

Не для продажи  
со станком

# simodrive & masterdrives

Трехфазные серводвигатели  
Общая часть  
SIMODRIVE 611/MASTERDRIVES MC  
6SN1197-0AD07-0PP0

**SIEMENS**

Не для продажи  
со станком

# SIEMENS

## SIMODRIVE 611 MASTERDRIVES MC

### Трехфазные серводвигатели Общая часть

Руководство по проектированию

Электрические  
параметры 1

Механические  
параметры 2

Выбор  
двигателя 3

Опции и  
расширения 4

Техника  
соединения 5

Список литературы

Указатель

# Документация® SIMODRIVE

## Код тиража

Перечисленные ниже издания появились до выпуска данного издания.

В графе "Примечание" буквами обозначено, какой статус имеют ранее выпущенные издания.

*Обозначение статуса в графе "Примечание":*

**A** . . . . Новая документация

**B** . . . . Перепечатка без изменений с новым номером заказа

**C** . . . . Переработанная редакция с новой версией издания

Если представленное на странице техническое содержание изменилось по сравнению с предыдущей версией издания, то это показывается в головной строке соответствующей страницы.

Выпуск	Заказной номер для Общей части	Примечание
01.03	6SN1197-0AD07-0PP0	<b>A</b>

## Товарные знаки

SIMATIC®, SIMATIC HMI®, SIMATIC NET®, SIROTEC®, SINUMERIK® и SIMODRIVE® MASTERDRIVES® и MOTION-CONNECT® являются зарегистрированными товарными знаками AG. Прочие обозначения в данной документации могут быть товарными знаками, использование которых третьими лицами для своих целей могут нарушить права собственника.

Прочую информацию Вы найдете в Интернете по адресу:  
<http://www.siemens.ru/ad/mc>

Данная документация создана с помощью Interleaf V 7

Передача и размножение данной документации, обработка и передача ее содержания запрещены, если не указано иначе. Следствием нарушения является возмещение ущерба. Все права сохраняются, особенно в случае патентирования или GM-регистрации.

Siemens AG 2003. All rights reserved.

СЧПУ может иметь и иные функции, не описанные в данной документации. Но в случае новой поставки или технического обслуживания претензии по этим функциям не принимаются.

Мы проверили содержание данной документации на соответствие описанному аппаратному и программному обеспечению. Однако нельзя исключить отклонений, поэтому мы не гарантируем полной тождественности. Данные в этой документации регулярно проверяются и необходимые исправления заносятся в следующие издания. Мы благодарим за предложения по улучшению.

Сохраняется право технических изменений.

# Предисловие

## Информация по документации SIMODRIVE

Настоящая документация является составной частью разработанной для SIMODRIVE технической документации пользователя. Все части доступны по отдельности. Весь список документации по всем рекламным проспектам, каталогам, обзорам, кратким описаниям, руководствам по эксплуатации и техническим описаниям с номером заказа, заказным адресом и ценой можно получить в представительстве SIEMENS.

Эта документация по причинам наглядности не содержит всю возможную подробную информацию по всем типам продукта и не может учитывать каждый мыслимый случай установки, эксплуатации и ТО.

Кроме этого мы указываем на то, что содержание этой документации не является частью бывшего или действующего соглашения, обязательства или правовых отношений и не изменяет их. Любые обязательства Siemens следуют из соответствующего договора о покупке, который также содержит полные и единственно действительные правила гарантии. Содержание этой документации не расширяет и не ограничивает договорных гарантийных обязательств.

## Структура документации для двигателей 1FK и 1FT

Полная документация для двигателей 1FK и 1FT включает в себя 5 изданий. Бумажные версии могут быть заказаны по MLFB:

немецкий	6SN1197-0AC20-0AP0
английский	6SN1197-0AC20-0BP0

Любая документация может быть заказана и отдельно:

MLFB для "Общая часть" (немецкий): 6SN1197-0AD07-0AP0  
MLFB для "Двигатель 1FK7" (немецкий): 6SN1197-0AD06-0AP0  
MLFB для "Двигатель 1FK6" (немецкий): 6SN1197-0AD05-0AP0  
MLFB для "Двигатель 1FT6" (немецкий): 6SN1197-0AD02-0AP0  
MLFB для "Двигатель 1FT5" (немецкий): 6SN1197-0AD01-0AP0

## Hotline

При вопросах просьба обращаться на следующие "горячие линии": A&D Technical Supports

Tel.: +49 (180) 50 50-222  
Fax: +49 (180) 50 50-223  
eMail: ad.support@siemens.com

При вопросах по документации (замечания, исправления) просьба отправить факс по следующему номеру:

+7 (095) 737-24-90

Формуляр факса: см. формуляр в конце документации

**Определение квалифицированного персонала**

Квалифицированным персоналом в смысле этой документации или предупреждающих указаний на продукте являются лица, обученные устанавливать, монтировать, вводить в эксплуатацию и эксплуатировать продукт и имеющие соответствующую квалификацию в этой области, к примеру:

- обученные или имеющие право подключать контуры тока и приборы согласно стандартам техники безопасности.
- обученные или имеющие право обслуживать и использовать соответствующее оборудование безопасности согласно стандартам техники безопасности.
- обученные оказывать первую помощь.

Не для продажи  
со станком

## Объяснения символов

В данной документации используются следующие указания на опасность и предупреждающие указания:



### Опасность

Это предупреждающее указание означает, что следствием несоблюдения соответствующих мер безопасности **являются** смерть, тяжкие телесные повреждения или значительный материальный ущерб.



### Предупреждение

Это предупреждающее указание означает, что следствием несоблюдения соответствующих предписаний **могут стать** смерть, тяжкие телесные повреждения или значительный материальный ущерб.



### Осторожно

Это предупреждающее указание означает, что следствием несоблюдения соответствующих мер безопасности **могут стать** легкие телесные повреждения или материальный ущерб.

### Осторожно

Это предупреждающее указание (без треугольника) означает, что следствием несоблюдения соответствующих мер безопасности **может стать** материальный ущерб.

### Внимание

Это предупреждающее указание означает, что следствием несоблюдения соответствующих указаний **может стать** нежелательное состояние или результат.

### Указание

Указание на возможные преимущества при соблюдении текста указания.

**Указания на возможные опасности и предупреждающие указания****Опасность**

- Ввод в эксплуатацию запрещен до тех пор, пока не будет установлено, что станок, в который должны быть установлены описанные здесь компоненты, отвечает требованиям руководства 98/37/EG.
- Только персонал, имеющий соответствующую квалификацию, может осуществлять ввод в эксплуатацию приборов SIMODRIVE и трехфазных двигателей.
- Этот персонал должен учитывать относящуюся к продукту техническую документацию пользователя и знать и соблюдать имеющиеся указания на возможные опасности и предупреждающие указания.
- При работе электрических приборов и двигателей электрические контуры тока находятся под опасным напряжением.
- При работе установки возможны опасные движения осей.
- Все работы на электрической установке должны проводиться в обесточенном состоянии.
- Приборы SIMODRIVE предусмотрены для работы на низкоомных заземленных сетях энергоснабжения (сети TN).

**Предупреждение**

- Условиями безупречной и безопасной работы этих приборов и двигателей являются правильная транспортировка, хранение, установка и монтаж, а также аккуратное управление и ТО.
- По исполнению специальных вариантов приборов и двигателей дополнительно действуют данные в каталогах и предложениях.
- В дополнение к указаниям на возможные опасности и предупреждающим указаниям в поставляемой технической документации пользователя учитывать соответствующие действующие национальные, местные и специфические для установки положения и требования.

**Осторожно**

- Температура поверхности двигателей может превышать + 80° C.
- Поэтому запрещено помещать вблизи от двигателя или прикреплять к двигателю чувствительные к температуре элементы, к примеру, кабели или электронные детали.
- Обратить внимание на то, чтобы при монтаже соединительные кабели
  - не были повреждены
  - не подвергались растяжению и
  - не могли попасть во вращающиеся детали.



---

**Осторожно**

- Приборы SIMODRIVE с трехфазными электродвигателями в рамках индивидуальной проверки подвергаются испытанию повышенным напряжением согласно EN 50178. При испытании повышенным напряжением электрического оборудования промышленных машин согласно EN 60204-1, раздел 19.4 все соединения приборов SIMODRIVE должны быть отсоединены, чтобы не допустить повреждения приборов SIMODRIVE.
  - Подключение двигателей должно осуществляться согласно прилагаемой схеме. Прямое подключение двигателей к сети трехфазного тока запрещено и приводит к разрушению двигателей.
- 

---

**Указания**

- Приборы SIMODRIVE с трехфазными электродвигателями в рабочем состоянии и в сухих помещениях отвечают требованиям руководства по низкому напряжению 73/23/EWG.
  - Приборы SIMODRIVE с трехфазными электродвигателями в конфигурациях, указанных в соответствующем свидетельстве о соответствии ЕС, отвечают руководству ЭМС 89/336/EWG.
-

**Указания по ЭЧД****Осторожно**

Электростатически-чувствительные детали (ЭЧД) это отдельные конструктивные элементы, встроенные схемы или модули, которые могут быть повреждены электростатическими полями или электростатическими разрядами.

Обращение с модулями с электростатически-чувствительными деталями (ЭЧД):

- При обращении с электронными деталями помнить о правильном заземлении персонала, рабочего места и упаковки!
- Прикосновение к электронным конструктивным элементам лицами разрешено только в областях ЭЧД с проводящим полом, если
  - эти лица заземлены через ЭЧД-браслет и
  - эти лица носят ЭЧД-обувь или обувь с пластинами заземления ЭЧД.
- Прикосновение к электронным конструктивным элементам разрешается только, если это обязательно необходимо.
- Электронные модули не должны контактировать с полимерами и частями одежды с полимерными вставками.
- Можно класть электронные модули только на электропроводящие поверхности (стол с ЭЧД-покрытием, проводимый ЭЧД-пенопласт, ЭЧД-упаковочный материал, ЭЧД-транспортная емкость).
- Не помещать электронные модули вблизи устройств хранения и просмотра данных, мониторов или телевизоров. Расстояние до экрана > 10 см).
- Измерение на электронных модулях может осуществляться, только если
  - измерительное устройство заземлено (к примеру, через защитный кабель), или
  - перед измерением у беспотенциального измерительного прибора осуществляется кратковременная разрядка измерительной головки (к примеру, коснуться оголенного металлического корпуса СЧПУ).

# Содержание

<b>1</b>	<b>Электрические параметры</b> .....	<b>AL 1-13</b>
1.1	Определения .....	AL 1-13
1.2	Данные шильдика .....	AL 1-22
<b>2</b>	<b>Механические параметры</b> .....	<b>AL 2-23</b>
2.1	Определения .....	AL 2-23
<b>3</b>	<b>Выбор двигателя</b> .....	<b>AL 3-29</b>
<b>4</b>	<b>Опции и расширения</b> .....	<b>AL 4-31</b>
4.1	Влияния типа монтажа и пристроенных компонентов .....	AL 4-31
4.2	Редуктор .....	AL 4-33
4.3	Муфты .....	AL 4-36
4.4	Реостатное торможение якорем .....	AL 4-38
4.5	Стояночный тормоз .....	AL 4-41
<b>5</b>	<b>Техника соединения</b> .....	<b>AL 5-43</b>
5.1	Силовой кабель .....	AL 5-43
5.2	Сигнальный кабель .....	AL 5-45
5.3	Исполнения кабелей .....	AL 5-46
<b>6</b>	<b>Список литературы</b> .....	<b>A-49</b>
<b>7</b>	<b>Указатель</b> .....	<b>Index-53</b>

■



## Электрические параметры

### 1.1 Определения

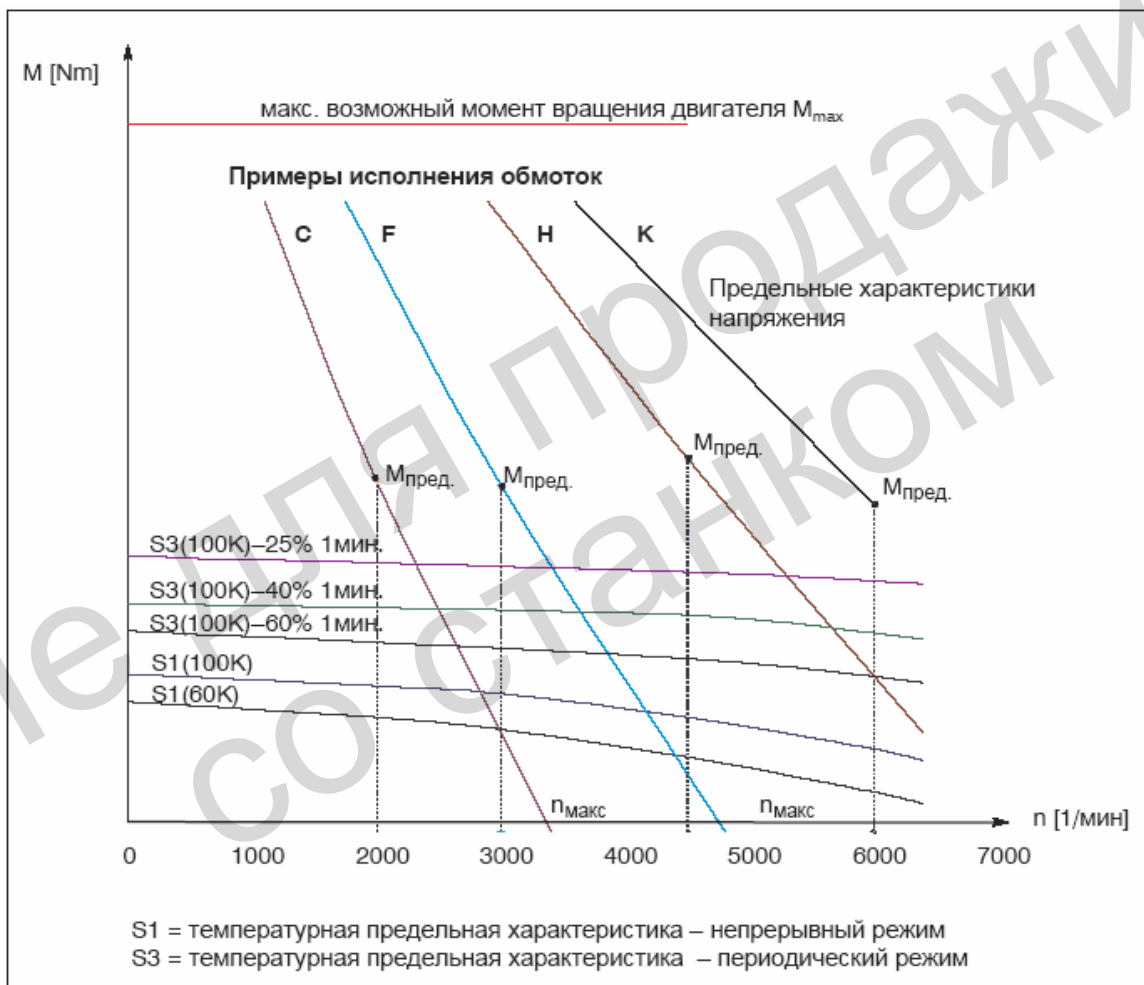


Рис. 1-1 Диаграмма числа оборотов/момента вращения, Примеры различного исполнения обмоток

## 1.1 Определения

## Значения 100 К, 60 К

100 К или 60 К это средний перегрев обмотки.  
 105 К соответствует нагрузке по классу нагревостойкости F.  
 60 К по нагрузке входит в класс нагревостойкости B.

Нагрузка 60 К должна использоваться, если

- температура корпуса по соображениям безопасности ниже  $90^{\circ}\text{C}$ ,
- или нагрев вала отрицательно сказывается на пристроенном станке.

Для всех данных действует допустимая внешняя температура или температура охлаждающего вещества в  $40^{\circ}\text{C}$ .

## Характеристика момента вращения

Внутри типового размера возможно несколько исполнений контура якоря. Высокая перегрузочная способность имеется на всем диапазоне установки числа оборотов.

Следующие ограничения всегда действуют для всех комбинаций серводвигатель-преобразователь.

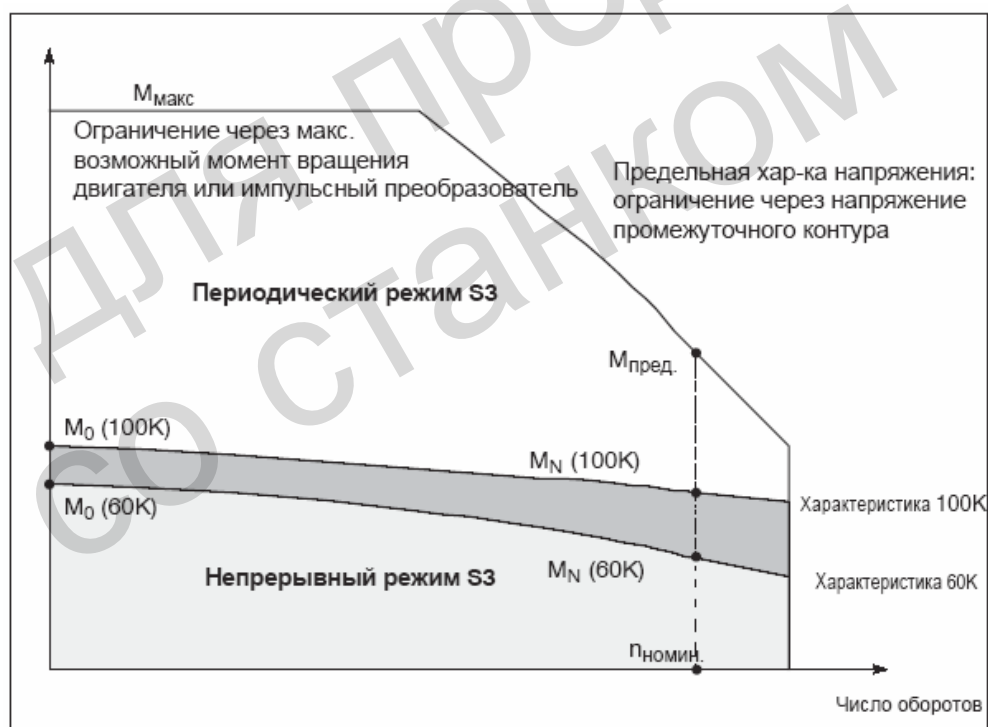


Рис. 1-2 Характеристика момента вращения трехфазных серводвигателей

### Температурная предельная характеристика

На диаграммах соответствует характеристике S1 (100 K). Запрещено превышение среднего геометрического значения и в периодическом режиме.

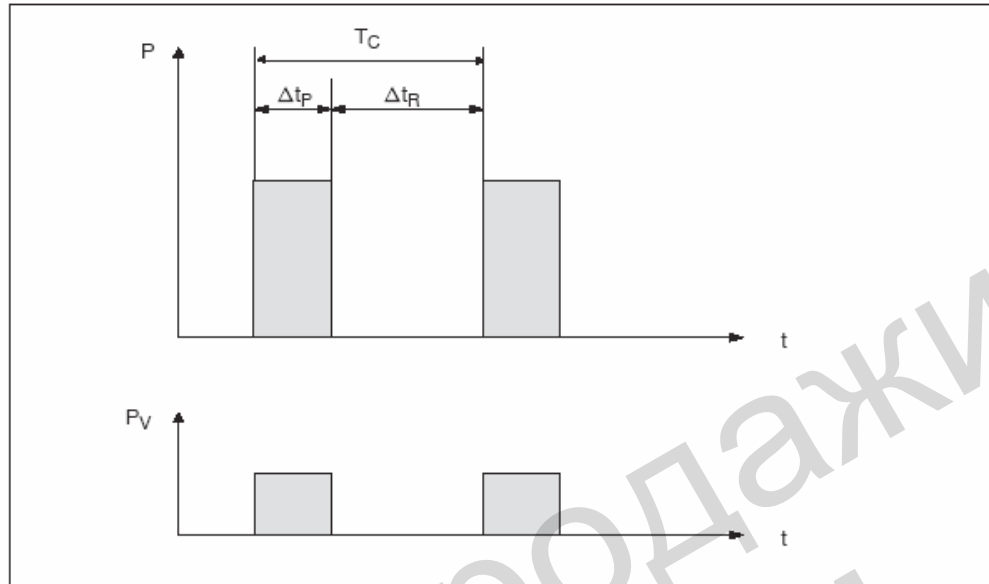


Рис. 1-3 Периодический режим работы – режим работы S3

$P$  = нагрузка

$P_V$  = электрические потери

$t$  = время

$T_C$  = продолжительность цикла (1 мин)

$\Delta t_P$  = время работы с постоянной нагрузкой

$\Delta t_R$  = время покоя с обесточенными обмотками

Относительная продолжительность включения =  $\Delta t_P/T_C = 15\%, 25\%, 40\%, 60\%$

### Предельные характеристики напряжения

С увеличением числа оборотов в равной мере увеличивается и встречная ЭДС двигателя. Для подвода тока имеется только разница между напряжением промежуточного контура и растущей встречной ЭДС двигателя. Это ограничивает размер подводимого тока при высоком числе оборотов.



#### Предупреждение

Непрерывный режим на предельной характеристике напряжения в диапазоне выше характеристики S1 является недопустимым для двигателя по температуре.

## 1.1 Определения

Предельная характеристика напряжения двигателя с номинальным числом оборотов 6000 1/мин значительно превышает характеристику того же типа двигателя с 2000 1/мин. Но этому двигателю для того же момента вращения требуется значительно более высокий ток. Поэтому имеет смысл выбирать такое номинальное число оборотов, которое не намного превышает требуемое для использования макс. число оборотов. Таким образом, можно минимизировать размер модуля преобразователя (расход тока).

Таблица 1-1 Буквенный идентификатор исполнения обмотки

Номинальное число оборотов $n_N$ [1/мин]	Исполнение обмотки (10-ая позиция MLFB)
1200	A
1500	B
2000	C
3000	F
4000	G
4500	H
6000	K

Номинальное число оборотов  $n_N$ 

Через номинальное число оборотов на диаграмме момента вращения/числа оборотов определяется характерный для двигателя диапазон числа оборотов.

При работе двигателя могут выходить за номинальный диапазон числа оборотов. Обеспеченный техническими параметрами диапазон числа оборотов лежит между 0 и  $1,1 \cdot n_N$ .

## Смещение предельной характеристик напряжения

Для определения пределов двигателя при напряжении промежуточного контура, отличного от 600 В, зафиксированная предельная характеристика напряжения должна быть смещена для соответствующего контура якоря. Меньшее напряжение промежуточного контура получается, к примеру, при работе на нерегулируемом сетевом питании. Более высокое напряжение промежуточного контура может получиться, к примеру, при подключении преобразователя к сети 480 В.

Степень смещения получается следующим образом:

На оси x (число оборотов) при напряжении промежуточного контура в  $U_{ZK(neu)}$  получается смещение на коэффициент:  $U_{ZK(neu)}/600 \text{ В}$

**Пример:**

Если точка (P1) данной предельной характеристики напряжения лежит у 3000 1/мин, то новая предельная характеристика напряжения для 490 В проходит у (P2):

$$\frac{490 \text{ В}}{600 \text{ В}} = 0,82 \quad 3000 \text{ 1/мин} \cdot 0,82 = 2460 \text{ 1/мин}$$



Новая предельная характеристика напряжения при  $n = 2460$  1/мин должна проходить параллельно существующей.



Рис. 1-4 Смещение предельных характеристик напряжения

Новый предельный момент вращения с новой предельной характеристикой может быть вычислен по следующей формуле:

$$1FT5: \quad M_{\text{пред. (нов.)}} = \frac{U_{ZK(\text{нов.})} - k_E \cdot n_N / 1000}{600 \text{ В} - k_E \cdot n_N / 1000} \cdot M_{\text{пред.}}$$

$$1FT6/1FK: \quad M_{\text{пред. (нов.)}} = \frac{U_{ZK(\text{нов.})} - \sqrt{2} \cdot k_E \cdot n_N / 1000}{600 \text{ В} - \sqrt{2} \cdot k_E \cdot n_N / 1000} \cdot M_{\text{пред.}}$$

$M_{\text{пред.}}$  = предельный момент вращения из таблицы параметров (P3)

$M_{\text{пред. (нов.)}}$  = новый предельный момент вращения при  $n_N$  (P4)

$n_N$  = номинальное число оборотов из таблицы параметров

Контроль: P4 должна лежать на новой нарисованной предельной характеристике.

### Момент вращения состояния покоя $M_0$

Температурный предельный момент вращения в состоянии покоя двигателя в соответствии с нагрузкой по 100 К или 60 К. При  $n = 0$  возможна отдача в течение неограниченного времени.  $M_0$  всегда больше номинального момента вращения  $M_N$ .

### Ток состояния покоя $I_0$

Фазовый ток двигателя для создания соответствующего момента вращения состояния покоя.

Двигатели 1FT6 и 1FK питаются синусоидальными эффективными токами, двигатели 1FT5 — токами в виде меандра. У двигателей 1FT5 ток  $I_0$  соответствует пиковому значению.

### Номинальный момент вращения $M_N$

Температурно-допустимый длительный момент вращения при номинальном числе оборотов двигателя.

## 1.1 Определения

### Номинальный ток $I_N$

Эффективный фазовый ток двигателя для создания соответствующего номинального момента вращения.

### Предельный момент вращения $M_{пред.}^{1)}$

Макс. момент вращения, доступный при номинальном числе оборотов для ускорения.

### Предельный ток $I_{пред.}^{1)}$

Эффективный фазовый ток двигателя для создания предельного момента вращения.

### Оптимальное число оборотов $n_{опт.}$

Число оборотов, при котором отдаваемая мощность двигателя является оптимальной.

### Оптимальная мощность $P_{опт.}$

Мощность, при которой достигается оптимальное число оборотов.

### Максимальный ток $I_{макс.}$ (эфф.)<sup>1)</sup>

Эта граница тока определена магнитным контуром. Кратковременное превышение может привести к необратимому размагничиванию магнитного материала.

### Максимальное число оборотов $n_{макс.}$

Макс. допустимым механическим рабочим числом оборотов является  $n_{макс.}$ . Оно получается через центробежные силы и силы трения в подшипнике.

### Максимальный момент вращения $M_{макс.}^{1)}$

Момент вращения, создаваемый при макс. допустимом токе.

**Для высокодинамичных процессов кратковременно доступен макс. момент вращения.**

Макс. момент вращения ограничивается через параметры управления. Увеличение тока приводит к размагничиванию ротора.

1) относительно 20 °C

### Типичная характеристика M/I

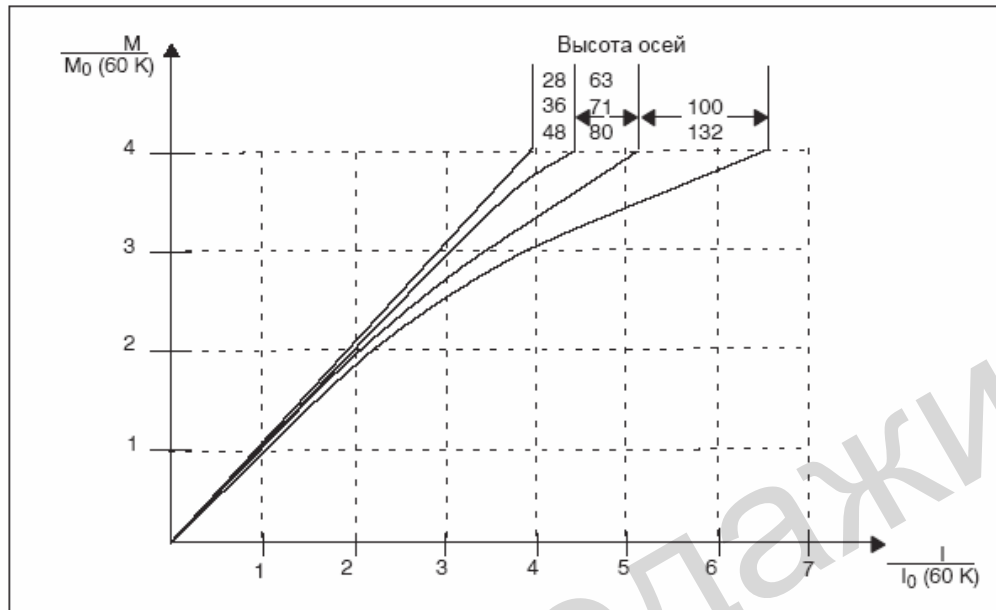


Рис. 1-5 Характерный ход характеристики момента вращения/тока при различной высоте осей для двигателей с самоохлаждением

Индивидуальные характеристики отдельных серий двигателей 1FT5/6 и 1FK собраны в "типичные диапазоны высоты осей". Соответствующая левая характеристика может рассматриваться как "best case", а правая - как "worst case".

#### Постоянная момента вращения $k_T$

Коэффициент из момента вращения состояния покоя и тока состояния покоя.

Вычисление:  $k_T = M_0/I_0$ . Постоянная действует приблизительно до  $2 * M_0$ .

#### Указание

**Эта постоянная не действует для проектирования необходимых номинальных токов и токов ускорения (потери двигателя!). Также в вычисление должны быть включены статическая нагрузка и моменты вращения трения.**

#### Постоянная напряжения $k_E$

Значение индуцированного напряжения двигателя при числе оборотов в 1000 1/мин.

Для 1FK/1FT6 указывается связанное эффективное напряжение на клеммах двигателя. Для 1FT5 указывается пиковое значение связанного эффективного напряжения на клеммах двигателя.

## 1.1 Определения

**Сопротивление обмотки  $R_{str}$** 

Указывается фазное сопротивление одной фазы при комнатной температуре в 20°C. Обмотка исполнена по схеме звезды.

**Индуктивность  $L_D$** 

Указывается индуктивность вращающегося поля.

**Электрическая постоянная времени  $T_{эл.}$** 

Коэффициент полученный из индуктивности вращающегося поля, и сопротивления обмотки.  $T_{эл.} = L_D/R_{str}$

**Механическая постоянная времени  $T_{мех.}$** 

Механическая постоянная времени задается через касательную к теоретической функции разгона в начале отсчета.

$$1FT5: \quad T_{мех.} = 2 * R_{str} * J_{mot}/k_T^2 \text{ [сек]}$$

$$1FT6/1FK\Box: \quad T_{мех.} = 3 * R_{str} * J_{mot}/k_T^2 \text{ [сек]}$$

$J_{mot}$  = момент инерции серводвигателя [кгм<sup>2</sup>]

$R_{str}$  = сопротивление одной фазы обмотки статора [Ом]

$k_T$  = постоянная момента вращения [Nm/A]

**Крутильная жесткость вала  $C_T$** 

Указывается крутильная жесткость вала от центра ротора до центра конца вала.

**Температурная постоянная времени  $T_{th}$** 

Описывает рост температуры корпуса двигателя при скачкообразном увеличении нагрузки двигателя до допустимого момента вращения S1. После  $T_{th}$  двигатель достиг 63 % своей конечной температуры.

**Тормозное сопротивление  $R_{опт.}$** 

$R_{опт.}$  соответствует внешнему последовательно подключенному к обмотке двигателя оптимальному значению сопротивления на фазу при реостатном торможении якоря.

**Момент торможения  $M_b_{опт.}$** 

$M_b_{опт.}$  соответствует среднему оптимальному моменту торможения, достигаемому через предвключенное тормозное сопротивление  $R_{опт.}$

**Параметры допусков**

(параметры приведенные ниже подвержены определенной точности измерения)



Таблица 1-2 Параметры допусков списочных данных двигателей

Списочные данные двигателей		Тип. значение	Теорет. значение
Ток состояния покоя	$I_0$	$\pm 3 \%$	$\pm 7,5 \%$
Электр. постоянная времени	$T_{эл.}$	$\pm 5 \%$	$\pm 10 \%$
Постоянная момента вращения	$k_T$	$\pm 3 \%$	$\pm 7,5 \%$
Постоянная напряжения	$k_E$	$\pm 3 \%$	$\pm 7,5 \%$
Сопротивления обмотки	$R_{Str}$	$\pm 5 \%$	$\pm 10 \%$
Момент инерции масс	$J_{Mot}$	$\pm 2 \%$	$\pm 10 \%$



Не для продажи  
со станком

1.2 Данные шильдика

1.2 Данные шильдика

<b>SIEMENS</b>		
<b>3~ Motor 1FK6060-6AF71-1AB0</b>		
No.YF N8 175063 01 001		
Mo 6,0 Nm	Io 4,3 A	n <sub>max</sub> 6600 /min
Mn 4,0 Nm	In 3,1 A	n <sub>N</sub> 3000 /min
Th.Cl. F	U <sub>iN</sub> 276 V	IP 64
Encoder I-2048	BRAKE 24VDC 17,2 W 3012504	
RN 000 B01		
		 EN 60034
Made in Germany		

<b>SIEMENS</b>		
<b>3~ Motor 1FK7063-5AF71-1EH0</b>		
No.YF P778 0936 01 001		
Mo 11 Nm	Io 8,0 A	n <sub>max</sub> 7200 /min
Mn 7,3 Nm	In 5,6 A	n <sub>N</sub> 3000 /min
Th.Cl. F	U <sub>iN</sub> 263 V	IP 64
Encoder A-2048	BRAKE 24VDC 17,2 W 3012504	
RN 000 F01		
		 EN 60034
Made in Germany		

— страна изготовления, руководства (CE, UL, CSA)

— данные по сервису

— датчик, стояночный тормоз

— класс изоляционного материала; индуцированное связанное эффективное напряжение двигателя при номинальном числе оборотов; класс защиты

— номинальный момент (100 K) / номинальный ток (100 K) / номинальное число оборотов

— момент вращения состояния покоя (100 K) / ток состояния покоя (100 K) / макс. доп. число оборотов (мех.)

— фабричный номер / опции (редуктор)

— заказной номер двигателя (MLFB)

Рис. 1-6 Пример: шильдики двигателя для 1FK6 и 1FK7



## Механические параметры

### 2.1 Определения

#### Конструкция (по IEC 34-7)

Двигатели 1FT /1FK стандартно поставляются в конструкции IM B5. Они без отдельного заказа могут использоваться и в конструкциях IM V1 или IM V3.

У конструкций IM B14, IM V18 и IM V19 в сверлильных отверстиях имеются резьбовые вставки. Эти конструкции доступны только в определенной части спектра продуктов серии 1FT6 (см. каталог).

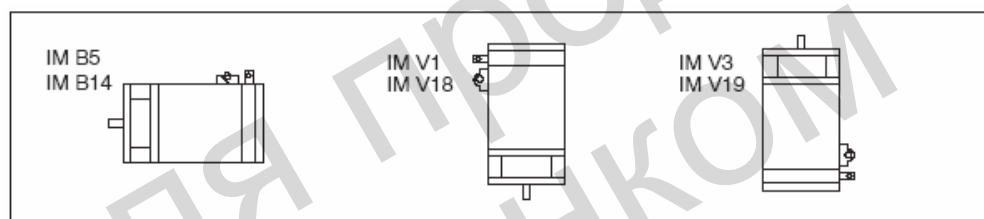


Рис. 2-1 Конструкции

#### Указание

При проектировании конструкций IM V3 и IM V19 необходимо учитывать допустимые осевые усилия (сила веса ведомых элементов), и особенно необходимый класс защиты. Застаивание жидкости на фланце для IP64 запрещено.

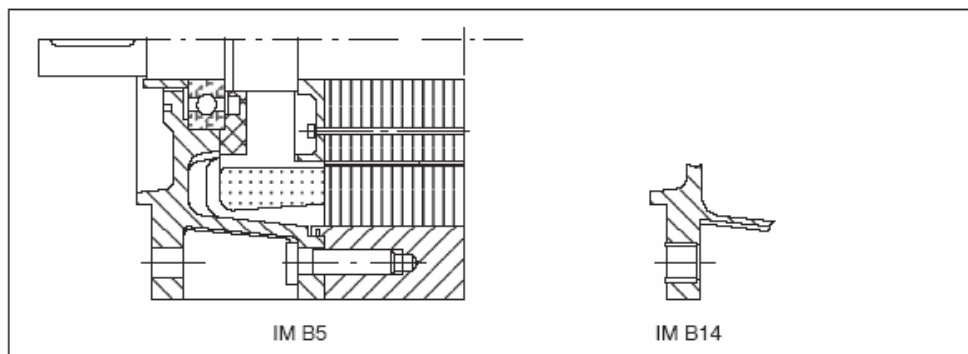


Рис. 2-2 Конструкция IM B5/IM B14 (с резьбовой вставкой)

## 2.1 Определения

**Класс защиты (по EN 60034-5)**

Двигатели могут быть выполнены в различных классах защиты.  
 Для двигателей с принудительной вентиляцией принудительный вентилятор поставляется только с классом защиты IP 54.  
 Все уплотнения выполнены из фторкаучука (FPM).

**Указания по проектированию для выбора класса защиты двигателя**

Защиты только от воды часто бывает недостаточно, так как часто используются маслосодержащие, проникающие и/или агрессивные СОЖ.

Следующая таблица представляет собой помощь при выборе необходимого класса защиты. Наряду с теоретическими правилами DIN были учтены практические опытные значения. В случае сомнения всегда выбирается следующий более высокий класс защиты.

Таблица 2-1 Выбор класса защиты двигателя

Воздействие	Жидкости		
	Общие условия мастерской	Вода; общие СОЖ (95 % H <sub>2</sub> O; 5 % масла); масло	Проникающее масло; керосин; агрессивные СОЖ
Сухое	IP 64	-	-
Насыщенное жидкостью окружение	-	IP 64 <sup>1)</sup>	IP 67
Брызговой туман	-	IP 65	IP 67
Разбрызгивание	-	IP 65	IP 68
Струя	-	IP 67	IP 68
Поток; кратковременное погружение; постоянное затопление	-	IP 67	IP 68

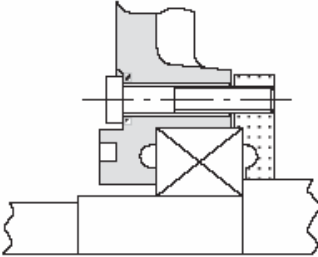
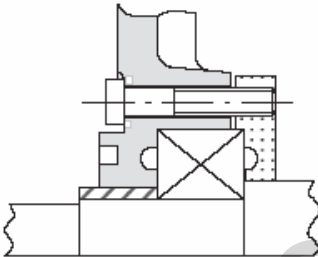
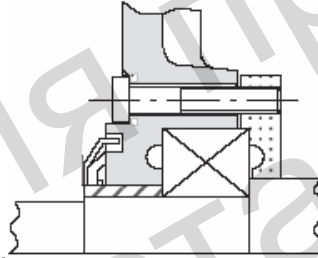

IP      1-ая цифра (0-6):      степень защиты от прикосновения и проникновения инородных тел  
           2-ая цифра (0-8):      степень защиты от проникновения воды

1) В версии со стояночным тормозом и маслом в качестве СОЖ: IP 67



## 2.1 Определения

Таблица 2-2 Обзор уплотнений вала двигателя

Класс защиты EN 60034-5	Уплотнение вала через	Сфера применения
IP 64 (у 1FK )	уплотнение зазора 	Допускается только продолжительное воздействие небольшого количества влаги в области вала и фланца.
IP 64 (у 1FT )	уплотнение зазора 	Допускается только продолжительное воздействие небольшого количества влаги в области вала и фланца.
IP 65 (только у 1FT6)	гамма-кольцо 	Уплотнение выхода вала от разбрызгиваемой воды или СОЖ. Скольжение всухую гамма-кольца допускается. Срок службы 20 000 часов (ориентировочное значение)
IP 65 <sup>1)</sup> (у 1FK ) IP 67 (у 1FT )	радиальное уплотнительное кольцо вала DIN 3760 	Для пристройки редуктора (для не герметизированных редукторов) для уплотнения от масла. Для обеспечения функциональной безопасности требуется достаточная смазка и охлаждение уплотнительного язычка редукторным маслом. Срок службы 5000 часов - 10000 часов (ориентировочное значение)  Скольжение всухую уплотнительного кольца вала допускается. Срок службы сокращается.
IP 68 (не у 1FK )	См. IP 67; дополнительно на механических интерфейсах на корпусе используется смоченное уплотнительное вещество.	См. IP 67

1) у 1FK AS фланец IP 67

## 2.1 Определения

### Охлаждение

Диапазон рабочих температур:  $-15^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ .

Все списочные параметры относятся к внешней температуре в  $40^{\circ}\text{C}$  и конструкции без термической изоляции. При внешней температуре выше  $40^{\circ}\text{C}$  необходимо осуществлять проектирование со следующим уменьшением моментов (по EN 60034-6):

до  $45^{\circ}\text{C}$ : 96%

до  $50^{\circ}\text{C}$ : 92%

до  $55^{\circ}\text{C}$ : 87%

до  $60^{\circ}\text{C}$ : 82%

#### Самоохлаждение (9-ая позиция заказного номера: A)

Возникающие потери тепла отводятся через излучение и естественную конвекцию, поэтому через подходящую установку двигателя необходимо обеспечить достаточный теплоотвод.

На серводвигателях могут возникать высокие температуры поверхностей ( $> 100^{\circ}\text{C}$ ). При необходимости предусмотреть защиту от прикосновения.

#### Принудительная вентиляция (9-ая позиция заказного номера: S) возможна для некоторых типов (см. каталог)

- у 1FT5 для АН 71, 100 и 132,
- у 1FT6 для АН 80, 100 и 132
- для 1FK принудительная вентиляция не предусмотрена.

У двигателей с принудительной вентиляцией повторное всасывание нагретого воздуха запрещено.

#### Жидкостное охлаждение (9-ая позиция заказного номера: W) возможна для некоторых типов (см. каталог).

- у 1FT6 для АН 63, 80 и 100.

### Подшипниковый узел

Подшипники имеют уплотнения с обеих сторон и непрерывную смазку. Подшипники рассчитаны на минимальную внешнюю рабочую температуру в  $-15^{\circ}\text{C}$ .

#### Указание

Рекомендуется заменять подшипники приблизительно через 20 000 часов эксплуатации, но самое позднее через 5 лет.

### Конец вала

Цилиндрические концы вала по DIN 748 могут заказываться по выбору с или без паза призматической шпонки. Для быстрых процессов ускорения и реверсивного режима предпочтительными являются соединения вал-ступица с силовым замыканием.

### Механическое свободное вращение

Механическое свободное вращение оси на стороне В двигателя невозможно. Осуществлять свободное вращение вручную на механически-доступном месте (к примеру, шариковинтовая пара).

### Допуск радиального биения, соосность и равномерность вращения

Двигатели проверены по DIN 42955, IEC 60072.

### Шумы (по DIN 45635)

Шумы относятся к эксплуатации на SIMODRIVE 611 и MASTERDRIVES MC для двигателей с самоохлаждением, принудительной вентиляцией и жидкостным охлаждением.

Таблица 2-3 Шумы

Высота оси	Уровень шума измеряемых поверхностей на холостом ходу dB (A) 0 до 6000 1/мин
28, 36	55
48	55
63	65
71	70
80	70
100	70
132	70

### Вибрация (по EN 60034-14, IEC 60034-14)

Указанные значения относятся только к двигателю. Обусловленная установкой вибрационная характеристика системы может вызывать увеличение этих значений на двигателе. Число оборотов в 1800 1/мин и 3600 1/мин и соответствующие предельные значения определены по EN 60034-14. Число оборотов в 4500 1/мин и 6000 1/мин и указанные значения были определены изготовителями двигателей.

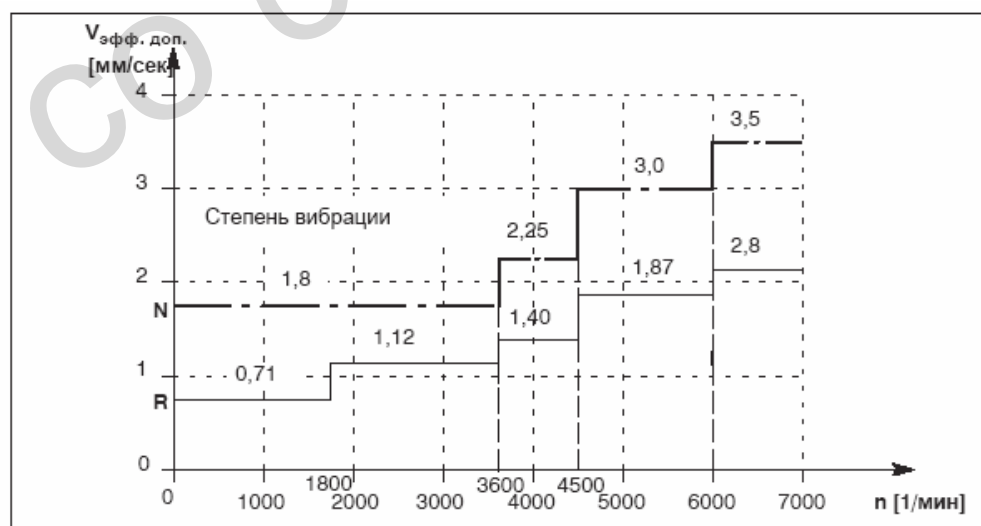


Рис. 2-3 Характеристики предельных значений степеней вибрации для высоты осей 28 до 132

## 2.1 Определения

**Привнесенные колебания (вибрационная нагрузка)**

Привнесенные колебания в смонтированном состоянии двигателей АН 28 до АН 100 не должны превышать ускорений по DIN EN 60721-3-3, классификация 3М8.

**Балансировка (по DIN ISO 8821)**

Для двигателей с призматической шпонкой:  
 Двигатели 1FT5: балансировка в полную шпонку  
 Двигатели 1FT6/1FK : балансировка в половину шпонки

**Поперечная/осевая нагрузка**

Описание см. документацию двигателей.

**Окраска**

Таблица 2-4 Окраска для 1FT и 1FK

1FT	1FK
Антрацит (подобно RAL 7016) Двухкомпонентный эпоксидный лак;	Без окраски Опция: с окраской (антрацит)
При использовании в субтропиках специальная окраска не требуется.	При использовании в субтропиках и при морской транспортировке заказывать двигатели с окраской, чтобы избежать образования коррозии на статоре.

## Выбор двигателя

Выбор синхронных серводвигателей в общем и целом осуществляется по следующим критериям:

- Соблюдение динамических границ, т.е. все точки момента вращения/числа оборотов цикла нагрузки должны лежать ниже предельной кривой (см. главу 1, Рис. 1-2).
- Макс. число оборотов двигателя показывается на диаграмме момента вращения/числа оборотов.
- Соблюдение температурных границ, т.е. эффективный момент двигателя при получаемом из цикла нагрузки среднем числе оборотов двигателя должен лежать ниже кривой S1.
- Учитывать, что макс. допустимый момент двигателя при высоком числе оборотов уменьшается через предельную кривую напряжения.

### Шаг 1

#### Вычисление макс. момента двигателя $M_{Mot\ max}$

Для контроля динамических границ необходимо вычислить макс. моменты двигателя.

В общем и целом, макс. момент двигателя получается на фазе ускорения. К заданным нагрузкой макс. моментам при процессах ускорения прибавляется и необходимый для ускорения момента инерции ротора момент  $M_{b\ Mot}$ .

Для макс. момента двигателя получается:

$$M_{Mot\ max} = M_{b\ Mot} + M_{Last\ max}^*$$

$$\text{где } M_{b\ Mot} = J_{Mot} * \alpha_{b\ Mot}$$

Действует:

$$M_{b\ Mot} = \text{момент ускорения ротора двигателя (ротор)}$$

$$M_{Last\ max}^* = \text{пересчитанный на число оборотов двигателя макс. момент нагрузки на фазе ускорения, включая долю редуктора, трения и усилий обработки.}$$

$$\alpha_{b\ Mot} = \text{угловое ускорение двигателя}$$

Через вычисление и сравнение характеристик выбрать подходящий двигатель, у которого макс. момент двигателя достигается в необходимом диапазоне числа оборотов. С помощью вспомогательных программ "SIDIM" и "PFAD" осуществление этих вычислений упрощается.

Доля момента ускорения для ротора двигателя на максимальном моменте двигателя зависит наряду с моментом инерции двигателя и угловым ускорением также и от момента инерции нагрузки, от передаточного отношения редуктора и от статического момента нагрузки.

Вторым пунктом проверяется соблюдение температурных границ двигателя.

## Шаг 2

### Вычисление эффективного момента двигателя

Для вычисления эффективного момента необходимо определить момент двигателя на всех диапазонах кривой движения, с учетом среднего числа оборотов двигателя. Для эффективного момента и среднего числа оборотов двигателя действует <sup>1)</sup>:

$$M_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{\sum M_{\text{Mot } i}^2 * \Delta t_i}{T}}$$

$$n_{\text{mittel}} = \frac{\sum \frac{|n_{\text{Mot } A} + n_{\text{Mot } E}|}{2} * \Delta t_i}{T}$$

$M_{\text{Mot } i}$  = момент двигателя на промежутке времени  $\Delta t_i$

$T$  = время цикла, время такта

$\frac{|n_{\text{Mot } A} + n_{\text{Mot } E}|}{2}$  = среднее число оборотов двигателя на промежутке времени  $\Delta t_i$  (A: начальное значение, E: конечное значение) <sup>1)</sup>

Выбранный синхронный серводвигатель может использоваться, если

- соблюдаются динамические границы
- эффективный момент при среднем числе оборотов двигателя лежит ниже кривой S1

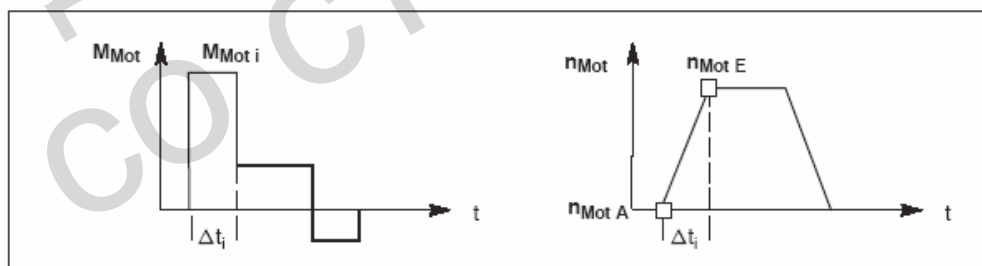


Рис. 3-1 Пример для момента двигателя и числа оборотов двигателя за промежутков времени  $\Delta t_i$

1) При прохождении нулевого числа оборотов необходимо предусмотреть опорную точку. Для числа оборотов  $> 2/3 n_N$  необходимо определить эффективное число оборотов (квадратное среднее значение).

## Опции и расширения

### 4.1 Влияния типа монтажа и пристроенных компонентов

Через соединение двигателя с монтажной поверхностью часть теряемой мощности двигателя отводится через фланец.

#### Конструкция без температурной изоляции

Для подтвержденных параметров двигателя действуют следующие монтажные условия:

Таблица 4-1 Монтажные условия для конструкции без температурной изоляции

Высота оси	Стальная пластина ширина x высота x толщина	Монтажная поверхность [м <sup>2</sup> ]
28 до 48	120 x 100 x 40	0,012
63 до 132	450 x 370 x 30	0,17

С увеличением монтажной поверхности улучшаются условия теплоотвода.

#### Конструкция с температурной изоляцией без дополнительных пристроенных частей

Момент вращения двигателя должен быть уменьшен на 5 % до 10 %.  
Рекомендуется осуществлять проектировании со значениями  $M_0$  (60 К)

## 4.1 Влияния типа монтажа и пристроенных компонентов

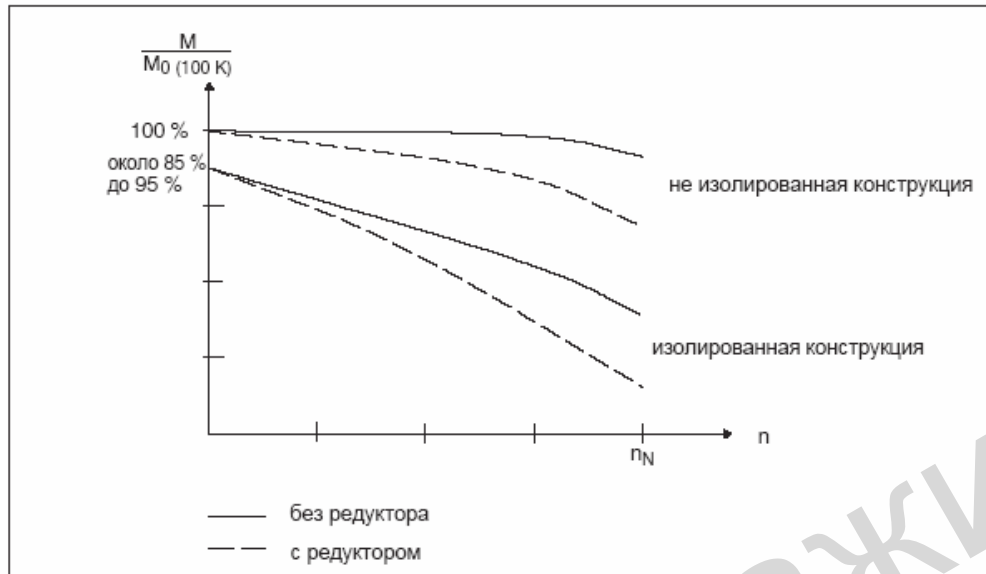


Рис. 4-1 Характеристики S1

**Конструкция с температурной изоляцией с дополнительными пристроенными частями**

- стояночный тормоз (интегрирован в двигатель)  
Дополнительного уменьшения моментов не требуется
- редуктор  
Требуется уменьшение моментов (см. рис. 4-1)

В следующей главе даются указания по выбору необходимого размера двигателя.



## 4.2 Редуктор

### Проектирование редуктора

Следующие опции рекомендуются на двигателе:

- увеличенный допуск радиального биения (R) и точность фланца
- IP 67 (если редукторное масло попадает на фланец двигателя)

Технические параметры см. каталоги изготовителей редукторов.

### Критерии выбора

#### 1. Выбор размера редуктора

Учитывать следующие величины воздействия:

момент ускорения, длительный момент вращения, количество циклов, тип цикла, доп. входное число оборотов, позиция монтажа, зазор скручивания, жесткость при кручении, радиальные и осевые усилия.

Подчинение двигателя и редуктора осуществляется по:

$$M_{\max, \text{getr}} \geq M_{0(100 \text{ К})} * i * f$$

$M_{\max, \text{getr}}$  макс. доп. момент вращения ведомого звена  
 $M_{0(100 \text{ К})}$  момент вращения состояния покоя двигателя  
 $i$  передаточное отношение  
 $f$  коэффициент запаса

Режим S1:  $f = 2$  коэффициент из-за нагрева редуктора

Режим S3:  $f = f1 * f2$

$f1 = 2$  для момента ускорения двигателя

$f2 = 1$  при  $\leq 1000$  циклов переключения редуктора

$f2 > 1$  при  $> 1000$  циклов переключения (см. каталог редукторов)

### Указание

Циклами переключения могут быть и наложенные вибрации!

В этом случае коэффициент запаса ( $f2$ ) является недостаточным для выбора параметров и могут возникнуть отказы редуктора.

Вся система в целом должна быть оптимизирована таким образом, чтобы наложенные вибрации были минимизированы.

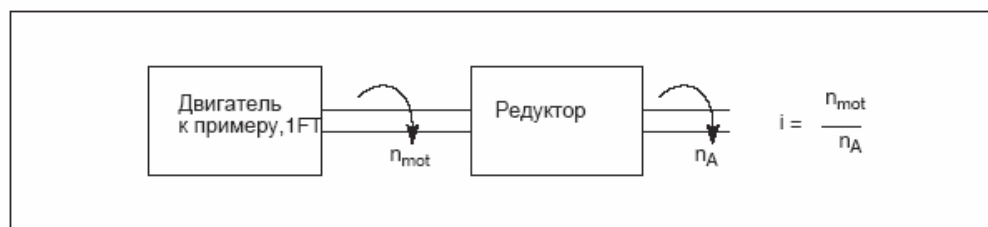


Рис. 4-2 Проектирование редуктора

Редуктор

2. Выбор размера двигателя с учетом параметров редуктора

Через момент вращения нагрузки и необходимую скорость перемещения определяется момент вращения ведомого звена редуктора и тем самым мощность ведомого звена.

Из этого вычисляется необходимая мощность привода:

$$P_{ab} [W] = P_{mot} \cdot \eta_G = (\pi/30) \cdot M_{mot} [Nm] \cdot n_{mot} [1/min] \cdot \eta_G$$

Редуктор препятствует отводу тепла через фланец двигателя и сам создает тепло трения.

В режиме S1 необходимо предпринять уменьшение моментов.

**Выбор параметров для режима S1 при самоохладении**

Необходимый момент двигателя вычисляется следующим образом:

$$M_{mot} = \sqrt{\left(\frac{M_{ab}}{i \cdot \eta_G} + M_V\right)^2 - M_V^2}$$

где  $M_V = a \cdot b \cdot \frac{n_{mot}}{60} \cdot (1 - \eta_G) \cdot \frac{k_T^2}{R_{strw}}$

- $M_V$  вычисленный "теряемый момент"
- $a$   $\pi/2$  для двигателей с питанием блочным током 1FT5  
 $\pi/3$  для двигателей с питанием синусообразным током 1FT6/1FK0
- $b$  0,5 коэффициент эквивалентности для потерь редуктора (безразмерный)
- $n_{mot}$  число оборотов двигателя [1/мин]
- $k_T$  постоянная момента вращения [ $\frac{Nm}{A}$ ]
- $R_{strw}$  горячее сопротивление линии двигателя [ $\Omega$ ] = 1,4  $R_{str}$  (список)
- $M_{ab}$  момент вращения ведомого звена редуктора [Nm]
- $i$  передаточное отношение редуктора ( $i > 1$ )
- $\eta_G$  кпд редуктора
- $P_{mot}$  мощность двигателя [Вт]
- $P_{ab}$  мощность ведомого звена редуктора [Вт]
- $M_{mot}$  момент вращения двигателя [Nm]

Типичные кпд редукторов:

Планетарный	$\eta \approx 0,94$	одноступенчатый
Цилиндрический	$\eta \approx 0,95$	
Циклоидный	$\eta \approx 0,92$	одноступенчатый
Harmonic-Drive	$\eta \approx 0,7$	
Червячный	$\eta \approx 0,45 \dots 0,9$	

**Выбор параметров для режима S3 при самоохладении**

Уменьшения моментов не требуется.

$$M_{mot} = M_{ab} / (i \cdot \eta_G)$$

**Двигатели с пристроенным планетарным редуктором**

Подчиненные отдельным двигателям редукторы, а также поставляемые для этой комбинации двигатель-редуктор передаточные отношения редуктора представлены в таблицах выбора специальных разделов по двигателям. При выборе соблюдать макс. допустимое входное число оборотов редуктора (идентично макс. числу оборотов двигателя).

Представленные в таблицах выбора комбинации двигатель-редуктор в первую очередь предназначены для режима позиционирования (S5). Для использования в непрерывном режиме при высоком числе оборотов необходимо проконсультироваться у изготовителя. Подчинение редуктора двигателю описывается в соответствующей документации двигателя.

Трехфазные серводвигатели 1FT и 1FK могут поставляться с завода (Siemens) в комплекте с прифланцованным планетарным редуктором.

Не для продажи  
со станком

## 4.3 Муфты

## 4.3 Муфты

После исследования различных муфт для серводвигателей в комбинации с преобразователем SIMODRIVE было установлено, что во многих случаях причиной проблем вибрации являются муфты.

Поэтому для обеспечения оптимальных свойств ведомого звена мы рекомендуем пользователю муфты Rotex, поставляемые фирмой KTR

Преимуществами муфт Rotex являются:

- 2-х до 4-х кратная крутильная жесткость ременной передачи
- нет контакта зубьев (по сравнению с ременной передачей)
- небольшой момент инерции
- хорошая регулировочная характеристика

Относительно крепежа соединение путем зажима без призматической шпонки рассматривается как достаточное до указанных передаваемых моментов вращения. Учитывать, что моменты фрикционного замыкания должны быть выбраны достаточными согласно их подчинению соответствующему типовому размеру двигателя. Учитывать возможность передачи момента ускорения.

В качестве альтернативы здесь можно использовать зажимную втулку с пазом или специальную конструкцию с двумя зажимными винтами.

Исследования распространяются на характеристику вибрации. Подчиненные двигателям муфты допускают высокие усиления в контуре управления числом оборотов, ведя тем самым к возможным высоким значениям  $K_v$  и равномерному движению.

У ROTEX GS имеется три различных пластиковых зубчатых венца с различной твердостью по Шору:

80 Shore A (мягкий)

альтернатива: 92 Shore A

альтернатива: 98 Shore A (жесткий)

Возможное согласование с имеющейся массой станка и жесткостью должно определяться в комбинации с пристроенной механикой. Заказ и информация о технике, сроках поставки и ценах может быть получена на фирме KTR.

Адрес: KTR  
Kupplungstechnik GmbH  
Rodder Damm 170  
D - 48432 Rheine

Postanschrift: Postfach 1763  
D - 48407 Rheine

Tel.: +49 (0) 5971 / 798 - 0

FAX: +49 (0) 5971 / 798 - 698

Internet: www.ktr.com

Подчинение муфт двигателям см. соответствующую документацию по двигателям.

Не для продажи  
со станком

#### 4.4 Реостатное торможение якорем

### 4.4 Реостатное торможение якорем

При превышении значений напряжения промежуточного контура или при отказе электроники электрическое торможение у транзисторных импульсных преобразователей более невозможно. Если "идуший вразнос" привод представляет опасность, то можно затормозить двигатель через короткое замыкание якоря. Реостатное торможение якорем самое позднее должно осуществляться в диапазоне перемещения оси подачи через конечные выключатели.

При вычислении выбега оси подачи необходимо учитывать трение механики и время коммутации контакторов. Во избежание механических повреждений в конце абсолютного диапазона перемещения устанавливаются механические амортизаторы.

У серводвигателей со встроенным стояночным тормозом можно одновременно развозбудить стояночный тормоз, чтобы – с небольшим опозданием – создать дополнительный момент торможения.

---

#### Осторожно

В любом случае, перед включением или выключением защиты через короткое замыкание якоря, сначала необходимо задать и выполнить стирание импульсов на преобразователе. Таким образом, удастся избежать выгорания защитных контактов и разрушения импульсного преобразователя.

---



---

#### Предупреждение

Рабочее торможение всегда должно осуществляться через вход заданного значения. При АВАРИЙНОМ ОТКЛЮЧЕНИИ через клемму 64 на преобразователе необходимо запустить торможение.

---

#### Тормозные сопротивления

Через короткое замыкание якоря с помощью согласованной внешней реостатной схемы можно оптимизировать момент вращения торможения серводвигателя в генераторном режиме.

Предусмотренные для этого внешние сопротивления описаны в соответствующей документации по двигателям.

Адрес для заказа: Fritzlen GmbH & Co.KG  
Gottlieb-Daimler-Str. 61  
71711 Murr  
Deutschland

Tel.: +49 (0) 7144 / 2724 - 25

## 4.4 Реостатное торможение якорем

**Рассеиваемая мощность**

Рассеиваемая мощность сопротивлений может быть рассчитана таким образом, что кратковременно (макс. 500 мсек) допускается возникновение температуры поверхностей в 300° С. Чтобы избежать разрушения сопротивления процесс торможения с номинального числа оборотов может осуществляться макс. каждые 2 минуты. Другие циклы торможения должны быть указаны при заказе. Решающими для определения параметров являются внешний момент инерции и собственный момент инерции двигателя.

Для определения рассеиваемой мощности требуется указать кинетическую энергию в качестве заказных данных.

$$W = \frac{1}{2} * J * \omega^2$$

W	в	[Ws]
J	в	[kgm <sup>2</sup> ]
ω	в	[s <sup>-1</sup> ]

**Время и путь торможения**

Время торможения вычисляется по следующей формуле:

$$\text{Время торможения: } t_B = \frac{J_{ges} * n_N}{9,55 * M_B}$$

$$\text{Момент инерции: } J_{ges} = J_{Mot} + J_{Fremd}$$

$$\text{Тормозной путь: } s = \frac{1}{2} * v_{max} * t_B$$

момент инерции J [kgm<sup>2</sup>]  
 ном. число оборотов n<sub>N</sub> [мин<sup>-1</sup>]  
 средний момент торможения M<sub>B</sub> [Nm]  
 время торможения t<sub>B</sub> [сек]  
 тормозной путь s [м]  
 скорость v<sub>max</sub> [ $\frac{м}{сек}$ ]

**Внимание**

При определении выбега необходимо учитывать, к примеру, трение (в M<sub>B</sub> как дополнение) механических передаточных элементов и время задержки контакторов. Во избежание механических повреждений в конце абсолютного диапазона перемещения осей станка необходимо разместить механические амортизаторы.

4.4 Реостатное торможение якорем

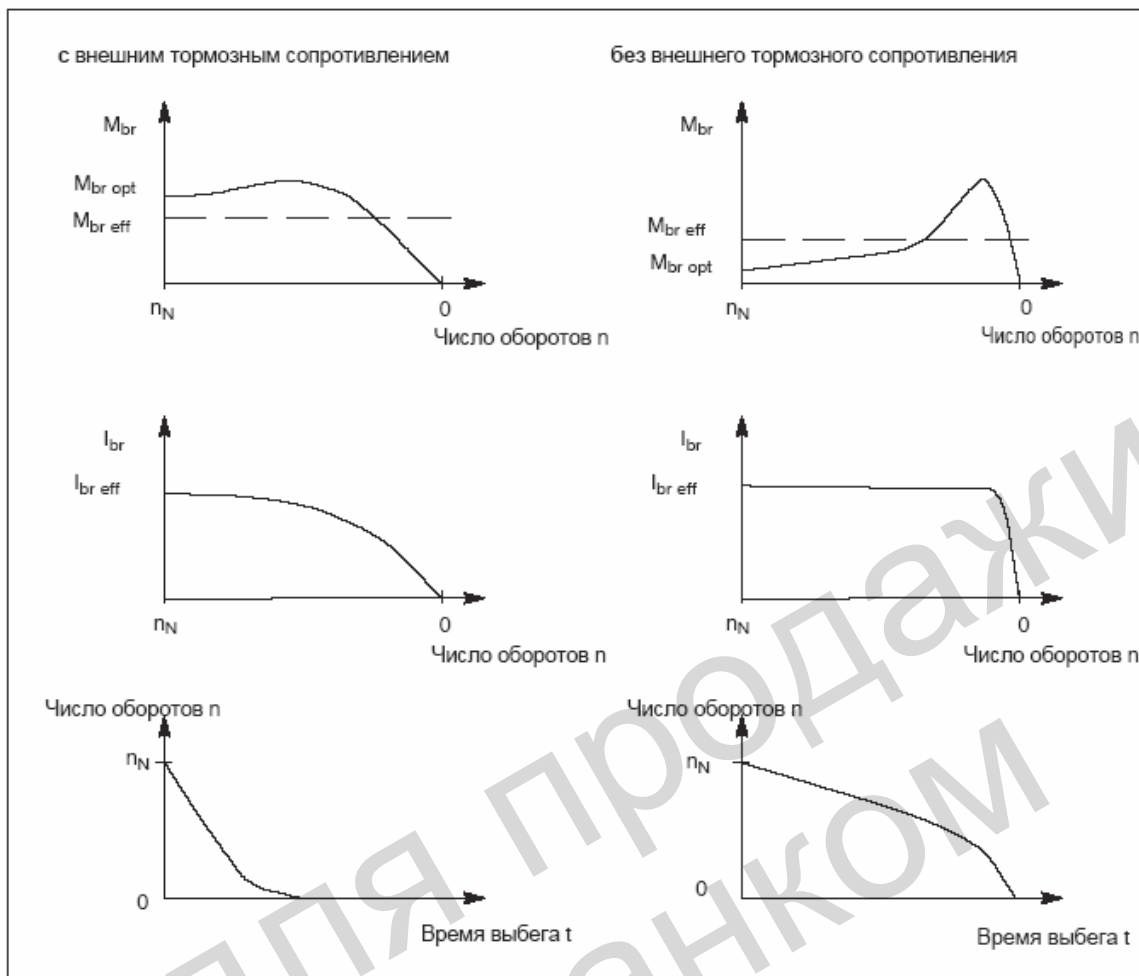


Рис. 4-3 Реостатное торможение якорем

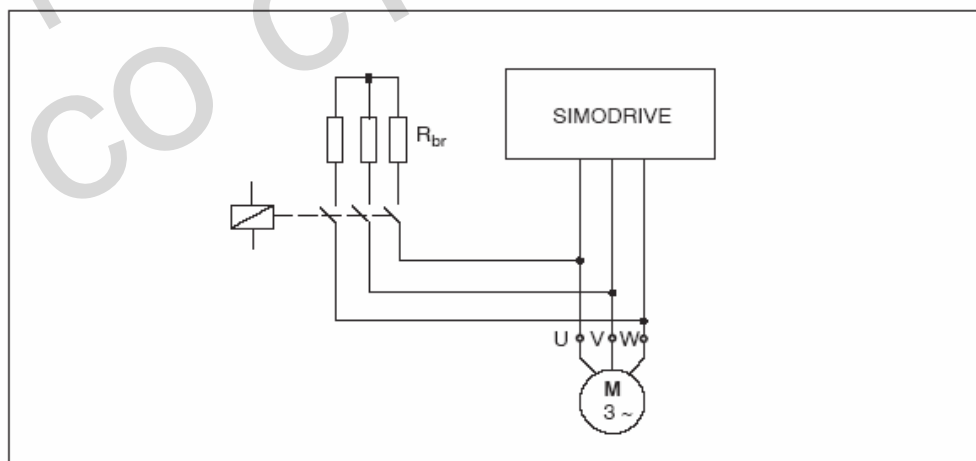


Рис. 4-4 Схема (принципиальная) реостатного торможения якорем



## 4.5 Стояночный тормоз

Встроенный стояночный тормоз используется для фиксации вала двигателя в состоянии покоя двигателя. Стояночный тормоз **не** является рабочим тормозом!

**У двигателей со стояночным тормозом осевые нагрузки вала запрещены! Это относится как к установке, так и к эксплуатации.**

Ограниченный режим аварийной остановки разрешен. Разрешено минимум 2000 процессов торможения с указанной максимальной работой переключения. Момент удержания, максимальная работа переключения и другие технические подробности являются специфическими для тормозов и находятся в соответствующей документации по двигателям.

Напряжение питания стояночных тормозов составляет DC 24 V  $\pm$ 10 %.

### Блок схемной защиты тормоза

Во избежание перенапряжений при отключении и связанных с ними возможных влияний на окружение установки в питающий кабель тормоза должен быть интегрирован блок схемной защиты.

Без блока схемной защиты в диапазоне миллисекунд могут возникать пики напряжения до 1000 В. Катушка торможения, рабочие контакты и электронные детали могут быть разрушены.

Принципиальная схема и альтернатива схеме с варистором представлены на рис. 4-5. С варисторной схемой достигается более короткое время включения тормоза, чем с диодной схемой. Временные понятия для режиме удержания представлены на рис. 4-6.

**Осторожно:** чувствительные электронные детали (к примеру, логические детали) могут быть повреждены и более низким напряжением отключения.

Учитывать границы мощности используемых деталей.

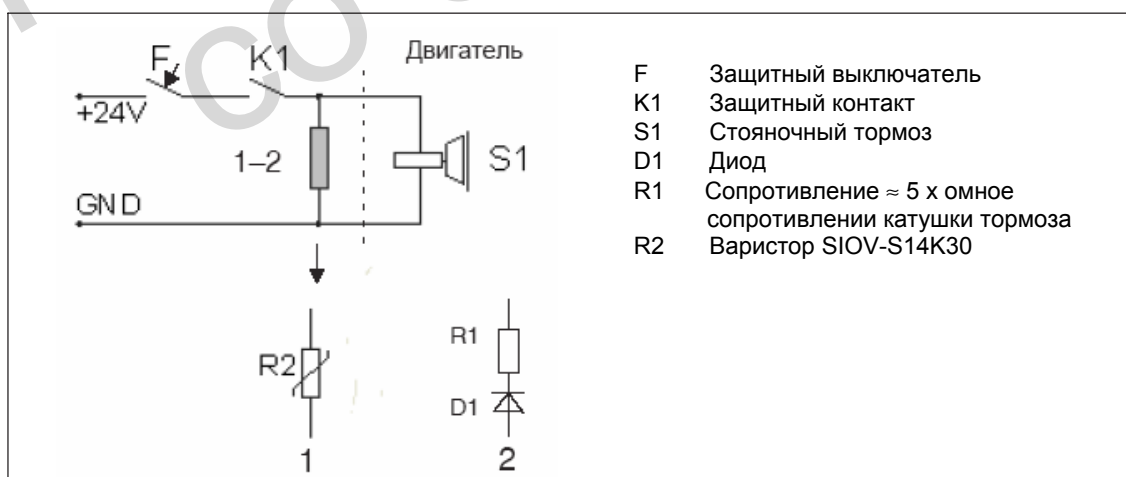


Рис. 4-5 Пример схемы для внешнего питания стояночного тормоза

## 4.5 Стояночный тормоз

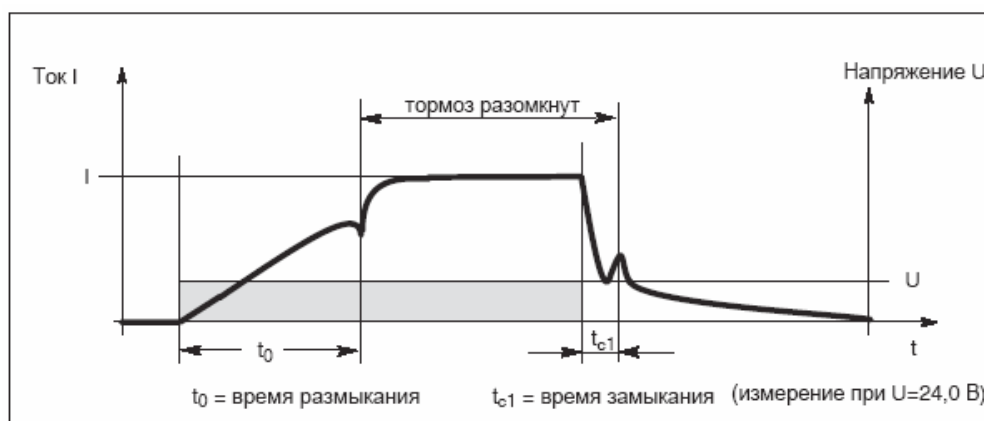


Рис. 4-6 Временные понятия для режима удержания

**Важные указания по прокладке соединительного кабеля**

Кабель питания тормоза проводится вместе с силовым кабелем. Изоляция между силовым соединением и соединением тормоза рассчитана на базовую изоляцию (230 В).

Для защиты внутреннего логического напряжения (PELV=защитное малое напряжение) реле К1 между катушкой и контактом также должно иметь базовую изоляцию. Питание стояночного тормоза не может осуществляться из питания PELV (см. пример схемы, рис. 4-5).

**Определение минимального напряжения**

В любом случае необходимо обеспечить наличие минимального напряжения DC 24 В -10% на штекере со стороны двигателя для безупречного размыкания тормоза. При превышении макс. напряжения DC 24 В +10 % тормоз снова может быть замкнут.

Необходимо учитывать падение напряжения на питающем кабеле тормоза. Приблизительный подсчет падения напряжения для медных кабелей может быть осуществлен следующим образом:

$$dU = 0,042 * (l/q) * I_{\text{тормоз}}$$

$l$  = длина кабеля в м

$q$  = поперечное сечение жил тормоза в  $\text{мм}^2$

$I_{\text{тормоз}}$  = постоянный ток тормоза в А

$dU$  = падение напряжения на кабеле тормоза в В

Пример на основе 1FK6101 с тормозом EBD 3,8В:

$$I_{\text{тормоз}} = 0,9 \text{ А}, l = 50 \text{ м}, q = 1 \text{ мм}^2$$

$$dU = 0,042 * 50/1 * 0,9 = 1,89$$

т.е., напряжение на стороне питания должно составлять минимум  $24 \text{ В} * 0,9 + 1,89 \text{ В} = 23,5 \text{ В}$ .

## Техника соединения

Кабели с разъемами сокращают расходы на монтаж и увеличивают эксплуатационную безопасность.

### 5.1 Силовой кабель



---

#### Осторожно

Серводвигатели не подходят для прямого подключения к сети и должны эксплуатироваться только с соответствующим транзисторным импульсным преобразователем SIMODRIVE 611 или MASTERDRIVES MC.

Соблюдать данные на шильдике, выбирать достаточные параметры соединительных кабелей (таблицы находятся в руководстве) и обеспечить отсутствие натяжений.

Для релевантных для безопасности схем в отдельных случаях необходимо проверить, достаточно ли внутренних устройств управления в преобразователе для гальванического разделения с сетью.

Осуществлять все работы только в обесточенном состоянии установки!

---

#### Поперечные сечения

Таблица 5-1 представляет допустимую нагрузку по току по EN 60204-1 для кабелей с изоляцией PVC и медным проводом при внешней температуре в 40° C и типе проводки C (кабель на стенках и на открытых кабельных поддонах).

## 5.1 Силовой кабель

Таблица 5-1 Нагрузка по току

Ток двигателя [А] (эфф.)	Поперечное сечение для подключения двигателя [мм <sup>2</sup> ]	Примечания
15,2	1,5	Коэффициенты коррекции относительно внешней температуры и типа проводки см. EN 60204-1
21	2,5	
28	4,0	
36	6,0	
50	10,0	
66	16,0	
84	25,0	
104	35,0	
123	50,0	

Эффективный ток:

$$1FT5: I_{\text{eff}} = I_0 \cdot \sqrt{2/3} \quad (\text{в сост. покоя: } I_{\text{eff}} = I_0!)$$

$$1FT6/1FK\Box: I_{\text{eff}} = I_0$$

## Экран

Для силовых подключений всегда рекомендуются экранированные кабели.

**Осторожно**

Экраны должны быть интегрированы в концепцию защитного заземления. Открытые или не использованные жилы/электрические кабели должны быть подключены к защитной земле. Если питающие кабели тормоза не используются к кабелях принадлежностей SIEMENS, то необходимо заземлить жилы тормоза и экраны на массу шкафа (открытые кабели проводят емкостные заряды!)

## Подчинение

Подчинение двигатель – поперечное сечение – силовой штекер описано в соответствующей документации по двигателю.

## 5.2 Сигнальный кабель

Кабели с разъемами обладают многими преимуществами по сравнению с самодельными кабелями. Наряду с безопасностью и высоким качеством они обладают и ценовыми преимуществами.

Во избежание воздействий сигнальные кабели должны прокладываться отдельно от силовых кабелей.

---

### Указание

Соблюдать указанные в обзорах подключений макс. технически-возможные длины кабелей.

---

### Подчинение

Используемые сигнальные кабели описаны в соответствующей документации по двигателю.

Не для продажи  
со станком

## 5.3 Исполнения кабелей

**Осторожно**

Соблюдать расход тока двигателя в каждом конкретном случае! Выбирать достаточные параметры соединительных кабелей в соответствии с IEC 60204-1.

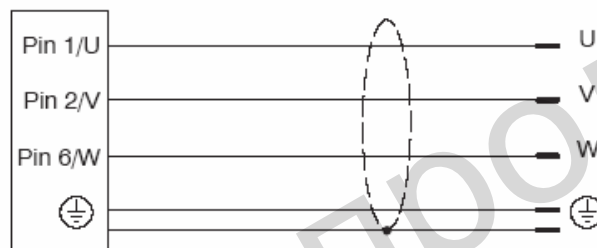
**Силовой кабель с разъемами**

## • без кабелей тормоза

Заказной номер:

6FX□002-5CA□□-□□□0 с общим экраном

6FX□002-5AA□□-□□□0 без общего экрана

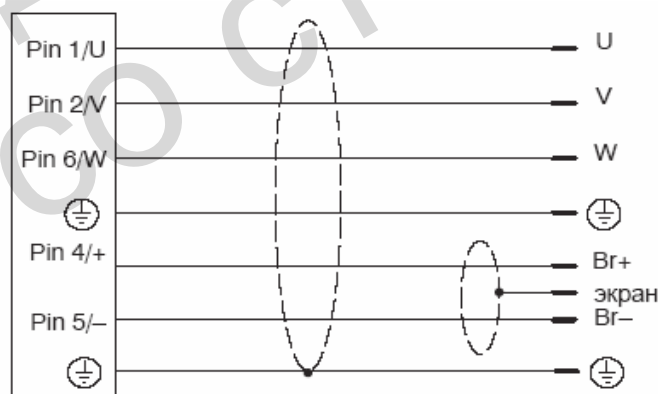
Серводвигатель  
Размер штекера 1; 1,5; 2; 3SIMODRIVE  
гильзы жил по  
DIN 46228

## • с кабелями тормоза

Заказной номер:

6FX□002-5DA□□-□□□0 с общим экраном

6FX□002-5BA□□-□□□0 без общего экрана

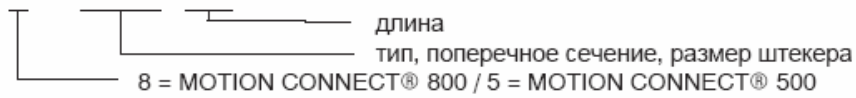
Серводвигатель  
Размер штекера 1; 1,5; 2; 3SIMODRIVE  
гильзы жил по  
DIN 46228**Указание**

- Имеются различные исполнения кабелей.
- Технические параметры см. каталог NC Z.

## 5.3 Исполнения кабелей

## Объяснение

6FX□002-□□□□□-□□□□



## Код длин

Заказные данные	Заказной номер
Кабель, с разъемами	6FX□ 002-□□□□□-□□□□
Код длин:	
1 м до 99 м	1
100 м до 199 м	2
200 м до 299 м	3
0 м	A
10 м	B
20 м	C
30 м	D
40 м	E
50 м	F
60 м	G
70 м	H
80 м	J
90 м	K
0 м	A
1 м	B
2 м	C
3 м	D
4 м	E
5 м	F
6 м	G
7 м	H
8 м	J
9 м	K

Примеры:	длина	Заказной номер
1 м	1	6FX□ 002-□□□□□-1A□□
2 м	2	6FX□ 002-□□□□□-1A□□
5 м	3	6FX□ 002-□□□□□-1A□□
10 м	A	6FX□ 002-□□□□□-1B□□
15 м	B	6FX□ 002-□□□□□-1B□□
18 м	C	6FX□ 002-□□□□□-1B□□
20 м	D	6FX□ 002-□□□□□-1C□□
25 м	E	6FX□ 002-□□□□□-1C□□
50 м	F	6FX□ 002-□□□□□-1FA□
100 м	G	6FX□ 002-□□□□□-2AA□
150 м	H	6FX□ 002-□□□□□-2FA□

Полные данные по заказу см. каталог NC Z!

■

5.3 Исполнения кабелей

Место для заметок

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Не для продажи  
со станком



# Список литературы

## Общая документация

**/BU/** SINUMERIK 840D/840Di/810D/802S,C,D  
Заказная техническая документация  
Каталог NC 60  
Заказной номер: E86060-K4460-A101-A9  
Заказной номер: E86060-K4460-A101-A9-7600 (английский)  
Каталог NC 60 2002 RUS (на русском языке)

**/ZI/** MOTION-CONNECT  
Соединительная техника и системные компоненты SINUMERIK,  
SIROTEC, SIMODRIVE  
Каталог NC Z  
Заказной номер: E86060-K4490-A001-A8  
Заказной номер: E86060-K4490-A001-A8-7600 (английский)

## Электронная документация

**/CD1/** Система SINUMERIK (издание 11.02)  
**DOC ON CD**  
(со всей документацией SINUMERIK 840D/840Di/810D/802 и  
SIMODRIVE)  
Заказной номер: 6FC5298-6CA00-0AG3

## Документация изготовителя / по сервису

**/PJM/** SIMODRIVE (издание 11.00)  
Руководство по проектированию **Двигатели**  
Трехфазные серводвигатели для приводов подачи и главного шпинделя  
Заказной номер: 6SN1197-0AA20-0AP5

**/PJAL/** SIMODRIVE (издание 01.03)  
Руководство по проектированию **Трехфазные серводвигатели Общая  
часть для 1FT/1FK двигателей**  
Заказной номер: 6SN1197-0AD07-0AP0

- /PFK6/** SIMODRIVE (издание 05.03)  
Руководство по проектированию **1FK6 Трехфазные серводвигатели**  
Заказной номер: 6SN1197-0AD05-0AP0
- /PFK7/** SIMODRIVE (издание 01.03)  
Руководство по проектированию **1FK7 Трехфазные серводвигатели**  
Заказной номер: 6SN1197-0AD06-0AP0
- /PFT5/** SIMODRIVE (издание 05.03)  
Руководство по проектированию **1FT5 Трехфазные серводвигатели**  
Заказной номер: 6SN1197-0AD01-0AP0
- /PFT6/** SIMODRIVE (издание 06.03)  
Руководство по проектированию **1FT6 Трехфазные серводвигатели**  
Заказной номер: 6SN1197-0AD02-0AP0
- /PPH/** SIMODRIVE (издание 12.01)  
Руководство по проектированию **Двигатели 1PH2/1PH4/1PH7**  
Трехфазные асинхронные двигатели для приводов главного шпинделя  
Заказной номер: 6SN1197-0AC60-0AP0
- /PPM/** SIMODRIVE (издание 10.01)  
Руководство по проектированию **Двигатели с полым валом** для  
приводов главного шпинделя 1PM4 и 1PM6  
Заказной номер: 6SN1197-0AD03-0AP0
- /PJFE/** SIMODRIVE (издание 11.02)  
Руководство по проектированию **Синхронные встраиваемые  
двигатели 1FE1** Трехфазные двигатели для приводов главного  
шпинделя  
Заказной номер: 6SN1197-0AC00-0AP3
- /PJTM/** SIMODRIVE (издание 08.02)  
Руководство по проектированию **Встраиваемые круговые двигатели  
1FW6**  
Заказной номер: 6SN1197-0AD00-0AP0
- /PJLM/** SIMODRIVE (издание 06.02)  
Руководство по проектированию **Линейные двигатели 1FN1, 1FN3**  
ALL Общие сведения по линейным двигателям  
1FN1 Трехфазный линейный двигатель 1FN1  
1FN3 Трехфазный линейный двигатель 1FN3  
CON Техника присоединения  
Заказной номер: 6SN1197-0AB70-0AP4

**/PJU/** SIMODRIVE 611 (издание 08.02)  
Руководство по проектированию **Преобразователи**  
Заказной номер: 6SN1197-0AA00-0AP6

**/EMV/** SINUMERIK, SIROTEC, SIMODRIVE (издание 06.99)  
Руководство по проектированию **EMV-руководство по установке**  
Заказной номер: 6FC5297-0AD30-0AP1

Руководство оператора **1FT5062 – 1FT5138**  
Заказной номер: 610.41199.21

Руководство оператора **1FT5020 – 1FT5046**  
Заказной номер: 610.42078.21

Руководство оператора **1FT6**  
Заказной номер: 610.43410.21

Руководство оператора **1FK6**  
Заказной номер: 610.43430.21

Руководство оператора **1FK7**  
Заказной номер: 610.40700.21



# Указатель

## Н

Hotline, v

## Б

Балансировка, AL/2-28

## В

Вибрация, AL/2-27

Влияния монтажа, AL/4-31

Выбор двигателя, AL/3-29

Вычисление

    эфф. момент двигателя, AL/3-30

    момент двигателя, AL/3-29

## Д

Данные шильдика, AL/1-22

Допуск радиального биения, AL/2-27

## И

Индуктивность, AL/1-20

Исполнения кабелей, AL/5-46

## К

Кабель фактического значения, AL/5-45

Класс защиты, с/без принудительного  
охлаждения, AL/2-24

Конец вала, AL/2-26

Конструкция, AL/2-23

Крутильная жесткость вала, AL/1-20

## М

Макс. момент вращения, AL/1-18

Макс. ток, AL/1-18

Макс. число оборотов, AL/1-18

Мех. постоянная времени, AL/1-20

Мех. свободное вращение, AL/2-27, AL/3-  
30

Момент вращения состояния покоя, AL/1-  
17

Момент двигателя, AL/3-29

Муфты, AL/4-36

## Н

Ном. момент вращения, AL/1-17

Ном. ток, AL/1-18

Ном. число оборотов, AL/1-16

## О

Оптимальное число оборотов, AL/1-18

Охлаждение, AL/2-26

## П

Параметры допуска, AL/1-21

Подшипниковый узел, AL/2-26

Постоянная момента вращения, AL/1-19

Постоянная напряжения, AL/1-20

Предельная характеристика напряжения,  
AL/1-15, AL/1-16

Привнесенные вибрации, AL/2-28

Проектирование редуктора, AL/4-33

Предельный момент вращения, AL/1-18

Предельный ток, AL/1-18

## Р

Равномерность вращения, AL/2-27

Реостатное торможение якорем, AL/4-38

## С

Сигнальный кабель, AL/5-45

Соосность, AL/2-27

Стандартные проектирования, AL/2-23,  
AL/3-29,

Стояночный тормоз, AL/4-41

Сопротивление обмотки, AL/1-20

Силовой кабель, AL/5-43

    с разъемами, AL/5-46

    код длин, AL/5-47

    поперечные сечения, AL/5-43

## Т

Температурная постоянная времени,  
AL/1-20

Температурная предельная  
характеристика, AL/1-15

Ток состояния покоя, AL/1-17

Тормозное сопротивление, AL/1-20

Тормозной момент, AL/1-21

## У

Указания на опасности и

предупреждающие указания, vii

Указания по проектированию, AL/3-29

Указания ЭЧД, x

## Х

Характеристика момента вращения,  
AL/1-14

Характеристика, момент вращения/ток,  
AL/1-19

**Ш**

Шильдик двигателя, AL/1-22

Шумы, AL/2-27

**Э**

Экран, AL/5-44

Электрическая постоянная времени,  
AL/1-20

Эфф. момент двигателя

Не для продажи  
со станком

Куда  
SIEMENS Москва  
A&D MC  
119071 Москва,  
ул. Малая Калужская, 17-317

тел. (095) 737-24-42  
факс (095) 737-24-90

Internet: [www.siemens.ru/ad/mc](http://www.siemens.ru/ad/mc)

<b>Предложения</b>	
<b>Корректировка</b>	
Для издания: SIMODRIVE 611/MASTERDRIVES MC Трехфазные серводвигатели Общая часть	
<b>Отправитель</b> Фамилия	Документация производителя/по сервису Заказной №: 6SN1197-0AD07-0PP0 Выпуск: 01.03  Если при прочтении данного руководства Вы нашли опечатки или неточности, то просим сообщить нам об этом. Для сообщения заполните, пожалуйста, эту форму и пришлите ее по факсу, указанному в заголовке листа. Мы также будем благодарны за Ваши предложения по улучшению.
Фирма/Отдел	
Индекс/Город	
Улица, дом	
Телефон	
Телефакс	

**Ваши предложения и/или корректировки.**

Не для продажи  
со станком



Не для продажи  
со станком

Не для продажи  
со станком

**Siemens AG**

Automatisierungs- und Antriebstechnik  
Motion Control Systems  
Postfach 3180, D – 91050 Erlangen  
Bundesrepublik Deutschland

**ООО СИМЕНС**

Automation and Drives  
Motion Control Systems  
119071 РФ, Москва,  
ул. Малая Калужская, 17-317

ООО СИМЕНС 2003 Siemens AG 2003

**Содержимое изменяется без предварительного уведомления**

**ООО СИМЕНС  
Siemens AG**

Заказной номер: 6SN1197-0AD07-0PP0  
Отпечатано в Российской Федерации  
Printed in the Federal Republic of Germany