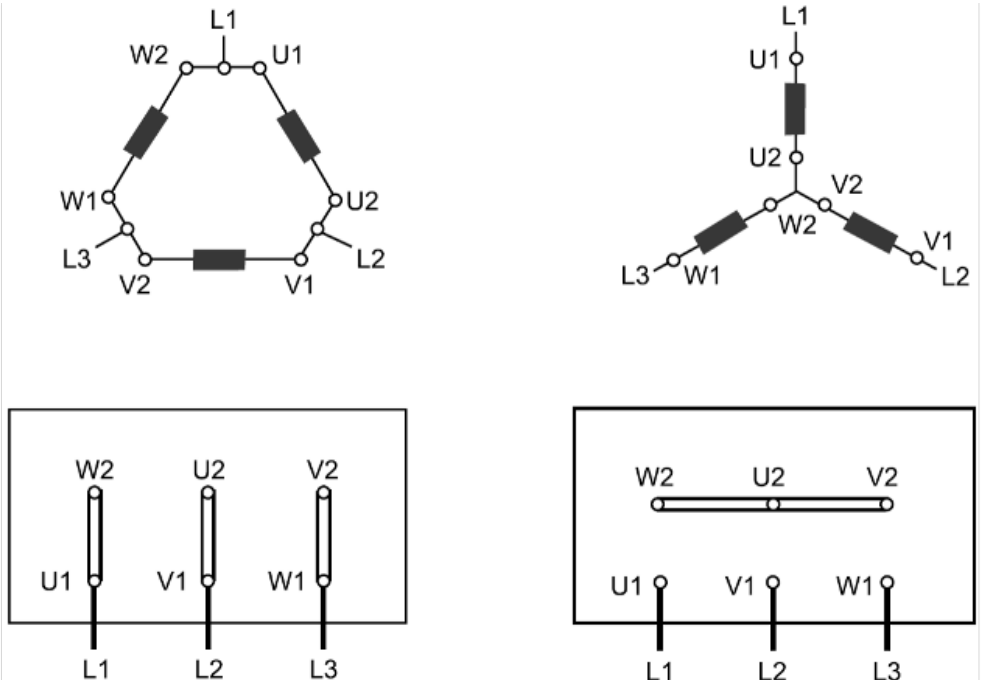
1. номинальное рабочее напряжение
2. частота
3. номинальная мощность электродвигателя
4. частота вращения при полной нагрузке
5. номинальный рабочий ток
6. коэффициент мощности
7. режим работы
8. энергоэффективность при неполной нагрузке
9. частота вращения
10. тип подшипника приводного конца и количество консистентной смазки (если применимо), а также тип подшипника неприводного конца и количество консистентной смазки (если применимо)

Напряжение

Подключение трехфазных односкоростных двигателей, как правило, может производиться на два разных уровней напряжения. Три обмотки статора соединяются по схеме «звезда» (Y) или «треугольник» (D). Например, если на шильдике короткозамкнутого асинхронного электродвигателя напряжение указано как для схемы подключения «звезда», так и для схемы подключения «треугольник», то такой электродвигатель может использоваться и для 400 В AC, и для 690 В AC.

При 400 В AC обмотка соединяется по схеме «треугольник», а если напряжение сети составляет 6900 В AC, то используется схема «звезда». При изменении напряжения сети важно помнить, что для одной и той же номинальной мощности номинальный ток электродвигателя будет меняться в зависимости от уровня напряжения. На рисунке ниже показан способ подключения двигателя к клеммным колодкам по схеме «звезда» или «треугольник».

Соединение обмоток электродвигателя

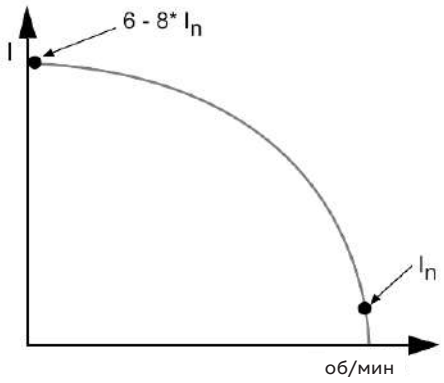


—
01 Зависимость тока от частоты вращения

—
02 График P, Q, S и cos ϕ

Ток

Номинальный ток электродвигателя, указанный на шильдике - это ток, потребляемый электродвигателем при полной нагрузке и номинальной частоте вращения. Электродвигатель без нагрузки потребляет гораздо меньше, а при перегрузке значение потребляемого тока, наоборот, возрастает. При прямом пуске от сети потребляемый электродвигателем ток намного превышает номинальный ток. Как правило, он в 6–8 раз больше номинального тока (для электродвигателей IE3), но возможно превышение более чем в 10 раз. Это хорошо видно на графике зависимости частоты вращения от тока электродвигателя. По мере разгона электродвигателя значение тока будет снижаться, и при номинальной частоте вращения ток достигнет номинального значения.



— Зависимость тока от частоты вращения

Требуемое повышение энергоэффективности электродвигателей IE3 обычно достигается за счет снижения их номинальных токов. В диапазонах малой мощности энергоэффективность должна быть еще больше, и снижение номинального тока в этом случае выше. Чем выше мощность, тем меньше снижение номинального тока (по сравнению с электродвигателями IE1/IE2).

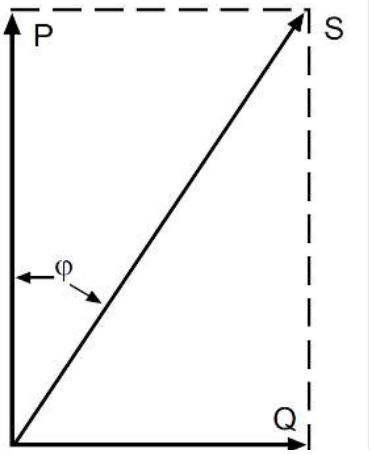
Амплитуда пикового тока

Амплитуда пикового тока в электродвигателях от IE1 до IE4 определяется следующими факторами в соответствующих областях применения:

- конструкция электродвигателя;
- условия сети (в частности, значение мощности короткого замыкания трансформатора и связанная с ним стабильность напряжения);
- длина и расположение кабелей электродвигателя.

Коэффициент мощности

Электродвигатель всегда потребляет активную мощность и преобразует ее в механическую энергию. Реактивная мощность не используется для работы, но она необходима для намагничивания электродвигателя. На графике ниже активная и реактивная мощность обозначены буквами P и Q, а образуемая ими полная мощность — буквой S. Отношение активной мощности P (кВт) к полной мощности S (кВА) называется коэффициентом мощности и часто обозначается как cos ϕ. Нормальное значение коэффициента мощности составляет от 0,7 до 0,9. Малые или малонагруженные электродвигатели имеют низкий коэффициент мощности по сравнению с электродвигателями большего размера.



— График зависимости P, Q, S и cos φ

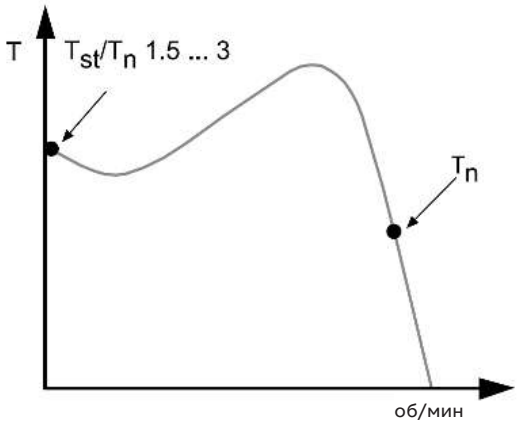
Крутящий момент

Пусковой крутящий момент электродвигателей в значительной степени зависит от их размера. В небольших электродвигателях малой мощности, например до 30 кВт, значение пускового крутящего момента обычно в 1,5–2,5 раза превышает номинальный крутящий момент. В электродвигателях средней мощности, например до 250 кВт, стандартное значение пускового крутящего момента в 2–3 раза больше номинального крутящего момента.

Электродвигатели большого размера обычно имеют низкий пусковой крутящий момент, который иногда может быть даже ниже номинального значения. Такой электродвигатель невозможно запустить при полной нагрузке даже при прямом пуске от сети.

T_n = номинальный крутящий момент (Н·м)
P_r = номинальная мощность электродвигателя (кВт)
n_r = номинальная частота вращения (об/мин)

— Зависимость крутящего момента от частоты вращения



Различные условия нагрузки

Назначение всех электродвигателей — пуск и приведение в движение различных видов оборудования, которое создает разные условия нагрузки для электродвигателей, например непосредственное тормозное усилие на валу электродвигателя. Для разгона мощность электродвигателя должна быть больше нагрузки. Разница между возможным крутящим моментом электродвигателя и моментом нагрузки называется ускоряющим моментом. Многие способы пуска понижают крутящий момент электродвигателя и тем самым уменьшают пусковой крутящий момент, что увеличивает время пуска. Пусковой крутящий момент = возможный крутящий момент электродвигателя – тормозной момент нагрузки. Кривая нагрузки определяется типом подключенного оборудования. Ниже представлены некоторые из наиболее распространенных типов нагрузки.

— Зависимость крутящего момента от частоты вращения при разной нагрузке



Зачастую пуск производится без нагрузки, которая прикладывается после достижения электродвигателем номинальной частоты вращения. Это снижает момент нагрузки примерно до 10–50 % от крутящего момента при пуске под нагрузкой. Автоматические выключатели для защиты электродвигателей хорошо подходят для управления и защиты электродвигателей, в том числе для решений с высокой энергоэффективностью.

—
Дополнительную информацию о двигателях IE3 повышенной энергоэффективности можно получить по ссылке «Информация об электродвигателях IE3» в инструменте выбора SOC (https://www.lowvoltage-tools.abb.com/soc/).

Герметичный электродвигатель холодильного компрессора

Герметичный электродвигатель холодильного компрессора представляет собой комбинацию компрессора и двигателя, которые смонтированы в один корпус, без соединительного вала. При этом электродвигатель работает в хладагенте. Такие электродвигатели обычно используются в кондиционерах и холодильном оборудовании. Для этих типов нагрузки приняты две унифицированные категории применения: AC-8a и AC-8b. Для присвоения категории AC-8b, помимо испытаний, предусмотренных категорией AC-8a, требуется также проведение дополнительного испытания. Категория AC-8b охватывает оборудование, в котором устройства размыкания при перегрузке сбрасываются автоматически. Автоматические выключатели для защиты электродвигателей ABB подходят для ручного управления и защиты таких электродвигателей. Для управления могут использоваться контакторы AF.

Лампы и осветительные приборы

Существуют две категории применения для ламп: AC-5a для разрядных (люминесцентных) ламп и AC-5b для ламп накаливания. Компания ABB предлагает специальные пускатели для осветительных нагрузок, которые также подходят для ручного управления осветительными приборами. В таблице ниже показано распределение представленных на рынке ламп по категориям применения.

—
Лампы и осветительные приборы

Тип лампы	AC-5a (разрядные лампы)	AC-5b (лампы накаливания)
Компактные лампы дневного света	X	
Лампы дневного света с электронным балластом 1)	X	
Галогенные лампы		X
Металлогалогенная лампа	X	
Газоразрядные лампы высокого давления	X	
Лампы накаливания		X
Светодиодные лампы	X	
Ртутные газоразрядные лампы высокого давления	X	
Лампы смешанного типа		X
Натриевые газоразрядные лампы высокого давления	X	

Трансформаторы

Трансформатор — это пассивное электрическое устройство, предназначенное для преобразования одного уровня напряжения в другое. Компания ABB разработала версию автоматического выключателя MS132-T, которая подходит для управления и защиты трансформаторов цепи управления.

Защита трансформаторов на стороне первичной обмотки

Для защиты трансформаторов на стороне первичной обмотки необходимо учитывать пиковый ток при включении трансформатора. Из-за перенасыщения сердечника возникает высокий ток намагничивания, который может в 15–20 раз превышать номинальный ток трансформатора и обычно сохраняется на протяжении определенного периода (до 40 мс). Пиковый ток имеет малую длительность, но может привести к срабатыванию магнитного расцепителя. Автоматические выключатели (только MS132-T и MS132-KT) это электромеханические защитные устройства, специально разработанные для защиты первичной обмотки трансформаторов напряжения. Их основное отличие от стандартной линейки автоматических выключателей для защиты электродвигателя заключается в том, что все устройства имеют уставку тока мгновенного срабатывания при коротком замыкании, превышающую номинальный ток в 20 раз, что позволяет автоматическому выключателю выдерживать протекание высоких пусковых токов при включении трансформатора.

Защита трансформаторов на стороне вторичной обмотки

Как и электродвигатели, трансформаторы подвержены перегрузкам, степень которых зависит от подаваемой непрерывной мощности и температуры охлаждающей жидкости. При этом трансформаторы менее чувствительны к кратковременным перегрузкам в отличие от электродвигателей. Несмотря на то, что автоматические выключатели обеспечивают повышенную защиту от тепловой перегрузки, они хорошо подходят для защиты трансформаторов. Для защиты трансформаторов на стороне вторичной обмотки используются автоматические выключатели, коммутирующая способность которых равна току короткого замыкания трансформатора или превышает его. Тепловой расцепитель автоматического выключателя должен быть настроен на номинальный ток трансформатора. Защита от короткого замыкания обеспечивается мгновенными электромагнитными расцепителями. Для обеспечения селективности нижестоящих устройств защиты от короткого замыкания необходимо предусмотреть автоматические выключатели в литом корпусе.

Конденсаторы

Конденсаторы используются в основном для коррекции реактивной мощности (повышения коэффициента мощности). Когда на конденсаторы подается напряжение, в течение переходного периода (от 1 до 2 мс) возникают сверхтоки высокой амплитуды и частоты (от 3 до 15 кГц). Для получения дополнительной информации об управлении конденсаторами и их защите обратитесь в ABB.

04

Факторы окружающей среды и особенности применения

Автоматические выключатели для защиты электродвигателей могут использоваться в различных климатических условиях. Они предназначены для использования в закрытых оболочках, но не подходят для тяжелых условий эксплуатации (например, в таких, в которых присутствует пыль, едкие пары или опасные газы). При установке в пыльных и влажных помещениях необходимо предусмотреть применение соответствующих кожухов.

Компенсация температуры окружающего воздуха и снижение номинальных параметров

Компенсация температуры окружающего воздуха и снижение номинальных параметров.

Примечание. Значения температуры, находящиеся в диапазоне между указанными значениями, могут быть линейно интерполированы.

Компенсация температуры реализуется за счет противодействия дополнительного биметаллического элемента биметаллическим элементам теплового расцепителя. Второй биметаллический элемент не нагревается током двигателя, а реагирует только на воздействие температуры окружающего воздуха. В результате влияние температуры окружающего воздуха на расцепление автоматического выключателя для защиты электродвигателя компенсируется автоматически.

Допустимый диапазон температур окружающей среды для случаев отдельного монтажа автоматических выключателей для защиты электродвигателей ABB составляет от -25 до 60 °C (55 °C для MS116). Ниже приведены поправочные коэффициенты для температуры окружающей среды до 70 °C и для групповой компоновки.

Устройство	Поправочные коэффициенты тока для отдельного монтажа или группового монтажа с зазором между устройствами ≥ 9 мм1)			Поправочные коэффициенты тока для групповой компоновки без зазора между устройствами		
	40 °C	60 °C	70 °C	40 °C	60 °C	70 °C
MS132-0.16 … 4.0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MS132-6.3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,79
MS132-10	1,00	1,00	0,80	0,91	0,80	0,70
MS132-12	1,00	1,00	0,91	1,00	0,91	0,83
MS132-16	1,00	1,00	0,81	0,93	0,87	0,81
MS132-20	1,00	1,00	0,90	1,00	0,95	0,85
MS132-25	1,00	1,00	0,92	1,00	0,92	0,80
MS132-32	1,00	1,00	0,90	1,00	0,93	0,78

Рабочие циклы и повторные запуски

Чтобы исключить ложное срабатывание, автоматические выключатели для защиты электродвигателей не должны работать с произвольной рабочей частотой. Допускается до 15 пусков в час. Большее количество пусков приемлемо в том случае, если продолжительность включения ниже, а ток включения двигателя не превышает в шесть раз ток при полной нагрузке. На графике ниже представлены ориентировочные значения количества пусков в час по отношению к продолжительности включения (время работы к времени в выключенном состоянии) и времени, необходимому для пуска двигателя ta. После срабатывания биметаллические элементы должны остыть. После этого можно будет перезапустить автоматический выключатель для защиты электродвигателя. Ручку устройства можно будет перевести в положение ВКЛ. только после полного остывания элементов.

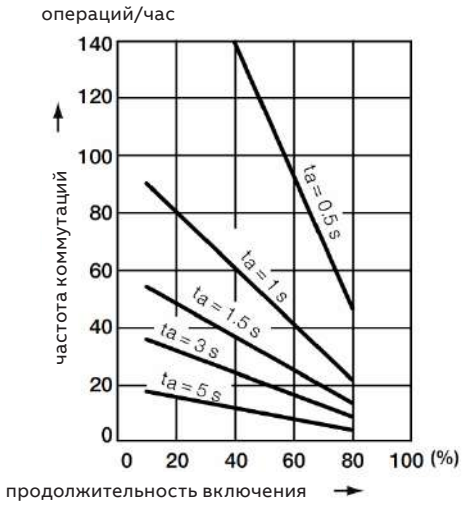


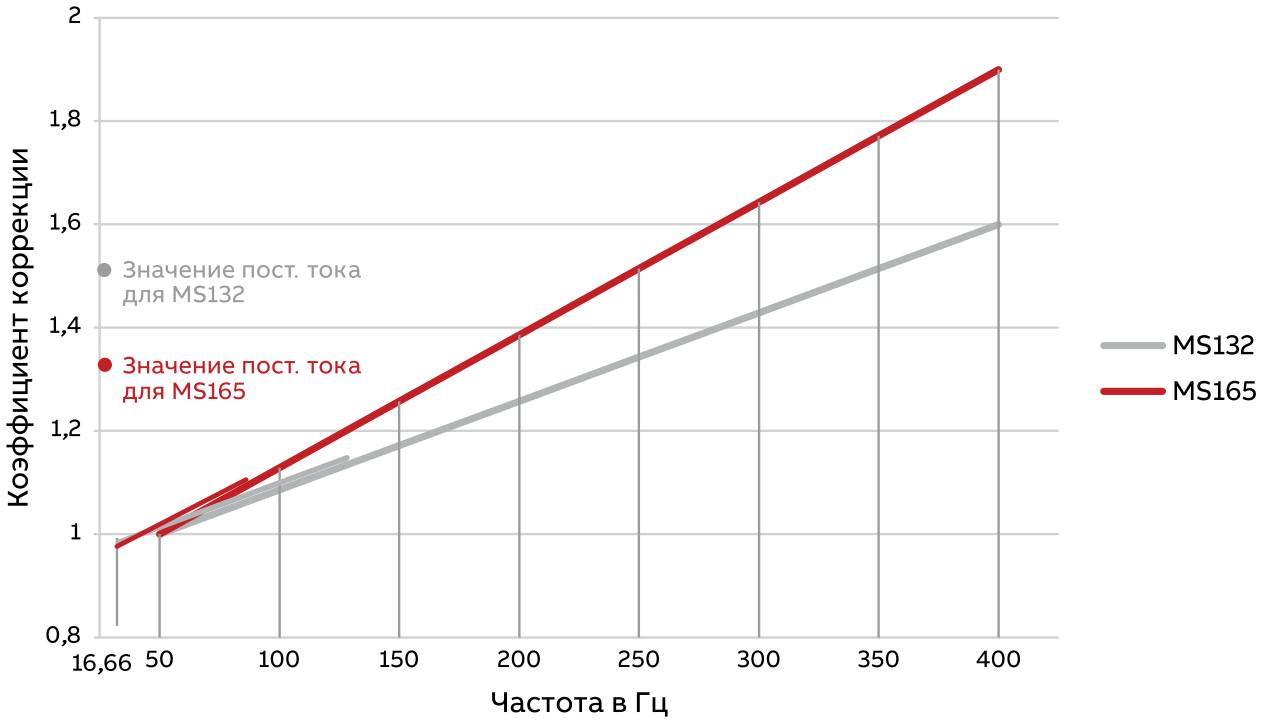
График рабочих циклов и повторных запусков. Пример: для двигателя с продолжительностью включения 60 % и продолжительностью пуска 1 секунда допускается 40 пусков в час.



Частота сети и постоянный ток

Значения магнитного расцепителя автоматических выключателей для защиты электродвигателей действительны для частоты от 50 до 60 Гц. Частоты за пределами указанного диапазона будут влиять на мгновенный расцепитель. Допускаются отклонения рабочих значений мгновенного расцепителя в диапазоне от 45 до 66 Гц. В случае частоты выше 60 Гц или постоянного тока уставка тока мгновенного расцепителя увеличивается. В случае частоты ниже 50 Гц его уставка снижается. Ниже представлены поправочные коэффициенты для различной частоты и постоянного тока.

— Поправочные коэффициенты для различных частот и постоянного тока



Характеристики расцепления автоматических выключателей для защиты электродвигателей по температуре действительны для постоянного и переменного тока частотой от 16,66 до 400 Гц. Для трехполюсных нагрузок и токов, в 3–13 раз превышающих установленное значение тока, время расцепления может отличаться на 20 % как в сторону уменьшения, так и увеличения.

При однофазной нагрузке или при постоянном токе для симметричного нагрева тепловых расцепителей требуется последовательное подключение всех полюсов автоматических выключателей. Последовательное подключение также обеспечивает более быстрое отключение.

05

Правила выбора

Выбор автоматического выключателя для защиты электродвигателя

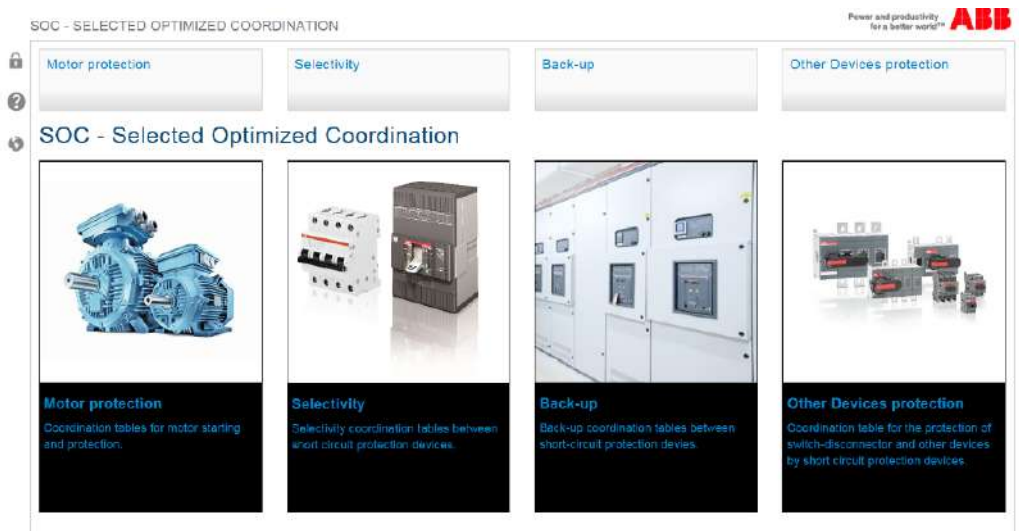
При выборе автоматических выключателей для защиты электродвигателей необходимо учитывать номинальный ток электродвигателя. Номинальный рабочий ток Ie выключателя является максимальным номинальным током подключаемого устройства. Как и тепловые реле перегрузки, автоматические выключатели имеют определенные диапазоны тепловых уставок. Автоматические выключатели для защиты электродвигателей должны выбираться таким образом, чтобы номинальный ток электродвигателя не выходил за пределы этих диапазонов. Если диапазоны тепловых уставок двух устройств частично совпадают, выбирайте устройство с диапазоном, который обеспечит большую гибкость настройки. В случае с электромагнитными автоматическими выключателями для защиты электродвигателей (серии MO) выбирается устройство с номинальным рабочим током Ie, который равен номинальному току или на один уровень выше его.

Инструмент выбора SOC

Онлайн-инструмент выбора SOC позволит вам найти решение ABB, отвечающее всем требованиям вашего оборудования.
Для гарантии максимальной производительности и длительного срока службы устройства, оборудование (устройства защиты от короткого замыкания, контакторы, реле перегрузки, устройства плавного пуска и т. д.), должны быть скоординированы друг между другом. Совместимость устройств нельзя определить напрямую. Чтобы установить тип координации при различных токах короткого замыкания в соответствии со стандартами МЭК или UL, необходимо провести испытания в электротехнических лабораториях.

Таблицы координации ABB содержат результаты таких испытаний и предлагают решения ABB для пуска и защиты электродвигателей, обеспечения селективности, резервирования и защиты выключателя-разъединителя.
Все таблицы координации ABB представлены в инструменте SOC и доступны любому пользователю. В следующем разделе представлена информация об основных задачах и действиях пользователей.
Инструмент SOC доступен по ссылке: http://applications.it.abb.com/SOC.

—
Инструмент выбора SOC



В разделе Motor protection («Защита электродвигателя») доступны следующие фильтры:

- тип защитного устройства;
- номинальное напряжение;
- ток короткого замыкания;
- тип пускателя;
- тип координации;
- реле перегрузки;
- номинальная мощность электродвигателя.

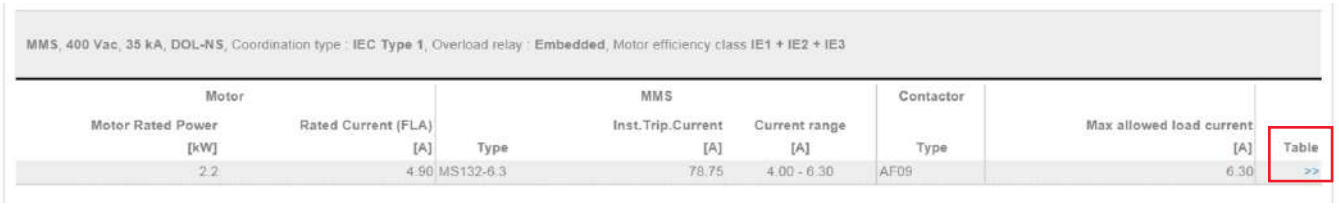
Пример: для поиска устройства для защиты электродвигателя, в котором автоматический выключатель электродвигателя использовался бы в качестве устройства защиты от короткого замыкания, при этом номинальное напряжение оборудования составляет 400 В AC, а номинальная мощность электродвигателя IE3 равна 2,2 кВт:

—
Пример использования таблиц координации SOC



—
Пример использования таблиц координации SOC

Инструмент SOC подбирает защитное устройство, подходящее для выбранной области применения с учетом типа координации. Нажмите >> для просмотра всей таблицы.



06

Монтаж и ввод в эксплуатацию

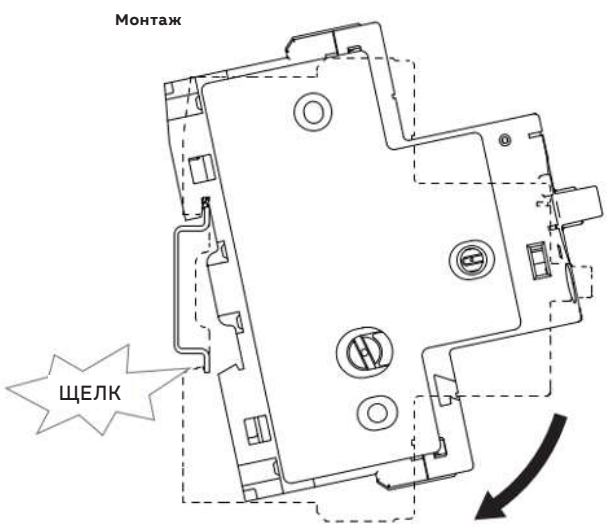
Монтаж

Автоматические выключатели для защиты электродвигателей могут устанавливаться следующим образом:

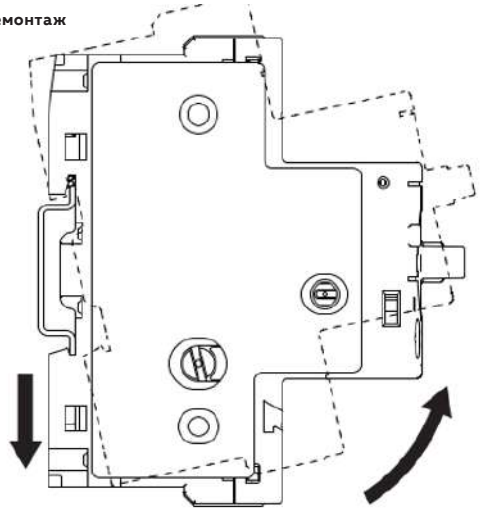
- монтаж на П-образной рейке 35 мм в соответствии со стандартом DIN EN 60715 (35 x 15 или 35 x 7,5 мм);
- монтаж на стене или под пластрон с помощью винтов. В этом случае для монтажа устройств MS116 и MS132 понадобится дополнительный аксессуар.

Монтаж автоматического выключателя для защиты электродвигателя

Монтаж



Демонтаж



Монтажное положение и минимальные расстояния

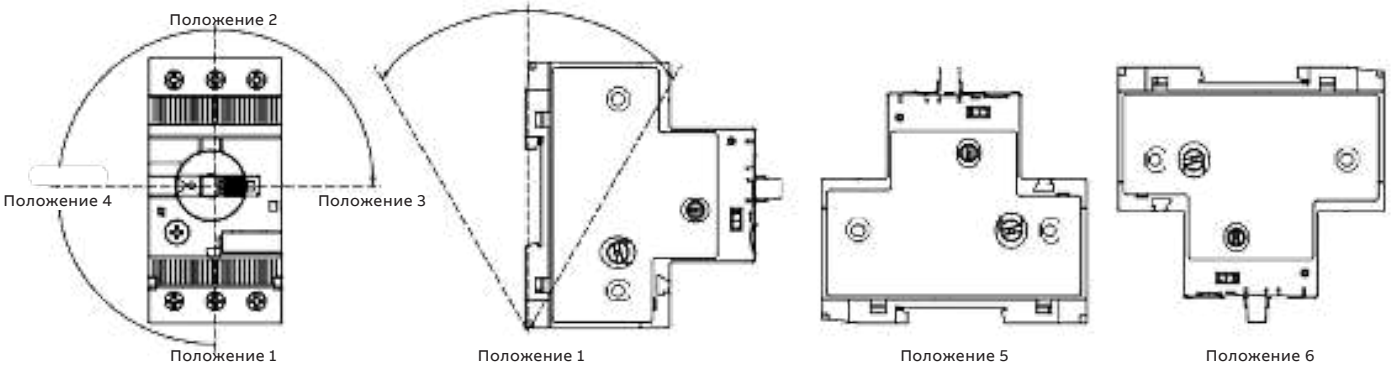
В соответствии с МЭК 60947-2 автоматические выключатели для защиты электродвигателей должны устанавливаться на определенном расстоянии от заземленных или находящихся под напряжением частей и изолированных кабелепроводов.

- Одиночный монтаж: контактор не должен быть подключен через соединительный адаптер; минимальный зазор слева и справа должен составлять 9 мм.
- Групповой монтаж: контактор может быть подключен через соединительный адаптер, либо боковой зазор менее 9 мм.

Монтажное положение автоматического выключателя для защиты электродвигателя

Монтажное положение

Монтажные положения 1–6 допустимы для всех автоматических выключателей для защиты электродвигателей.



Минимальные расстояния

Минимальные монтажные расстояния

В таблице ниже указаны значения минимального расстояния до других устройств того же типа, а также до заземленной электропроводящей поверхности.

		MS116	MS132	MS165
Минимальное расстояние до других устройств того же типа (мм)	По горизонтали	0	0	0
	По вертикали	150	150	150
Минимальное расстояние до заземленной электропроводящей поверхности (мм)	По горизонтали — до 400 В AC	0	0	0
	По горизонтали — до 690 В AC	> 1,5	> 1,5	> 1,5
	По вертикали	75	75	75

Подключение

Кабели питания автоматических выключателей для защиты электродвигателей могут быть подведены как снизу, так и сверху.

Типы подключения

Автоматические выключатели для защиты электродвигателей могут подключаться с помощью:

- винтовых клемм;
- втычных клемм.

Втычные клеммы позволяют быстро подключать проводники без инструментов. Специальные пружинные контакты значительно упрощают подключение и гарантируют надежное подключение.

Сечения проводников

Сечения проводников при использовании винтовых клемм для подключения автоматических выключателей для защиты электродвигателей

Сечения проводников при использовании винтовых клемм

В таблицах ниже указаны допустимые сечения силовых и дополнительных цепей для MS116, MS132, MO132, MS165 и MO165.

MS116	MS116 ≤ 16 A	M3.5 0,8–1,2 Нм	ø 5,5 мм	Pozidriv № 2	1/2 x 1–4 мм² 	1/2 x 0,75–2,5 мм² 1/2 x AWG 16–12	1/2 x 0,75–2,5 мм²	9 мм
	MS116 ≥ 16 A	M4 2 Нм	ø 6,5 мм		1/2 x (1–2,5) (2,5–6) мм²	1/2 x (1–2,5) (2,5–6) мм² 1/2 x AWG 16–8	1/2 x 0,75–6 мм²	10 мм
MS132 и MO132	MS132 ≤ 10 A MO132 ≤ 10 A	M3.5 0,8–1,2 Нм	ø 5,5 мм	Pozidriv № 2	1/2 x 1–4 мм²	1/2 x 0,75–2,5 мм² 1/2 x AWG 16–12	1/2 x 0,75–2,5 мм²	9 мм
	MS132 ≥ 16 A MO132 ≥ 16 A	M4 2 Нм	ø 6,5 мм		1/2 x (1–2,5) (2,5–6) мм²	1/2 x (1–2,5) (2,5–6) мм² 1/2 x AWG 16–8	1/2 x 0,75–6 мм²	10 мм
MS165 MO165		M6 4 Нм	ø 6,5 мм	Pozidriv № 2	1/2 x 1–50 мм² 1/2 x AWG 16–0	1/2 x 1–35 мм² 1/2 x AWG 16–0	1/2 x 1–35 мм²	16 мм

Сечения проводников при использовании винтовых клемм для подключения дополнительных аксессуаров

Дополнительные аксессуары

SK1, HK1, HKF1	M3.5 0,8–1,2 Нм	ø 5,5 мм	Pozidriv № 2	1/2 x 1–1,5 мм²	1/2 x 0,75–1,5 мм² 1/2 x AWG 16–14	1/2 x 0,75–1,5 мм²	8 мм
UA1, AA1	M3.5 0,8–1,2 Нм	ø 5,5 мм		1/2 x 1–4 мм²	1/2 x 0,75–2,5 мм² 1/2 x AWG 16–14	1/2 x 0,75–2,5 мм²	
S1-Mx-25	M3.5 2,5 Нм	ø 5,5 мм		1 x 6–25 мм² 1x AWG 10–4	1 x 6–25 мм² 1x AWG 10–6		10 мм
S1-Mx-35	M8 4,5 Нм		Hexagon 4	1 x 100–35 мм² 1x AWG 8–2	1 x 100–35 мм² 1x AWG 8–2		12 мм

Сечения проводников при использовании втычных клемм с пружинным режимом

В таблицах ниже указаны допустимые сечения силовых и дополнительных цепей для MS132K.

		mm / mm					mm
MS132-K	MS132-K (втычной режим)		1–2,5 мм²	1–6 мм² AWG 10–8	1–4 мм²	1 x 1–4 мм² 2 x 1–2,5 мм	12 мм
	MS132 -K (пружинный режим)	ø 3 мм x 0,5 мм	1–2,5 мм²	0,5–4 мм²	1/2 x 0,5–4 мм²	1 x 0,5–4 мм² 2 x 0,5–2,5 мм²	12 мм

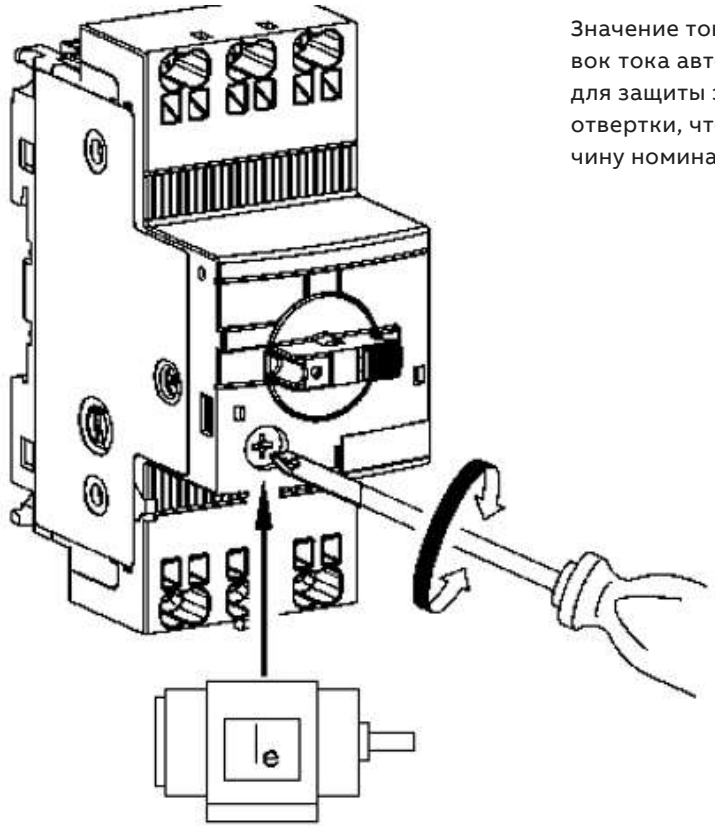
—
Сечения проводников при использовании втычных клемм с пружинным режимом

Дополнительные аксессуары

	mm / mm					mm
SK1, HK1, HKF1 (втычной режим)		1–2,5 мм²	1–2,5 мм² AWG 14	1– 2,5 мм²	1–1,5 мм²	10 мм
SK1, HK1, HKF1 (пружинный режим)	ø 3 мм x 0,5 мм	1–2,5 мм²	1–2,5 мм² AWG 20–14	0,5–2,5 мм²	0,5–1,5 мм²	10 мм

Установка номинального тока двигателя

Уставка номинального тока двигателя



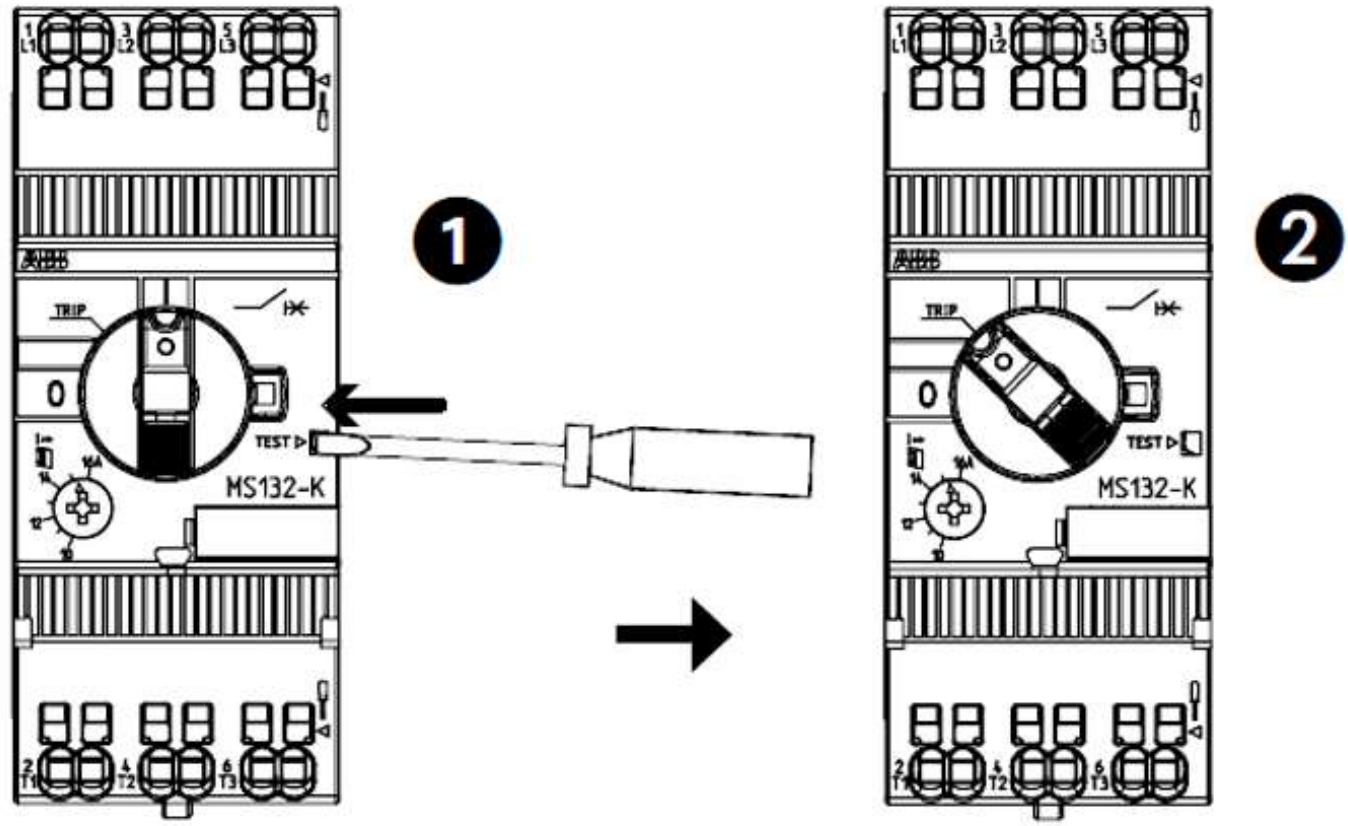
Значение тока выбирается на шкале уставок тока автоматического выключателя для защиты электродвигателя с помощью отвертки, что позволяет установить величину номинального тока (тока уставки) Ie.

Испытание на расцепление при перегрузке

На рисунке ниже показано испытание автоматического выключателя для защиты электродвигателя на расцепление при перегрузке.

1. Аккуратно вставьте шлицевую отвертку (например, 0,5 x 2,5 мм) в контрольное отверстие.
2. Результат: испытание считается пройденным, если автоматический выключатель для защиты электродвигателя переходит в положение TRIP (MS116 переключается с I на 0).

— Испытание на расцепление при перегрузке



Повторный пуск после расцепления

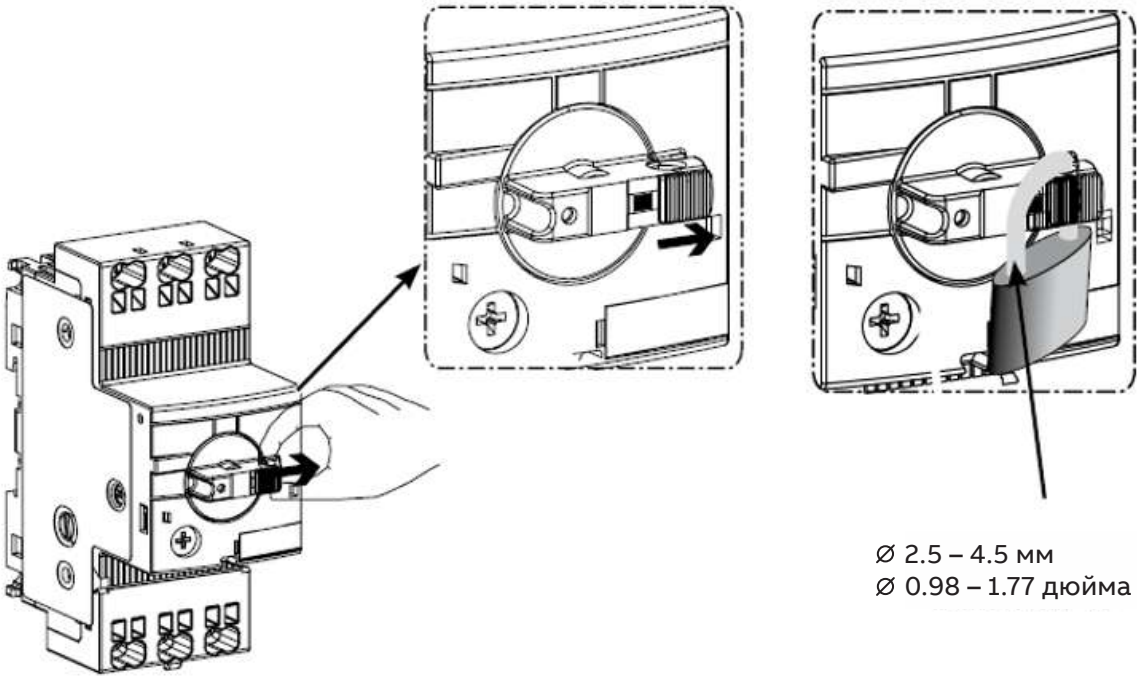
При расцеплении автоматического выключателя для защиты электродвигателя поворотный переключатель переходит в положение TRIP. Кроме того, при расцеплении может подаваться специальный сигнал (при использовании дополнительных аксессуаров).

Повторный пуск (после устранения причины ошибки) осуществляется непосредственно переключателем. Перед включением поворотный переключатель необходимо установить в положение O, чтобы вернуть механизм в режим ожидания. После этого его можно будет включить.

Блокировка автоматического выключателя для защиты электродвигателя

Блокировка автоматических выключателей для защиты электродвигателей нужна для того, чтобы их нельзя было несанкционированно включить (например, при ремонтных работах). Переведите поворотный выключатель в положение OFF. Вытащите цилиндр из поворотного рычага. В результате поворотный привод будет заблокирован. Чтобы защитить автоматический выключатель от несанкционированного использования, заблокируйте поворотный переключатель с помощью замка (диаметр дужки от 2,5 до 4,5 мм). Для блокировки переключателя MS116 необходим специальный аксессуар SA3.

— Блокировка автоматического выключателя для защиты электродвигателя



Инструкции по установке

Инструкции по установке автоматического выключателя для защиты электродвигателя представлены в библиотеке ABB: https://library.abb.com
Все категории > Оборудование > Низковольтное оборудование > Пускорегулирующая аппаратура > Автоматические выключатели для защиты электродвигателей.

2D-чертежи и 3D-модели

2D- и 3D-чертежи автоматических выключателей для защиты электродвигателей и аксессуаров представлены на портале ABB Cadenas:
http://abb-control-products.partcommunity.com/portal/portal/abb-control-products.

07

Глоссарий

AC	Переменный ток
Активная мощность	Потребляемая электродвигателем мощность, преобразуемая в механическую энергию.
Температура окружающей среды	Температура воздуха или среды, в которых эксплуатируется или хранится оборудование.
DC	Постоянный ток.
Соединение по схеме «треугольник»	Тип подключения электродвигателя, при котором точки соединения обмоток образуют треугольник.
КПД	Соотношение выходной механической мощности и потребляемой электрической мощности. Значение в процентах отражает эффективность преобразования электродвигателем электрической энергии в механическую
Частота	Количество периодических циклов в единицу времени.
Ток при полной нагрузке	Номинальный ток при номинальной нагрузке и номинальном напряжении. Сила тока (в амперах), которое электродвигатель потребляет при номинальной выходной мощности.
I_{cm}	Номинальная включающая способность при коротком замыкании, см. главу 2.2.2 «Номинальная включающая способность при КЗ (I_{cm})».
I_{cu}	Номинальная предельная отключающая способность при коротком замыкании, см. главу 2.2.3.1 «Номинальная предельная отключающая способность при КЗ (I_{cu}) согласно МЭК/EN 60947-2».
I_{cs}	Номинальная рабочая отключающая способность при коротком замыкании, см. главу 2.2.3.2 «Номинальная рабочая отключающая способность при КЗ (I_{cs}) согласно МЭК/EN 60947-2».
I_{cw}	Номинальный кратковременный выдерживаемый ток, см. главу 2.2.4 «Номинальный кратковременный выдерживаемый ток (Icw)».
I_e	Характеристика срабатывания мгновенных расцепителей токов короткого замыкания основана на номинальном рабочем токе I_e, который в случае автоматического выключателя для защиты электродвигателя совпадает с верхним значением диапазона уставок.
IE3	Высокий класс энергоэффективности односкоростных электродвигателей в соответствии с требованиями стандарта МЭК 60034-30.
IE4	Наивысший класс энергоэффективности односкоростных электродвигателей в соответствии с требованиями стандарта МЭК 60034-30 в редакции 2014 года
МЭК	Международная электротехническая комиссия, входящая в Международную организацию по стандартизации.
Инерция	Свойство тела сопротивляться изменению характеристик независимо от того, меняется ли параметр или находится в состоянии покоя
Пиковый ток	Кратковременный переходный процесс с высокими значениями потребляемого тока, возникающий в течение первых миллисекунд при пуске электродвигателя
СИД	Светоизлучающий диод.
Крутящий момент нагрузки	Тормозной момент на валу электродвигателя, вызванный нагрузкой. Если тормозной момент равен или почти равен номинальному крутящему моменту электродвигателя, его можно определить как крутящий момент при высокой нагрузке
MEPS	Стандарт минимальной энергоэффективности: местный стандарт, определяющий минимальные показатели энергоэффективности для энергопотребляющих изделий. В Европе требования MEPS для электродвигателей прямого пуска соответствуют требованиям класса энергоэффективности IE3
MMS	Автоматический выключатель для защиты электродвигателя.
Вывод N	Неприводной конец электродвигателя.
NEMA	Национальная ассоциация производителей электрооборудования (США).
Шум	Нежелательные помехи в передающей среде, которые имеют тенденцию искажать данные
Рабочее напряжение	Напряжение (как правило, трехфазное), которое подается на электродвигатель.
Реле перегрузки	Устройство, используемое для предотвращения перегрева электродвигателя. Может быть электронным или тепловым.
Номинальный ток	Ток, потребляемый электродвигателем при полной нагрузке и номинальной частоте вращения
Реактивная мощность	Потребляемая электродвигателем мощность, используемая для намагничивания электродвигателя
Среднеквадратичное значение (**СКЗ**)	Среднеквадратичное значение переменного тока является эквивалентом постоянного тока, при котором преобразование электрической энергии в тепловую энергию происходит с той же скоростью при заданном значении
Класс расцепления	Класс расцепления определяет время пуска при определенном токе до срабатывания расцепителя. Существуют разные классы расцепления, например, 10, 20, 30 и т. д., где класс 30 соответствует наиболее затянутому тяжелому пуску.
U_e	Номинальное рабочее напряжение, см. главу 2.2.1 «Номинальное рабочее напряжение (Ue)».

08

Приложение

Номинальная рабочая мощность и ток электродвигателей

Ниже приводятся значения тока для стандартных трехфазных четырехполюсных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором (1500 об/мин при 50 Гц, 1800 об/мин при 60 Гц). Эти значения даны в качестве ориентира и могут варьироваться в зависимости от производителя электродвигателя и количества полюсов.

МЭК	Номинальный ток двигателя: стандартные значения обозначены серым цветом (в соответствии с МЭК 60947-4-1, Приложение G)									
Мощность электродвигателя	220 В	230 В	240 В	380 В	400 В	415 В	440 В	500 В	660 В	690 В
кВт	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0,06	0,37	0,35	0,34	0,21	0,2	0,19	0,18	0,16	0,13	0,12
0,09	0,54	0,52	0,50	0,32	0,3	0,29	0,26	0,24	0,18	0,17
0,12	0,73	0,7	0,67	0,46	0,44	0,42	0,39	0,32	0,24	0,23
0,18	1	1	1	0,63	0,6	0,58	0,53	0,48	0,37	0,35
0,25	1,6	1,5	1,4	0,9	0,85	0,82	0,74	0,68	0,51	0,49
0,37	2,0	1,9	1,8	1,2	1,1	1,1	1	0,88	0,67	0,64
0,55	2,7	2,6	2,5	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	0,91	0,87
0,75	3,5	3,3	3,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5	1,15	1,1
1,1	4,9	4,7	4,5	2,8	2,7	2,6	2,4	2,2	1,7	1,6
1,5	6,6	6,3	6	3,8	3,6	3,5	3,2	2,9	2,2	2,1
2,2	8,9	8,5	8,1	5,2	4,9	4,7	4,3	3,9	2,9	2,8
3	11,8	11,3	10,8	6,8	6,5	6,3	5,7	5,2	4	3,8
4	15,7	15	14,4	8,9	8,5	8,2	7,4	6,8	5,1	4,9
5,5	20,9	20	19,2	12,1	11,5	11,1	10,1	9,2	7	6,7
7,5	28,2	27	25,9	16,3	15,5	14,9	13,6	12,4	9,3	8,9
11	39,7	38	36,4	23,2	22	21,2	19,3	17,6	13,4	12,8
15	53,3	51	48,9	30,5	29	28	25,4	23	17,8	17
18,5	63,8	61	58,5	36,8	35	33,7	30,7	28	22	21
22	75,3	72	69	43,2	41	39,5	35,9	33	25,1	24
30	100	96	92	57,9	55	53	48,2	44	33,5	32
37	120	115	110	69	66	64	58	53	40,8	39
45	146	140	134	84	80	77	70	64	49,1	47
55	177	169	162	102	97	93	85	78	59,6	57
75	240	230	220	139	132	127	116	106	81	77
90	291	278	266	168	160	154	140	128	97	93
110	355	340	326	205	195	188	171	156	118	113
132	418	400	383	242	230	222	202	184	140	134
160	509	487	467	295	280	270	245	224	169	162
200	637	609	584	368	350	337	307	280	212	203
250	782	748	717	453	430	414	377	344	261	250
315	983	940	901	568	540	520	473	432	327	313
355	1109	1061	1017	642	610	588	535	488	370	354
400	1255	1200	1150	726	690	665	605	552	418	400
500	1545	1478	1416	895	850	819	745	680	515	493
560	1727	1652	1583	1000	950	916	832	760	576	551
630	1928	1844	1767	1116	1060	1022	929	848	643	615
710	2164	2070	1984	1253	1190	1147	1043	952	721	690
800	2446	2340	2243	1417	1346	1297	1179	1076	815	780
900	2760	2640	2530	1598	1518	1463	1330	1214	920	880
1000	3042	2910	2789	1761	1673	1613	1466	1339	1014	970

UL/CSA	Номинальный ток электродвигателя: 1 и 3 фазы (в соответствии с UL 60947-4-1A)									
Мощность электродвигателя	120 В одно-фазн.	200 В одно-фазн.	200 В трех-фазн.	208 В одно-фазн.	208 В трех-фазн.	220–240 В одно-фазн.	220–240 В трех-фазн.	380–415 В трех-фазн.	440–480 В трех-фазн.	550–600 В трех-фазн.
л. с.	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1/10	3	—	—	—	—	1,5	—	—	—	—
1/8	3,8	—	—	—	—	1,9	—	—	—	—
1/6	4,4	2,5	—	2,4	—	2,2	—	—	—	—
1/4	5,8	3,3	—	3,2	—	2,9	—	—	—	—
1/3	7,2	4,1	—	4	—	3,6	—	—	—	—
1/2	9,8	5,6	2,5	5,4	2,4	4,9	2,2	1,3	1,1	0,9
3/4	13,8	7,9	3,7	7,6	3,5	6,9	3,2	1,8	1,6	1,3
1	16	9,2	4,8	8,8	4,6	8	4,2	2,3	2,1	1,7
1–1/2	20	11,5	6,9	11	6,6	10	6	3,3	3	2,4
2	24	13,8	7,8	13,2	7,5	12	6,8	4,3	3,4	2,7
3	34	19,6	11	18,7	10,6	17	9,6	6,1	4,8	3,9
5	56	32,2	17,5	30,8	16,7	28	15,2	9,7	7,6	6,1
7–1/2	80	46	25,3	44	24,2	40	22	14	11	9
10	100	57,5	32,2	55	30,8	50	28	18	14	11
15	135	—	48,3	—	46,2	68	42	27	21	17
20	—	—	62,1	—	59,4	88	54	34	27	22
25	—	—	78,2	—	74,8	110	68	44	34	27
30	—	—	92	—	88	136	80	51	40	32
40	—	—	120	—	114	176	104	66	52	41
50	—	—	150	—	143	216	130	83	65	52
60	—	—	177	—	169	—	154	103	77	62
75	—	—	221	—	211	—	192	128	96	77
100	—	—	285	—	273	—	248	165	124	99
125	—	—	359	—	343	—	312	208	156	125
150	—	—	414	—	396	—	360	240	180	144
200	—	—	552	—	528	—	480	320	240	192
250	—	—	—	—	—	—	604	403	302	242
300	—	—	—	—	—	—	722	482	361	289
350	—	—	—	—	—	—	828	560	414	336
400	—	—	—	—	—	—	954	636	477	382
450	—	—	—	—	—	—	1030	—	515	412
500	—	—	—	—	—	—	1180	786	590	472

Номинальные предельные значения энергоэффективности, определенные в МЭК 60034-30-1:2014 (эталонные значения при 50 Гц, основанные на методах испытаний согласно МЭК 60034-2-1:2014).

Выходная мощность	IE1 Стандартная энергоэффективность				IE2 Высокая энергоэффективность				IE3 Энергоэффективность класса премиум				IE4 Энергоэффективность класса супер-премиум			
кВт	2 полюса	4 полюса	6 полюсов	8 полюсов	2 полюса	4 полюса	6 полюсов	8 полюсов	2 полюса	4 полюса	6 полюсов	8 полюсов	2 полюса	4 полюса	6 полюсов	8 полюсов
0,12	45,0	50,0	38,3	31,0	53,6	59,1	50,6	39,8	60,8	64,8	57,7	50,7	66,5	69,8	64,9	62,3
0,18	52,8	57,0	45,5	38,0	60,4	64,7	56,6	45,9	65,9	69,9	63,9	58,7	70,8	74,7	70,1	67,2
0,20	54,6	58,5	47,6	39,7	61,9	65,9	58,2	47,4	67,2	71,1	65,4	60,6	71,9	75,8	71,4	68,4
0,25	58,2	61,5	52,1	43,4	64,8	68,5	61,6	50,6	69,7	73,5	68,6	64,1	74,3	77,9	74,1	70,8
0,37	63,9	66,0	59,7	49,7	69,5	72,7	67,6	56,1	73,8	77,3	73,5	69,3	78,1	81,1	78,0	74,3
0,40	64,9	66,8	61,1	50,9	70,4	73,5	68,8	57,2	74,6	78,0	74,4	70,1	78,9	81,7	78,7	74,9
0,55	69,0	70,0	65,8	56,1	74,1	77,1	73,1	61,7	77,8	80,8	77,2	73,0	81,5	83,9	80,9	77,0
0,75	72,1	72,1	70,0	61,2	77,4	79,6	75,9	66,2	80,7	82,5	78,9	75,0	83,5	85,7	82,7	78,4
1,1	75,0	75,0	72,9	66,5	79,6	81,4	78,1	70,8	82,7	84,1	81,0	77,7	85,2	87,2	84,5	80,8
1,5	77,2	77,2	75,2	70,2	81,3	82,8	79,8	74,1	84,2	85,3	82,5	79,7	86,5	88,2	85,9	82,6
2,2	79,7	79,7	77,7	74,2	83,2	84,3	81,8	77,6	85,9	86,7	84,3	81,9	88,0	89,5	87,4	84,5
3	81,5	81,5	79,7	77,0	84,6	85,5	83,3	80,0	87,1	87,7	85,6	83,5	89,1	90,4	88,6	85,9
4	83,1	83,1	81,4	79,2	85,8	86,6	84,6	81,9	88,1	88,6	86,8	84,8	90,0	91,1	89,5	87,1
5,5	84,7	84,7	93,1	81,4	87,0	87,7	86,0	83,8	89,2	89,6	88,0	86,2	90,9	91,9	90,5	88,3
7,5	86,0	86,0	84,7	83,1	88,1	88,7	87,2	85,3	90,1	90,4	89,1	87,3	91,7	92,6	91,3	89,3
11	87,6	87,6	86,4	85,0	89,4	89,8	88,7	86,9	91,2	91,4	90,3	88,6	92,6	93,3	92,3	90,4
15	88,7	88,7	87,7	86,2	90,3	90,6	89,7	88,0	91,9	92,1	91,2	89,6	93,3	93,9	92,9	91,2
18,5	89,3	89,3	88,6	86,9	90,9	91,2	90,4	88,6	82,4	92,6	91,7	90,1	93,7	94,2	93,4	91,7
22	89,9	89,9	89,2	87,4	91,3	91,6	90,9	89,1	92,7	93,0	92,2	90,6	94,0	94,5	93,7	92,1
30	90,7	90,7	90,2	88,3	92,0	92,3	91,7	89,8	93,3	93,6	92,9	91,3	94,5	94,9	94,2	92,7
37	91,2	91,2	90,8	88,8	92,5	92,7	92,2	90,3	93,7	93,9	93,3	91,8	94,8	95,2	94,5	93,1
45	91,7	91,7	91,4	89,2	92,9	93,1	92,7	90,7	94,0	94,2	93,7	92,2	95,0	95,4	94,8	93,4
55	92,1	92,1	91,9	89,7	93,2	93,5	93,1	91,0	94,3	94,6	94,1	92,5	95,3	95,7	95,1	93,7
75	92,7	92,7	92,6	90,3	93,8	94,0	93,7	91,6	94,7	95,0	94,6	93,1	95,6	96,0	95,4	94,2
90	93,0	93,0	92,9	90,7	94,1	94,2	94,0	91,9	95,0	95,2	94,9	93,4	95,8	96,1	95,6	94,4
110	93,3	93,3	93,3	91,1	94,3	94,5	94,3	92,3	95,2	95,4	95,1	93,7	96,0	96,3	95,8	94,7
132	93,5	93,5	93,5	91,5	94,6	94,7	94,6	92,6	95,4	95,6	95,4	94,0	96,2	96,4	96,0	94,9
160	93,8	93,8	93,8	91,9	94,8	94,9	94,8	93,0	95,6	95,8	95,6	94,3	96,3	96,6	96,2	95,1
200	94,0	94,0	94,0	92,5	95,0	95,1	95,0	93,5	95,8	96,0	95,8	94,6	96,5	96,7	96,3	95,4
250	94,0	94,0	94,0	92,5	95,0	95,1	95,0	93,5	95,8	96,0	95,8	94,6	96,5	96,7	96,5	95,4
315	94,0	94,0	94,0	92,5	95,0	95,1	95,0	93,5	95,8	96,0	95,8	94,6	96,5	96,7	96,6	95,4
355	94,0	94,0	94,0	92,5	95,0	95,1	95,0	93,5	95,8	96,0	95,8	94,6	96,5	96,7	96,6	95,4
400	94,0	94,0	94,0	92,5	95,0	95,1	95,0	93,5	95,8	96,0	95,8	94,6	96,5	96,7	96,6	95,4
450	94,0	94,0	94,0	92,5	95,0	95,1	95,0	93,5	95,8	96,0	95,8	94,6	96,5	96,7	96,6	95,4

Наши контакты
Российская Федерация

117292, Москва,
Нахимовский пр., 58
Тел.: +7 (495) 777 2220
Факс: +7 (495) 777 2221

194044, Санкт-Петербург,
ул. Гельсингфорсская, 2А
Тел.: +7 (812) 332 9900
Факс:+7 (812) 332 9901

400005, Волгоград,
пр. Ленина, 86, оф. 315
Тел.: +7 (8442) 243 700
Факс: +7 (8442) 243 700

394006, Воронеж,
ул. Свободы, 73, оф. 303
Тел.: +7 (473) 250 5345
Факс: +7 (473) 250 5345

620100, Екатеринбург,
Сибирский тракт, 12/7 оф. 507
Тел.: +7 (343) 351 1135
Факс: +7 (343) 351 1145

664033, Иркутск,
ул. Лермонтова, 257, оф. 315
Тел.: +7 (3952) 56 2200
Факс: +7 (3952) 56 2202

420061, Казань,
ул. Н. Ершова, 1а, оф. 770, 772
Тел.: +7 (843) 570 66 73
Факс: +7 (843) 570 66 74

350049, Краснодар,
ул. Красных Партизан, 218
Тел.: +7 (861) 221 1673
Факс: +7 (861) 221 1610

660135, Красноярск,
ул. Взлетная, 5, стр. 1, оф. 512
Тел.: +7 (391) 249 6399
Факс: +7 (391) 249 6399

603006, Нижний Новгород,
ул. Ковалихинская, д.8, офис 611
Тел.: + 7 (831) 275 8222
Факс: + 7 (831) 275 8223

630073, Новосибирск,
пр. Карла Маркса, 47/2, оф. 503
Тел.: +7 (383) 227 82 00
Факс: +7 (383) 227 82 00

614077, Пермь,
ул. Аркадия Гайдара, 8 Б, оф.401
Тел.: +7 (342) 211 1191
Факс: +7 (342) 211 1192
344065, Ростов-на-Дону,
ул. 50-летия Ростсельмаша, 1/52
Тел.: +7 (863) 268 9009
Факс: +7 (863) 268 9009

443013, Самара,
Московское шоссе, 4 А, стр. 2
Тел.: +7 (846) 269 6010
Факс: +7 (846) 269 6010

450077, Уфа,
ул. Менделеева, 134/7,
БЦ Территория 3000
Тел.: +7 (347) 216 5050
Факс: +7 (347) 216 5050

680030, Хабаровск,
ул. Постышева, 22А, оф. 307
Тел.: +7 (4212) 400 899
Факс:+7 (4212) 400 899

428032, Чебоксары,
Площадь Речников, 3
Тел.: + 7 (835) 222 0722
Факс.: +7 (835) 222 0722

9CND000000002404 08.2021

new.abb.com/ru

Контактный центр обслуживания клиентов ABB в России
Бесплатный звонок: 8 800 500 222 0
e-mail: contact.center@ru.abb.com