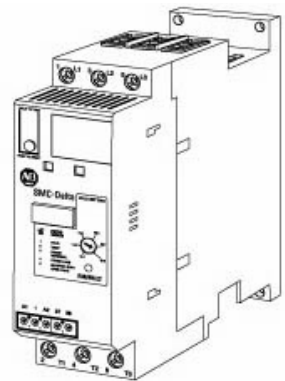


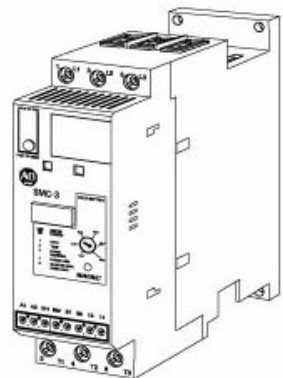
Allen-Bradley

Контроллеры SMC

Бюллетень 150



SMC-Delta



SMC-3

Руководство по описанию и по
применению изделий

**Rockwell
Automation**

Важная информация для пользователя

Из-за разнообразия применения оборудования, описанного в данной публикации, все те, кто отвечает за применение и использование данного оборудования управления, должны быть уверены, что все необходимые меры были приняты, чтобы каждое применение и использование отвечало требованиям эксплуатации и безопасности, включая все применимые законы, правила, коды и стандарты.

Иллюстрации, графики, примеры программ и примеры расположения, показанные в данном руководстве, приведены только в качестве примера.

Поскольку существует множество факторов и требований, связанных с каждой конкретной установкой, Компания Allen-Bradley не берет на себя ответственность или обязательства (включая обязательства интеллектуальной собственности) за конкретное использование, основанное на примерах, показанных в данной публикации.

Публикация компании Allen-Bradley SGI - 1.1, ***Safety Guidelines for the Application, Installation, and Maintenance of Solid State Control*** - "Руководящие Указания по безопасности для применения, монтажа и обслуживания электронного оборудования управления" (имеющаяся в местном офисе Компании Allen-Bradley) описывает некоторые важные различия между электронными и электромеханическими устройствами, на которые необходимо обратить внимание при использовании оборудования, описанного в данной публикации.

Воспроизведение содержания данной публикации, целиком или частично, без письменного разрешения Компании Allen-Bradley запрещено.

В тексте этого руководства помещены специальные примечания о необходимости принятия мер безопасности.

ВНИМАНИЕ



Этот знак отмечает информацию относительно действий и обстоятельств, которые могут привести к травмам или гибели персонала, повреждению оборудования или экономическим потерям.

Текст под знаком ВНИМАНИЕ помогает:

- о - идентифицировать опасность
- о - избежать опасности
- о - распознать последствия

ВАЖНО

Указывает на информацию, которая особенно важна для успешного применения и понимания оборудования.

Интеллектуальный Контроллер Двигателя SMC-Delta™	Глава 1 Описание 1 Режим работы 1 Функции 2 Типовые схемы подключения 4 Применение 8
Интеллектуальный Контроллер Двигателя SMC-3™	Глава 2 Описание 1 Режим работы 1 Функции 3 Типовые схемы подключения 6 Применение 10
Рассмотрение специальных аспектов применения контроллеров SMC-Delta и SMC-3	Глава 3 Защита от перегрузки двигателя 1 Контактры реверса 1 Использование защитных модулей 1 Изменение номин.данных в зависимости от высоты над уровнем моря 2 Отключающий контактор 2
Возможные варианты применения контроллеров SMC	Глава 4 Описание 1
Основные принципы проектирования	Глава 5 Основные принципы 1 Условия питающей сети,номиналы по току и термические,устойчивость к механическим ударам и вибрации,к помехам электр.и радиочастотным 1 Высота над уровнем моря,загрязнение и выполнение уставок 2
Пуск с пониженным напряжением	Глава 6 Введение к вопросу пуска с пониженным напряжением 1 Пониженное напряжение 2 Полупроводники 4
Полупроводниковые пускатели с кремниевыми управляемыми вентилями	Глава 7 Полупроводниковые пускатели с кремниевыми управляемыми вентилями 1
Ссылки	Глава 8 Введение 1 Скорость двигателя/Момент/Мощность 1 Момент и мощность 1 Расчет момента (требуемый пусковой момент для начала вращения) 4 Расчет мощности 4 Момент инерции 4 Формулы момента 5 Формулы двигателя переменного тока 5 Характеристики момента для случаев общего применения 6

Контроллеры SMC

Семейство контроллеров SMC™ компании Allen-Bradley имеет широкий выбор изделий для пуска и останова асинхронных двигателей переменного тока мощностью от 0.5 л.с. до 25 л.с.

Обновленные функции, компактное исполнение и наличие контроллеров в защитных корпусах отвечает мировым промышленным требованиям, предъявляемым к системам управления двигателями.

Семейство контроллеров обеспечит удовлетворение необходимых требований как для управления одним двигателем, так и для управления интегрированной системой автоматизации.

Два типа контроллеров SMC компании Allen-Bradley, которые описываются в данном документе - это контроллеры SMC-Delta™ и SMC-3™.

Некоторые из наиболее важных функций для каждого из этих контроллеров отмечены в приведенной ниже таблице.

Функции	Контроллер SMC-Delta 2	Контроллер SMC-3
	200 ... 600 В 1 ... 64 А	200 ... 600 В 1 ... 37 А
Плавный пуск		*
Пуск с броском тока		*
Пуск в режиме токоограничения	*	*
Плавный останов		*
Останов на выбеге	*	*
Вспомогательный контакт неисправности - Н.О.	*	*
Вспомогательный контакт		*
Вспомогательный контакт, устанавливаемый сбоку (по выбору)	*	*
Индикация неисправности	*	*
Защита от перегрузки	*	*
Реверс фаз		*
Разбаланс фаз	*	*
Внутренний контроль схемы соединения треугольник ¹	*	

* = имеется

¹ Для контроллера SMC -Delta требуется двигатель с переключением со звезды на треугольник

Интеллектуальный контроллер управления двигателем SMC-Delta

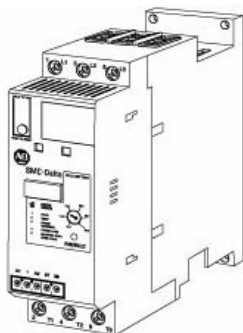
Описание

Интеллектуальный контроллер управления двигателем SMC-Delta (SMC) является компактным, многофункциональным полупроводниковым устройством, которое используется с традиционными двигателями, имеющими 6 выводов для соединения звезда-треугольник. Контроллеры SMC-Delta заменяют традиционные электромеханические устройства пуска двигателей. Подключение силовых проводников к контроллерам SMC-Delta базируется на внутреннем обеспечении схемы треугольник при подключении двигателей с 6 выводами со схемой звезда-треугольник. Раздельное выполнение по схеме звезда и треугольник больше не требуется, потому что контроллером SMC-Delta обеспечивается приложение пониженного напряжения во время пуска электронным способом. Уставка токоограничения при пуске может быть подстроена в зависимости от требований конкретного случая применения.

Другими уникальными особенностями контроллеров SMC-Delta, используемыми для схем звезда-треугольник, является наличие встроенного байпаса, применение управляемых кремниевых выпрямителей (SCR) для контроля всех трех фаз и обеспечение тепловой перегрузочной способности 350% от номинала в течение 15 секунд при температуре 50 гр.С (122 гр.Ф). Для того, чтобы применить контроллер SMC-Delta с двигателем, имеющим схему звезда-треугольник, силовые кабели от контроллера SMC-Delta, где внутри выполнена схема треугольник, следует подключить к двигателю. Кроме того, ток при пуске может быть подстроен путем программирования параметров.

Контроллер SMC-Delta выпускается на следующие параметры: 3...64 А, 200...600 В, 50/60Гц, соответствует американским (UL), европейским (EN) стандартам, стандартам МЭК (IEC), включен в перечень канадской организации по стандартизации (cUL) и имеет маркировку Совета Европы (CE). Напряжение цепей управления может быть 24 В перем. или пост. тока и 100...240 В переменного тока. Контроллер выпускается по мощности до 40 л.с.

Рис 1.1 Контроллер SMC-Delta



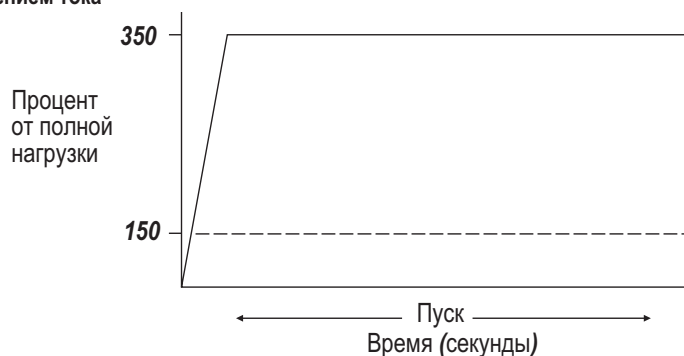
Режим работы

Следующий режим работы является стандартным для одиночного контроллера:

Пуск с ограничением тока

Этот режим пуска используется, когда необходимо ограничить максимальную величину тока при пуске. Уставка тока выполняется с помощью DIP переключателей и может быть настроена в диапазоне 150-350% полного тока (FLA). Время пуска может быть настроено в диапазоне от 2 до 15 секунд.

Рис. 1.2 Пуск с ограничением тока



Функции

Электронная защита от перегрузки

Контроллер SMC-Delta соответствует применимым требованиям к устройству защиты двигателя от перегрузки. Защита от перегрузки выполняется электронным способом с использованием алгоритма I^2t .

Уставка защиты от перегрузки выполняется с помощью DIP переключателей, обеспечивая пользователю определенную гибкость. Класс отключения от защиты может быть выбран как OFF, 10, 15 или 20. Трансформаторы тока (СТ) отслеживают ток каждой фазы. Величина полной нагрузки двигателя устанавливается при помощи потенциометра. Сброс сигнала перегрузки может быть осуществлен либо вручную, либо автоматически (по выбору). Устройство дистанционного сброса сигнала перегрузки (каталожный номер 193-ER1) может быть механически подсоединено к контроллеру.

Индикация неисправности

Контроллер SMC-Delta отслеживает как предпусковой режим, так и рабочий режим. Один светодиод (LED) используется как для индикации работы (RUN/ON), так и для индикации неисправности (FAULT). Если контроллер выявляет неисправность, то он отключает двигатель и светодиод указывает соответствующие причины неисправности.

Контроллер отслеживает следующие неисправности:

- Перегрузка
- Перегрев
- Потеря фазы / Разомкнута цепь нагрузки
- Разбаланс фаз
- Закороченный тиристор

Любая причина неисправности приводит к изменению состояния вспомогательных контактов и замыканию цепи подхвата, исключающей сброс сигнала неисправности. Все сигналы неисправности могут быть сняты либо при помощи кнопки (RESET), либо путем отключения напряжения цепей управления. Сигналы неисправности перегрузки или перегрева связаны со временем, поэтому может быть необходимо ожидать определенное время для охлаждения, прежде чем сигнал неисправности может быть снят.

Описание клемм цепей управления

Контроллер SMC-Delta имеет 5 клемм цепей управления, расположенных на лицевой стороне контроллера. Описание этих клемм дано в приведенной ниже таблице:

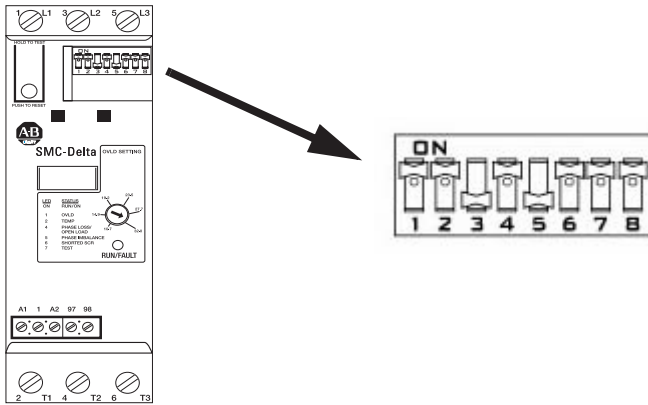
Таблица 1.A Описание клемм цепей управления SMC-Delta

Номер клеммы	Описание
A1	Питание цепей управления /Вход сигнала пуска
1	Вход сигнала стоп
A2	Общая точка питания цепей управления
97	Вспомогательный Н.О. контакт индикации неисправности
98	Вспомогательный Н.О. контакт индикации неисправности

Вспомогательные контакты

В контроллере SMC-Delta предусмотрен в качестве стандартного решения один контакт. Этот контакт вручную недоступен и служит для индикации неисправности. Вспомогательное реле №1 может быть дополнительно установлено на боковой стороне контроллера и может быть запрограммировано с помощью DIP переключателя №8 для индикации состояния нормально / на скорости.

Конфигурация DIP переключателей



Номер позиции	Описание
1	Время пуска
2	Время пуска
3	Уставка ограничения тока при пуске
4	Уставка ограничения тока при пуске
5	Выбор класса перегрузки
6	Выбор класса перегрузки
7	Выбор способа сброса сигнала перегрузки
8	Вспомогательное реле №1 (вариантно)

В приведенных ниже таблицах дано описание программирования DIP переключателей контроллера SMC-Delta:

Таблица 1.B Время пуска

Номер DIP переключателя	1	2	Время (секунды)
OFF	OFF	OFF	
ON	OFF	OFF	5
OFF	ON	OFF	10
OFF	OFF	ON	15

Таблица 1.D Уставка ограничения тока при пуске

Номер DIP переключателя	3	4	Уставка ограничения тока
OFF	OFF	OFF	
ON	OFF	OFF	250%
OFF	ON	OFF	300%
ON	ON	OFF	350%

Таблица 1.F Выбор класса перегрузки

Номер DIP переключателя	5	6	Класс отключения
OFF	OFF	OFF	
ON	OFF	OFF	10
OFF	ON	OFF	15
ON	ON	OFF	20

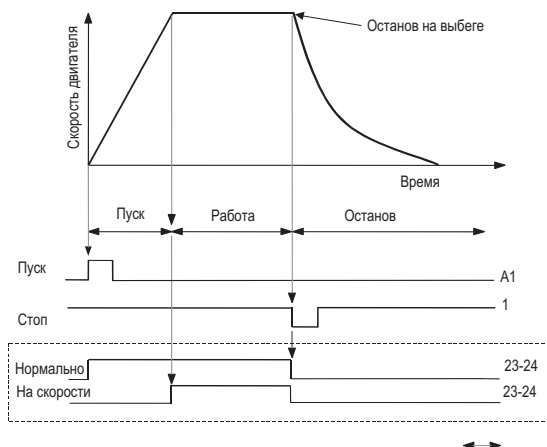
Таблица 1.C Сброс сигнала перегрузки

Номер DIP переключателя	7	Способ сброса
OFF	OFF	
ON	ON	Автоматический

Таблица 1.E Вспомогательное реле №1

Номер DIP переключателя	8	Уставка
OFF	OFF	
ON	ON	На скорости

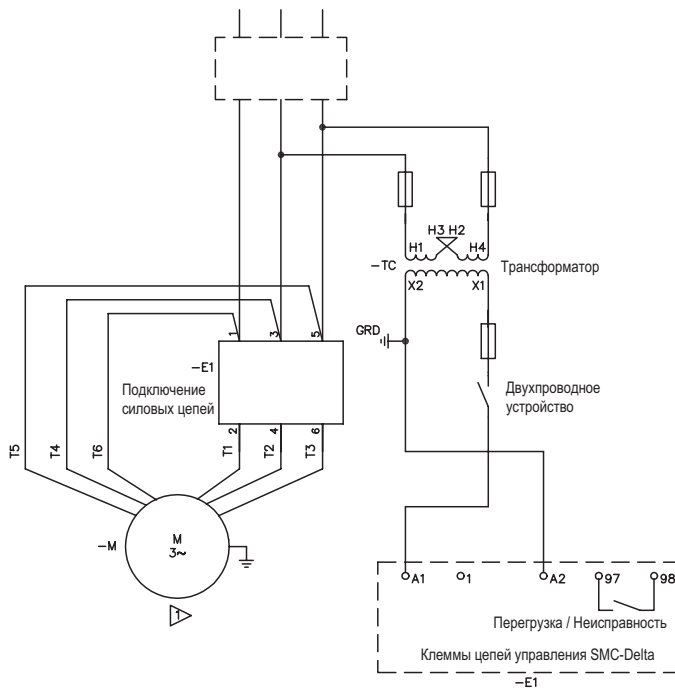
Рис. 1.3 Последовательность работы SMC-Delta



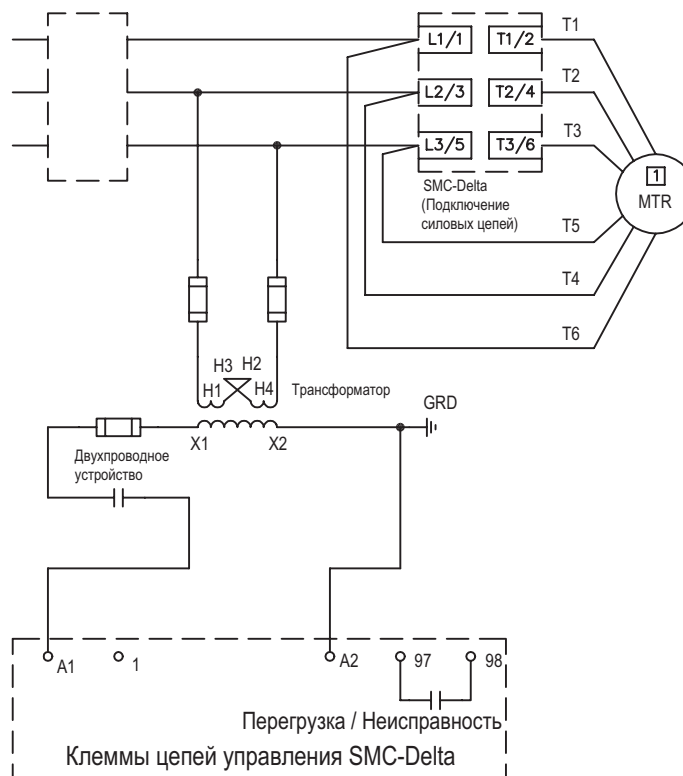
Типовые схемы подключения

Двухпроводная схема

МЭК (IEC)



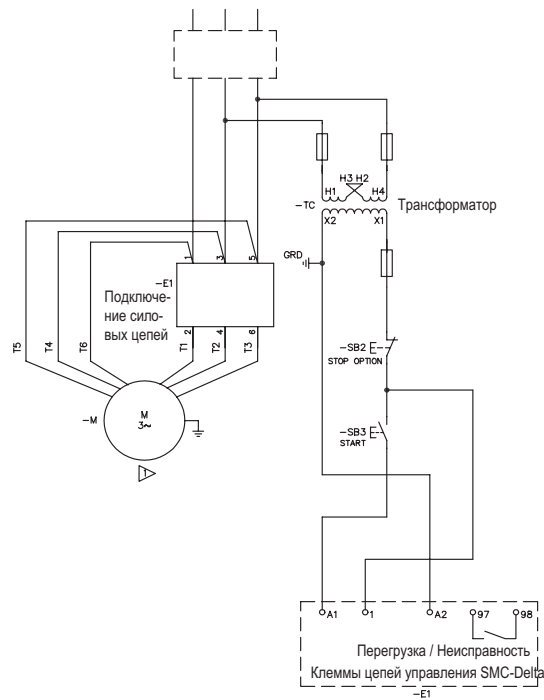
Национальная
Ассоциация
Изготовителей
Электрооборудования (NEMA)



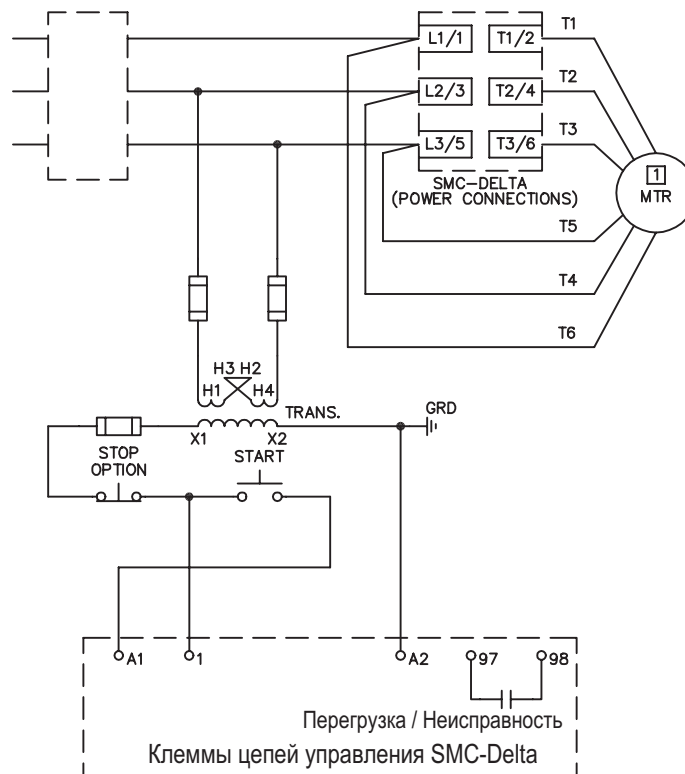
Типовые схемы подключения, продолжение

Трехпроводная схема

МЭК (IEC)



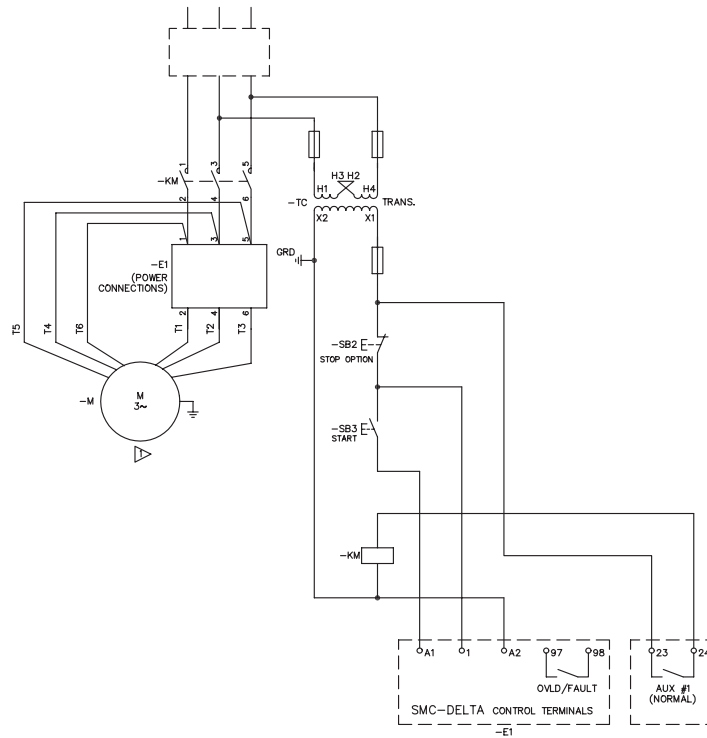
NEMA



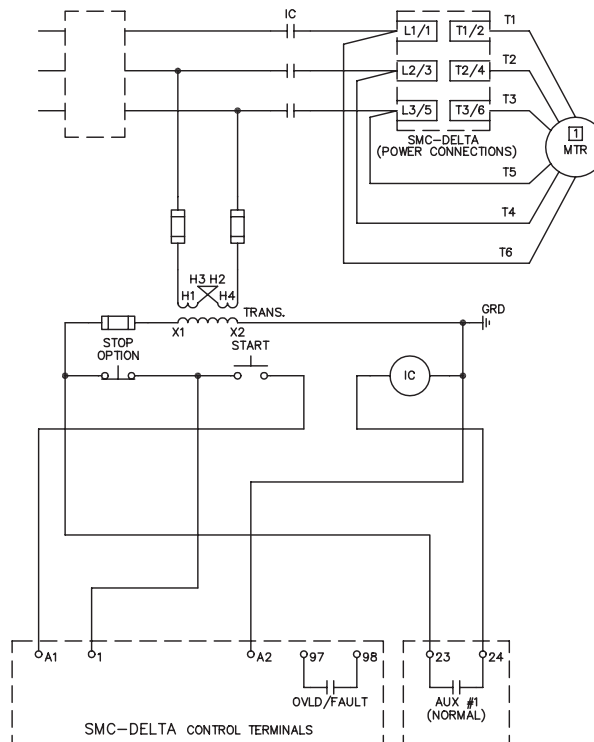
Типовые схемы подключения, продолжение

Схема с применением отключающего контактора

МЭК (IEC)



NEMA

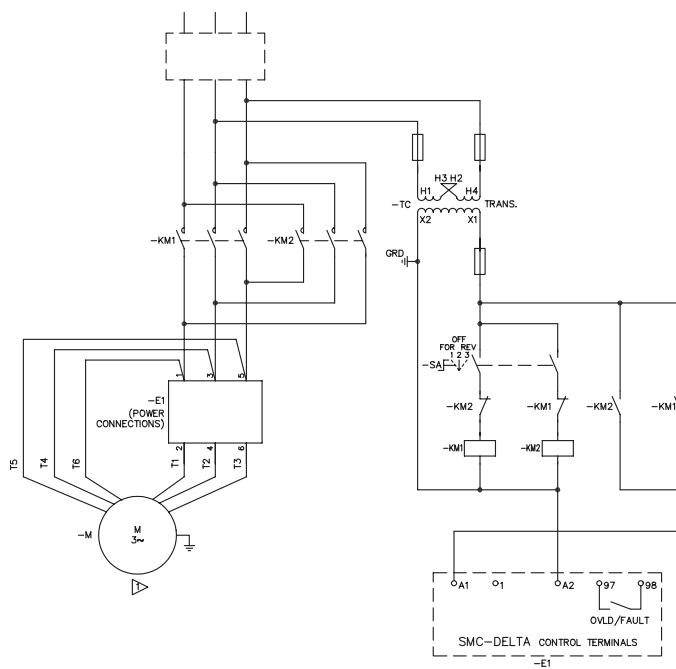


Типовые схемы подключения, продолжение

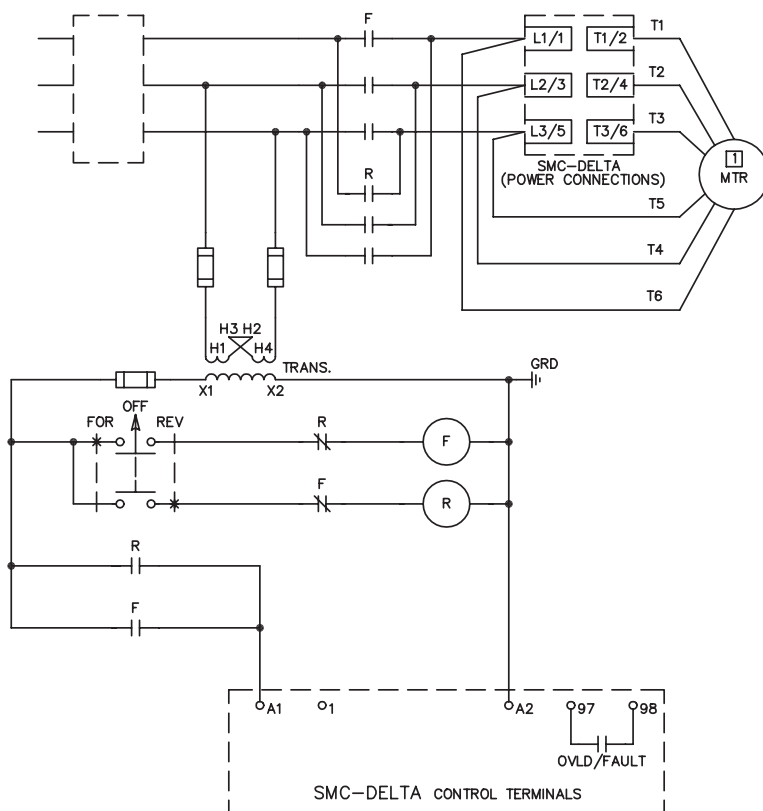
Схема реверсирования

Примечание: Минимальное время отключенного состояния равно 1 секунде

МЭК (IEC)



NEMA



Применение контроллеров SMC-Delta

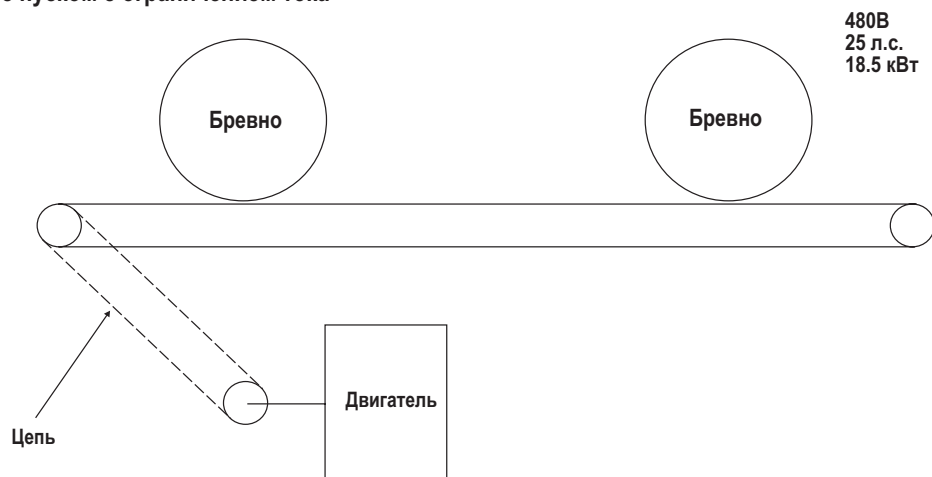
В этом разделе описывается несколько случаев применения SMC-Delta из большого количества возможных.

Приведенные иллюстрации могут помочь определить с конкретным случаем применения. Указываются номинальные данные двигателя, но они могут изменяться для различных типовых случаев применения.

В качестве типовых случаев применения могут быть:

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| - мостовые краны | - линии обработки материалов |
| - тележки | - компрессоры |
| - монорельсы | - вентиляторы и насосы |
| - намоточные механизмы | - лифты |
| - подъемные двери | - подъемники |
| - конвейеры | |

Рис. 1.4 Конвейер с пуском с ограничением тока



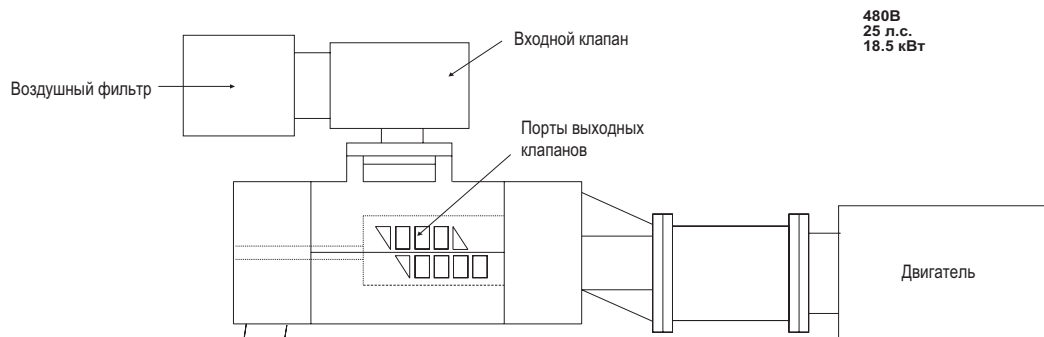
Проблема

Конвейер с приводом от двигателя, имеющего схему звезда-треугольник, используется для непрерывной транспортировки бревен. Цепь привода разрывалась из-за неконтролируемого пуска. Это приводило к нарушению графика работы и потере производительности. Пространство на панели управления было очень ограничено.

Решение

Благодаря компактности исполнения на освободившемся от предыдущего пускателя месте контроллер SMC-Delta был легко установлен. Пуск со временем 10 секунд был выбран. Это уменьшило пусковой момент и удары в механической системе.

Рис. 1.5 Компрессор с пуском с ограничением тока

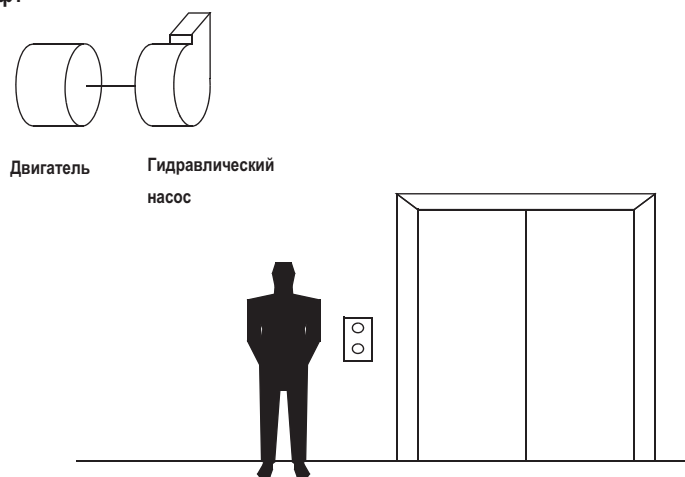
**Проблема**

Изготовитель компрессоров поставлял свое оборудование за рубеж. Для привода компрессоров использовались двигатели со схемой звезда-треугольник. Необходимо было удовлетворить множество различных требований по напряжению и частоте в зависимости от пункта назначения компрессора. Из-за требований энергоснабжающей организации и из-за требований по механическим нагрузкам на компрессор, было необходимо применить пусковое устройство с пониженным напряжением. Это создавало трудности с заказом и хранением запасных частей.

Решение

Был установлен контроллер SMC-Delta с уставкой на время пуска 10 секунд, с ограничением тока при пуске величиной 350%, что позволило уменьшить напряжение на двигателе при пуске и удовлетворить требования энергоснабжающей организации. Благодаря уменьшению напряжения пусковой момент также был снижен, что свело к минимуму удары на компрессор. Благодаря тому, что контроллер SMC-Delta имел встроенную защиту от перегрузки, удалось сэкономить пространство, занимаемое контроллером.

Рис. 1.6 Пассажирский лифт

**Проблема**

Для пассажирского лифта, имевшего привод от двигателя со схемой звезда-треугольник, требовался плавный пуск, чтобы исключить тряску во время пуска. Из-за ограниченного пространства устройство плавного пуска должно быть установлено вместо снятого электромеханического пускового устройства.

Решение

Был установлен контроллер SMC-Delta с вариантом обеспечения обеспечения интерфейса. Уставка времени пуска была 2 сек. Это уменьшило пусковой момент и исключило тряску во время пуска. Вариант с наличием интерфейса позволил подключить все имевшиеся цепи управления непосредственно к контроллеру SMC-Delta, что исключило необходимость электромеханического устройства пуска двигателя. Малый размер контроллера SMC-Delta позволил легко разместить контроллер на месте, освободившееся от снятия электромеханического пускового устройства.

Примечания:

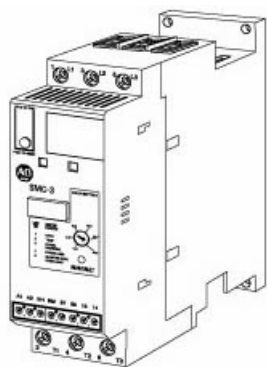
Интеллектуальный контроллер управления двигателем SMC-3™

Описание

Интеллектуальный контроллер управления двигателем SMC-3 является компактным, многофункциональным, полупроводниковым устройством, которое используется для пуска с пониженным напряжением стандартных трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором и для управления резистивными нагрузками. Контроллеры SMC-3 заменяют типовые конкурирующие устройства.

Контроллеры SMC-3 выпускается на следующие параметры: 1...37 А, 200...600 В, 50/60Гц, соответствует американским (UL), европейским (EN) стандартам, стандартам МЭК (IEC), включен в перечень канадской организации по стандартизации (cUL) и имеет маркировку Совета Европы (CE). Напряжение цепей управления может быть 24 В перемен. или пост.тока и 100...240 В переменного тока. Контроллер выпускается по мощности до 25 л.с.

Рис. 2.1 Контроллер SMC-3™



Режимы работы

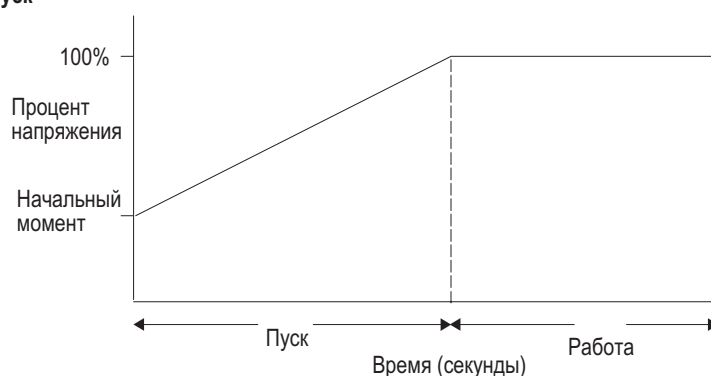
Следующие режимы работы являются стандартными для одиночного контроллера:

- Плавный пуск
- Пуск с ограничением тока
- Пуск с броском тока
- Плавный останов

Плавный пуск

Плавный пуск является наиболее общим видом пуска. Уставка начального момента выполняется с помощью DIP переключателей и представляет собой процент от момента заторможенного ротора (LRT) и может быть установлена в диапазоне от 15 до 65% полной величины. Время пуска выбирается пользователем в диапазоне от 2 до 15 секунд.

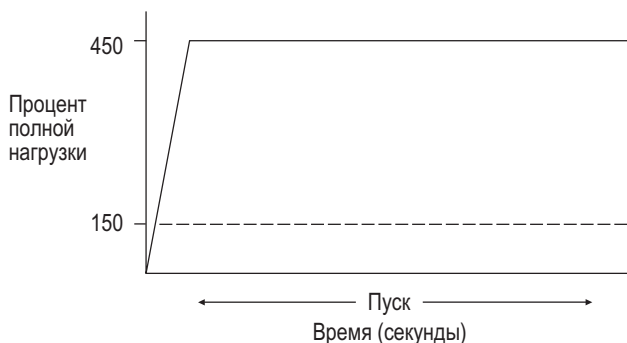
Рис. 2.2 Плавный пуск



Пуск с ограничением тока

Этот вид пуска применяется тогда, когда необходимо ограничить максимальную величину пускового тока. Выбор выполняется при помощи DIP переключателей и может быть сделан в диапазоне от 150 до 450% от полной нагрузки. Время пуска с ограничением тока выбирается пользователем в диапазоне от 2 до 15 секунд.

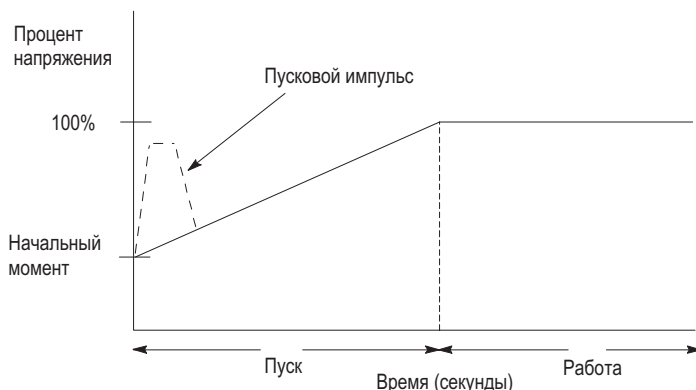
Рис. 2.3 Пуск с ограничением тока



Пуск с выбираемым пусковым импульсом

Этот вид пуска предусматривает подачу в начале пуска определенного импульса, чтобы сорвать с места нагрузку, что может потребовать подачу импульса момента большой величины, чтобы осуществить пуск. Предполагается подать импульс тока величиной 450% от полной нагрузки и пользователь может выбрать длительность импульса в диапазоне от 0 до 1.5 секунд.

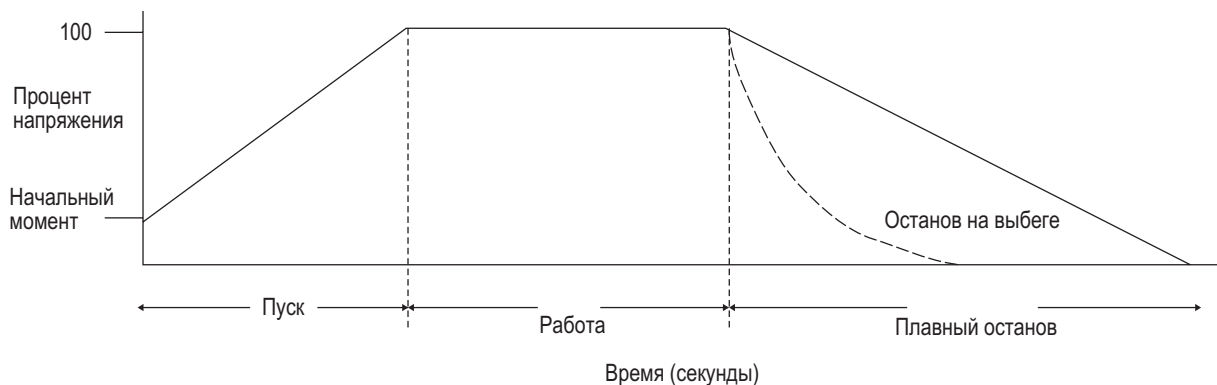
Рис. 2.4 Плавный пуск с выбираемым пусковым импульсом



Плавный останов

Этот режим применяется в тех случаях, когда требуется увеличенное время останова. Если этот режим выбран, то время останова может составлять 100, 200 или 300% от времени пуска. Времена пуска и останова при подстройке взаимозависимы. Механизм остановится, когда напряжение снизится до точки, где момент нагрузки больше момента двигателя.

Рис. 2.5 Плавный останов



Функции

Электронная защита от перегрузки

Контроллер SMC-3 соответствует применимым требованиям к устройству защиты двигателя от перегрузки. Защита от перегрузки выполняется электронным способом с использованием алгоритма $I^2 t$.

Уставка защиты от перегрузки выполняется с помощью DIP переключателей, обеспечивая пользователю определенную гибкость. Класс отключения от защиты может быть выбран как OFF, 10, 15 или 20. Трансформаторы тока (СТ) отслеживают ток каждой фазы. Величина полной нагрузки двигателя устанавливается при помощи потенциометра. Сброс сигнала перегрузки может быть осуществлен либо вручную, либо автоматически (по выбору). Устройство дистанционного сброса сигнала перегрузки (каталожный номер 193-ER1) может быть механически подсоединено к контроллеру.

Индикация неисправности

Контроллер SMC-3 отслеживает как предпусковой режим, так и рабочий режим. Один светодиод (LED) используется как для индикации работы (RUN/ON), так и для индикации неисправности (FAULT). Если контроллер выявляет неисправность, то он отключает двигатель и светодиод указывает соответствующие причины неисправности.

Контроллер отслеживает следующие неисправности:

- Перегрузка
- Перегрев
- Реверс фаз
- Потеря фазы / Разомкнута цепь нагрузки
- Разбаланс фаз
- Закороченный тиристор

Любая причина неисправности приводит к изменению состояния вспомогательных контактов и замыканию цепи подхвата, исключающей сброс сигнала неисправности. Все сигналы неисправности могут быть сняты либо при помощи кнопки (RESET), либо путем отключения напряжения цепей управления. Сигналы неисправности перегрузки или перегрева связаны со временем, поэтому может потребоваться ожидать определенное время для охлаждения, прежде чем сигнал неисправности может быть снят.

Описание клемм цепей управления

Контроллер SMC-3 имеет 8 клемм цепей управления, расположенных на лицевой стороне контроллера. Описание этих клемм дано в приведенной ниже таблице:

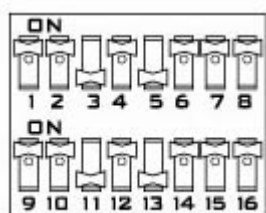
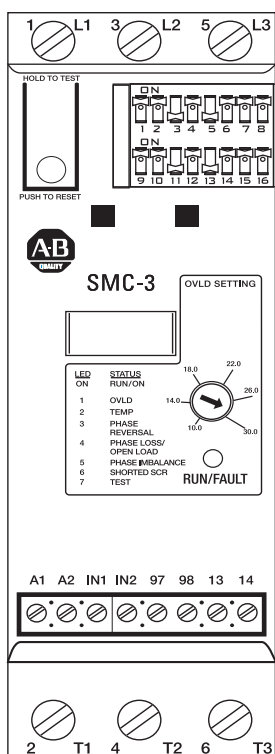
Таблица 2.А Описание клемм цепей управления SMC-3

Номер клеммы	Описание	Номер клеммы	Описание
A1	Вход питания цепей управления	97	Вспомогательный Н.О. контакт индикации неисправности
A2	Общая точка питания цепей управления	98	Вспомогательный Н.О. контакт индикации неисправности
IN1	Вход сигнала пуска	13	Н.О. контакт вспом. реле №1 (нормально / на скорости)
IN2	Вход сигнала стоп	14	Н.О. контакт вспом. реле №1 (нормально / на скорости)

Вспомогательные контакты

В контроллере SMC-3 предусмотрено в качестве стандартного решения 2 контакта. Эти контакты вручную недоступны. Первый контакт служит для индикации неисправности. Вспомогательное реле №1 может быть запрограммировано с помощью DIP переключателя №14 для индикации состояния нормально / на скорости. Вспомогательное реле №2 может быть дополнительно установлено на боковой стороне и может быть запрограммировано с помощью DIP переключателя №15 для индикации состояния нормально / на скорости.

Конфигурация DIP переключателей



Номер позиции	Описание
1	Время пуска
2	Время пуска
3	Режим пуска (с ограничением тока или плавный пуск)
4	Уставка ограничения тока пуска(если этот режим выбран) или уставка начального момента плавного пуска(если этот режим выбран)
5	Уставка ограничения тока пуска(если этот режим выбран) или уставка начального момента плавного пуска(если этот режим выбран)
6	Плавный останов
7	Плавный останов
8	Не используется
9	Пуск с пусковым импульсом
10	Пуск с пусковым импульсом
11	Выбор класса перегрузки
12	Выбор класса перегрузки
13	Выбор способа сброса сигнала перегрузки
14	Вспом.реле №1(нормально / на скорости)
15	Вариантно вспом.реле №2(нормально / на скорости)
16	Проверка вращения фаз

В приведенных ниже таблицах дано описание программирования DIP переключателей контроллера SMC-3:

Таблица 2.В Время пуска

Номер DIP переключателя		Время (секунды)
1	2	
OFF	OFF	2
ON	OFF	5
OFF	ON	10
ON	ON	15

Таблица 2.С Режим пуска (с ограничением тока или плавный пуск)

Номер DIP переключателя	Режим
3	
OFF	С ограничением тока
ON	Плавный пуск

Таблица 2.D Уставка ограничения тока пуска (если этот режим выбран)

Номер DIP переключателя		Ограничение тока в % от полной нагрузки (FLA)
4	5	
OFF	OFF	150%
ON	OFF	250%
OFF	ON	350%
ON	ON	450%

Таблица 2.E Уставка начального момента при плавном пуске (если этот режим выбран)

Номер DIP переключателя		Начальный момент в % от момента заторможенного ротора
4	5	
OFF	OFF	15%
ON	OFF	25%
OFF	ON	35%
ON	ON	65%

Таблица 2.F Плавный останов

Номер DIP переключателя		Уставка
6	7	
OFF	OFF	Останов на выбеге
ON	OFF	100% от времени пуска
OFF	ON	200% от времени пуска
ON	ON	300% от времени пуска

Таблица 2.G Пуск с пусковым импульсом

Номер DIP переключателя		Время (секунды)
9	10	
OFF	OFF	OFF
ON	OFF	0.5
OFF	ON	1.0
ON	ON	1.5

Таблица 2.H Выбор класса отключения от перегрузки

Номер DIP переключателя		Класс отключения
11	12	
OFF	OFF	OFF
ON	OFF	10
OFF	ON	15
ON	ON	20

Таблица 2.I Способ сброса сигнала перегрузки

Номер DIP переключателя	Способ сброса
13	
OFF	Ручной
ON	Автоматический

Таблица 2.J Вспомогательное реле №1

Номер DIP переключателя	Уставка
14	
OFF	Нормально
ON	На скорости

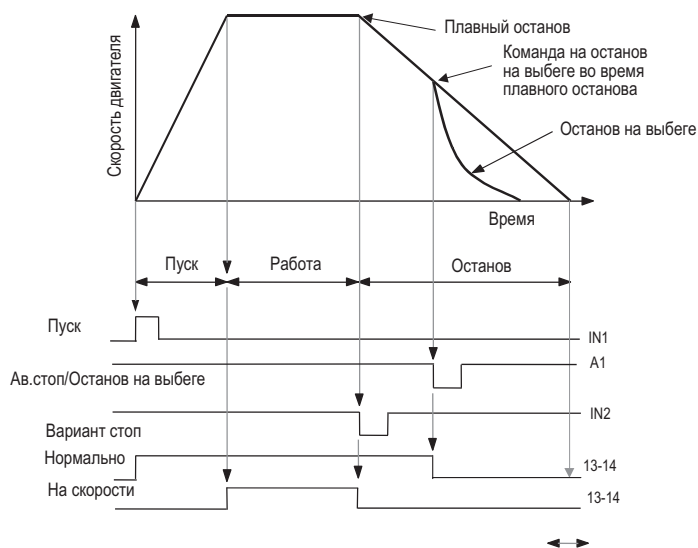
Таблица 2.K Вспомогательное реле №2 (вариантно)

Номер DIP переключателя	Уставка
15	
OFF	Нормально
ON	На скорости

Таблица 2.L Проверка вращения фаз

Номер DIP переключателя	Уставка
16	
OFF	Разрешено
ON	Запрещено

Рис. 2.6 Последовательность работы SMC-3

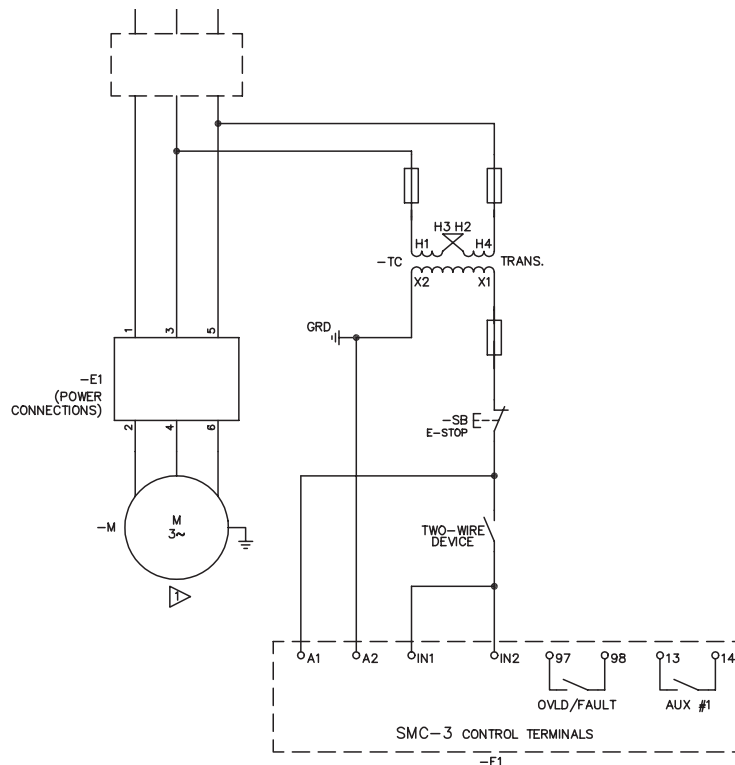
**ВНИМАНИЕ**

Пользователь несет ответственность за определение, какой режим останова является наиболее подходящим для данного случая применения и отвечает применимым стандартам для безопасности оператора на конкретном механизме

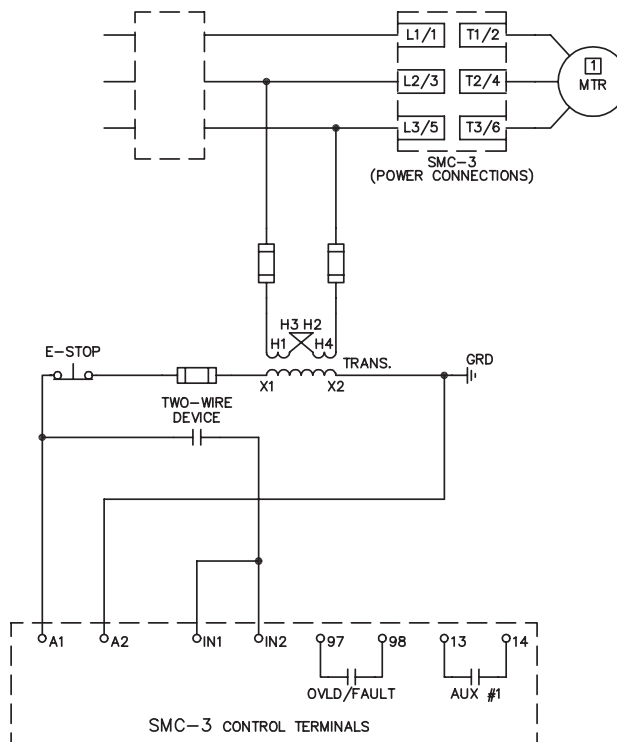
Типовые схемы подключения

Двухпроводная схема

МЭК (IEC)



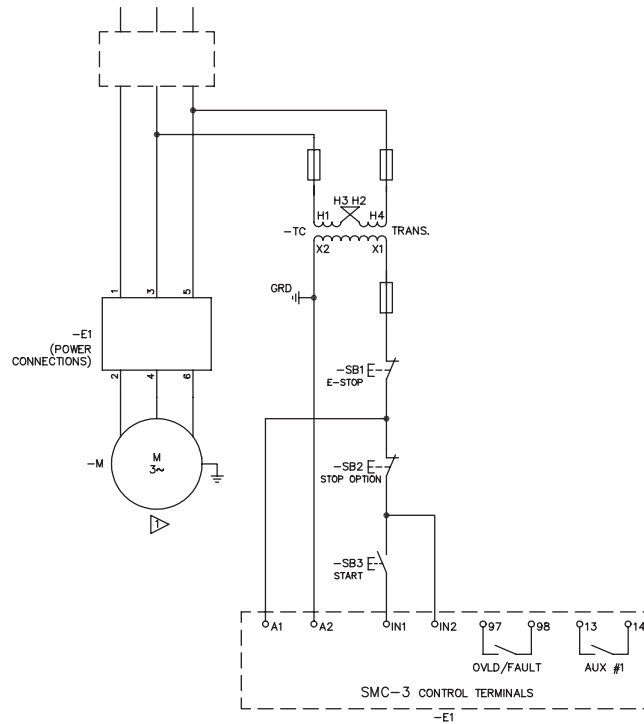
Национальная Ассоциация Изготовителей Электрооборудования (NEMA)



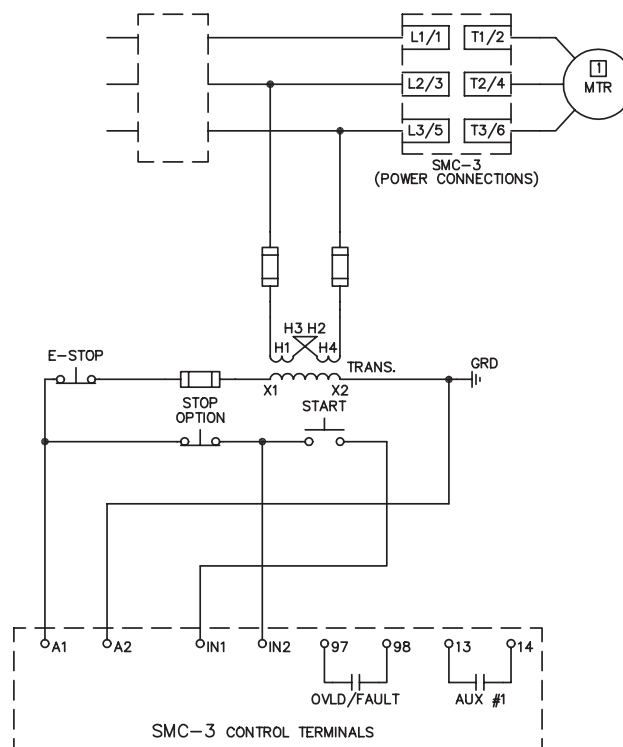
Типовые схемы подключения, продолжение

Трехпроводная схема

МЭК (IEC)



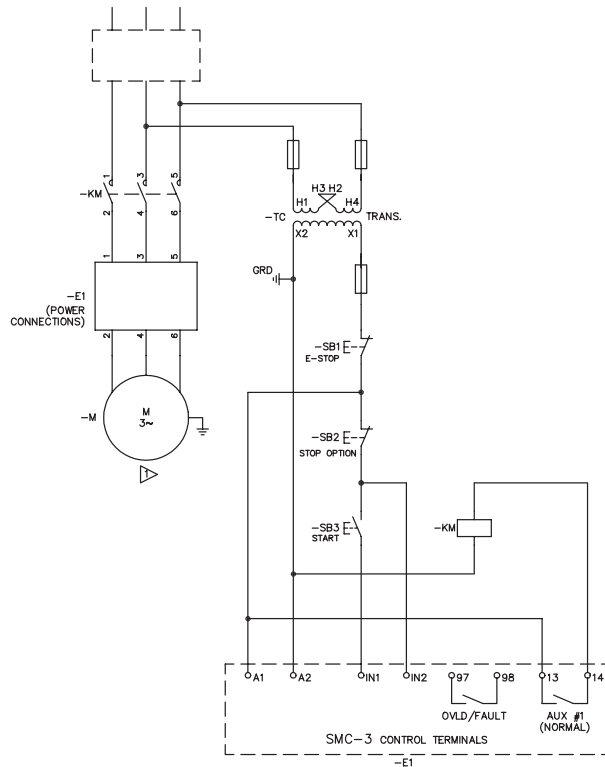
NEMA



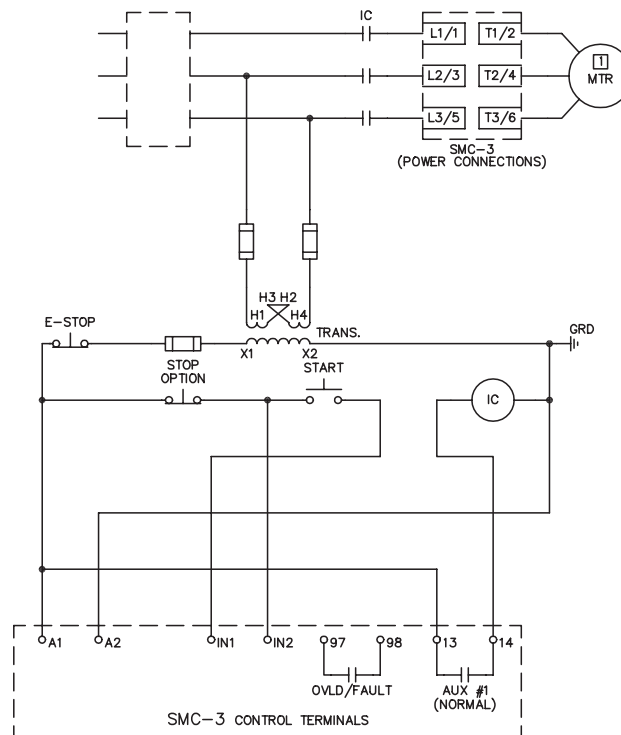
Типовые схемы подключения, продолжение

Схема с отключающим контактом

МЭК (IEC)



NEMA

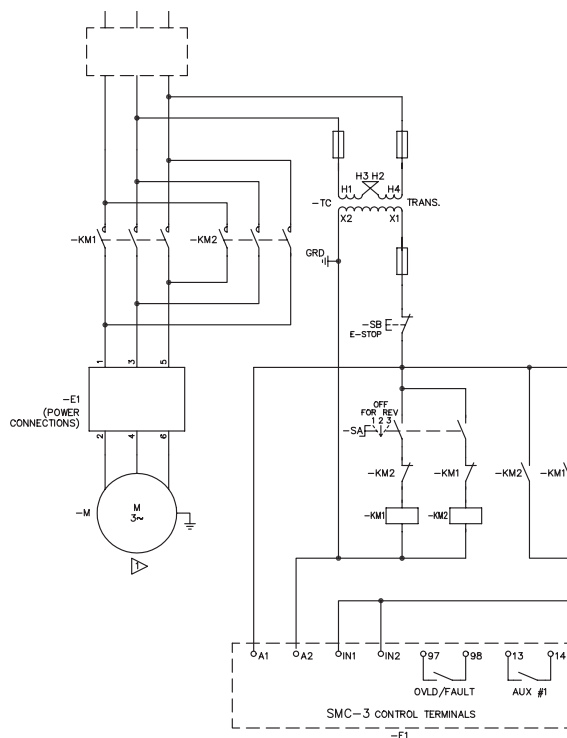


Типовые схемы подключения, продолжение

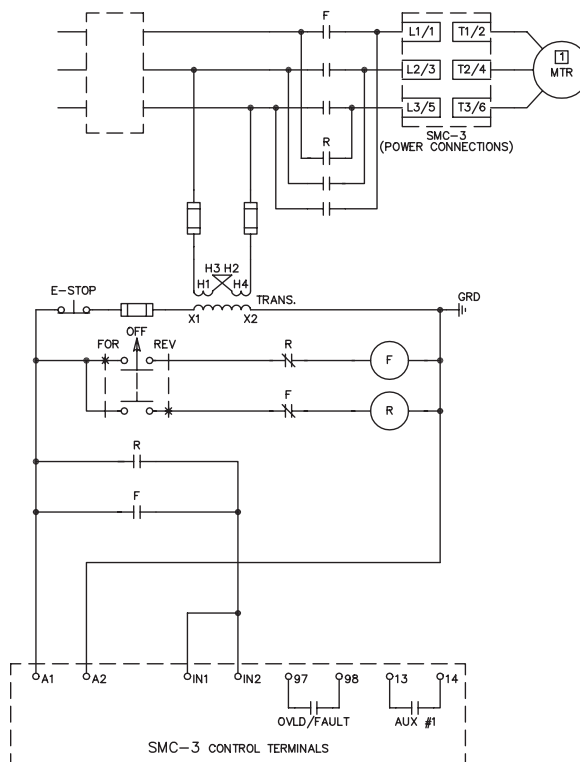
Схема реверсирования

Примечание: Минимальное время отключенного состояния равно 1 секунде

МЭК (IEC)



NEMA



Область применения

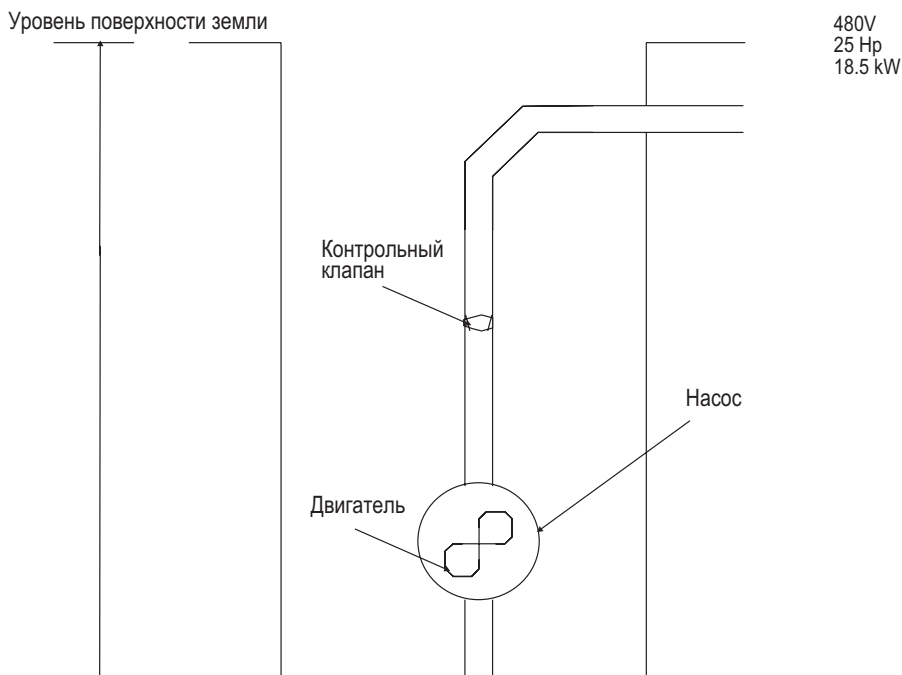
В этом разделе описываются некоторые из множества случаев применения контроллеров SMC-3

Иллюстрации приведены, чтобы помочь понять конкретный случай применения. Определены номинальные величины двигателя, но они могут изменяться в других типовых случаях применения.

Область применения включает в себя:

- Мостовые краны
- Тележки
- Монорельсы
- Упаковочные машины
- Навесные двери
- Конвейеры
- Оборудование обработки материалов
- Компрессоры
- Вентиляторы и насосы
- Лифты
- Подъемники

Рис. 2.7 Насос с плавным пуском



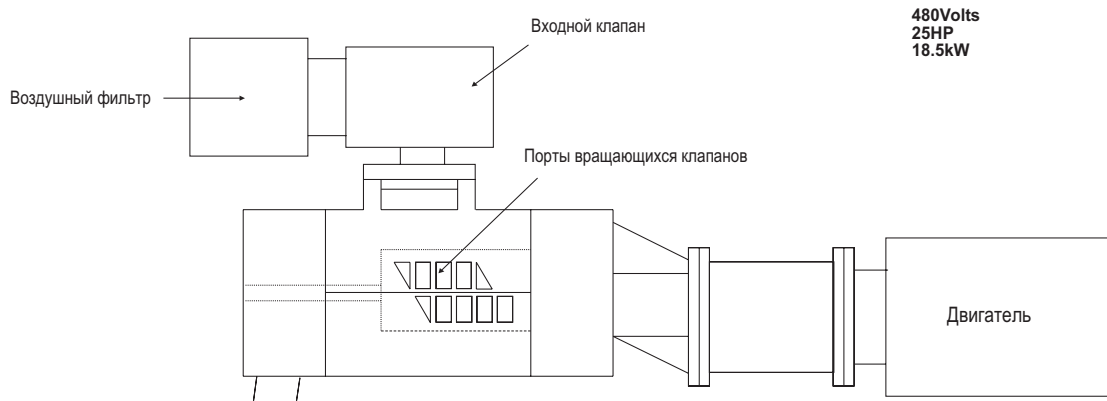
Проблема

Муниципальная водоснабжающая организация имела проблемы из-за разрушения лопастей насоса. Повреждение произошло во время пуска на линию и вызывалось тяжелым ударом на лопасти. Двигатель насосной станции находился на глубине более 100 футов под землей, что удорожало ремонт. Дополнительное беспокойство доставляли частые повреждения питающей линии, что приводило к работе двигателя в однофазном режиме.

Решение

Был установлен контроллер SMC-3, который обеспечил контролируемое ускорение двигателя. Удар на лопасти был уменьшен путем снижения момента во время пуска. Встроенная защита от перегрузки сэкономила место на панели управления. Диагностика линии питания в контроллере SMC-3 отключала двигатель, если перед пуском или во время работы обнаруживался однофазный режим. Это защищало насос от повреждения двигателя.

Рис. 2.8 Компрессор с плавным пуском

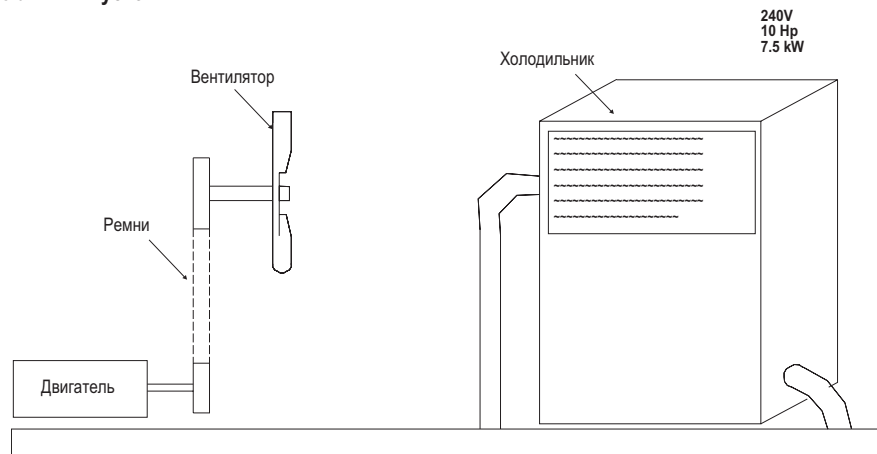
**Проблема**

Изготовитель компрессоров поставлял оборудование за рубеж. Существовало множество различных требований по напряжению и частоте, которые нужно было удовлетворить в зависимости от конечного пункта назначения. Из-за требований энергоснабжающих организаций и для уменьшения воздействия на компрессор требовалась установка пускового устройства с пониженным напряжением. Это создавало трудности в заказе и в хранении запасных частей.

Решение

Был установлен контроллер SMC-3 и выполнена уставка 15 секунд на плавный пуск, что обеспечило снижение напряжения во время пуска и требования энергоснабжающей организации были удовлетворены. Снижение напряжения уменьшило также пусковой момент, что минимизировало удар на компрессор. Наличие встроенной в контроллер SMC-3 функции защиты от перегрузки сэкономило место на панели управления.

Рис. 2.9 Охладитель с плавным пуском

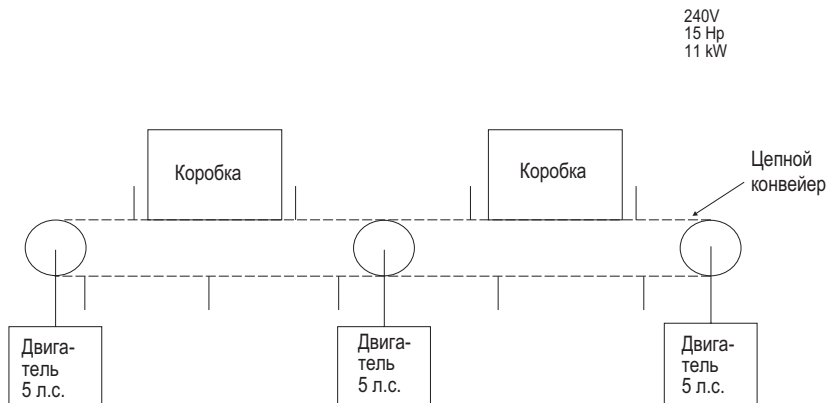
**Проблема**

На вентиляторе охладителя, имевшем привод с ременной передачей, происходил частый обрыв ремня из-за высокого пускового момента. Большое время простоя получалось из-за того, что приходилось снимать кожух для замены ремня. Для управления двигателем было использовано устройство прямого пуска от сети. Место на панели управления было ограничено. Требовалось устройство, с одинаковым уровнем напряжения цепей управления и питания, потому что места для трансформатора питания цепей управления не было.

Решение

В качестве модификации охладителя был установлен контроллер SMC-3. Он был настроен на 10 секунд плавного пуска для уменьшения рывков ремней из-за большого пускового момента. Это уменьшило "визг" ремней, который замечался ранее во время пуска. Так как контроллер SMC-3 может использовать напряжение 240 В как для управления, так и для питания, то не потребовалась установка трансформатора для питания цепей управления. Встроенная в контроллер SMC-3 защита от перегрузки также позволила уменьшить требуемое место на панели управления. Заказчик имел возможность произвести модификацию охладителя в пределах существующего места на панели управления.

Рис. 2.10 Уборочный конвейер с плавным пуском

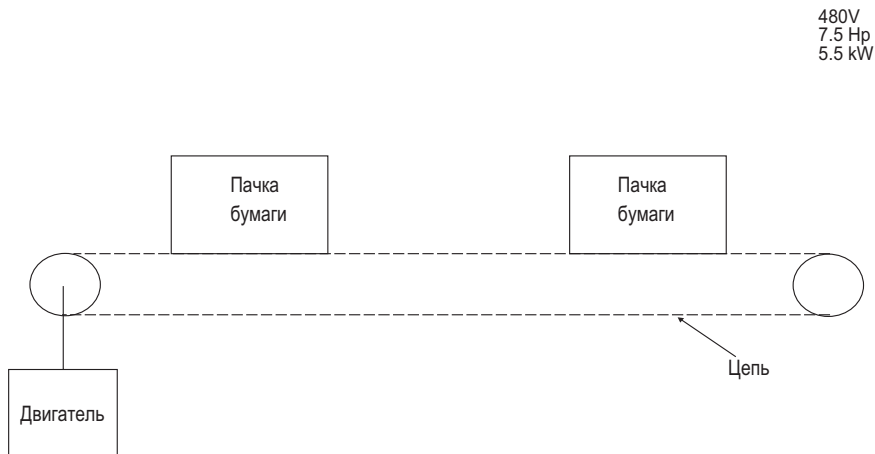
**Проблема**

На уборочном конвейере в складском помещении для привода конвейерной системы были установлены 3 двигателя, фактически работающие на "общий вал". Пуск двигателей напрямую от сети приводил к повреждению конвейера и сбросу грузов.

Решение

Изготовитель конвейера установил один контроллер SMC-3 для обеспечения плавного ускорения всех трех двигателей, уменьшения пускового момента двигателей и механических ударов на конвейер и на нагрузку. Изготовителю понравился контроллер SMC-3, потому что это давало возможность управлять тремя двигателями как одним и не было необходимости применять несколько устройств плавного пуска.

Рис. 2.11 Цепной конвейер с плавным пуском

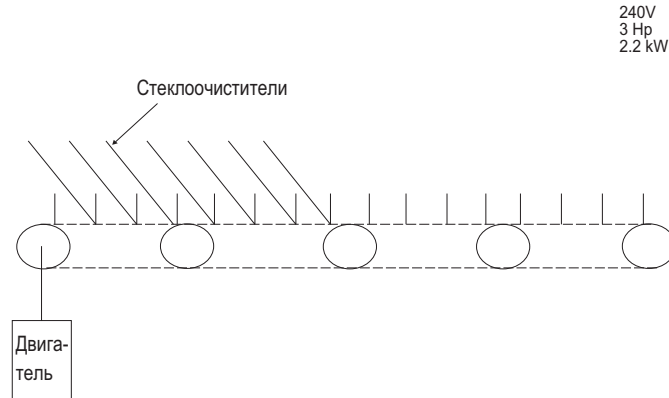
**Проблема**

Цепной конвейер использовался для транспортировки пачек бумаги. Цепь конвейера рвалась один раз в день из-за высокого пускового момента. Ремонт конвейера вызывал нарушение производственного цикла и снижение производительности. Всплески напряжения в питающей сети также были проблемой.

Решение

Был установлен контроллер SMC-3. Плавный пуск 10 секунд был запрограммирован, что уменьшило пусковой момент и механические удары на цепь. Было установлено, что контроллер окупил себя за одну неделю за счет сокращения времени простоя. Для подавления переходных процессов напряжения на входе питающей сети были установлены защитные модули (MOV).

Рис. 2.12 Цепной конвейер с плавным пуском и плавным остановом

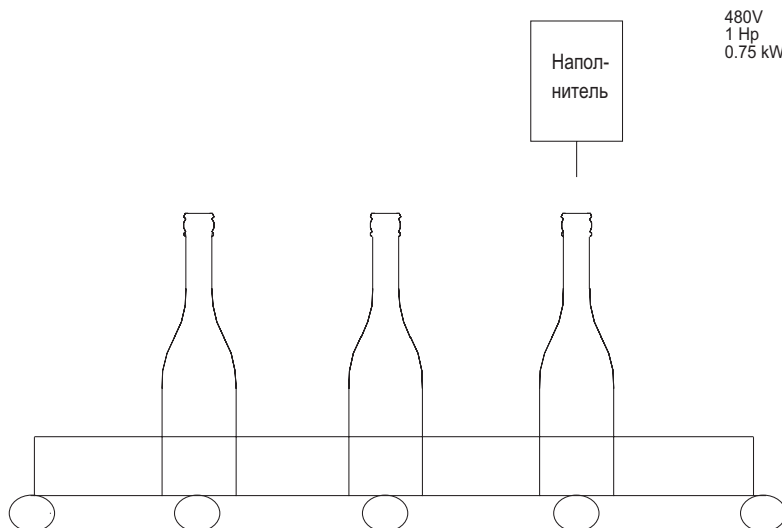
*Проблема*

Цепной конвейер применялся для транспортировки автомобильных стеклоочистителей к месту упаковки. Большой пусковой момент приводил к сдвигу продукции и повреждению стеклоочистителей. Останов конвейера также вызывал проблемы сдвига из-за быстрого замедления. В данном случае применялось устройство прямого пуска от сети. Из-за высокой стоимости простоя требовался модульный контроллер для облегчения обслуживания.

Решение

Был установлен контроллер SMC-3 с вариантом плавного останова, что привело к снижению пускового момента и уменьшению сдвига продукции во время пуска. Плавный останов увеличил время остановки, обеспечивая плавный останов конвейера.

Рис. 2.13 Наполнитель бутылок с плавным пуском и плавным остановом.

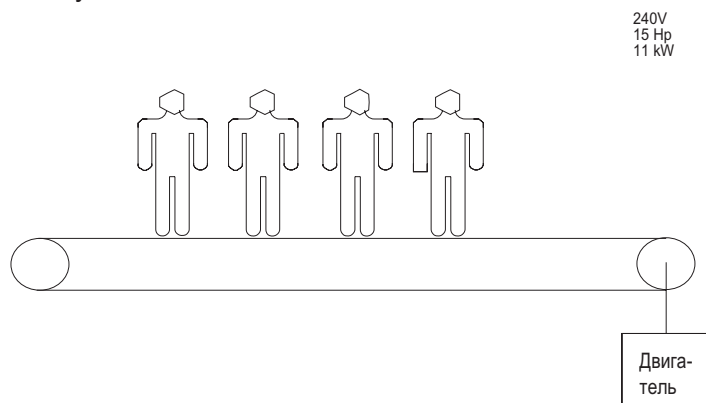
*Проблема*

На линии наполнения бутылок была проблема опрокидывания продукции во время пуска и останова. Устройство прямого пуска двигателя от сети было использовано. В дополнение, требовался вспомогательный контакт, который включался бы при выходе двигателя на скорость.

Решение

Был установлен контроллер SMC-3 и запрограммирован на 10 секунд плавного пуска и 20 секунд плавного останова. Контролируемый пуск снизил пусковой момент и соответственно возможность опрокидывания продукции. Плавный останов увеличил время остановки и смягчил сдвиг нагрузки при остановке. Вспомогательные контакты были сконфигурированы так, что меняют состояние при выходе двигателя на скорость.

Рис. 2.14 Транспортер с плавным пуском и плавным остановом

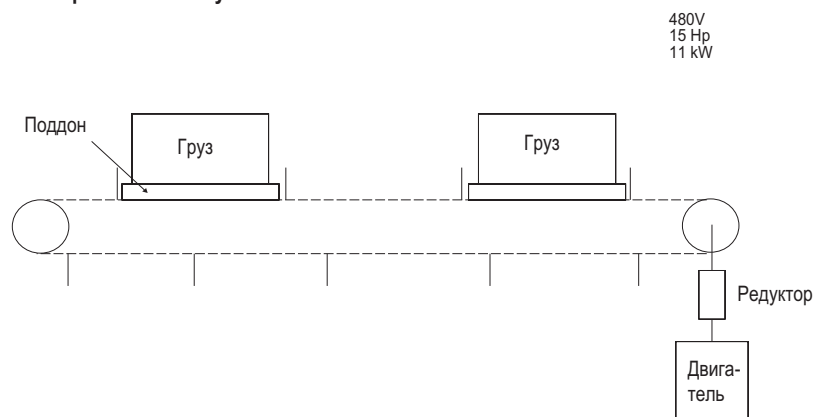
*Проблема*

Транспортер в аэропорту требовал плавный пуск для предотвращения повреждения цепного редуктора при пуске. Плавный останов также требовался, особенно при остановке транспортера, когда люди находятся на ленте. Несколько транспортеров было установлено в аэропорту и для каждого требовалось устройство плавного пуска. Требовался контроллер, который мог быть быстро заменен и настроен. Кроме того, место на панели управления было ограничено.

Решение

Был установлен контроллер SMC-3 с плавным остановом и запрограммирован на 10 секунд плавного пуска и 10 секунд плавного останова, что обеспечивало контролируемый пуск и останов. Встроенная защита от перегрузки исключила необходимость установки отдельного реле перегрузки, что приводило к экономии места на панели управления. В случае, если требовалась замена устройства, новое устройство могло быть быстро включено.

Рис. 2.15 Уборочный конвейер с плавным пуском и плавным остановом.

*Проблема*

На уборочном конвейере в конце технологической линии часто имели место повреждения редуктора, вызванные пусковым моментом двигателя, который пускался напрямую от сети. Кроме того, довольно часто был сдвиг груза при пуске и останове. В этом случае применения было многообразие требований к пуску, которые не могли быть выполнены другими устройствами плавного пуска. Было не эффективно использовать привода с регулированием скорости.

Решение

Контроллер SMC-3 был установлен как модификация существующего пускового устройства прямого пуска. Время пуска и останова были запрограммированы на 10 секунд. Сниженный пусковой момент уменьшил удар на редуктор и предотвращал смещение груза при пуске. Плавный останов защищал груз от смещения при остановке. Контроллер SMC-3 удовлетворял пусковым требованиям и был эффективным решением по стоимости.

Специальные вопросы применения контроллеров SMC-Delta и SMC-3

Защита двигателя от перегрузки

При правильно выбранной защите от коротких замыканий, защита от перегрузки предназначена для защиты двигателя, контроллера и силовых проводов от перегрева, вызванного чрезмерным током. Контроллеры SMC-Delta и SMC-3 отвечают требованиям в качестве защитного устройства двигателя от перегрузки.

Контроллеры SMC-Delta и SMC-3 имеют в качестве стандартной электронную защиту двигателя от перегрузки. Защита от перегрузки базируется на применении трансформаторов тока СТ, отслеживающих ток всех трех фаз.

Защита от перегрузки в контроллере программируемая, что предоставляет пользователю гибкость. Класс отключения от перегрузки может быть выбран как OFF, 10, 15 или 20. Уставка тока отключения может быть до полной нагрузки двигателя.

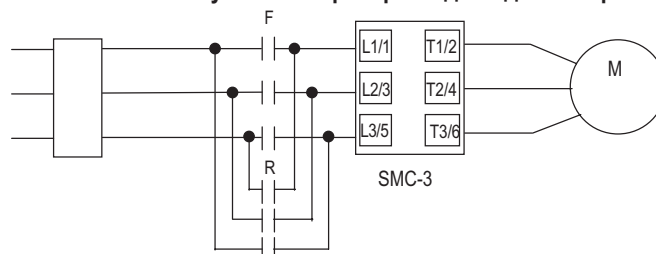
Для точного моделирования рабочей температуры двигателя предусмотрена термическая память. Конструкция электронной защиты от перегрузки обеспечивает нечувствительность к температуре окружающей среды.

Контакторы для реверса

При использовании контроллера как показано на рисунке Рис. 3.1, обеспечивается работа двигателя в режиме контролируемого пуска как вперед, так и назад.

Примечания: Минимальное время отключенного состояния при реверсе - 1 секунда
 Параметр Реверс Фаз (Phase Reversal) должен быть OFF

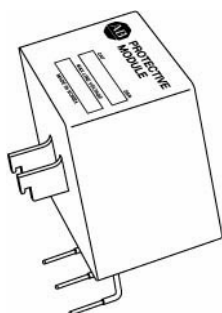
Рис. 3.1 Типовая схема применения SMC-3 как пускателя с реверсом для одной скорости.



Использование защитных модулей

Защитный модуль (см. Рис. 3.2), содержащий металлооксидные варисторы (MOVs) и конденсаторы, может быть установлен, чтобы защитить силовые компоненты от всплесков напряжения и/или электрических помех. Защитные модули срезают всплески напряжения, генерируемые в питающих сетях и предотвращают повреждение тиристорных элементов от этих всплесков. Конденсаторы в защитных модулях используются для защиты электронных цепей контроллера SMC от помех.

Рис. 3.2 Защитный модуль



Использование защитных модулей, продолжение

Имеются две общие ситуации, которые могут случиться, что будет указывать на необходимость использования защитных модулей.

1. Кратковременные всплески напряжения могут иметь место на линиях, питающих контроллеры SMC (или питающих нагрузку контроллеров SMC). Молнии могут вызвать всплески напряжения. Также всплески напряжения могут появиться на линии, когда цепь обтекаемой током индуктивности, размыкается. Энергия, накопленная в магнитном поле, освобождается, когда контакты размыкают цепь. Примерами таких потребителей могут быть слабо нагруженные двигатели, трансформаторы, соленоиды и электромеханические тормоза.
2. Вторая ситуация может возникнуть тогда, когда контроллеры SMC установлены в системе с быстрым нарастанием напряжения, необязательно высоких величин напряжения. Удары молнии могут вызвать такого рода ситуацию. Дополнительно, если контроллеры SMC получают питание от системы шин с другими тиристорными устройствами (приводы переменного и постоянного тока, оборудование индукционного нагрева или сварочное оборудование) и открывание тиристоров в этих устройствах может вызывать появление помех. Эти высокочастотные помехи могут проникать в контроллеры SMC через паразитные емкости. п

ВНИМАНИЕ



При установке или проверке защитного модуля следует отключать контроллер от источника питания. Защитный модуль должен проверяться периодически. Следует проверять на наличие повреждения или изменение цвета. Если необходимо, то следует его заменить

Изменение номиналов в зависимости от высоты над уровнем моря

Из-за снижения эффективности работы вентиляторов и радиаторов необходимо изменять номиналы контроллеров SMC-Delta и SMC-3 при высоте над уровнем моря более 2000 м (6560 футов). При использовании контроллера на высоте более 2000 м (6560 футов) величина тока контроллера должна быть изменена.

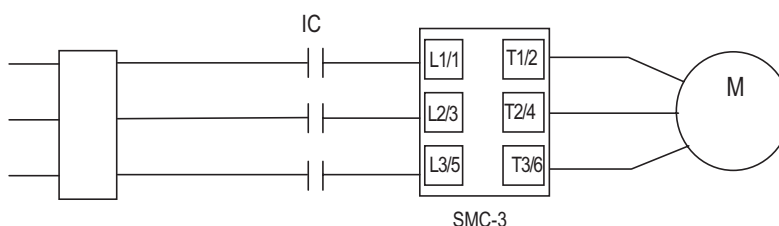
Отключающий контактор

При установке защитных устройств на вводе контроллеры SMC-Delta и SMC-3 отвечают требованиям Национального Электрического Кода США (NEC). Если отключающий контактор не используется, то опасное напряжение может быть на выходе силового модуля даже в случае, если контроллер выключен. Предупредительные плакаты должны быть укреплены на клеммной коробке двигателя, шкафу контроллера и на станции управления с указанием этой опасности.

Отключающий контактор используется, чтобы обеспечить автоматическое отделение цепей контроллера и двигателя, когда контроллер выключен. Выключение может быть выполнено двумя путями: вручную путем нажатия кнопки стоп или автоматически при возникновении аномальных условий (таких как отключение двигателя реле перегрузки).

При нормальных условиях отключающий контактор несет только ток нагрузки. При пуске отключающий контактор включается до того, как на тиристоры пойдут отпирающие сигналы. При остановке тиристоры будут сначала отключены, а потом отключающий контактор будет отключен. Отключающий контактор не включает и не рвет ток нагрузки.

Рис. 3.3 Типовая схема соединения SMC с отключающим контактором



Таблицы применения контроллеров семейства GMC

Описание

Следует использовать эту главу, чтобы определиться с возможностью применения контроллеров SMC-Delta и SMC-3. В этой главе даны таблицы применения, в которых определены характеристики пуска и останова, которые могут быть использованы для различных случаев применения.

Горная и металлургическая промышленность

Объекты применения	SMC-Delta и SMC-3	SMC-3 только	
	Пуск с ограничением тока	Плавный пуск	Плавный останов
Рольганги		X	X
Центробежные насосы	X	X	
Вентиляторы	X	X	
Пылеуловители	X	X	
Охладители	X	X	
Компрессоры	X	X	
Ленточные конвейеры	X	X	X
Резаки	X	X	

Водоснабжение/Очистка вод, Муниципальные объекты

Объекты применения	SMC-Delta и SMC-3	SMC-3 только	
	Пуск с ограничением тока	Плавный пуск	Плавный останов
Центробежные насосы	X	X	
Вентиляторы	X	X	
Компрессоры	X	X	

Нефтехимическая промышленность

Объекты применения	SMC-Delta и SMC-3	SMC-3 только	
	Пуск с ограничением тока	Плавный пуск	Плавный останов
Центробежные насосы	X	X	
Шнековые конвейеры	X	X	
Миксеры	X	X	
Активаторы	X	X	
Компрессоры	X	X	
Вентиляторы	X	X	

Деревообрабатывающая промышленность

Объекты применения	SMC-Delta и SMC-3	SMC-3 только	
	Пуск с ограничением тока	Плавный пуск	Плавный останов
Циркулярные пилы	X	X	
Обдирные станки	X	X	
Конвейеры	X	X	X
Центробежные насосы	X	X	
Компрессоры	X	X	
Вентиляторы	X	X	
Продольно-строгальные станки	X	X	
Ленточно-шлифовальные станки	X	X	

Пищевая промышленность

Объекты применения	SMC-Delta и SMC-3	SMC-3 только	
	Пуск с ограничением тока	Плавный пуск	Плавный останов
Центробежные насосы	X	X	
Грануляторы		X	X
Активаторы		X	
Конвейеры		X	X
Вентиляторы	X	X	
Моечные установки		X	X
Компрессоры	X	X	
Сушилки	X	X	
Резаки	X	X	

Целлюлозно-бумажная промышленность

Объекты применения	SMC-Delta и SMC-3	SMC-3 только	
	Пуск с ограничением тока	Плавный пуск	Плавный останов
Компрессоры	X	X	
Конвейеры	X	X	X
Тележки		X	X
Сушилки	X	X	
Активаторы	X	X	
Центробежные насосы	X	X	
Миксеры	X	X	
Вентиляторы	X	X	
Переработка пульпы	X	X	

Специальные машины изготовителей оборудования

Объекты применения	SMC-Delta и SMC-3	SMC-3 только	
	Пуск с ограничением тока	Плавный пуск	Плавный останов
Центробежные насосы	X	X	
Моечные установки	X	X	
Конвейеры	X	X	X
Транспортеры	X	X	X
Вентиляторы	X	X	
Крутильно-прядельные станки	X	X	

Транспортировка и станки

Объекты применения	SMC-Delta и SMC-3	SMC-3 только	
	Пуск с ограничением тока	Плавный пуск	Плавный останов
Конвейеры транспортировки материалов	X	X	X
Шлифовальные станки	X	X	
Центробежные насосы	X	X	
Тележки		X	X
Вентиляторы	X	X	
Грануляторы	X	X	X
Компрессоры	X	X	
Загрузка резцов		X	
Поворотные столы		X	

Основные принципы разработки

Принципы

Контроллеры SMC компании Allen-Bradley разработаны для работы в современных промышленных условиях. Изготовление контроллеров обеспечивает устойчивую и надежную работу. Компания Rockwell Automation может не только предложить решение, соответствующее требованиям потребителя, но и предложить действительно верное решение. Имея широкий выбор силовых устройств и объектного обслуживания, фирма Rockwell Automation может предложить наиболее эффективное решение.

Условия питающей сети

Броски напряжения, возмущения, гармоники и помехи существуют в любой питающей сети. Полупроводниковые контроллеры должны выдерживать эти помехи и не должны являться источником помех обратно в сеть.

- Простота выбора для требуемого напряжения питающей сети достигается тем, что контроллеры обеспечивают работу в широком диапазоне напряжений, при частоте 50/60 Гц для данного номинала контроллера
- Контроллер может выдерживать пики напряжения 3000 В с частотой 100 бросков в секунду в течение 10 секунд. Кроме того, контроллер может выдерживать дуговой тест напряжением 350-1500 В (NEMA, стандарт ICS2-230) для повышения сопротивляемости нарушения работы в среде с повышенным уровнем помех.
- Как вариант, имеется модуль с варисторами (MOV) для защиты тиристоров от бросков напряжения.

Номинальные значения по току и по термической способности

Номинальные значения полупроводникового контроллера должны обеспечивать надежность работы в широком диапазоне значений тока и времени пуска, необходимых для различных случаев применения.

- В сборках тиристоров поддерживается температура перехода ниже 125 град.С (257 град.Ф) при работе с полным номинальным током, что снижает тепловое воздействие и обеспечивает более длительную и надежную работу
- Термическая способность контроллеров SMC-3 и SMC_Delta отвечает стандартам NEMA MG-1 и стандартам МЭК - IEC 34(31)
- Диапазон рабочих температур открытого исполнения - 0-50 град.С (32-122 град.Ф). Снижение номинальных параметров требуется, начиная с температуры 60 град.С (140 град.Ф). Диапазон температур хранения от -25 град.С до + 85 град.С (от -13 до 185 град.Ф). Диапазон относительной влажности от 5 до 95% (без образования конденсата).

Механические удары и вибрация

Полупроводниковые контроллеры должны выдерживать механические удары и вибрацию, которые могут возникать от механооборудования, управление которого осуществляется от контроллеров.

- Контроллеры SMC-Delta и SMC-3 имеют ту же устойчивость от ударов и вибрации, что и электромеханические пускатели
- Оба вида контроллеров выдерживают рабочие вибрации 1.0 G и 2.5 G -нерабочие вибрации
- Оба вида контроллеров выдерживают рабочие удары 15 G и нерабочие удары 30 G.

Помехоустойчивость (включая радиочастотные помехи)

Оба вида контроллеров отвечают требованиям класса А электромагнитной совместимости по уровням эмиссии.

Высота над уровнем моря

Разрешается применение контроллеров до высоты над уровнем моря до 2000 метров (6560 футов) без изменения номинальных значений. Значения допустимой температуры окружающей среды должны быть изменены для высот, превышающих 2000 м (6560 футов). Значения допустимой температуры окружающей среды должны быть снижены на 3 град.С (27 град.Ф) на каждые 1000 метров (3280 футов) высоты. При этом максимальное значение высоты над уровнем моря - 7000 м (23000 футов). Номинальные значения токов не меняются с изменением высоты над уровнем моря, потому что допустимые значения температуры окружающей среды снижаются.

Загрязненность окружающей среды

Оба вида контроллеров предназначены для работы в условиях загрязненности окружающей среды второй степени (Pollution Degree 2)

Выполнение уставок

Применение простых, понятных уставок обеспечивает получение идентифицируемых и устойчивых результатов.

- Для упрощения монтажа в контроллерах предусмотрено компактное исполнение и предусмотрена возможность сквозного прохода кабелей
- Контроллеры SMC-Delta и SMC-3 являются универсальными устройствами для частот 50 и 60 Гц.
- Все настройки параметров выполняются при помощи DIP переключателей
- Имеется полный ряд исполнений шкафов.

Пуск с пониженным напряжением

Введение по пуску с пониженным напряжением

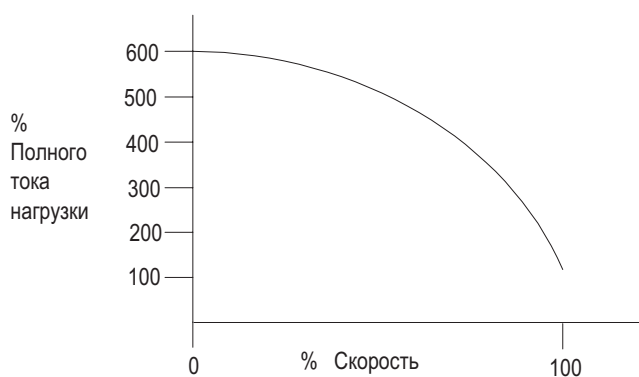
Имеются 2 причины для использования пониженного напряжения при пуске двигателя:

- необходимость ограничения воздействия на питающую сеть
- необходимость уменьшения чрезмерного момента на оборудование

Причины для предотвращения этих проблем не будут описаны. Однако, будут объяснены различные методы снижения напряжения при пуске двигателя.

Когда двигатель пускается при полном напряжении, потребляемый ток от питающей сети обычно составляет 600% от полного тока нагрузки. Этот большой ток будет протекать в двигателе почти до момента выхода двигателя на скорость и только после этого ток уменьшится так, как показано на рисунке Рис.6.1. Это может приводить к глубоким провалам напряжения в сети.

Рис. 6.1 Кривая полного тока нагрузки и скорости



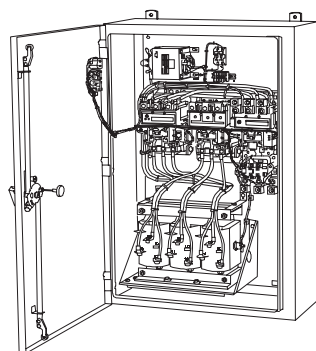
В дополнение к большим пусковым токам двигатель создает пусковой момент, который гораздо выше момента при полной нагрузке. Максимальная величина пускового момента зависит от конструкции двигателя. В стандартах NEMA указаны величины моментов и токов, которым нужно следовать изготовителям двигателей. Обычно, в соответствии со стандартом NEMA двигатель исполнения В будет иметь момент заторможенного ротора или пусковой момент в пределах 180% от момента полной нагрузки.

Во многих случаях, пусковой момент может привести к повреждению механической части — разрыв ремней, цепей или повреждение муфты.

Пониженное напряжение

Наиболее широко распространенным методом снижения напряжения при пуске является применение автотрансформатора. Следующим наиболее популярным способом является переключение со звезды на треугольник.

Рис.6.2 Автотрансформатор (Bulletin 570)



Все формы пуска с пониженным напряжением изменяют токовые и моментные характеристики двигателя. При приложении пониженного напряжения к неподвижному двигателю ток, потребляемый двигателем снижен. В дополнение, момент двигателя зависит в квадрате от приложенного напряжения.

Например, если напряжение, приложенное к двигателю будет 50%, то пусковой момент будет составлять 25% от нормального пускового момента. В предыдущем примере с пуском при полном напряжении в соответствии со стандартом NEMA двигатель исполнения В имеет пусковой момент 180% от момента при полной нагрузке. При приложении только 50% напряжения момент будет составлять 45% от момента при полной нагрузке. Зависимости между напряжением, током и моментом для двигателя исполнения В в соответствии со стандартом NEMA приведены в таблице 6.А

Таблица 6.А Типовые зависимости напряжения, тока и момента для двигателей NEMA исполнения В

Способ пуска	% Напряжения на зажимах двигателя	Пусковой ток двигателя в % от:		Ток сети в % от:		Пусковой момент двигателя в % от:	
		Ток затор-моженного ротора	Полный ток нагрузки	Ток затор-моженного ротора	Полный ток нагрузки	Момент затор-моженного ротора	Момент при полном токе нагрузки
Полное напряжение	100	100	600	100	600	100	180
Автотрансформатор	отп. 80%	80	480	64	384	64	115
	отп. 65%	65	390	42	252	42	76
	отп. 50%	50	300	25	150	25	45
Часть обмотки	100	65	390	65	390	50	90
Звезда-треуг-ник	100	33	198	33	198	33	60
Полупроводниковое устройство	0...100	0...100	0...600	0...100	0...600	0...100	0...180

При довольно широком диапазоне характеристик момента для различных методов пуска выбор электромеханического пускового устройства зависит от объекта применения. Во многих случаях обеспечение момента становится определяющим в выборе. В прошлом необходимость ограничения потребляемого из сети тока было основной причиной использования электромеханических устройств снижения напряжения при пуске. Ограничения по току питающей системы и мощность заводских шин питания приводили к тому, двигатели выше определенной мощности должны пускаться с понижением напряжения. В некоторых районах мира было требование любой двигатель выше 7-1/2 л.с. пускаться с пониженным напряжением.

Использование пуска с пониженным напряжением приводит к включению контроля момента. Механизмы с большим моментом инерции являются примером применения электромеханических устройств пуска с пониженным напряжением для контроля ускорения двигателя и механизма.

Устройства пуска с пониженным напряжением должны обеспечить переход от пониженного напряжения к полному в определенной точке процесса пуска. В этой точке обычно замечается бросок тока в питающей сети. Величина этого броска зависит от использованного типа перехода и скорости двигателя в этой точке перехода.

Имеются два метода перехода: переход с разомкнутой цепью и переход с замкнутой цепью. Переход с разомкнутой цепью означает, что двигатель фактически отключается от сети на короткое время, когда выполняется переход. При переходе с замкнутой цепью двигатель остается подключенным к сети во время перехода. При переходе с разомкнутой цепью будет больший бросок тока, потому что двигатель на короткое время отключается от сети. Кривые тока при переходе с разомкнутой и замкнутой цепью показаны на рисунках Рис.6.3 и Рис.6.4

Рис.6.3 Переход с разомкнутой цепью

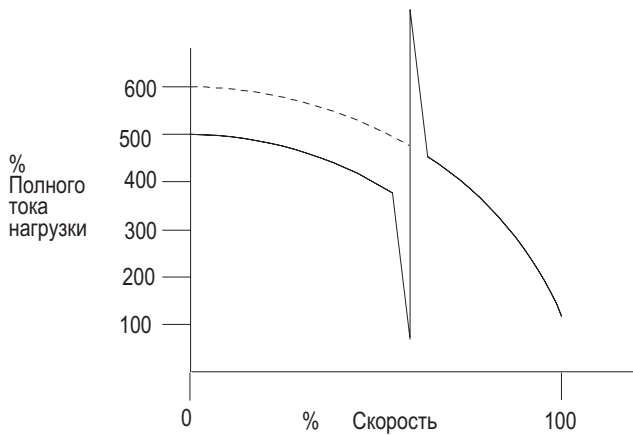
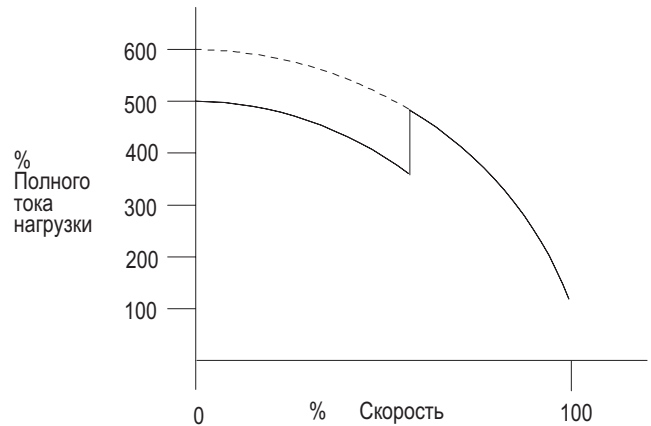


Рис.6.4 Переход с замкнутой цепью



Скорость двигателя может определять величину броска тока во время перехода. Переход от пониженного напряжения к полному напряжению должен происходить как можно ближе к полной скорости двигателя. Это тоже снижает величину броска в сети.

На приведенных рисунках показан переход на низкой скорости двигателя и на скорости, близкой к полной. При переходе на низкой скорости бросок тока в момент перехода составит 550%, что больше пускового тока 400%. При переходе на скорости, близкой к полной, бросок тока составляет 300%, что ниже пускового тока 400%.

Рис.6.5 Переход на низкой скорости

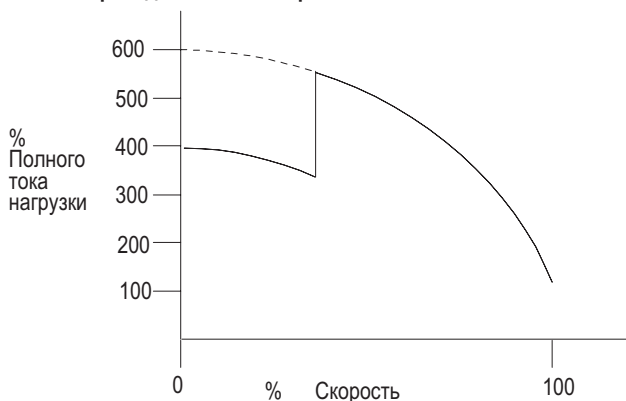
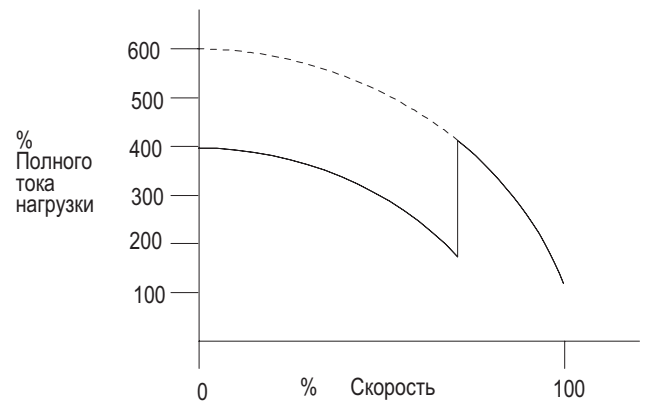


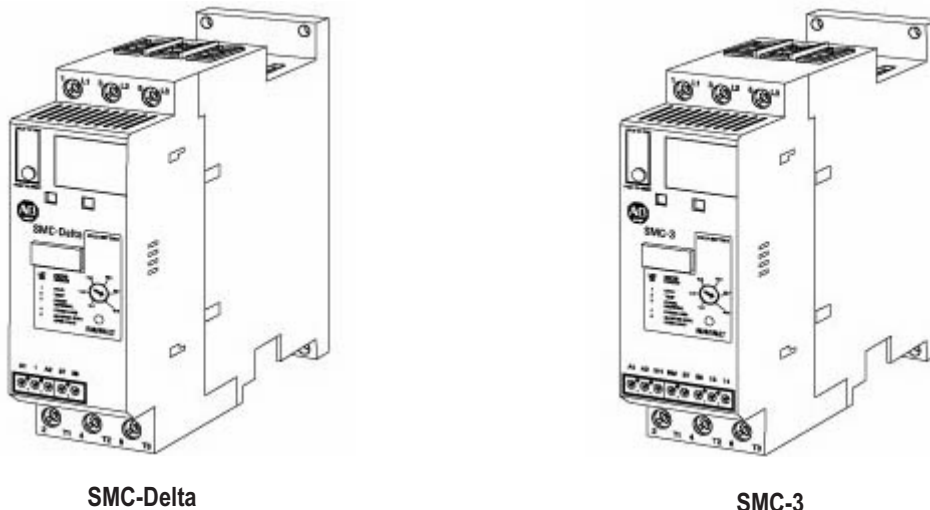
Рис.6.6 Переход на скорости, близкой к полной



Полупроводниковые устройства

Основной функцией полупроводниковых контроллеров является их способность обеспечить плавный пуск или пуск с бесступенчатым пониженным напряжением двигателей переменного тока. Принципы по току и моменту как для электромеханических пусковых устройств пониженного напряжения, так и для полупроводниковых контроллеров одинаковы. Для большинства полупроводниковых контроллеров возможен выбор четырех видов пуска в одном и том же устройстве: плавный пуск, пуск с ограничением тока, пуск с двойным темпом или пуск с полным напряжением

Рис. 6.7 Контроллеры SMC-Delta и SMC-3



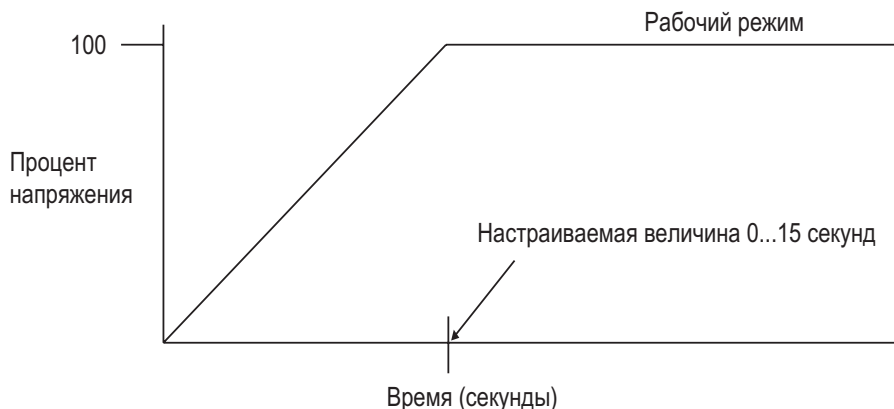
SMC-Delta

SMC-3

В дополнение к возможности выбора вида пуска в полупроводниковых контроллерах имеется возможность настройки времени темпа плавного пуска или максимальной уставки ограничения тока, что дает возможность выбора характеристик пуска для удовлетворения требований данного случая применения. Наиболее широко используемым видом пуска является плавный пуск. Этот метод обеспечивает плавный пуск для большинства случаев применения.

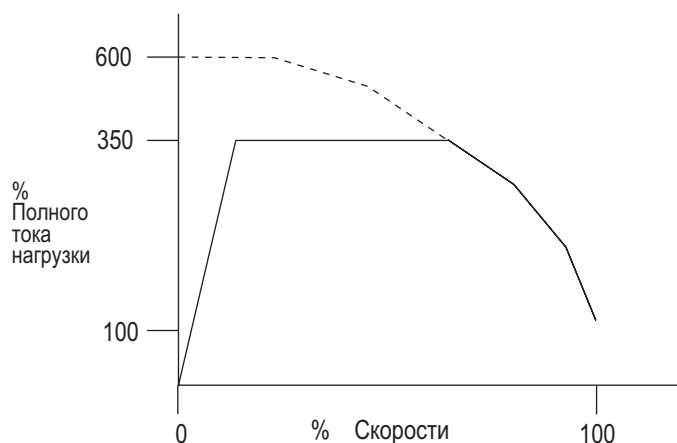
Основным преимуществом полупроводниковых контроллеров является ограничение броска тока в точке перехода к полному напряжению и возможность настройки времени достижения полного напряжения. В результате нет большого броска тока, если полупроводниковый контроллер имеет правильную уставку и она соответствует нагрузке, как показано на рисунке Рис. 6.8

Рис. 6.8 Плавный пуск



Пуск с ограничением тока может быть использован в ситуациях, когда есть ограничения по питающей сети или требования по характеру нагрузки. На приведенном рисунке дана кривая ограничения тока на уровне 350%. Могут быть выбраны другие величины - 150%, 250% или 350% в зависимости от требований конкретного случая применения. Пуск с ограничением тока также используется в тех случаях, когда требуется более высокий момент по сравнению с плавным пуском, где пусковой ток обычно меньше 300%. Пуск с ограничением тока обычно используется на механизмах с большим моментом инерции, таких как шаровые мельницы.

Рис. 6.9 Пуск с ограничением тока



В полупроводниковых контроллерах имеется дополнительная функция защиты двигателя и контроллера и имеется функция диагностики, которая может помочь выполнить уставки и провести поиск и устранение неисправностей. Среди предусмотренных видов защит обычно имеются: закороченный тиристор, потеря фазы, разомкнута цепь нагрузки, перегрев тиристора и двигатель застопорен. Соответствующие сообщения о неисправности появляются на дисплее, что помогает определить от какой неисправности полупроводниковый контроллер отключился.

Примечания:

Полупроводниковые пусковые устройства с использованием тиристоров

Полупроводниковые пусковые устройства с использованием тиристоров

В полупроводниковых пусковых устройствах кремниевые управляемые выпрямители - тиристоры (SCRs -см.Рис.7.1) используются для регулирования напряжения,подводимого к двигателю.Тиристоры проводят ток только в одном направлении.Степень проводимости тиристора управляется импульсами,подаваемыми на управляющий электрод. Когда два тиристора включены встречно-параллельно (см.Рис. 7.2) энергия переменного тока,подводимая к нагрузке может контролироваться изменением угла зажигания (см.Рис. 7.3) во время каждого полупериода. Изменением угла зажигания можно увеличить или уменьшить напряжение и ток,подаваемых на двигатель.Контроллеры SMC имеют в своем составе микропроцессор для регулирования угла зажигания тиристоров. Шесть тиристоров использованы в силовой секции,чтобы обеспечить управление в течение всего периода напряжения и тока.Напряжение и ток, подводимые к двигателю,могут быть медленно и плавно изменены.

ВНИМАНИЕ



В этой главе для информации,которая описывается,за базу взяты двигатели исполнения В по стандартам NEMA. Высокоэффективные двигатели с моментом заторможенного ротора 8...10 и начальным броском 16...24х отличаются от двигателей исполнения В по стандартам NEMA.Применение двигателей,отличных от двигателей исполнения В, должно быть внимательно рассмотрено

Рис. 7.1 Кремниевые управляемые выпрямители (SCR)

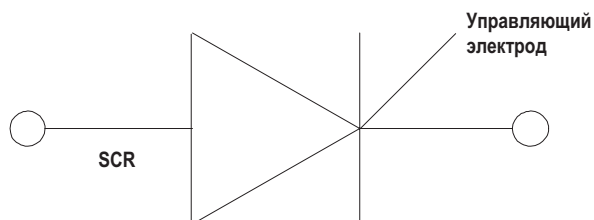


Рис. 7.3 Различные углы зажигания (Для простоты одна фаза)

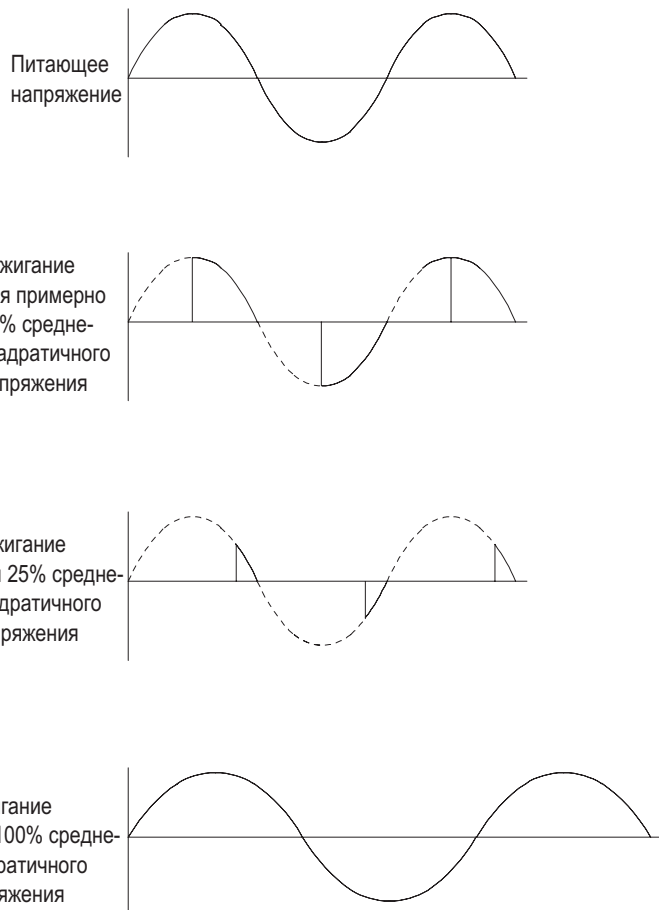
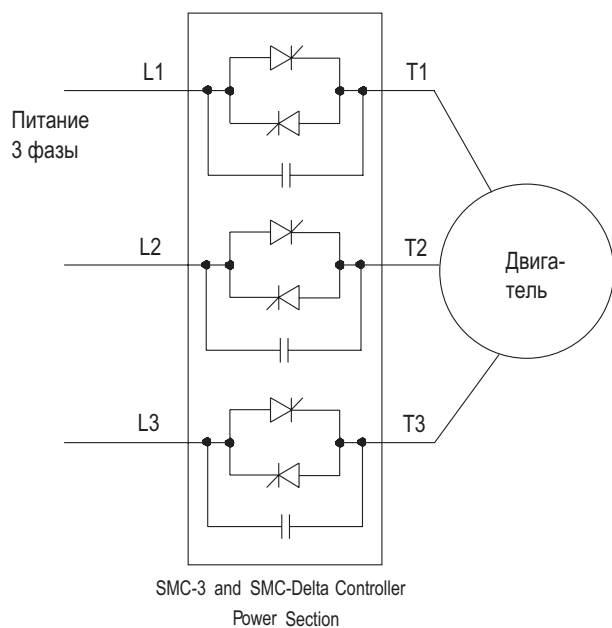


Рис. 7.2 Типовая схема включения тиристоров



Примечания:

Справочная глава

Введение

Определенные механические параметры должны быть приняты к рассмотрению, когда решается вопрос о применении контроллеров для управления двигателем. В приведенных ниже разделах дано объяснение этих параметров и рекомендации, как рассчитать или измерить их.

Выходная скорость/момент/мощность двигателя

Скорость, на которой асинхронный двигатель работает, зависит от частоты питающей сети и от числа полюсов двигателя. Чем больше частота, тем большая скорость будет у двигателя. Чем больше будет число полюсов, тем меньше будет скорость. Для определения синхронной скорости асинхронного двигателя следует использовать следующее уравнение:

$$\text{Синхронная скорость} = \frac{60 \times 2 \times \text{Частота}}{\text{Число полюсов}}$$

Фактическая скорость при полной нагрузке (скорость, на которой двигатель будет работать при номинальной нагрузке) будет меньше синхронной скорости. Эта разница между синхронной скоростью и скоростью при полной нагрузке называется скольжением. Скольжение в процентах определяется следующим образом:

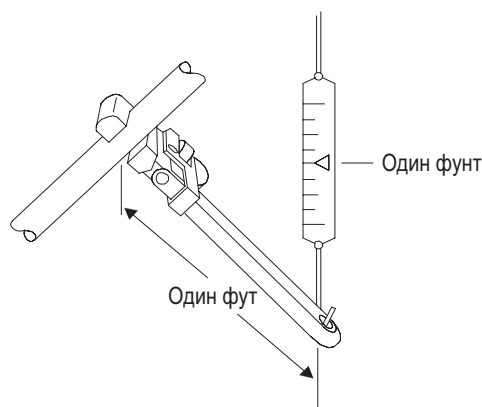
$$\text{Скольжение в процентах} = \frac{\text{Синхронная скорость} - \text{Скорость при полной нагрузке}}{\text{Синхронная скорость}} \times 100$$

Асинхронные двигатели выполняются со скольжением в диапазоне меньше 5% и до 20%. Двигатели со скольжением меньше 5% называются двигателями с нормальным скольжением. Двигатели со скольжением от 5% или выше используются в случаях, когда требуется более высокий пусковой момент.

Момент и мощность

Момент и мощность, две важные характеристики двигателя, определяют размер двигателя, требуемого для данного случая применения. Разницу между этими характеристиками можно увидеть на простом примере вала и разводного ключа.

Рис. 8.1 Вал и разводной ключ



Момент это просто действие поворота. На данном рисунке это один фунт на конце разводного ключа длиной один фут, чтобы вращать вал с постоянным темпом. То-есть, требуемый момент равен один фунт х один фут или один футо-фунт. Если ключ будет вращать в два раза быстрее, то момент будет оставаться тем же при условии вращения с постоянным темпом

С другой стороны, мощность берет в расчет, как быстро вал будет вращаться. Вращение вала быстрее требует большей мощности, чем медленное вращение. Поэтому, мощность это темп, с которым выполнена работа. По определению связь между моментом и мощностью следующая:

$$1 \text{ лошадиная сила} = 33000 \text{ футо-футов/мин.}$$

В данном примере, один фунт силы перемещает на длину:

$$2 \text{ фута} \times 3.14 \times 1 \text{ фут} \text{ или } 6.68 \text{ футо-футов}$$

Чтобы иметь мощность одну лошадиную силу, вал должен вращаться со скоростью:

$$\frac{1 \text{ лс} \times 33000 \text{ футо-футов/мин}}{6.68 \text{ футо-футов/оборот}} = 5250 \text{ об/мин}$$

Для данного соотношения, уравнение может быть изменено для определения мощности из скорости и момента:

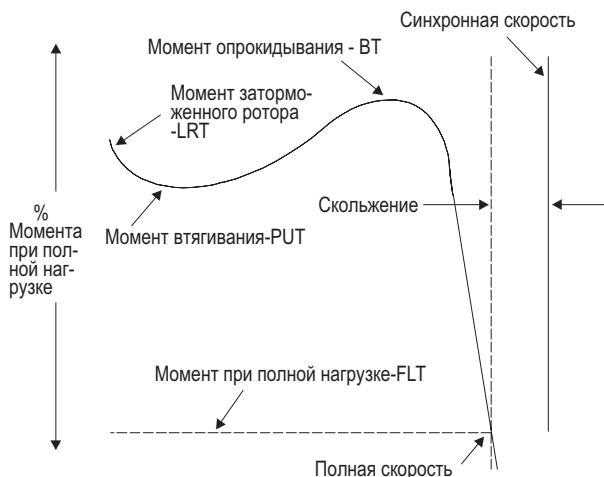
$$\text{лс} = \frac{\text{об/мин} \times 2 \times \text{Момент}}{30000} \quad \text{или} \quad \frac{\text{об/мин} \times \text{Момент}}{5250}$$

Для данного соотношения, момент при полной нагрузке равен:

$$\text{Момент при полной нагрузке в футо-фунтах} = \frac{\text{лс} \times 5250}{\text{об/мин при полной нагрузке}}$$

На приведенном графике дана типовая кривая скорость-момент для асинхронного двигателя исполнения В по стандартам NEMA. Понимание некоторых точек этой кривой поможет в правильном применении двигателей.

Рис. 8.2 Кривая скорость - момент



Момент заторможенного ротора (LRT)

Момент заторможенного ротора - это момент, который развивает двигатель в покое для любого углового положения ротора при приложении номинального напряжения и при номинальной частоте. Иногда этот момент называют "пусковым моментом" и обычно он измеряется в процентах от момента при полной нагрузке.

Момент втягивания (PUT)

Момент втягивания асинхронного двигателя это минимальный момент, развиваемый во время ускорения от заторможенного ротора до скорости, соответствующей моменту опрокидывания. Для двигателей, которые не имеют специального момента опрокидывания (таких как двигатели исполнения D по стандартам NEMA), момент опрокидывания это минимальный развиваемый момент до скорости при полной нагрузке и обычно выраженный в процентах от момента при полной нагрузке.

Момент опрокидывания (BT)

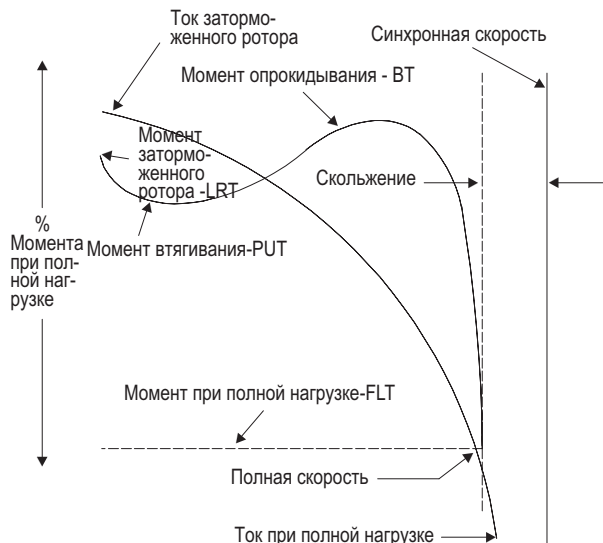
Момент опрокидывания асинхронного двигателя это максимальный момент двигателя, развиваемый двигателем при приложении номинального напряжения при номинальной частоте без резкого падения скорости. Момент опрокидывания обычно измеряется в процентах от момента при полной нагрузке.

Момент при полной нагрузке (FLT)

Момент двигателя при полной нагрузке это момент, необходимый для производства номинальной мощности при нагрузке при полной нагрузке. В футо-фунтах он равен номинальной мощности в лс, умноженной на 5250 и деленной на скорость при полной нагрузке в об/мин.

В дополнение к соотношению между скоростью и моментом соотношение между током и этими двумя параметрами является очень важным аспектом при рассмотрении возможности применения. Ниже приведена кривая скорость/момент и добавлена кривая тока для демонстрации типового соотношения этих величин.

Рис. 8.3 Кривая скорость-момент с кривой тока



Две важные точки на этой кривой тока требуют пояснения

Ток при полной нагрузке

Ток при полной нагрузке асинхронного двигателя это ток установившегося режима, забираемый из сети, когда двигатель работает с моментом при полной нагрузке с номинальным напряжением и номинальной частоте.

Ток заторможенного ротора

Ток заторможенного ротора это ток установившегося режима двигателя с заторможенным ротором и с номинальным напряжением и номинальной частоте. Организация NEMA разработала комплект буквенных кодов для определения заторможенный ротор: киловольт-ампер-на-лс (kVA/HP - kVA/лс). Этот буквенный код имеется на табличках всех асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором.

Отношение кВА к ЛС (kVA /HP) рассчитывается следующим образом:

Для трехфазных двигателей:

$$\text{kVA/лс} = \frac{1.73 \times \text{Ток (в амперах)} \times \text{Вольты}}{1000 \times \text{лс}}$$

Для однофазных двигателей:

$$\text{kVA/лс} = \frac{\text{Ток (в амперах)} \times \text{Вольты}}{1000 \times \text{лс}}$$

Таблица 8.А Буквенные коды NEMA тока заторможенного ротора

Буква кода	kVA/HP	Буква кода	kVA/HP	Буква кода	kVA/HP	Буква кода	kVA/HP	Буква кода	kVA/HP
A	0...3.15	E	4.5...5.0	J	7.1...8.0	N	11.2...12.5	T	18.0...20.0
B	3.15...3.55	F	5.0...5.6	K	8.0...9.0	P	12.5...14.0	U	20.0...22.4
C	3.55...4.0	G	5.6...6.3	L	9.0...10.0	R	14.0...16.0	V	22.4 и выше
D	4.0...4.5	H	6.3...7.1	M	10.0...11.2	S	16.0...18.0		

Диапазон kVA/HP для заторможенного ротора начинается с меньшей цифры, но не включает ее (например, 3.14 это буква "А", а 3.15 это буква "В")

Путем преобразования выражения для kVA/лс для трехфазных двигателей следующее уравнение может быть использовано для расчета тока заторможенного ротора :

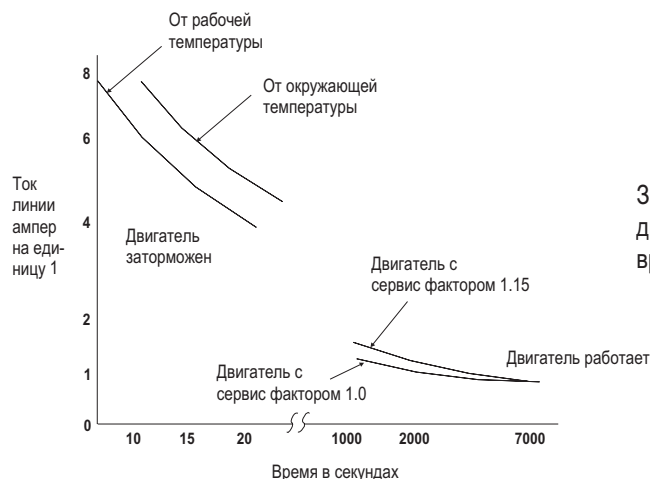
$$\text{LRA} = \frac{1000 \times \text{лс} \times \text{kVA/лс}}{1.73 \times \text{Вольты}}$$

Это уравнение может быть использовано для определения примерного пускового тока для любого двигателя. Например, примерный пусковой ток для двигателя 7.5 лс, 230 В с буквенным кодом G kVA заторможенного ротора будет:

$$\text{LRA} = \frac{1000 \times 7.5 \times 6.0}{1.73 \times 230} = 113 \text{ A}$$

Работа двигателя в условиях заторможенного ротора в течение длительного периода времени приведет к неисправности изоляции из-за чрезмерного тепла, полученного в статоре. Приведенный график показывает максимальную величину времени работы двигателя в режиме заторможенного ротора без повреждения изоляции из-за перегрева. График дан для двигателя исполнения В по стандартам NEMA с классом В температурного роста.

Рис.8.4 Время безопасной работы двигателя в функции тока -для стандартных асинхронных двигателей



Защита двигателя, либо встроенная, либо в системе управления двигателем, должна быть предусмотрена, чтобы ограничить время заторможенного состояния двигателя.

¹ Амперы базы и Амперы по табличке

Расчет момента (момент ускорения,требуемый для вращательного движения)

Некоторые машины должны ускориться до данной скорости за определенный период времени. Может понадобиться,чтобы номинал момента привода был увеличен для достижения этой цели.Следующее уравнение может быть использовано для расчета среднего момента,требуемого для ускорения механизма с известным моментом инерции (WK^2). Эта величина момента должна быть добавлена ко всем другим требуемым составляющим,когда определяется пиковая величина момента привода и двигателя.

$$T = \frac{WK^2 \times (dN)}{308 \times t}$$

Где:

T = Момент Ускорения (футо-фунты)

WK^2 = Общий момент инерции системы (футо-фунты в квадрате), которую двигатель должен ускорить
(Эта величина включает ротор двигателя,редуктор и нагрузку)

dN = Требуемое изменение скорости (об/мин)

t = время для ускорения всей системы (секунды)

Следует обратиться к таблицам преобразования,приведенным в конце главы,если потребуется.

Эта же формула может быть использована для определения минимального времени ускорения данного привода или она может быть использована для определения,может ли привод обеспечить желаемое изменение скорости в требуемый период времени. Транспонированная формула следующая:

$$T = \frac{WK^2 \times (dN)}{308 \times t}$$

Общее правило:

Если рабочий момент больше,чем момент ускорения,то следует использовать рабочий момент как момент при полной нагрузке,требуемый для определения мощности двигателя.

Расчет мощности

Следующие уравнения для расчета мощности могут быть использованы только для оценочных целей. В этих уравнениях не учтены в механизме,ветровые потери и другие факторы,которые должны учитываться при выборе устройства для конкретного случая применения.

После того,как момент механизма определен,требуемая мощность может быть рассчитана с использованием формулы:

$$H_p = \frac{T \times N}{5250}$$

Где:

H_p = Мощность в лс

T = Момент (футо-фунт)

N = Скорость двигателя при номинальной нагрузке (об/мин)

Если рассчитанная величина мощности между имеющимися стандартными значениями,следует выбирать более высокое значение. Это является хорошей практикой,позволяющей иметь некоторый запас при выборе мощности двигателя.

Инерция

Инерция-это мера сопротивления тела к изменению скорости,находилось ли тело в состоянии покоя или двигалось с постоянной скоростью.Скорость может быть либо линейной,либо вращательной.

Момент инерции (WK^2) есть произведение веса (W) объекта на квадрат радиуса инерции (K^2). Радиус инерции это мера,как масса объекта распределена вокруг оси вращения.Из-за этого распределения массы цилиндрическая деталь с небольшим диаметром имеет гораздо меньшую инерцию,чем деталь с большим диаметром.

Инерция,Продолжение

Где: WK^2 или WR^2
 WR^2 относится к инерции вращающейся детали, рассчитанной при предположении что вес объекта сконцентрирован вокруг края на расстоянии R(радиус) от центра (т.е. как маховик)
 WK^2 относится к инерции вращающейся детали, рассчитанной при предположении, что вес объекта сконцентрирован на малом радиусе ,K (так называемым радиус инерции). Для того, чтобы определить WK^2 части, нормально требуется вес (например, цилиндр, шкив, редуктор)

Формулы момента

$$T = \frac{Hp \times 5250}{N}$$

Где:
 T = Момент (футы-фунт)
 Hp = Мощность в лс
 N = Скорость двигателя при полной нагрузке(об/мин)

$$T = F \times R$$

Где:
 T = Момент (фута-фунт)
 F = Сила (фунты)
 R = Радиус (футы)

$$T \text{ (Ускорения)} = \frac{WK^2 \times (drpm)}{308 \times t}$$

Где:
 T = Момент (фута-фунт)
 WK^2 = Инерция, относящаяся к валу двигателя (фута-фунт²)
 drpm = Изменение скорости
 t = Время ускорения (секунды)

Примечание: Чтобы изменить фута-фунты² в дюймо-фунты-с², следует поделить на 2.68
 Чтобы изменить дюймо-фунты-с² в фута-фунты², следует умножить на 2.68

Формулы двигателя переменного тока

$$\text{Синх. скорость} = \frac{\text{Частота} \times 120}{\text{Число полюсов}}$$

Где:
 Синх. скорость = Синхронная скорость (об/мин)
 Частота = Частота (Гц)

$$\% \text{ Скольжение} = \frac{\text{Синх. скор.} - \text{Скор. при полной нагрузке}}{\text{Синх. скорость}} \times 100$$

Где:
 Скор. при полной нагрузке = Скорость при полной нагрузке (об/мин)
 Синх. скорость = Синхронная скорость (об/мин)

$$\text{Относительный } WK^2 = \frac{(WK^2 \text{ нагрузки})}{(\text{Передаточное число})}$$

Где:
 WK^2 = Момент инерции (фута-фунты²)

Характеристики момента по случаям общего применения

В этой таблице дано быстрое руководство по моментам опрокидывания, пуска и работы для многих случаев применения.

Таблица 8.В Характеристики момента

Объект применения	Момент нагрузки в % Момент привода при полной нагрузке			Объект применения	Момент нагрузки в % Момент привода при полной нагрузке		
	Опроки- дывания	Ускор- ения	Пиковый рабочий		Опроки- дывания	Ускор- ения	Пиковый рабочий
Активаторы: Жидкость Пульпа	100 150	100 100	100 100	Фуганки, деревообработка	50	125	125
Вентиляторы дутьевые, центробежные: Задвижка закрыта Задвижка открыта	30 40	50 110	40 100	Разливочные машины	150	50	100
Вентиляторы, с положительным смещением, вращающийся, байпасный	40	40	100	Шлифовальные машины, автоматические	50	75	100
Чесальные машины, текстиль	100	110	100	Машины шлакобетонных блоков, вибрационные	150	150	70
Центрифуги (выжималки)	40	60	125	Машины, шпоночно-фрезерные	25	50	100
Дробилки, дерево, пуск в холостую	50	40	200	Машины шлифовальные	50	75	100
Компрессоры, осевые лопатки, нагруженные	40	100	100	Мукомольные мельницы	50	75	100
Компрессоры, возвратно-поступа- тельные, пуск без нагрузки	100	50	100	Мельницы, пилы, вязальные станки	50	75	200
Конвейеры, ленточные (нагруженные)	150	130	100	Миксеры, химические	175	75	100
Конвейеры, скребковые (или лотковые)	175	150	100	Мешалки, бетонные	40	50	100
Конвейеры, шнековые (нагруженные)	175	100	100	Мешалки, тесто	175	125	100
Конвейеры вибрационные	150	150	75	Миксеры, жидкость	100	100	100
Прессы волочильные (маховик)	50	50	200	Мешалки, песок, центробежные	50	100	100
Прессы буровые	25	50	150	Мешалки, песок, шнековые	175	100	100
Эскалаторы, трапы (пуск без нагрузки)	50	75	100	Мешалки, цементный раствор	150	125	100
Вентиляторы, центробежные, норм. тем. Задвижка закрыта Задвижка открыта	25 25	60 110	50 100	Мешалки, сухие материалы	175	125	175
Вентиляторы, центробежные, горячий Задвижка закрыта Задвижка открыта	25 25	60 200	100 175	Строгальные станки, деревообработка	50	125	150
Вентиляторы, лопастные, осевой поток	40	110	100	Прессы, грануляторы (маховик)	150	75	150
Питатели, ленточные, нагруженные	100	120	100	Прессы, штампы (маховик)	150	75	100
Питатели, распределяющие, вибрационный привод	150	150	100	Насосы, настраиваемые лопасти, вертикальные	50	40	125
Питатели, шнековые брикетизирующие ролики	150	100	100	Насосы, центробежные, слив открыт	40	100	100
Питатели, шнековые, фильтрового осадка	150	100	100	Насосы, нефтедобыча, маховик	150	200	200
Питатели, шнековые, сухие	175	100	100	Насосы, нефть, смазка	40	150	150
Питатели, вибрационные, с двигательным приводом	150	150	100	Насосы, топливо	40	150	150
Станки, прядильные, текстиль	50	125	100	Насосы, лопастные	40	100	100
Шлифовальные станки, металлообработка	25	50	100	Насосы, возвратно-поступательные, с положительным смещением	175	30	175
Гладильные станки, прачечные гладильные валки	50	50	125	Насосы, шнековые, переменные, сброс открыт	150	100	100
				Насосы, переработки пульпы, сброс открыт	150	100	100
				Насосы, турбины, центробежные, глубокого погружения	50	100	100
				Насосы вакуумные (бумаго- делательная обработка)	60	100	150
				Насосы вакуумные (другие случаи применения)	40	60	100

Таблица 8.В Характеристики момента,продолжение

Объект применения	Момент нагрузки в % Моменты привода при полной нагрузке		
	Опроки- дывания	Ускор- ения	Пиковый рабочий
Насосы,лопастные,с положительным смещением	150	150	175
Валки,дробильные(сахарный тростник)	30	50	100
Валки,плющильные	30	50	100
Шлифовальные станки,деревобра- ботка,дисковые или ленточные	30	50	100
Пилы,бандажирование, металлообработка	30	50	100
Пилы циркулярные,металл,резка	25	50	150
Пилы циркулярные,дерево, производство	50	30	150
Пилы,обрезные станки			
Пилы,агрегат	60	30	150
Грохоты,центрифуги	40	60	125
Грохоты,вибрационные	50	150	70
Сепараторы,воздушные	40	100	100
Ножницы,маховичные	50	50	120
Текстильное машиностроение	150	100	90
Движущиеся пешеходные дорожки	50	50	100
Стиральные машины	25	75	100

Примечания:

www.rockwellautomation.com

Corporate Headquarters

Rockwell Automation, 777 East Wisconsin Avenue, Suite 1400, Milwaukee, WI, 53202-5302 USA, Tel: (1) 414.212.5200, Fax: (1) 414.212.5201

Headquarters for Allen-Bradley Products, Rockwell Software Products and Global Manufacturing Solutions

Americas: Rockwell Automation, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204-2496 USA, Tel: (1) 414.382.2000, Fax: (1) 414.382.4444

Europe: Rockwell Automation SA/NV, Vorstlaan/Boulevard du Souverain 36-BP 3A/B, 1170 Brussels, Belgium, Tel: (32) 2 663 0600, Fax: (32) 2 663 0640

Asia Pacific: Rockwell Automation, 27/F Citicorp Centre, 18 Whitfield Road, Causeway Bay, Hong Kong, Tel: (852) 2887 4788, Fax: (852) 2508 1846

Headquarters for Dodge and Reliance Electric Products

Americas: Rockwell Automation, 6040 Ponders Court, Greenville, SC 29615-4617 USA, Tel: (1) 864.297.4800, Fax: (1) 864.281.2433

Europe: Rockwell Automation, Brushstrasse, D-74834 Elztal-Dallau, Germany, Tel: (49) 6261 9410, Fax: (49) 6261 1774

Asia Pacific: Rockwell Automation, 55 Newton Road, #11-01/02 Revenue House, Singapore 307987, Tel: (65) 351 6723, Fax: (65) 355 1733

Публикация 150-AT001B-EN-P - Апрель 2002

Supersedes Publication 150-AT001A-EN-P - November 2001

2002 Rockwell Automation. All Rights Reserved. Printed in USA