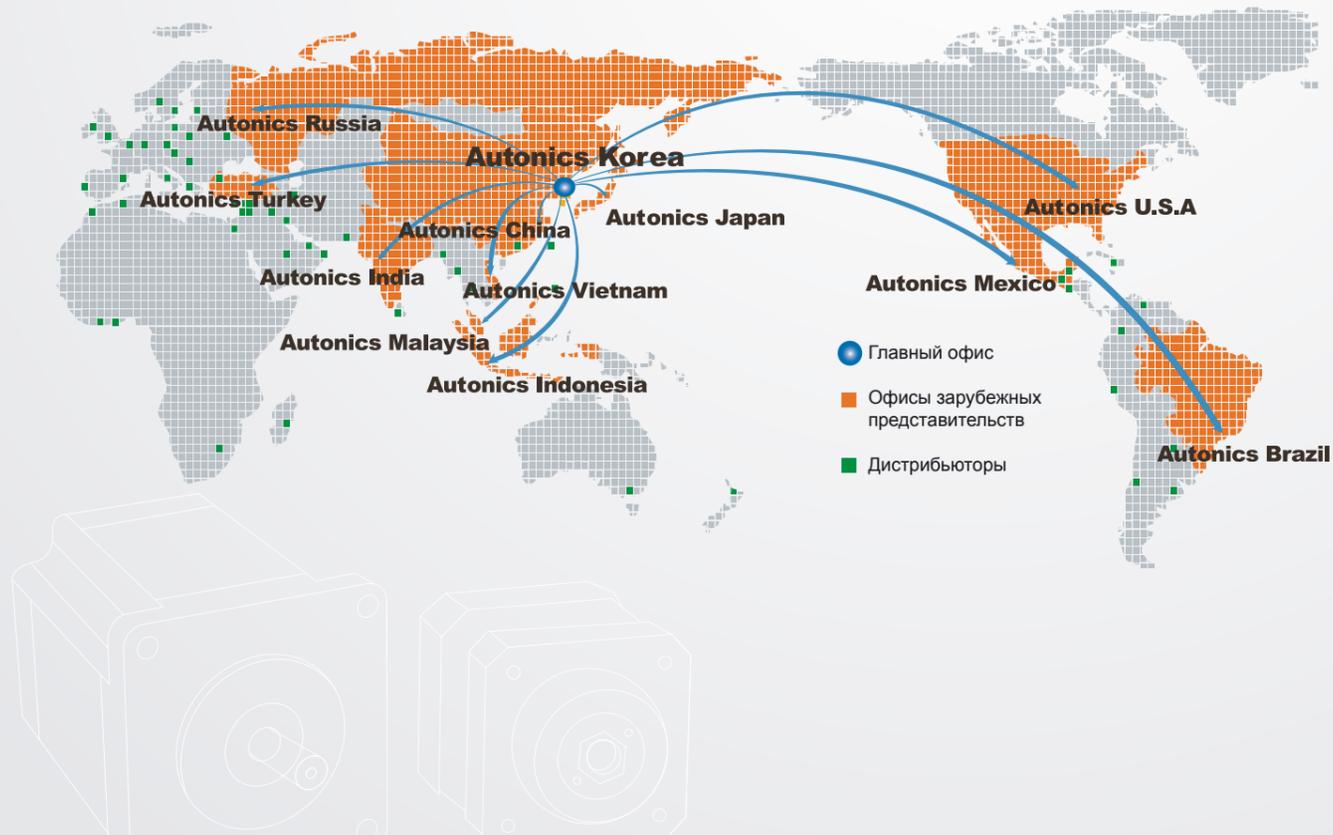


Компания
Autonics –
ваш партнер
по автоматизации
производства



Autonics

Sensors & Controllers

www.autonics.ru

Дистрибьютор



Представительство в России

119590, Москва, ул. Улофа Пальме,
д.1, секция 3, под. В, офис 2008
Тел./факс +7(495) 933-5618
E-mail: russia@autonics.com

■ **Основная продукция**

Датчики приближения • Фотозлектроические датчики • Барьерные датчики • Опволоконные датчики • Датчики для автоматических дверей/датчики дверного проема • Датчики давления • Датчики углового перемещения • Счетчики • Таймеры • Температурные контроллеры • Датчики температуры/влажности • Регуляторы мощности • Цифровые измерительные приборы • Тахометры/Счетчики импульсов (интенсивности) • Модули индикации • Контроллеры датчиков • Импульсные источники питания • Графические/логические панели • Шаговые двигатели/приводы/устройства управления шаговыми двигателями • Полевые сетевые устройства • Системы лазерной сварки/лайки

■ Ваши предложения по улучшению продукции направляйте по адресу: russia@autonics.com

Размеры и технические характеристики, содержащиеся в настоящем каталоге, могут быть изменены без предварительного уведомления.

NO.201108-1000/1

Мы делаем мир удобнее
Autonics sensors & controllers



Шаговые
двигатели

Устройства
управления
шаговыми
двигателями



Контроллеры
движения
шаговых
двигателей

**Шаговые двигатели/
устройства управления
шаговыми двигателями/
контроллеры движения**

CE RoHS ISO-9001
www.autonics.ru

Autonics
Sensors & Controllers

Шаговые двигатели и устройства управления

Технические характеристики пятифазных шаговых двигателей и устройств управления	1
Устройство управления пятифазным шаговым двигателем	
MD5 – HD14	2
MD5 – HF14 Новинка	6
MD5 – HF28 Новинка	9
MD5 – ND14	12
Пятифазный шаговый двигатель	
Серия АК (с выступающим валом)	19
Серия АК-В (с выступающим валом и тормозом)	19
Серия АНК (с полым валом)	22
Серия АК-Г (с редуктором)	25
Серия АК-ГВ (с редуктором и встроенным тормозом)	25
Серия АК-Р (с приводом вращения)	25
Серия АК-РВ (с приводом вращения и встроенным тормозом)	25
Устройство управления двухфазным шаговым двигателем	
MD2U – MD20	32
MD2U – ID20	36
Контроллеры движения	
PMC-1HS/2HS (одно-/двухканальный программируемый контроллер движения)	40
PMC-4B-PCI (четырёхканальный программируемый контроллер движения без корпуса)	46
Области применения	52
Техническое описание	53

Новинка

Устройство управления пятифазным шаговым двигателем
MD5-HF14 / MD5-HF28



Корпус "квадрат" 42 мм
С редуктором
Серия АК-Г



Устройство управления двухфазным шаговым двигателем
Серия MD2U



Технические характеристики пятифазных шаговых двигателей и устройств управления

(○ : Общие характеристики ◎ : Высокий момент)

		Электродвигатель			Устройство управления		
Тип		Модель	Момент (кгс · см)	A/фаза (А)	MD5-HD14/MD5-ND14	MD5-HF14	MD5-HF28
Корпус «квадрат» 24 мм	С выступающим валом	02K-S523(W)	0.18	0.75	○	◎	
		04K-S525(W)	0.28	0.75	○	◎	
Корпус «квадрат» 42 мм	С выступающим валом	A1K-S543(W)	1.3	0.75	○	◎	
		A2K-S544(W)	1.8	0.75	○	◎	
		A3K-S545(W)	2.4	0.75	○	◎	
	С полым сквозным валом	AH1K-S543	1.3	0.75	○	◎	
		AH2K-S544	1.8	0.75	○	◎	
		AH3K-S545	2.4	0.75	○	◎	
	С встроенным редуктором	A10K-S545(W)-G5	10	0.75	○	◎	
		A15K-S545(W)-G7.2	15	0.75	○	◎	
		A15K-S545(W)-G10	15	0.75	○	◎	
Корпус «квадрат» 60 мм	С выступающим валом / с выступающим валом и встроенным тормозом	A4K-S564(W)-B	4.2	0.75	○	◎	
		A4K-M564(W)-B	4.2	1.4	○	◎	
		A8K-S566(W)-B	8.3	0.75	○	◎	
		A8K-M566(W)-B	8.3	1.4	○	◎	
		A16K-M569(W)-B	16.6	1.4	○	◎	
		A16K-G569(W)-B	16.6	2.8			◎
	С полым сквозным валом	AH4K-S564(W)	4.2	0.75	○	◎	
		AH4K-M564(W)	4.2	1.4	○	◎	
		AH8K-S566(W)	8.3	0.75	○	◎	
		AH8K-M566(W)	8.3	1.4	○	◎	
		AH16K-M569(W)	16.6	1.4	○	◎	
		AH16K-G569(W)	16.6	2.8			◎
	С встроенным редуктором / с встроенным редуктором и тормозом	A35K-M566(W)-G B 5	35	1.4	○	◎	
		A40K-M566(W)-G B 7.2	40	1.4	○	◎	
		A50K-M566(W)-G B 10	50	1.4	○	◎	
	С приводом вращения / с приводом вращения и встроенным тормозом	A35K-M566(W)-R B 5	35	1.4	○	◎	
		A40K-M566(W)-R B 7.2	40	1.4	○	◎	
		A50K-M566(W)-R B 10	50	1.4	○	◎	
Корпус «квадрат» 85 мм	С выступающим валом / с выступающим валом и встроенным тормозом	A21K-M596(W)-B	21	1.4	○	◎	
		A21K-G596(W)-B	21	2.8			◎
		A41K-M599(W)-B	41	1.4	○	◎	
		A41K-G599(W)-B	41	2.8			◎
		A63K-M5913(W)-B	63	1.4	○	◎	
		A63K-G5913(W)-B	63	2.8			◎
	С полым сквозным валом	AH21K-M596(W)	21	1.4	○	◎	
		AH21K-G596(W)	21	2.8			◎
		AH41K-M599(W)	41	1.4	○	◎	
		AH41K-G599(W)	41	2.8			◎
		AH63K-M5913(W)	63	1.4	○	◎	
		AH63K-G5913(W)	63	2.8			◎
	С встроенным редуктором / с встроенным редуктором и тормозом	A140K-M599(W)-G B 5	140	1.4	○	◎	
		A140K-G599(W)-G B 5	140	2.8			◎
		A200K-M599(W)-G B 7.2	200	1.4	○	◎	
		A200K-G599(W)-G B 7.2	200	2.8			◎
		A200K-M599(W)-G B 10	200	1.4	○	◎	
		A200K-G599(W)-G B 10	200	2.8			◎

※ (W) В случае наличия у двигателя двойного вала в номенклатуре модели имеется буква W. Тип со встроенным тормозом предусмотрен только для типа с одним валом.

※ Момент электродвигателя сильно зависит от характеристик устройства управления.

См. характеристики электродвигателей и устройств управления, приведенные в данном каталоге.

Характеристики MD5-HD14, MD5-ND14 для высокого момента лучше при 35 В=, чем при 20 В=.

Помимо этого, MD5-HF14, MD5-HF28 имеют улучшенные характеристики момента в диапазоне высоких скоростей, чем при использовании устройства управления пост. тока.

※ Шаговый двигатель с корпусом «квадрат» 85 мм отличается улучшенными характеристиками момента в диапазоне высоких скоростей при 1,4 [A/фаза], регулируя ток фазы на уровне MD5-HF28.

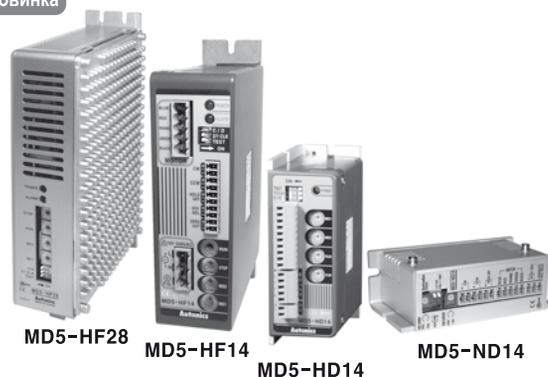
Устройство управления пятифазным шаговым двигателем

Компактное, легкое, быстродействующее и высокомоментное устройство управления пятифазным шаговым двигателем

■ Основные преимущества

- Управление путем формирования двунаправленного постоянного тока в обмотках, соединенных в пятиугольник
- Автоматическое снижение тока, самотестирование
- Перемещение с микрошагом обеспечивает высокую точность управления и возможность вращения с низкой скоростью (MD5-HD14, MD5-HF14, MD5-HF28) [Мин. деление: 1/250 шага / Величина микрошага составляет 0,00288 при угле полного шага пятифазного шагового двигателя 0,72 ; 125 000 импульсов на вращение.
- Оптронная развязка входов сводит к минимуму воздействие внешних помех.

Новинка



⚠ В целях безопасности перед началом работы рекомендуется прочитать правила техники безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации.

■ Информация для заказа

MD 5 – H F 14

Рабочий ток	14	1,4 А/фаза
	28	2,8 А/фаза
Источник питания	D	20–35 В=
	F	100–220 В~
Тип шага (разрешение)	H	Микрошаг (мин. деление 1/250 шага)
	N	Стандартный шаг
	5	5-фазное
MD	Устройство управл. двигателем	

- ※ KR-55MC заменяется MD5-HD14.
- ※ SKR-5MC заменяется MD5-ND14.
- ※ KMD5-MF14 заменяется MD5-HF14.

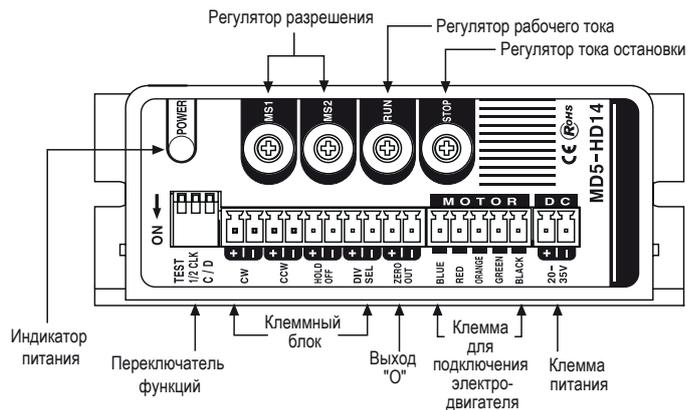
■ Технические характеристики

Модель	MD5-HD14	MD5-HF14	MD5-HF28	MD5-ND14
Источник питания	(※ 1) 20-35 В= 3А	100–220 В~, 50/60 Гц		20-35 В= 3А
Рабочий ток	0,4-1,4 А/фаза	0,4-1,4 А/фаза	1,0-2,8 А/фаза	0,5-1,5 А/фаза
Тип управления	Управление путем формирования двунаправленного постоянного тока в обмотках, соединенных в пятиугольник			
Угол полного шага	0,72° / 1 фаза			
Разрешение	Коэффициент деления: 1, 1/2, 1/4, 1/5, 1/8, 1/10, 1/16, 1/20, 1/25, 1/40, 1/50, 1/80, 1/100, 1/125, 1/200, 1/250 полного шага (0,72° ~ 0,00288° / 1 фаза)			Коэффициент деления: 1, 2 (0,72°, 0,36° / 1 фаза)
Длительность вход. импульса	Мин. 0,25 мкс			Мин. 0,5 мкс
Период следования вход. импульсов	Мин. 0,25 мкс			Мин. 0,5 мкс
Время реакции (подъем/спад)	Макс. 1 мкс			
Частота входных импульсов	500 кГц			50 кГц
Входное напряжение	Уровень "1": 4-8 В=, уровень "0": 0 - 0,5 В=			
Входное сопротивление	270 Ом (входы CW, CCW) 390 Ом (входы HOLD OFF, DIVISION SELECTION)			390 Ом (входы CW, CCW, HOLD OFF)
Температура окружающей среды	0 ~ 40°C (без конденсации)	0 ~ 50°C (без конденсации)	0 ~ 40°C (без конденсации)	
Влажность	35 ... 85 % (относительная влажность)			
Сертификация				
Масса	Прибл. 220 г	Прибл. 650 г	Прибл. 1 кг	Прибл. 120 г

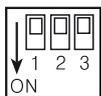
※ (※ 1) Из-за нагрева при работе с напряжением выше 30 В= устройство следует устанавливать в хорошо проветриваемом помещении.

Серия MD5

Устройство управления 5-фазным шаговым двигателем (MD5-HD14)



● Переключатель функций



№	Обозначение	Функция	Положение выключателя	
			ВКЛ.	ВЫКЛ.
1	TEST	Самотестирование	Вращение 250 имп/с	Стандарт
2	1/2 CLK	Тип входного импульса	1 импульс	2 импульса
3	C/D	Автоматич. снижение тока	Не используется	Используется

● TEST

- ※ Функция самотестирования - для испытания электродвигателей и устройств управления.
- ※ Двигатель вращается с 250 имп/с при полном шаге. Скорость вращения зависит от настройки разрешения.
- ※ Скорость вращения = 250 имп/с / разрешение
- ※ Двигатель вращается против часовой стрелки в 1-импульсном режиме, и по часовой стрелке - в 2-импульсном режиме.

Прим.: Перед подачей питания убедитесь, что переключатель TEST находится в положении ВЫКЛ. В противном случае возможно получение травмы или повреждение имущества.

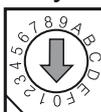
● 1/2 CLK

- ※ Переключатель 1/2 CLK используется для выбора режима входного сигнала.
- ※ 1-импульсный режим : По часовой стрелке → ввод сигнала на начало работы, против часовой стрелки → ввод сигнала направления вращения ([H] (1): вращение по часовой стрелке, [L] (0): вращение против часовой стрелки)
- ※ 2-импульсный режим ввода : CW → вращение по часовой стрелке, CCW → вращение против часовой стрелки

● C/D (Автоматическое снижение тока)

- ※ Эта функция служит для автоматического снижения тока для уменьшения генерации тепла в период простоя двигателя.
- ※ Функция автоматического снижения тока включается, если сигнал на начало работы не поступает в течение 500 мс.

● Регулировка рабочего тока



Переключ. №	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Ток (А/фаза)	0.4	0.5	0.57	0.63	0.71	0.77	0.84	0.9	0.96	1.02	1.09	1.15	1.22	1.27	1.33	1.4

- ※ Рабочий ток - это фазный ток, который подается на 5-фазный шаговый двигатель.
- ※ Рабочий ток не должен быть выше номинального тока. В противном случае возможно нагревание, потеря момента или сбой шага.
- ※ При сильном нагреве следует отрегулировать рабочий ток. Учитывайте, что при этом может снизиться момент.
- ※ Уставка рабочего тока зависит от рабочей частоты электродвигателя.
- ※ Регулировка рабочего тока выполняется во время работы двигателя.

● Регулировка тока остановки



Переключ. №	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
%	27	31	36	40	45	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90

- ※ Ток остановки - это фазный ток, который подается на 5-фазный шаговый двигатель в период простоя.
- ※ Активируется при включении функции C/D (Автоматическое снижение тока). Путем регулировки тока остановки снижается генерация тепла в период простоя.
- ※ Ток остановки измеряется в процентах рабочего тока.

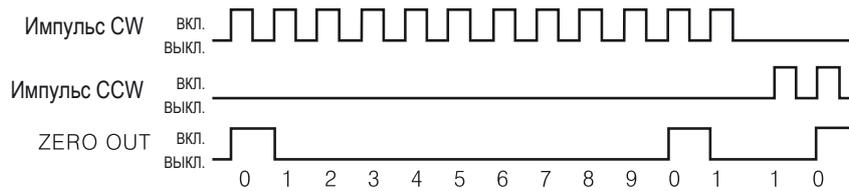
Пример: если уставка рабочего тока 1,4А, а уставка тока остановки 50%, то уставка функции автоматического снижения тока равна 0,7А.

- ※ Уставка тока остановки зависит от рабочей частоты электродвигателя.
- ※ Функция автоматического снижения тока включается, когда сигнал на входе HOLD OFF = [L] (0). Когда сигнал на входе HOLD OFF = [H] (1), функция не включается, так как ток, подаваемый на каждую фазу, отключается.

Прим.: Регулировка тока остановки выполняется во время простоя двигателя.

Устройство управления пятифазным шаговым двигателем

○ Выходной сигнал возбуждения двигателя в нулевом положении (ZERO OUT)

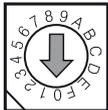


- ※ Этот сигнал указывает на начальную стадию возбуждения электродвигателя. Используется для проверки положения вала электродвигателя.
- ※ В случае полного шага этот сигнал подается каждые $7,2^\circ$. (50 раз / оборот).
Пример: Полный шаг ($0,72^\circ$ / шаг): сигнал подается каждые 10 импульсов.
20 делений ($0,036^\circ$ /шаг): сигнал подается каждые 200 импульсов.

○ Функция HOLD OFF

- ※ Когда входной сигнал HOLD OFF = [H] (1), функция возбуждения двигателя выключена.
- ※ Когда входной сигнал HOLD OFF = [L] (0), функция возбуждения двигателя находится в нормальном состоянии.
- ※ Эта функция используется для вращения вала электродвигателя от внешнего источника или для ручного позиционирования.
- ※ Уровни [H] (1) и [L] (0) входного сигнала HOLD OFF соответствуют включению-выключению оптопары в цепи.

○ Настройка микрошага (микрошаг: разрешение)



Переключатель №	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Разрешение	1	2	4	5	8	10	16	20	25	40	50	80	100	125	200	250

● Настройка разрешения (аналогично MS1, MS2)

- ※ Задается MS1, если сигнал выбора величины деления = [L] (0), и MS2 если сигнал выбора величины деления = [H] (1).
- ※ С помощью DIVISION SELECTION можно задать два разных микрошага. Пользователь выбирает один из них с помощью внешних входных сигналов.
- ※ При задании микрошага угол полного шага 5-фазного двигателя ($0,72^\circ$) делится на меньшие углы в соответствии с уставкой.
- ※ Формула угла микрошага:

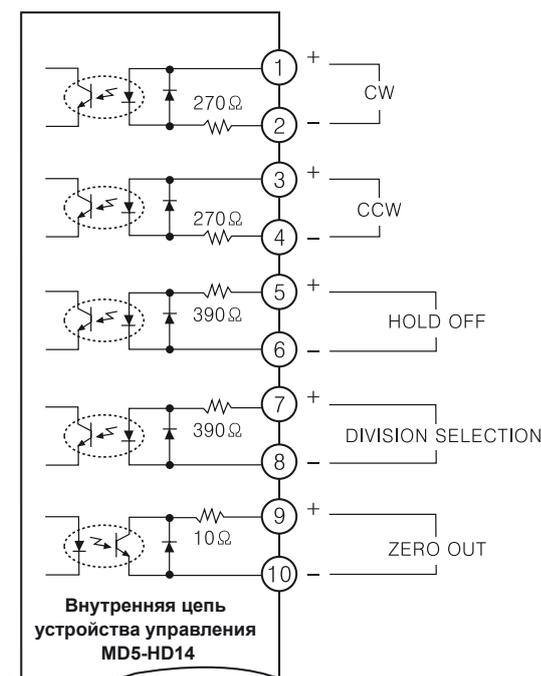
$$\text{Угол вращения электродвигателя (5-фазный двигатель)} = \frac{\text{Угол полного шага (0,72}^\circ\text{)}}{\text{Разрешение}}$$

- ※ В случае двигателя с редуктором угол шага определяется путем деления угла шага на передаточное отношение.

Пример: $0,72^\circ / 10 (1:10) = 0,072^\circ$

- ※ Изменение разрешения во время работы двигателя может привести к сбою шага.

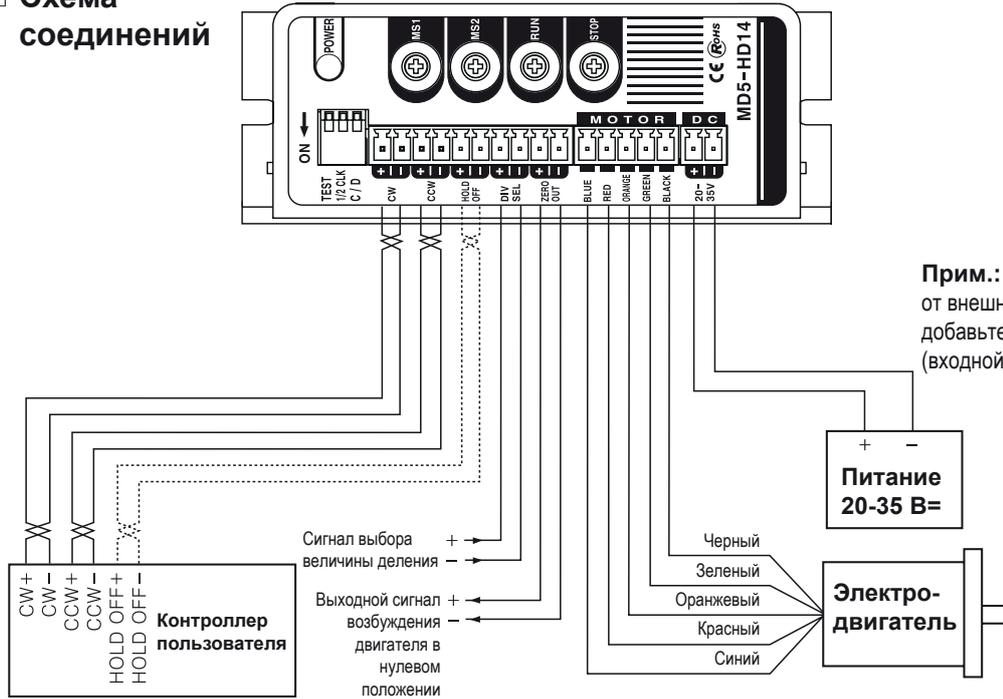
■ Схема входа-выхода



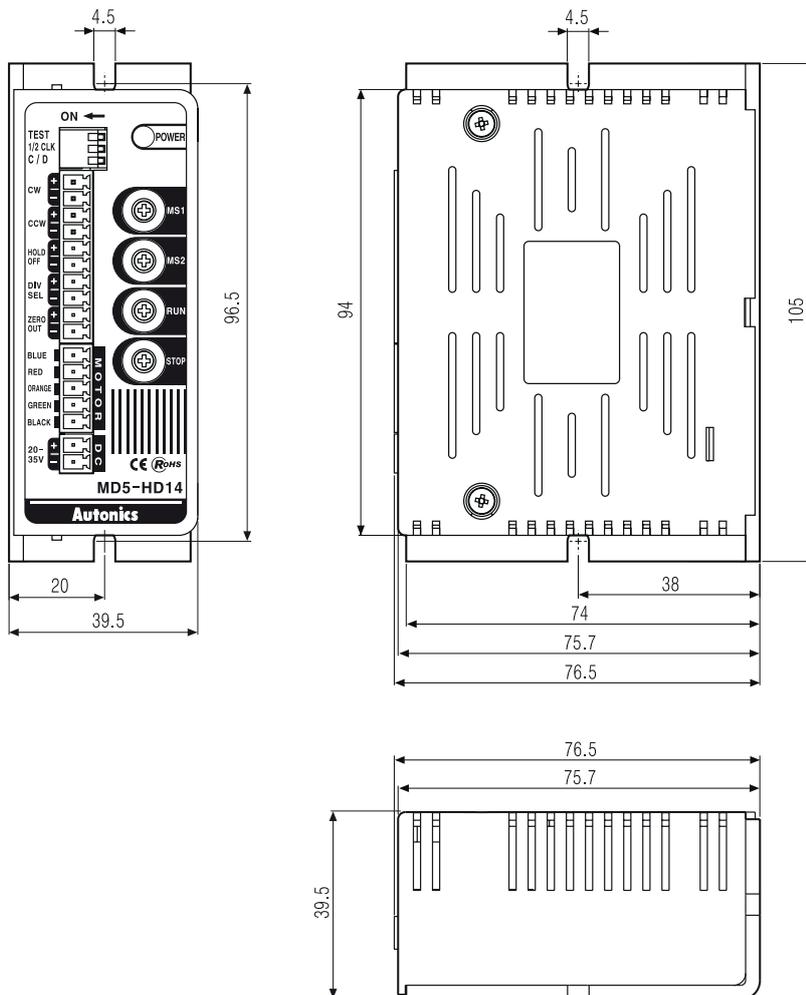
- ※ CW
2-импульсный режим ввода - вращение по часовой стрелке
1-импульсный режим ввода - входной управляющий импульс
- ※ CCW
2-импульсный режим ввода - вращение против часовой стрелки
1-импульсный режим ввода - входной импульс управления направлением вращения
[H] (1): по часовой стрелке, [L] (0): против часовой стрелки
- ※ HOLD OFF
Управляющий сигнал выключения функции пуска двигателя
[H] (1): функция возбуждения двигателя выключена
- ※ DIVISION SELECTION
Сигнал выбора величины деления
→ [L] (0): аналогично настройке MS1.
[H] (1): аналогично настройке MS2.
- ※ ZERO OUT
Выходной сигнал возбуждения двигателя в нулевом положении

Серия MD5

■ Схема соединений



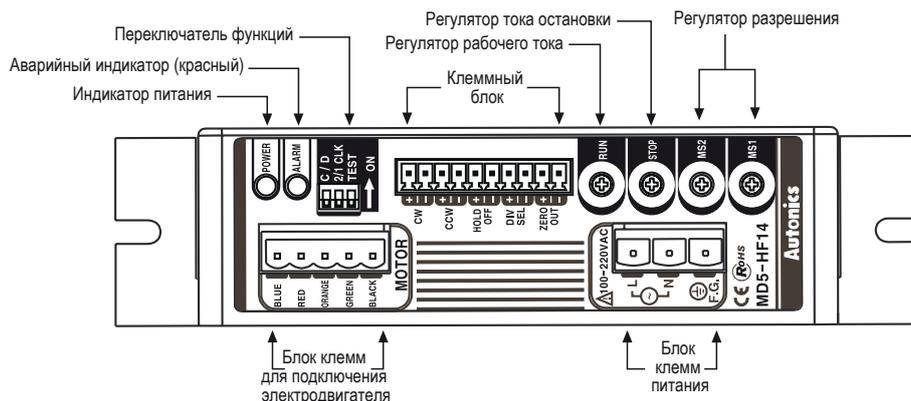
■ Размеры



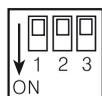
(Размеры указаны в мм)

Устройство управления пятифазным шаговым двигателем

Устройство управления 5-фазным шаговым двигателем (MD5-HF14)



○ Переключатель функций



№	Обозначение	Функция	Положение выключателя	
			ВКЛ.	ВЫКЛ.
1	TEST	Самотестирование	Вращение 250 имп/с	—
2	2/1 CLK	Тип входного импульса	1 импульса	2 импульса
3	C/D	Автоматическое снижение тока	Не используется	Используется

● TEST

- ※ Функция самотестирования - для испытания электродвигателей и устройств управления.
- ※ Двигатель вращается с 250 имп/с при полном шаге. Скорость вращения зависит от настройки разрешения.
- ※ Скорость вращения = 250 имп/с / разрешение
- ※ Двигатель вращается против часовой стрелки в 1-импульсном режиме, и по часовой стрелке - в 2-импульсном режиме.

Прим.: Перед подачей питания убедитесь, что переключатель TEST находится в положении ВЫКЛ. В противном случае существует риск получения травмы или повреждения имущества.

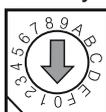
● 1/2 CLK

- ※ Переключатель 1/2 CLK используется для выбора режима входного сигнала.
- ※ 1-импульсный режим : По часовой стрелке → ввод сигнала на начало работы, против часовой стрелки → ввод сигнала направления вращения
[H] (1): вращение по часовой стрелке, [L] (0): вращение против часовой стрелки
- ※ 2-импульсный режим ввода : CW → вращение по часовой стрелке, CCW → вращение против часовой стрелки

● C/D (Автоматическое снижение тока)

- ※ Эта функция служит для автоматического снижения тока для уменьшения генерации тепла в период простоя двигателя.
- ※ Функция автоматического снижения тока включается, если сигнал на начало работы не поступает в течение 500 мс.

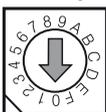
○ Регулировка рабочего тока



Переключ. №	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Ток (А/фаза)	0.4	0.5	0.57	0.63	0.71	0.77	0.84	0.9	0.96	1.02	1.09	1.15	1.22	1.27	1.33	1.4

- ※ Рабочий ток - это фазный ток, который подается на 5-фазный шаговый двигатель.
- ※ Рабочий ток не должен быть выше номинального тока. В противном случае возможно нагревание, потеря момента или сбой шага.
- ※ При сильном нагреве следует отрегулировать рабочий ток. Учитывайте, что при этом может снизиться момент.
- ※ Уставка рабочего тока зависит от рабочей частоты электродвигателя.
- ※ Регулировка рабочего тока выполняется во время работы двигателя.

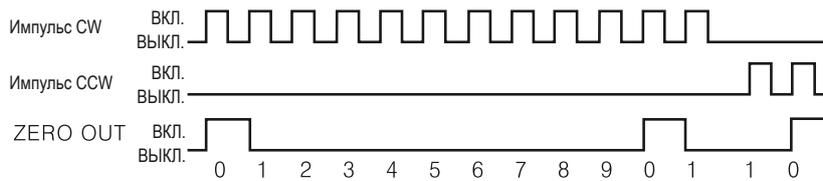
○ Регулировка тока остановки



Переключ. №	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
%	27	31	36	40	45	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90

- ※ Ток остановки - это фазный ток, который подается на 5-фазный шаговый двигатель в период простоя.
- ※ Активируется при включении функции C/D (Автоматическое снижение тока). Путем регулировки тока остановки снижается генерация тепла в период простоя.
- ※ Ток остановки измеряется в процентах рабочего тока.
- Прим.:** если уставка рабочего тока 1,4А, а уставка тока остановки 50%, то уставка функции автоматического снижения тока равна 0,7А.
- ※ Уставка тока остановки зависит от рабочей частоты электродвигателя.
- ※ Функция автоматического снижения тока включается, когда сигнал на входе HOLD OFF = [L] (0). Когда сигнал на входе HOLD OFF = [H] (1), функция не включается, так как ток, подаваемый на каждую фазу, отключается.
- Прим.:** Регулировка тока остановки выполняется во время простоя двигателя.

Выходной сигнал возбуждения двигателя в нулевом положении (ZERO OUT)



※ Этот сигнал указывает на начальную стадию возбуждения электродвигателя. Используется для проверки положения вала электродвигателя.

※ В случае полного шага этот сигнал подается каждые 7,2° (50 раз / оборот)

Пример:

Полный шаг (0,72° / шаг): сигнал подается каждые 10 импульсов.

20 делений (0,036° / шаг): сигнал подается каждые 200 импульсов.

Функция HOLD OFF

※ Когда входной сигнал HOLD OFF = [H] (1), функция возбуждения двигателя выключена.

Когда входной сигнал HOLD OFF = [L] (0), функция возбуждения двигателя находится в нормальном состоянии.

※ Эта функция используется для вращения вала электродвигателя от внешнего источника или для ручного позиционирования.

※ Уровни [H] (1) и [L] (0) входного сигнала HOLD OFF соответствуют включению-выключению оптопары в цепи.

Настройка микрошага (микрошаг: разрешение)



Переключ. №	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Разрешение	1	2	4	5	8	10	16	20	25	40	50	80	100	125	200	250

Настройка разрешения (аналогично MS1, MS2)

※ Задается MS1, если сигнал выбора величины деления = [L] (0), и MS2 если сигнал выбора величины деления = [H] (1).

※ С помощью DIVISION SELECTION можно задать два разных микрошага. Пользователь выбирает один из них с помощью внешних входных сигналов.

※ При задании микрошага угол полного шага 5-фазного двигателя (0,72) делится на меньшие углы в соответствии с уставкой.

※ Формула угла микрошага:

$$\text{Угол вращения электродвигателя (5-фазный двигатель)} = \frac{\text{Угол полного шага (0,72°)}}{\text{Разрешение}}$$

※ В случае двигателя с редуктором угол шага определяется путем деления угла шага на передаточное отношение.

Пример: 0,72° / 10 (1:10) = 0,07°

※ Изменение разрешения во время работы двигателя может привести к сбою шага.

Функция сигнализации о аварийных состояниях

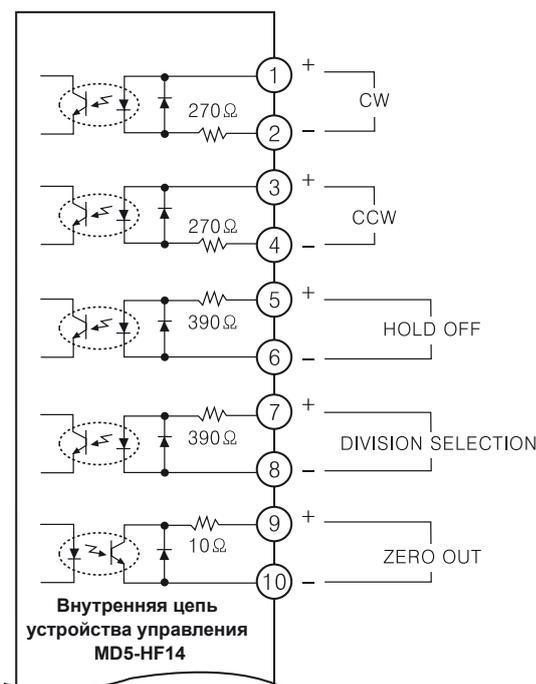
※ Перегрев : Если температура основания устройства управления превышает 80°C, загорается аварийный светодиод и двигатель останавливается с сохранением момента.

Устраните причины перегрева и выключите-включите питание для восстановления функции аварийной сигнализации.

※ Перегрузка по току : в случае перегрузки двигателя вследствие повреждения или ошибки устройства управления аварийный светодиод мигает.

В случае перегрузки по току цепь электродвигателя размыкается (HOLD OFF). Выключите питание и устраните причины перегрузки.

Схема входа-выхода



※ CW

2-импульсный режим ввода - вращение по часовой стрелке
1-импульсный режим ввода - входной управляющий импульс

※ CCW

2-импульсный режим ввода - вращение против часовой стрелки
1-импульсный режим ввода - входной импульс управления направлением вращения
[H] (1): по часовой стрелке, [L] (0): против часовой стрелки

※ HOLD OFF

Управляющий сигнал выключения функции пуска двигателя
[H] (1) : функция возбуждения двигателя выключена

※ DIVISION SELECTION

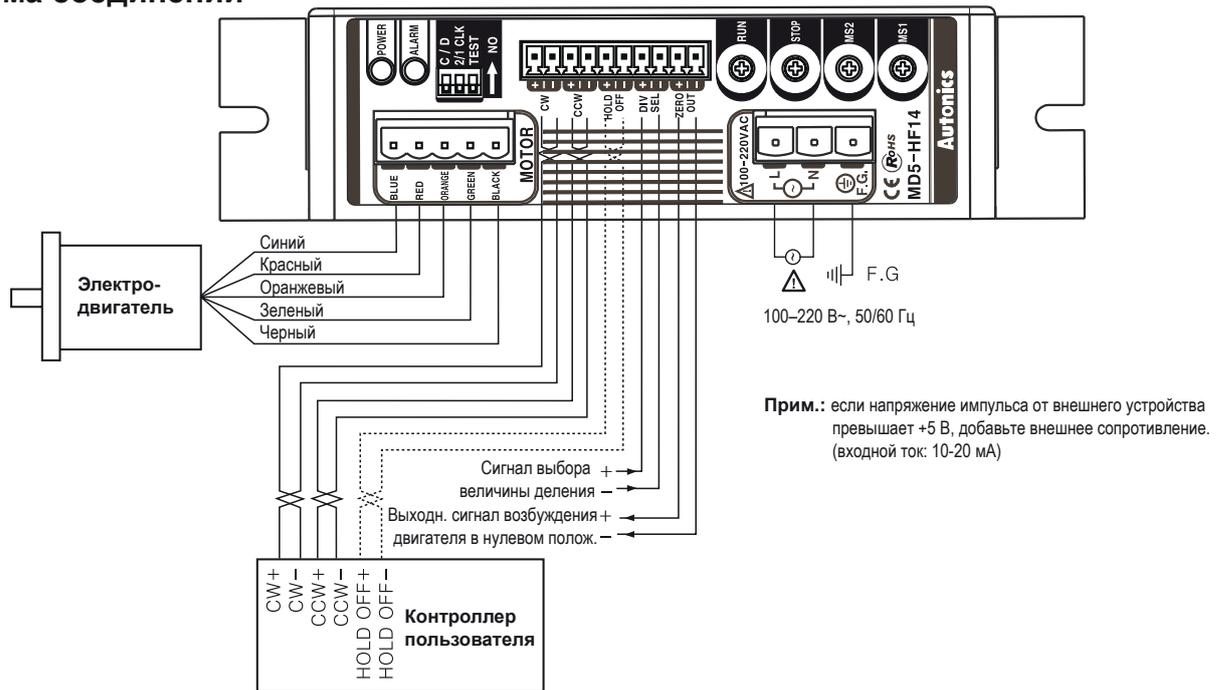
Сигнал выбора величины деления
→ [L] (1): аналогично настройке MS1
[H] (1): аналогично настройке MS2

※ ZERO OUT

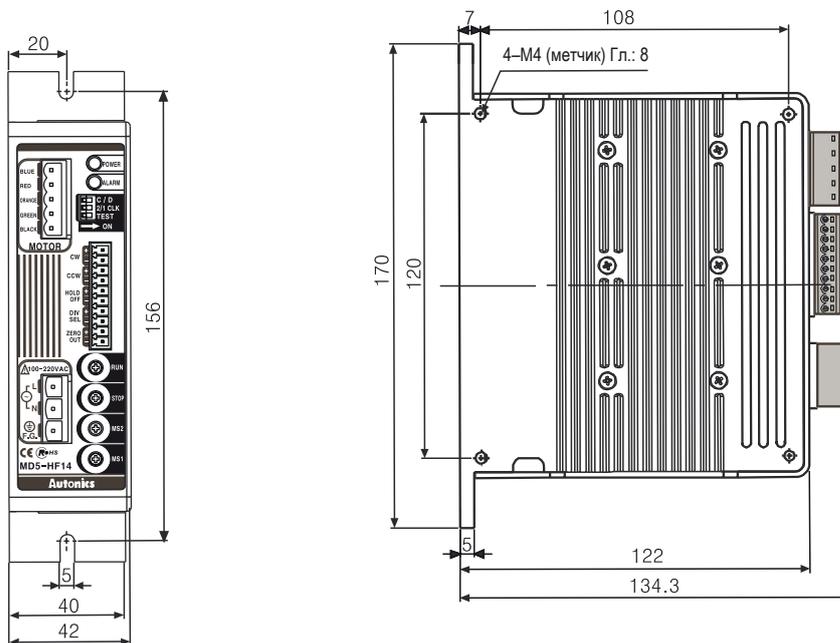
Выходной сигнал возбуждения двигателя в нулевом положении

Устройство управления пятифазным шаговым двигателем

■ Схема соединений

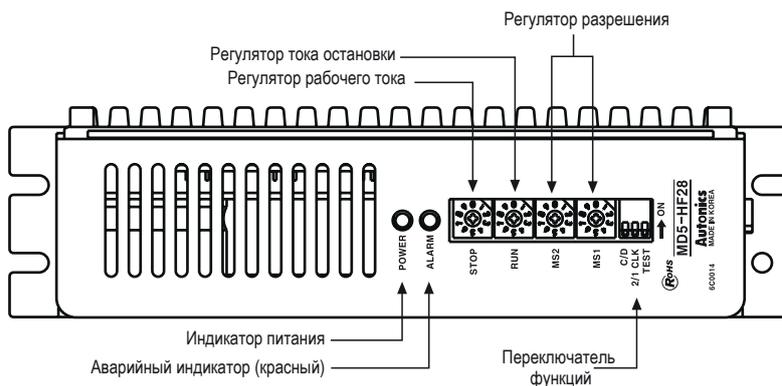


■ Размеры



(Размеры указаны в мм)

Устройство управления 5-фазным шаговым двигателем (MD5-HF28)



- ※ KR-505G заменяется MD5-HF28.
- ※ Обновлены источник питания 100-220 В~ и соединительное гнездо.

○ Переключатель функций



№	Обозначение	Функция	Положение выключателя	
			ВКЛ.	ВЫКЛ.
1	TEST	Самотестирование	Вращение 250 имп/с	—
2	2/1 CLK	Тип входного импульса	1 импульса	2 импульса
3	Current Down	Автоматическое снижение тока	Используется	Не используется

● TEST

- ※ Функция самотестирования - для испытания электродвигателей и устройств управления.
- ※ Двигатель вращается с 250 имп/с при полном шаге. Скорость вращения зависит от настройки разрешения.
- ※ Скорость вращения = 250 имп/с / разрешение
- ※ Двигатель вращается против часовой стрелки в 1-импульсном режиме, и по часовой стрелке - в 2-импульсном режиме.

Прим.: Перед подачей питания убедитесь, что переключатель TEST находится в положении ВЫКЛ.

В противном случае существует риск получения травмы или повреждения имущества.

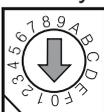
● 1/2 CLK

- ※ Переключатель 1/2 CLK используется для выбора режима входного сигнала.
- ※ 1-импульсный режим : По часовой стрелке → ввод сигнала на начало работы, против часовой стрелки → ввод сигнала направления вращения
[H]: вращение по часовой стрелке, [L]: вращение против часовой стрелки)
- ※ 2-импульсный режим : 2-импульсный режим ввода: CW → вращение по часовой стрелке, CCW → вращение против часовой стрелки

● C/D (Автоматическое снижение тока)

- ※ Эта функция служит для автоматического снижения тока для уменьшения генерации тепла в период простоя двигателя.
- ※ Функция автоматического снижения тока включается, если сигнал на начало работы не поступает в течение 500 мс.

○ Регулировка рабочего тока



Переключатель №	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Ток (А/фаза)	1.14	1.25	1.36	1.50	1.63	1.74	1.86	1.97	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.78	2.88

- ※ Рабочий ток - это фазный ток, который подается на 5-фазный шаговый двигатель.
- ※ Рабочий ток не должен быть выше номинального тока. В противном случае возможно нагревание, потеря момента или сбой шага.
- ※ При сильном нагреве следует отрегулировать рабочий ток. Учитывайте, что при этом может снизиться момент.
- ※ Уставка рабочего тока зависит от рабочей частоты электродвигателя.
- ※ Регулировка рабочего тока выполняется во время работы двигателя.

○ Регулировка тока остановки



Переключ. №	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
%	27	31	36	40	45	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90

- ※ Ток остановки - это фазный ток, который подается на 5-фазный шаговый двигатель в период простоя.
- ※ Активируется при включении функции C/D (Автоматическое снижение тока). Путем регулировки тока остановки снижается генерация тепла в период простоя.
- ※ Ток остановки измеряется в процентах рабочего тока.

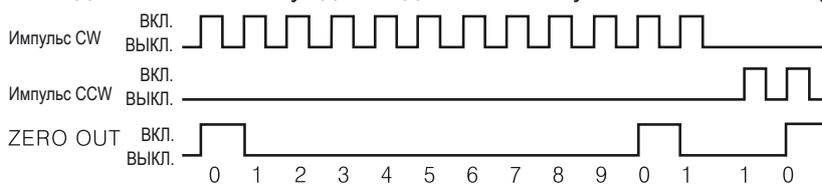
Пример: если уставка рабочего тока 1,4А, а уставка тока остановки 50%, то уставка функции автоматического снижения тока равна 0,7А.

- ※ Уставка тока остановки зависит от рабочей частоты электродвигателя.
- ※ Функция автоматического снижения тока включается, когда сигнал на входе HOLD OFF = [L] (0), когда сигнал на входе HOLD OFF = [H] (1), функция не включается, так как ток, подаваемый на каждую фазу, отключается.

Прим.: Регулировка тока остановки выполняется во время простоя двигателя.

Устройство управления пятифазным шаговым двигателем

Выходной сигнал возбуждения двигателя в нулевом положении (ZERO OUT)

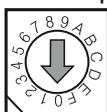


- ※ Этот сигнал указывает на начальную стадию возбуждения электродвигателя. Используется для проверки положения вала электродвигателя. В случае полного шага этот сигнал подается каждые $7,2^\circ$. (50 раз / оборот).
- ※ **Пример:** Полный шаг ($0,72^\circ$ / шаг): сигнал подается каждые 10 импульсов. 20 делений ($0,036^\circ$ / шаг): сигнал подается каждые 200 импульсов.

Функция HOLD OFF

- ※ Когда входной сигнал HOLD OFF = [H] (1), функция возбуждения двигателя выключена.
- ※ Когда входной сигнал HOLD OFF = [L] (0), функция возбуждения двигателя находится в нормальном состоянии.
- ※ Эта функция используется для вращения вала электродвигателя от внешнего источника или для ручного позиционирования.
- ※ Уровни [H] (1) и [L] (0) входного сигнала HOLD OFF соответствуют включению-выключению оптопары в цепи.

Настройка микрошага (микрошаг: разрешение)



Переключатель №	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Разрешение	1	2	4	5	8	10	16	20	25	40	50	80	100	125	200	250

Настройка разрешения (аналогично MS1, MS2)

- ※ Задается MS1, если сигнал выбора величины деления = [L] (0), и MS2 если сигнал выбора величины деления = [H] (1).
- ※ С помощью DIVISION SELECTION можно задать два разных микрошага. Пользователь выбирает один из них с помощью внешних входных сигналов.
- ※ При задании микрошага угол полного шага 5-фазного двигателя ($0,72^\circ$) делится на меньшие углы в соответствии с уставкой.
- ※ Формула угла микрошага:

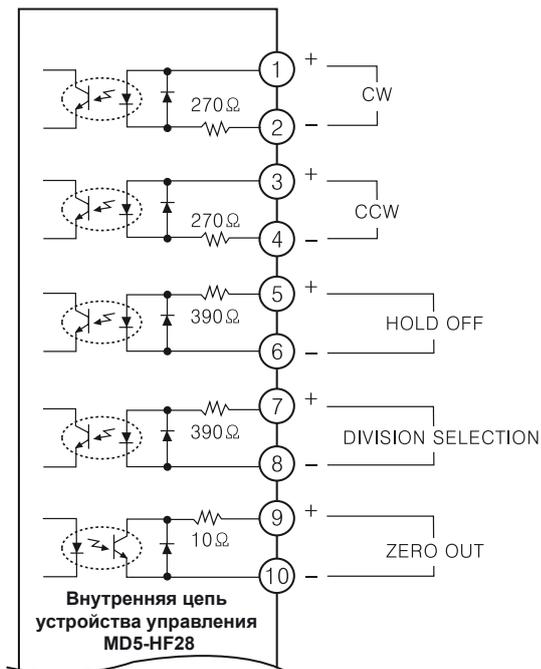
$$\text{Угол вращения электродвигателя (5-фазный двигатель)} = \frac{\text{Угол полного шага (0,72}^\circ\text{)}}{\text{Разрешение}}$$

- ※ В случае двигателя с редуктором угол шага определяется путем деления угла шага на передаточное отношение.
- Пример: $0,72^\circ / 10 (1:10) = 0,07^\circ$
- ※ Изменение разрешения во время работы двигателя может привести к сбою шага.

Функция сигнализации об аварийных состояниях

- ※ Перегрев: Если температура основания устройства управления превышает 80°C , загорается аварийный светодиод и двигатель останавливается с сохранением момента. Устраните причины перегрева и выключите-включите питание для восстановления функции аварийной сигнализации.
- ※ Перегрузка по току: в случае перегрузки двигателя вследствие повреждения или ошибки устройства управления аварийный светодиод мигает. В случае перегрузки по току цепь электродвигателя размыкается (HOLD OFF). Выключите питание и устраните причины перегрузки.

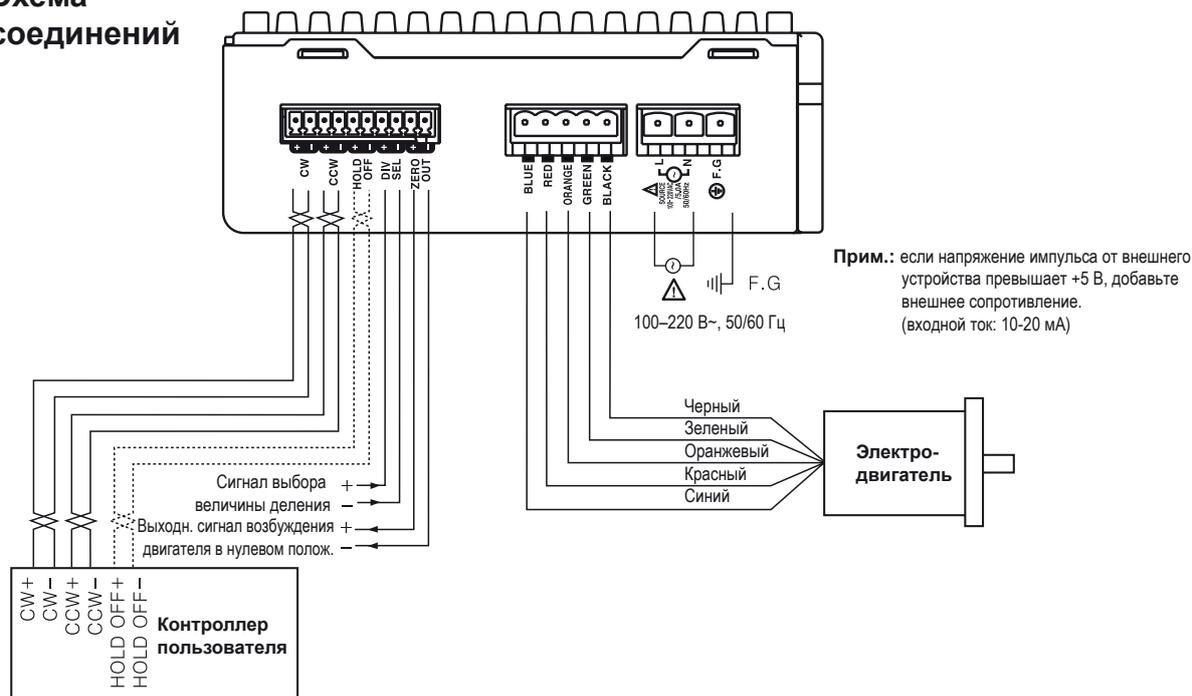
Схема входа-выхода



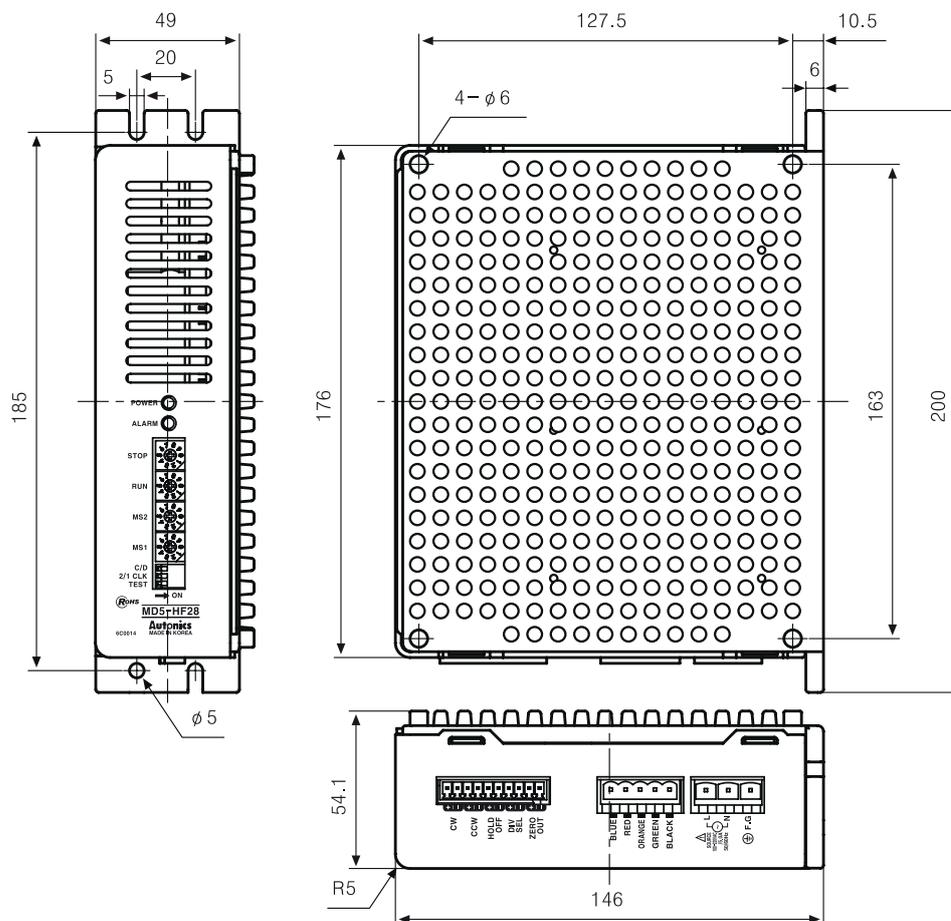
- ※ CW
2-импульсный режим ввода - вращение по часовой стрелке
1-импульсный режим ввода - входной управляющий импульс
- ※ CCW
2-импульсный режим ввода - вращение против часовой стрелки
1-импульсный режим ввода - входной импульс управления направлением вращения
[H] (1): по часовой стрелке, [L] (0): против часовой стрелки
- ※ HOLD OFF
Управляющий сигнал выключения функции пуска двигателя
[H] (1) : функция возбуждения двигателя выключена
- ※ DIVISION SELECTION
Сигнал выбора величины деления
→ [L] (1): аналогично настройке MS1
[H] (1): аналогично настройке MS2
- ※ ZERO OUT
Выходной сигнал возбуждения двигателя в нулевом положении

Серия MD5

■ Схема соединений



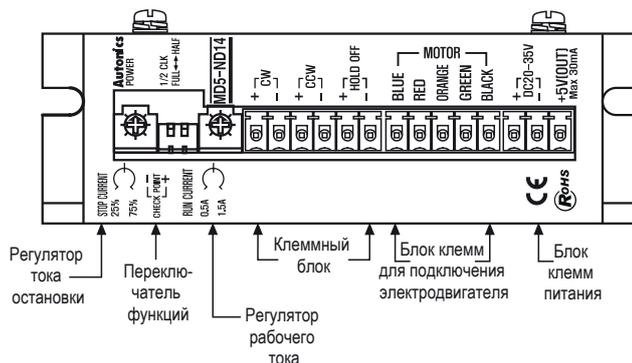
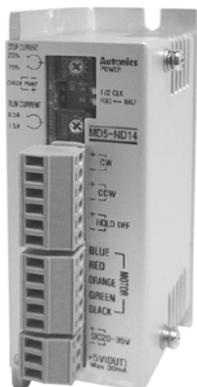
■ Размеры



(Размеры указаны в мм)

Устройство управления пятифазным шаговым двигателем

Устройство управления пятифазным шаговым двигателем [MD5-ND14]



⊙ Переключатель функций



№	Обозначение	Функция	Положение выключателя	
			Вкл.	Выкл.
1	1/2 CLK	Тип входного импульса	1 импульса	2 импульса
2	FULL ↔ HALF	Настройка разрешения	×1 (0,72°)	×2 (0,36°)

● 1/2 CLK

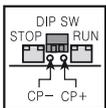
- ※ Переключатель 1/2 CLK используется для выбора режима входного сигнала.
- ※ 1-импульсный режим : По часовой стрелке → ввод сигнала на начало работы, против часовой стрелки → ввод сигнала направления вращения [H] (1): вращение по часовой стрелке, [L] (0): вращение против часовой стрелки
- ※ 2-импульсный режим : CW → вращение по часовой стрелке, CCW → вращение против часовой стрелки

● FULL ↔ HALF

- ※ Переключатель FULL ↔ HALF используется для выбора режима входного сигнала.
- ※ Изменение разрешения во время работы двигателя может привести к сбою шага.

⊙ Регулировка рабочего тока

RUN CURRENT



- ※ Рабочий ток - это фазный ток, который подается на 5-фазный шаговый двигатель.
- ※ Рабочий ток не должен быть выше номинального тока. В противном случае возможно нагревание, потеря момента или сбой шага.
- ※ Диапазон настройки рабочего тока: 0,5-1,5А
- ※ При регулировке рабочего тока присоедините CP+ к клемме (+) вольтметра, а CP- к клемме (-) вольтметра, а затем отрегулируйте значение.
- ※ Формула фазного тока:

$$\text{Уставка тока (A)} = \frac{\text{Напряжение на входе CP (B)}}{2}$$

- ※ При сильном нагреве следует отрегулировать рабочий ток. Учитывайте, что при этом может снизиться момент.
- ※ Уставка рабочего тока зависит от рабочей частоты электродвигателя.
- ※ Регулировка рабочего тока выполняется во время работы двигателя.

⊙ Регулировка тока остановки

STOP CURRENT



25% 75%

- ※ Ток остановки - это фазный ток, который подается на 5-фазный шаговый двигатель в период простоя.
- ※ Эта функция служит для автоматического снижения тока для уменьшения генерации тепла в период простоя двигателя. / Диапазон настройки тока остановки: 25-75% рабочего тока с помощью переменного резистора (VR)
- ※ Если уставка рабочего тока 1,0А, а уставка тока остановки 50%, то ток установки равен 0,5А.
- ※ Уставка тока остановки зависит от рабочей частоты электродвигателя.
- ※ Функция автоматического снижения тока включается, когда сигнал на входе HOLD OFF = [L] (0). когда сигнал на входе HOLD OFF = [H] (1), функция не включается, так как ток, подаваемый на каждую фазу, отключается.
- ※ Функция тока остановки включается, если сигнал на начало работы не поступает в течение 500 мс.

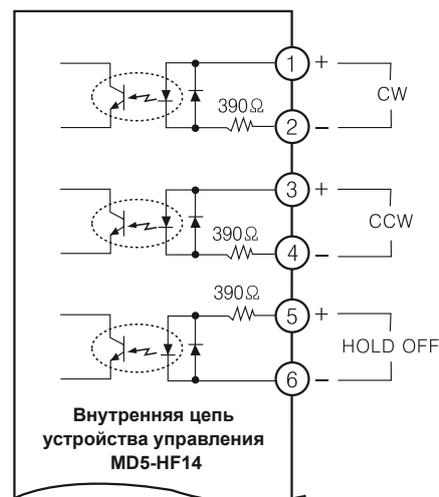
Прим.: Регулировка тока остановки выполняется во время простоя двигателя.

⊙ Функция HOLD OFF

- ※ Когда входной сигнал HOLD OFF = [H] (1), функция возбуждения двигателя выключена. Когда входной сигнал HOLD OFF = [L] (0), функция возбуждения двигателя находится в нормальном состоянии.
- ※ Эта функция используется для вращения вала электродвигателя от внешнего источника или для ручного позиционирования.
- ※ Уровни [H] (1) и [L] (0) входного сигнала HOLD OFF соответствуют включению-выключению оптопары в цепи.

Серия MD5

■ Схема входа



※ CW

2-импульсный режим (CW)

1-импульсный режим (входной сигнал вращения)

Прим.: если напряжение управляющего импульса от внешнего устройства превышает +5 В, добавьте сопротивление

※ CCW

2-импульсный режим (CCW)

1-импульсный режим (вход направления вращения) →

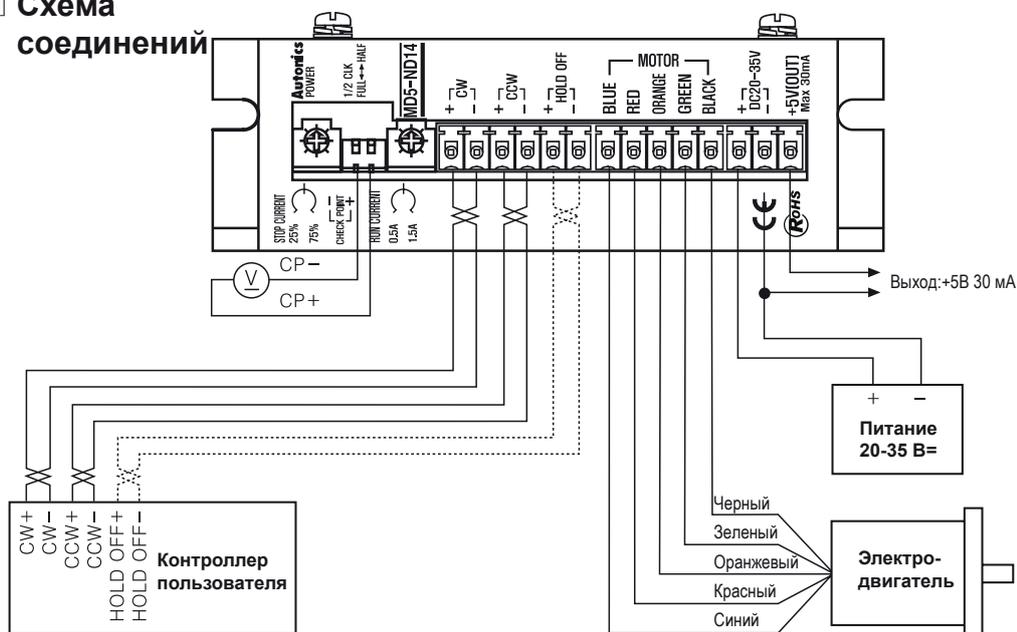
[H] (1) : по часовой стрелке (CW), [L] (0): против часовой стрелки (CCW)

※ HOLD OFF

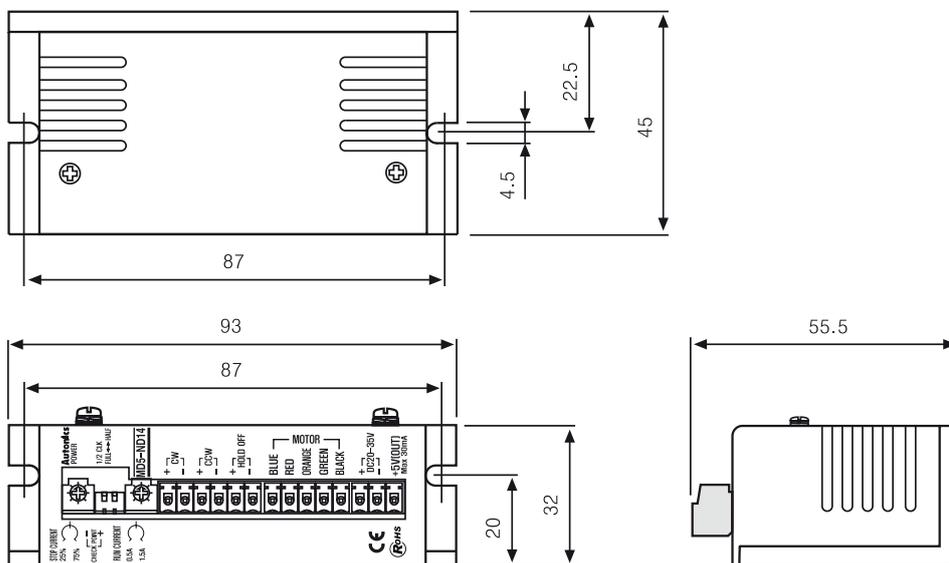
Управляющий сигнал на размыкание цепи электродвигателя →

[H] (1): функция возбуждения двигателя выключена.

■ Схема соединений



■ Размеры



(Размеры указаны в мм)

Пятифазный шаговый двигатель

■ Информация для заказа

- Модель: с выступающим валом, с полым сквозным валом, с выступающим валом и встроенным тормозом

A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	K	<input type="checkbox"/>	S	5	4	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Подключение											(*)	B	Стандартная модель Со встроенным тормозом	
Вал двигателя											(*)	S	Пятипроводное соединение Стандартная схема (опция)	
Длина двигателя, мм											(*)	W	С одним валом С двойным валом	
Типоразмер, мм											2	24 мм (24 мм x 24 мм)	3	30,5 мм
											5	46,5 мм	4	33 мм
											4	42 мм (42 мм x 42 мм)	3	39 мм
											5	47 мм	4	47 мм
											6	60 мм (60 мм x 60 мм)	4	48,5 мм
											6	59,5 мм	6	59,5 мм
											9	89 мм	9	89 мм
											9	85 мм (85 мм x 85 мм)	6	68 мм
											9	98 мм	9	98 мм
											13	128 мм	13	128 мм
Количество фаз											5	5-фазный		
Номинальный ток											S	0,75 А/фаза		
											M	1,4 А/фаза		
											G	2,8 А/фаза		
Макс. останавливающий момент											Типоразмер	кгс • см (см. технич. характеристики двигателя)		
Тип двигателя												С выступающим валом		
											H	С полым сквозным валом		
											Серия			

※ Встроенный тормоз предусмотрен только в модели с одним валом.

- Модель: Со встроенным редуктором, со встроенным редуктором и тормозом, с приводом вращения, с приводом вращения и тормозом.

A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	K	<input type="checkbox"/>	S	5	4	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	G	5		
Передаточное отношение											5	1 : 5		
											7.2	1 : 7.2		
											10	1 : 10		
Особенности											G	Со встроенным редуктором		
											GB	Со встроенным редуктором и тормозом		
											R	С приводом вращения		
											RB	С приводом вращения и тормозом		
Вал двигателя												С одним валом		
											W	С двойным валом		
Длина двигателя, мм											5	47 мм		
											6	59,5 мм		
											9	98 мм		
Типоразмер, мм											4	42 мм		
											6	60 мм		
											9	85 мм		
Количество фаз											5	5-фазный		
Номинальный ток											S	0,75 А/фаза		
											M	1,4 А/фаза		
											G	2,8 А/фаза		
Макс. останавливающий момент											10	10 кгс • см	50	50 кгс • см
											15	15 кгс • см	140	140 кгс • см
											35	35 кгс • см	200	200 кгс • см
											40	40 кгс • см		
											Серия			

Пятифазный шаговый двигатель

■ Технические характеристики

Тип		Модель	A/фаза (А)	Макс. тормозной момент (кгс • см)	Макс. допустимый момент (кгс • см)	Момент инерции ротора (г • см ²)	Сопротивление обмоток (Ом)	Длина двигателя, мм
Типоразмер 24 мм	С выступающим валом	02K-S523(W)	0.75	0.18	—	4.2	1.1	30.5
		04K-S525(W)	0.75	0.28	—	8.2	1.7	46.5
Типоразмер 42 мм	С выступающим валом	A1K-S543(W)	0.75	1.3	—	35	1.7	33
		A2K-S544(W)	0.75	1.8	—	54	2.2	39
		A3K-S545(W)	0.75	2.4	—	68	2.2	47
	С полым сквозным валом	AH1K-S543	0.75	1.3	—	35	1.7	33
		AH2K-S544	0.75	1.8	—	54	2.2	39
		AH3K-S545	0.75	2.4	—	68	2.2	47
	Со встроенным редуктором	A10K-S545(W)-G5	0.75	—	10	68	1.7	74.5
		A15K-S545(W)-G7.2	0.75	—	15	68	2.2	74.5
		A15K-S545(W)-G10	0.75	—	15	68	2.2	74.5
	Типоразмер 60 мм	С выступающим валом / с выступающим валом и встроенным тормозом	A4K-S564(W)-B	0.75	4.2	—	175	2.6
A4K-M564(W)-B			1.4	4.2	—	175	0.8	48.5
A8K-S566(W)-B			0.75	8.3	—	280	4.0	59.5
A8K-M566(W)-B			1.4	8.3	—	280	1.1	59.5
A16K-M569(W)-B			1.4	16.6	—	560	1.8	89
A16K-G569(W)-B			2.8	16.6	—	560	0.56	89
С полым сквозным валом		AH4K-S564(W)	0.75	4.2	—	175	2.6	48.5
		AH4K-M564(W)	1.4	4.2	—	175	0.8	48.5
		AH8K-S566(W)	0.75	8.3	—	280	4.0	59.5
		AH8K-M566(W)	1.4	8.3	—	280	1.1	59.5
		AH16K-M569(W)	1.4	16.6	—	560	1.8	89
		AH16K-G569(W)	2.8	16.6	—	560	0.56	89
Со встроенным редуктором		A35K-M566(W)-G5	1.4	—	35	280	1.1	94.5
		A40K-M566(W)-G7.2	1.4	—	40	280	1.1	94.5
		A50K-M566(W)-G10	1.4	—	50	280	1.1	94.5
Со встроенным редуктором и тормозом		A35K-M566-GB5	1.4	—	35	280	1.1	136
		A40K-M566-GB7.2	1.4	—	40	280	1.1	136
		A50K-M566-GB10	1.4	—	50	280	1.1	136
С приводом вращения		A35K-M566(W)-R5	1.4	—	35	280	1.1	93.5
		A40K-M566(W)-R7.2	1.4	—	40	280	1.1	93.5
		A50K-M566(W)-R10	1.4	—	50	280	1.1	93.5
С приводом вращения и тормозом		A35K-M566-RB5	1.4	—	35	280	1.1	136
		A40K-M566-RB7.2	1.4	—	40	280	1.1	136
		A50K-M566-RB10	1.4	—	50	280	1.1	136
Типоразмер 85 мм	С выступающим валом / с выступающим валом и встроенным тормозом	A21K-M596(W)-B	1.4	21	—	1400	1.76	68
		A21K-G596(W)-B	2.8	21	—	1400	0.4	68
		A41K-M599(W)-B	1.4	41	—	2700	2.6	98
		A41K-G599(W)-B	2.8	41	—	2700	0.58	98
		A63K-M5913(W)-B	1.4	63	—	4000	3.92	128
		A63K-G5913(W)-B	2.8	63	—	4000	0.86	128
	С полым сквозным валом	AH21K-M596(W)	1.4	21	—	1400	1.76	68
		AH21K-G596(W)	2.8	21	—	1400	0.4	68
		AH41K-M599(W)	1.4	41	—	2700	2.6	98
		AH41K-G599(W)	2.8	41	—	2700	0.58	98
		AH63K-M5913(W)	1.4	63	—	4000	3.92	128
		AH63K-G5913(W)	2.8	63	—	4000	0.86	128
	Со встроенным редуктором	A140K-M599(W)-G5	1.4	—	140	2700	2.6	145
		A140K-G599(W)-G5	2.8	—	140	2700	0.58	145
		A200K-M599(W)-G7.2	1.4	—	200	2700	2.6	145
		A200K-G599(W)-G7.2	2.8	—	200	2700	0.58	145
		A200K-M599(W)-G10	1.4	—	200	2700	2.6	145
		A200K-G599(W)-G10	2.8	—	200	2700	0.58	145
	Со встроенным редуктором и тормозом	A140K-M599-GB5	1.4	—	140	2700	2.6	182
		A140K-G599-GB5	2.8	—	140	2700	0.58	182
		A200K-M599-GB7.2	1.4	—	200	2700	2.6	182
		A200K-G599-GB7.2	2.8	—	200	2700	0.58	182
		A200K-M599-GB10	1.4	—	200	2700	2.6	182
		A200K-G599-GB10	2.8	—	200	2700	0.58	182

※ В случае наличия у двигателя двойного вала в номенклатуре модели имеется буква W. Встроенный тормоз предусмотрен только в модели с одним валом.

※ Длина двигателя измерена без вала.

※ Полый сквозной вал со стандартным подсоединением - опция (кроме типоразмера 24 мм).

Пятифазный шаговый двигатель

■ Технические характеристики

● Типоразмер 24 мм

Модель	02K-S523(W)	04K-S525(W)
Макс. тормозной момент	0,18 кгс • см (0,018 Н • м)	0,28 кгс • см (0,028 Н • м)
Момент инерции ротора	4,2 г • см ² (4,2×10 ⁻⁷ кг • м ²)	8,2 г • см ² (8,2×10 ⁻⁷ кг • м ²)
Номинальный ток	0,75 А/фаза	
Угол полного шага	0,72° /0,36° (полный шаг/полушаг)	
Класс изоляции	Класс В (130°С)	
Сопротивл. изоляции	Мин. 100 МОм (стандарт 500 МВ=) между обмоткой и корпусом двигателя	
Диэлектрич. прочность	1 мин. при 0,5 кВ~ 50/60 Гц между обмоткой и корпусом двигателя	
Температ. окруж. среды	-10°С - +50°С, температура хранения: -25°С - +85°С	
Влажность	35-85% относительной влажности	
Степень защиты	IP30 (стандарт IEC 34-5)	
Масса	Прибл. 0,07 кг	Прибл. 0,12 кг

● Типоразмер 42 мм

Модель	С выступающим валом	A1K-S543(W)	A2K-S544(W)	A3K-S545(W)	—	—	—
	С полым сквозным валом	AH1K-S543	AH2K-S544	AH3K-S545	—	—	—
	С выступающим валом и встроенным редуктором	—	—	—	A10K-S545(W)-G5	A15K-S545(W)-G7.2	A15K-S545(W)-G10
Макс. допустимый момент	—	—	—	—	10 кгс • см (1,0 Н • м)	15 кгс • см (1,5 Н • м)	15 кгс • см (1,5 Н • м)
Макс. тормозной момент	1,3 кгс • см (0,13 Н • м)	1,8 кгс • см (0,18 Н • м)	2,4 кгс • см (0,24 Н • м)	—	—	—	—
Момент инерции ротора	35 г • см ² (35×10 ⁻⁷ кг • м ²)	54 г • см ² (54×10 ⁻⁷ кг • м ²)	68 г • см ² (68×10 ⁻⁷ кг • м ²)	68 г • см ² (68×10 ⁻⁷ кг • м ²)			
Номинальный ток	0,75 А/фаза						
Угол полного шага	0,72° /0,36° (полный шаг/полушаг)				0,144° /0,072° (полный шаг/полушаг)	0,1° /0,05° (полный шаг/полушаг)	0,072° /0,036° (полный шаг/полушаг)
Передаточное отношение	—				1 : 5	1 : 7.2	1 : 10
Допустимый диапазон скорости	—				0-360 об/мин	0-250 об/мин	0-180 об/мин
Люфт (мин.)	—				± 35' (0,58°)		
Класс изоляции	Класс В (130°С)						
Сопротивление изоляции	Мин. 100 МОм (стандарт 500 МВ=) между обмоткой и корпусом двигателя						
Диэлектрическая прочность	1 мин. при 1 кВ~, 0,75 А/фаза, 50/60 Гц между обмоткой и корпусом двигателя						
Температура окруж. среды	-10°С - +50°С, температура хранения: -25°С - +85°С						
Влажность	35-85% относительной влажности						
Степень защиты	IP30 (стандарт IEC 34-5)						
Масса	Прибл. 0,25 кг	Прибл. 0,3 кг	Прибл. 0,4 кг	Прибл. 5,8 кг			

Пятифазный шаговый двигатель

Технические характеристики

Типоразмер 60 мм

Модель	С выступающим валом	A4K-S564(W)	A4K-M564(W)	A8K-S566(W)	A8K-M566(W)	A16K-M569(W)	A16K-G569(W)
	С полым сквозным валом	AH4K-S564(W)	AH4K-M564(W)	AH8K-S566(W)	AH8K-M566(W)	AH16K-M569(W)	AH16K-G569(W)
	С выступающим валом и встроенным тормозом	A4K-S564-B	A4K-M564-B	A8K-S566-B	A8K-M566-B	A16K-M569-B	A16K-G569-B
Макс. тормозной момент	4,2 кгс • см (0,42 Н • м)			8,3 кгс • см (0,83 Н • м)		16,6 кгс • см (1,66 Н • м)	
Момент инерции ротора	175 г • см ² (175×10 ⁻⁷ кг • м ²)			280 г • см ² (280×10 ⁻⁷ кг • м ²)		560 г • см ² (560×10 ⁻⁷ кг • м ²)	
Номинальный ток	0,75 А/фаза	1,4 А/фаза	0,75 А/фаза	1,4 А/фаза	1,4 А/фаза	2,8 А/фаза	
Угол полного шага	0,72° / 0,36° (полный шаг/полушаг)						
Электромагнитный тормоз	Номинальное напряжение возбуждения	24 В= (неполярный)					
	Номинальный ток возбуждения	0,33 А					
	Сила трения покоя	4 кгс • см					
	Инерция вращ-ся части	2,5×10 ⁻⁶ кгс•см ²					
	Время срабатывания	Макс. 22 мс					
	Время отпущения	Макс. 37 мс					
Класс изоляции	Класс В (130°С)						
Сопротивление изоляции	Мин. 100 МОм (стандарт 500 МВ=) между обмоткой и корпусом двигателя						
Диэлектрическая прочность	1 мин. при 1 кВ- (0,5 кВ- для 0,75 А/фаза) 50/60 Гц между обмоткой и корпусом двигателя						
Температура окруж. среды	-10°С - +50°С, температура хранения: -25°С - +85°С						
Влажность	35-85% относительной влажности						
Степень защиты	IP30 (стандарт IEC 34-5)						
Масса	Стандартная модель: 0,6 кг Со встроенным тормозом: 0,9 кг		Стандартная модель: 0,8 кг Со встроенным тормозом: 1,1 кг		Стандартная модель: 1,3 кг Со встроенным тормозом: 1,6 кг		

Типоразмер 60 мм

Модель	С выступающим валом и встроенным редуктором	A35K-M566(W)-G5	A40K-M566(W)-G7.2	A50K-M566(W)-G10	
	Со встроенным редуктором и тормозом	A35K-M566-GB5	A40K-M566-GB7.2	A50K-M566-GB10	
	С приводом вращения	A35K-M566(W)-R5	A40K-M566(W)-R7.2	A50K-M566(W)-R10	
	С приводом вращения и тормозом	A35K-M566-RB5	A40K-M566-RB7.2	A50K-M566-RB10	
Макс. тормозной момент	35 кгс • см (3,5 Н • м)		40 кгс • см (4,0 Н • м)		50 кгс • см (5,0 Н • м)
Момент инерции ротора	280 г • см ² (280×10 ⁻⁷ кг • м ²)				
Номинальный ток	1,4 А/фаза				
Угол полного шага	0,144° / 0,072° (полный шаг/полушаг)		0,1° / 0,05° (полный шаг/полушаг)		0,072° / 0,036° (полный шаг/полушаг)
Передаточное отношение	1 : 5		1 : 7.2		1 : 10
Допуст. диапазон скорости	0-360 об/мин		0-250 об/мин		0-180 об/мин
Люфт (мин.)	± 20' (0,33°)				
Электромагнитный тормоз	Номинальное напряжение возбуждения	24 В= (неполярный)			
	Номинальный ток возбуждения	0,33 А			
	Сила трения покоя	4 кгс/см			
	Инерция вращ-ся части	2,5×10 ⁻⁶ кгс • см ²			
	Время срабатывания	Макс. 22 мс			
	Время отпущения	Макс. 37 мс			
Абсолютная ошибка положения (★1)	± 20 минут (0,33°)				
Потеря движения (★1)	± 20 минут (0,33°)				
Класс изоляции	Класс В (130°С)				
Сопротивление изоляции	Мин. 100 МОм (стандарт 500 МВ=) между обмоткой и корпусом двигателя				
Диэлектрич. прочность	1 мин. при 1 кВ- 50/60 Гц между обмоткой и корпусом двигателя				
Температура окруж. среды	-10°С - +50°С, температура хранения: -25°С - +85°С				
Влажность	35 ... 85 % (относительная влажность)				
Степень защиты	IP30 (стандарт IEC 34-5)				
Масса	С встроенным редуктором: 1,3 кг, со встроенным редуктором и тормозом: 1,4 кг, с приводом вращения: 1,5 кг, с приводом вращения и тормозом: 1,8 кг				

※ (★1) Относится только к модели с приводом вращения

Пятифазный шаговый двигатель

■ Технические характеристики

● Типоразмер 85 мм

Модель	С выступающим валом	A21K-M596(W)-□	A21K-G596(W)-□	A41K-M599(W)-□	A41K-G599(W)-□	A63K-M5913(W)-□	A63K-G5913(W)-□
	С полым сквозным валом	AH21K-M596(W)	AH21K-G596(W)	AH41K-M599(W)	AH41K-G599(W)	AH63K-M5913(W)	AH63K-G5913(W)
	С выступающим валом и встроенным тормозом	A21K-M596-□B	A21K-G596-□B	A41K-M599-□B	A41K-G599-□B	A63K-M5913-□B	A63K-G5913-□B
Макс. тормозной момент	21 кгс·см (2,1 Н·м)			41 кгс·см (4,1 Н·м)		63 кгс·см (6,3 Н·м)	
Момент инерции ротора	1400 г·см ² (1400×10 ⁻⁷ кг·м ²)			2700 г·см ² (2700×10 ⁻⁷ кг·м ²)		4000 г·см ² (4000×10 ⁻⁷ кг·м ²)	
Номинальный ток	1,4 А/фаза	2,8 А/фаза	1,4 А/фаза	2,8 А/фаза	1,4 А/фаза	2,8 А/фаза	
Угол полного шага	0,72° / 0,36° (полный шаг/полушаг)						
Электромагнитный тормоз	Номинальное напряжение возбуждения	24 В= (неполярный)					
	Номинальный ток возбуждения	0,62 А					
	Сила трения покоя	40 кгс/см					
	Инерция вращающейся части	42,5×10 ⁻⁶ кгс·см ²					
	Время срабатывания	Макс. 80 мс					
	Время отпускания	Макс. 70 мс					
Класс изоляции	Класс В (130°С)						
Сопротивление изоляции	Мин. 100 МОм (стандарт 500 МВ=) между обмоткой и корпусом двигателя						
Диэлектрическая прочность	1 мин. при 1 кВ- 50/60 Гц между обмоткой и корпусом двигателя						
Температура окруж. среды	10°С - +50°С, температура хранения: -25°С - +85°С						
Влажность	35 ... 85 % (относительная влажность)						
Степень защиты	IP30 (стандарт IEC 34-5)						
Масса	Стандартная модель: 1,7 кг С встроенным тормозом: 2,9 кг		Стандартная модель: 2,8 кг С встроенным тормозом: 4,0 кг		Стандартная модель: 3,8 кг С встроенным тормозом: 5,0 кг		

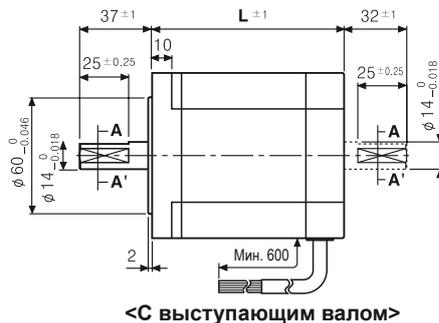
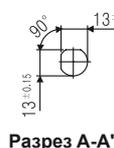
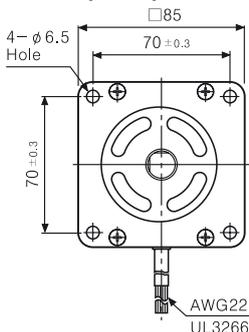
● Типоразмер 85 мм

Модель	С выступающим валом и встроенным редуктором	A140K-M599(W)-G5	A140K-G599(W)-G5	A200K-M599(W)-G7.2	A200K-G599(W)-G7.2	A200K-M599(W)-G10	A200K-G599(W)-G10
	Со встроенным редуктором и тормозом	A140K-M599-GB5	A140K-G599-GB5	A200K-M599-GB7.2	A200K-G599-GB7.2	A200K-M599-GB10	A200K-G599-GB10
Макс. тормозной момент	140 кгс·см (14 Н·м)			200 кгс·см (20 Н·м)		200 кгс·см (20 Н·м)	
Момент инерции ротора	2700 г·см ² (270×10 ⁻⁷ кг·м ²)						
Номинальный ток	1,4 А/фаза	2,8 А/фаза	1,4 А/фаза	2,8 А/фаза	1,4 А/фаза	2,8 А/фаза	
Угол полного шага	0,144° / 0,072° (полный шаг/полушаг)			0,1° / 0,05° (полный шаг/полушаг)		0,072° / 0,036° (полный шаг/полушаг)	
Передаточное отношение	1 : 5			1 : 7.2		1 : 10	
Допуст. диапазон скорости	0-360 об/мин			0-250 об/мин		0-180 об/мин	
Люфт (мин.)	± 15' (0,25°)						
Электромагнитный тормоз	Номинальное напряжение возбуждения	24 В= (неполярный)					
	Номинальный ток возбуждения	0,62 А					
	Сила трения покоя	40 кгс·см					
	Инерция вращающейся части	42,5×10 ⁻⁶ кгс·см ²					
	Время срабатывания	Макс. 80 мс					
	Время отпускания	Макс. 70 мс					
Класс изоляции	Класс В (130°С)						
Сопротивление изоляции	Мин. 100 МОм (стандарт 500 МВ=) между обмоткой и корпусом двигателя						
Диэлектрич. прочность	1 мин. при 1 кВ- 50/60 Гц между обмоткой и корпусом двигателя						
Температура окруж. среды	-10°С + 50°С, температура хранения: -25°С - +85°С						
Влажность	35-85% относительной влажности						
Степень защиты	IP30 (стандарт IEC 34-5)						
Масса	Со встроенным редуктором : 4,4 кг, со встроенным редуктором и тормозом: 5,6 кг						

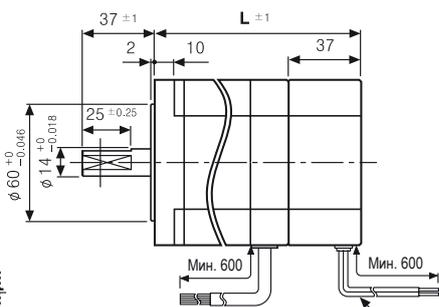
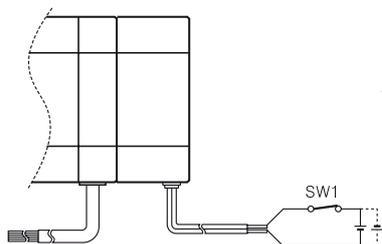
Пятифазный шаговый двигатель

Размеры

Типоразмер 85 мм



<С выступающим валом>



Вывод тормоза
2-проводной (неполярный тип)

<С встроенным тормозом>

(Размеры указаны в мм)

МОДЕЛЬ	L
A21K-□596(W)-□B	68
A41K-□599(W)-□B	98
A63K-□5913(W)-□B	128

※ Эти размеры приведены для типа с двойным валом. В типе с одним валом в части (.....) нет вала.

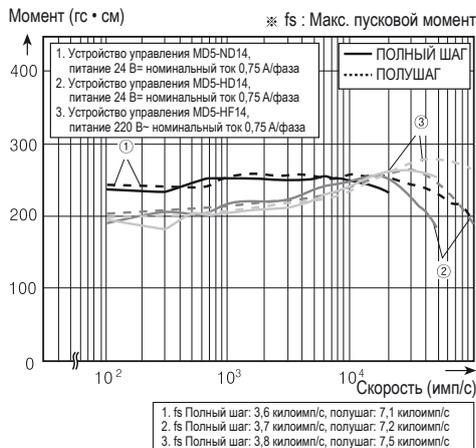
※ Тормоз - неполярный тип "B".

Соблюдайте номинальное напряжение возбуждения (24 В).

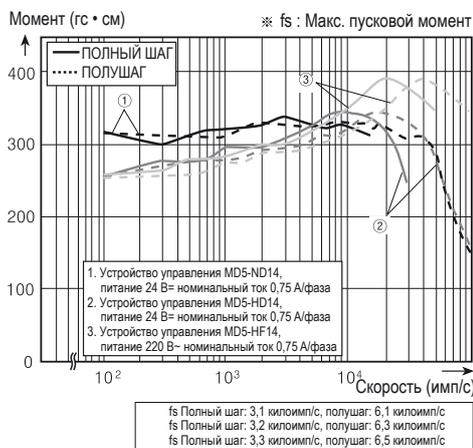
※ Переключатель 1 (SW1) ВКЛ - тормоз выключен / переключатель 1 (SW1) ВЫКЛ - тормоз включен

Характеристики

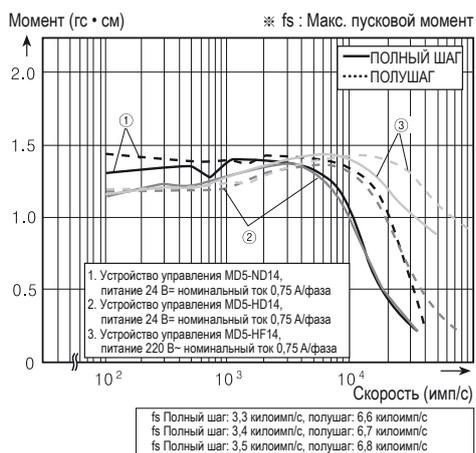
02K-S523



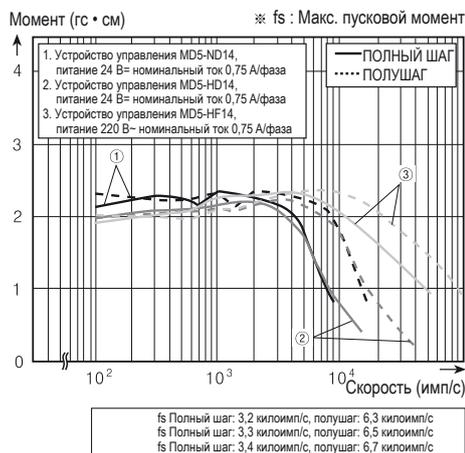
04K-S525



A1K-S543



A2K-S544

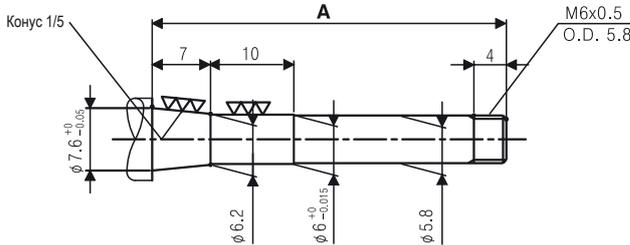


Пятифазный шаговый двигатель

■ Пример обработки вала в сборе

Внешние валы, устанавливаемые в электродвигатели Autonics следует обработать в соответствии с приведенными чертежами.

● Типоразмер 42, с одним валом

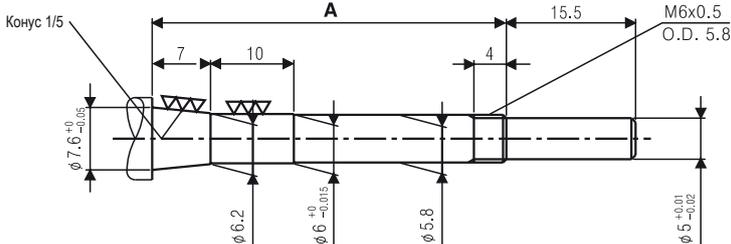


(Размеры указаны в мм)

МОДЕЛЬ	A
АН1К-S543	42.5
АН2К-S544	48.5
АН3К-S545	56.5

※ Стопорная гайка включена в комплект поставки.

● Типоразмер 42, с двойным валом

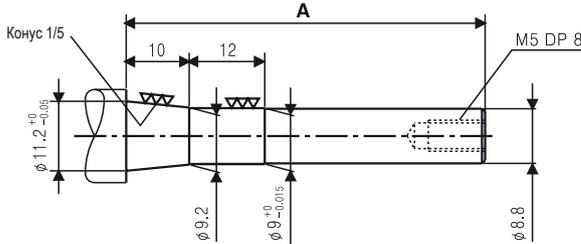


(Размеры указаны в мм)

МОДЕЛЬ	A
АН1К-S543W	42.5
АН2К-S544W	48.5
АН3К-S545W	56.5

※ Стопорная гайка включена в комплект поставки.

● Типоразмер 60, с одним валом

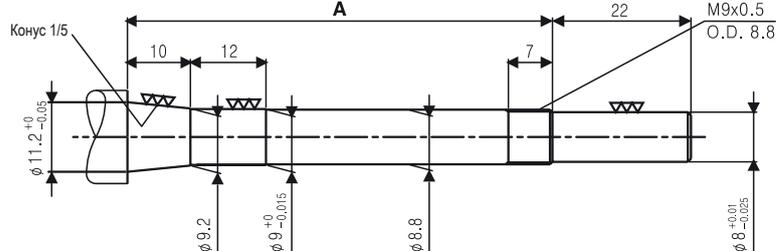


(Размеры указаны в мм)

МОДЕЛЬ	A
АН4К-□564	46
АН8К-□566	57
АН16К-□569	86.5

※ Болт с шестигранной головкой, плоская шайба, пружинная шайба и стопорная гайка включены в комплект поставки.

● Типоразмер 60, с двойным валом

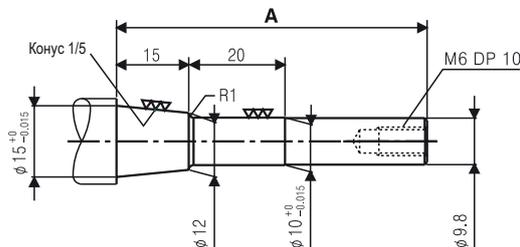


(Размеры указаны в мм)

МОДЕЛЬ	A
АН4К-□564W	56.5
АН8К-□566W	67.5
АН16К-□569W	97

※ Стопорная гайка включена в комплект поставки.

● Типоразмер 85, с одним валом

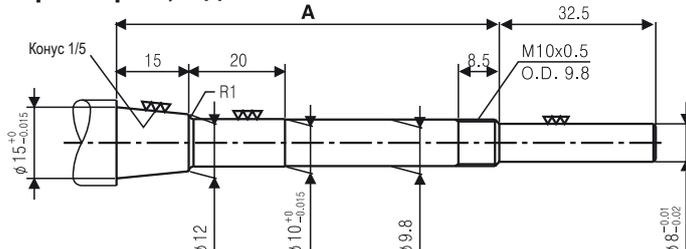


(Размеры указаны в мм)

МОДЕЛЬ	A
АН21К-□596	64.5
АН41К-□599	94
АН63К-□5913	124.5

※ Болт с шестигранной головкой, плоская шайба, пружинная шайба и стопорная гайка включены в комплект поставки.

● Типоразмер 85, с двойным валом



(Размеры указаны в мм)

МОДЕЛЬ	A
АН21К-□596W	79.5
АН41К-□599W	109.5
АН63К-□5913W	139.5

※ Стопорная гайка включена в комплект поставки.

Серии АК-G/АК-GB/АК-R/АК-RB

Со встроенным редуктором / со встроенным редуктором и тормозом □42 мм / □60 мм / □85 мм
 С приводом вращения / с приводом вращения и встроенным тормозом □60 мм

■ Отличительные особенности

- Миниатюрные размеры, небольшая масса, высокие точность, быстродействие и крутящий момент.
- Экономичность
- Люфт :
 - 42 мм → ±35' (0,58°), □ 60 мм → ±20' (0,33°)
 - 85 мм → ±15' (0,25°)
- Тормозное усилие отпускается (серия АК-В) при подаче питания на провод тормоза (24 В=, неполярный тип)
- Угол полного шага
- Допустимая скорость :
 - 0-360 об/мин
 - 0-250 об/мин
 - 0-180 об/мин

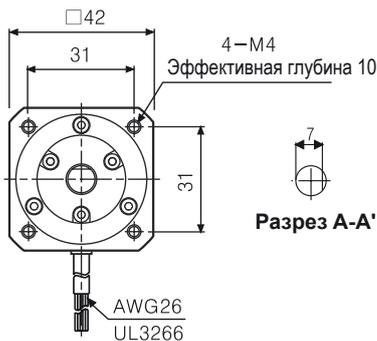


Типоразмер 85 мм с редуктором и тормозом

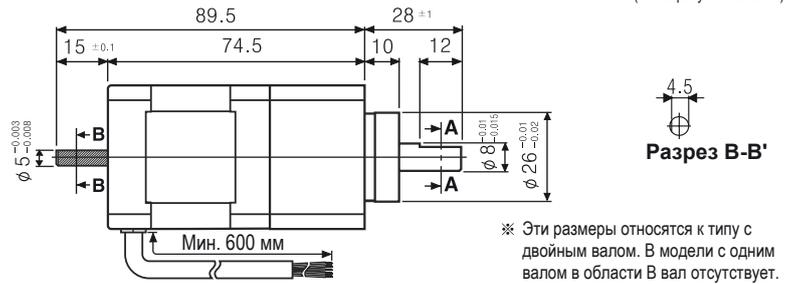
⚠ В целях безопасности перед началом работ рекомендуется прочитать правила техники безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации.

■ Размеры

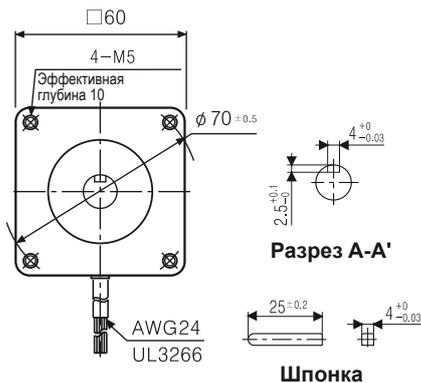
○ Типоразмер 42 мм



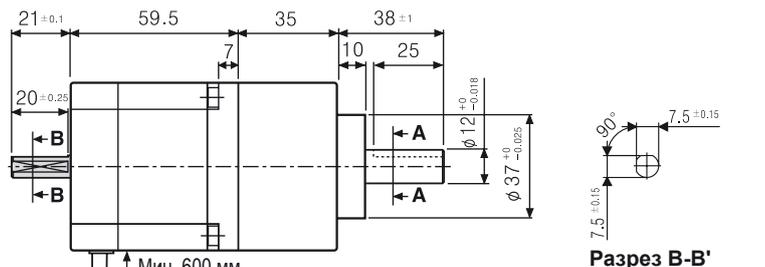
<С встроенным редуктором>



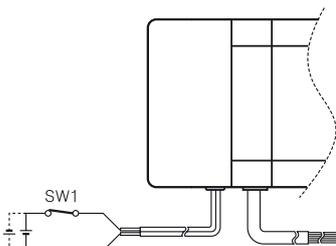
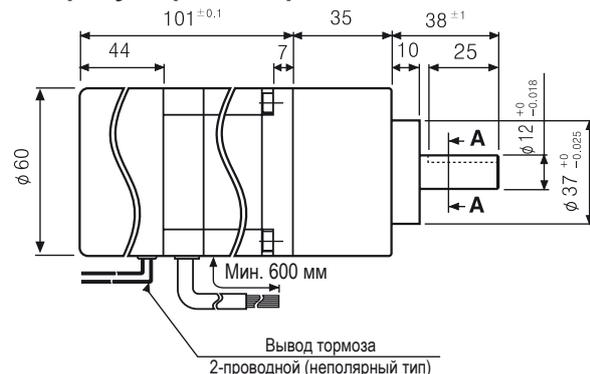
○ Типоразмер 60 мм



<С встроенным редуктором>



<С встроенным редуктором и тормозом>

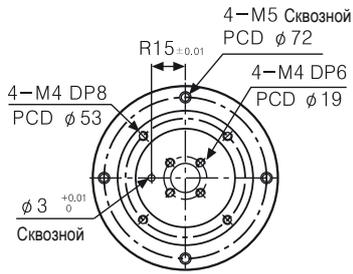


- ※ Тормоз - неполярный тип "В". Соблюдайте номинальное напряжение возбуждения (24 В=).
- ※ Переключатель 1 (SW1) ВКЛ - тормоз выключен / переключатель 1 (SW1) ВЫКЛ - тормоз включен

Пятифазный шаговый двигатель

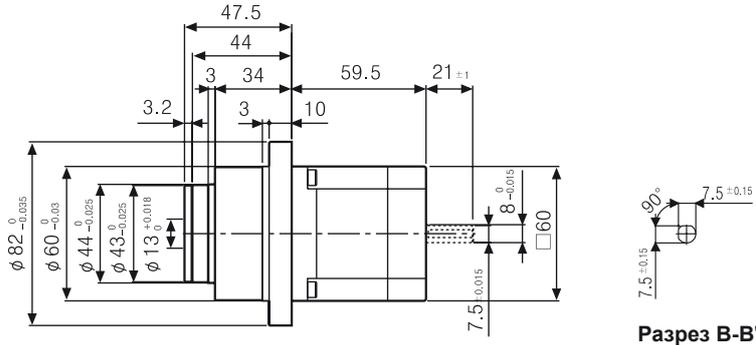
Размеры

Типоразмер 60 мм



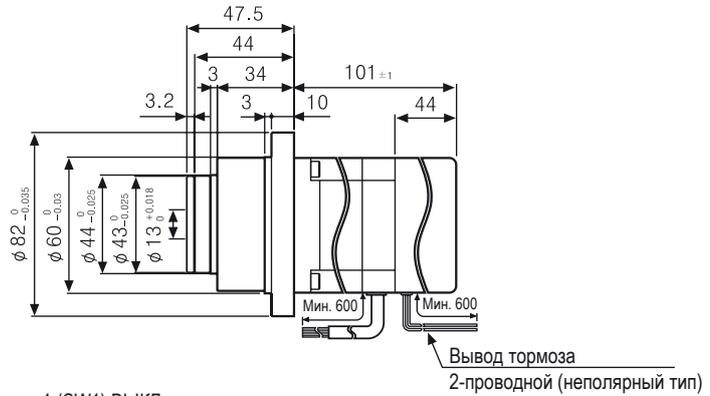
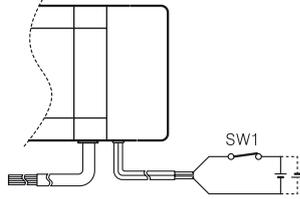
<С приводом вращения>

(Размеры указаны в мм)



※ Эти размеры относятся к типу с двойным валом.
В типе с одним валом в области В вал отсутствует.

<С приводом вращения и тормозом>

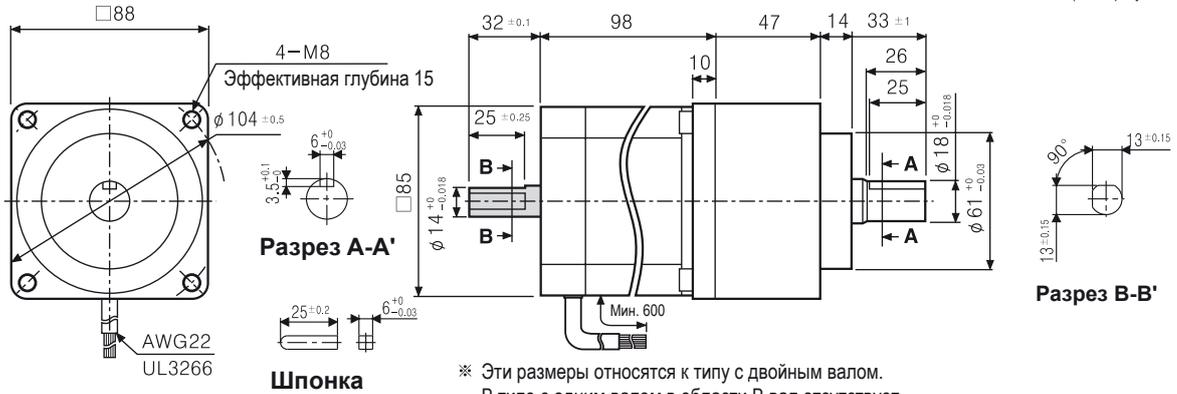


※ Тормоз - неполярный тип "В".
Соблюдайте номинальное напряжение возбуждения (24 В=)
※ Переключатель 1 (SW1) ВКЛ - тормоз выключен / переключатель 1 (SW1) ВЫКЛ - тормоз включен

Типоразмер 85 мм

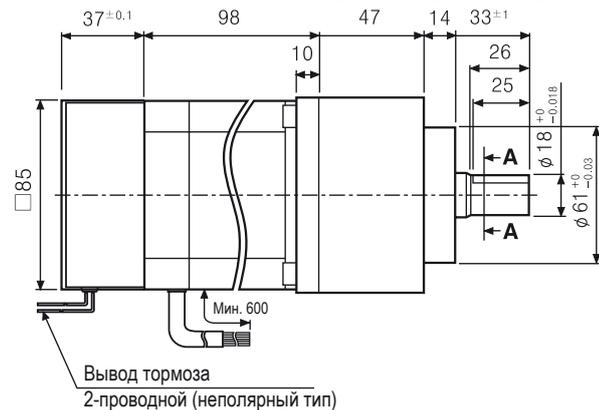
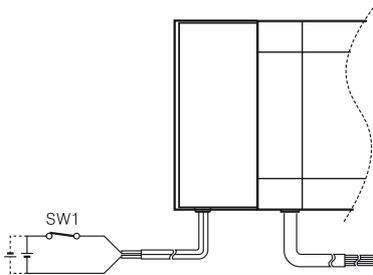
<С редуктором>

(Размеры указаны в мм)



※ Эти размеры относятся к типу с двойным валом.
В типе с одним валом в области В вал отсутствует.

<Со встроенным редуктором и тормозом>



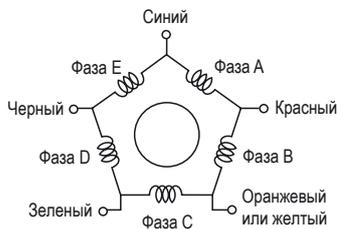
※ Тормоз - неполярный тип "В".
Соблюдайте номинальное напряжение возбуждения (24 В=)
※ Переключатель 1 (SW1) ВКЛ - тормоз выключен / переключатель 1 (SW1) ВЫКЛ - тормоз включен

Пятифазный шаговый двигатель

■ Схема подключения пятифазного шагового двигателя

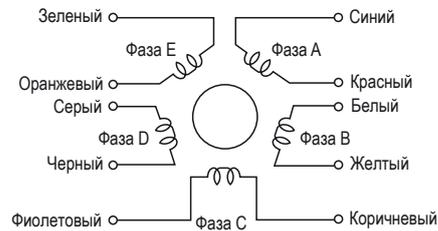
Соответствие фазы электродвигателя (обмотка) и цвета провода указано ниже. Заметьте, что стандартным является 5-проводное соединение. (стандартное соединение - опция).

● Пятипроводное соединение (стандарт)



В случае подключения электродвигателей со стандартной схемой соединения к устройствам управления, убедитесь в соответствии соединений таблице.

● Стандартная схема (опция)



Цвет провода для стандартного соединения	Цвет соединительной клеммы 5-фазного шагового устройства управления
Серый+красный	Синий
Желтый+черный	Красный
Оранжевый+белый	Оранжевый
Коричневый+зеленый	Зеленый
Синий+фиолетовый	Черный

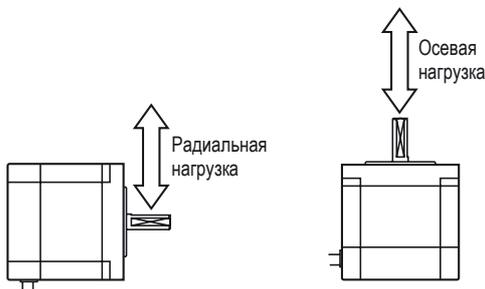
■ Монтаж электродвигателя

○ Шаговый двигатель с выступающим валом

● Положение монтажа

Двигатель можно монтировать в любом положении - вверх, вниз и вбок. Независимо от положения к валу не должна прилагаться радиальная или осевая нагрузка.

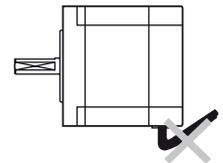
- 1) Радиальная нагрузка: нагрузка, прилагаемая к валу вертикально, снижающая ресурс выходного вала и подшипников. Излишняя повторяемая радиальная нагрузка на вал может стать причиной повреждения подшипника, деформации выходного вала или усталостного разрушения.
- 2) Осевая нагрузка: нагрузка, прилагаемая к валу горизонтально, снижающая ресурс выходного вала и подшипников. Излишняя повторяемая осевая нагрузка на вал может стать причиной повреждения подшипника, деформации выходного вала или усталостного разрушения.



Допустимая радиальная и осевая нагрузка указаны в следующей таблице.

Типоразмер	Допустимая радиальная нагрузка на определенном расстоянии (мм) от конца вала					Допустимая осевая нагрузка
	0	5	10	15	20	
20 мм	20[Н] 2[кгс]	25[Н] 2,5[кгс]	34[Н] 3,4[кгс]	—	—	Под нагрузкой двигателя
42 мм	20[Н] 2[кгс]	25[Н] 2,5[кгс]	34[Н] 3,4[кгс]	52[Н] 5,2[кгс]	—	
60 мм	63[Н] 6,3[кгс]	75[Н] 7,5[кгс]	95[Н] 9,5[кгс]	130[Н] 13[кгс]	190[Н] 19[кгс]	
85 мм	260[Н] 26[кгс]	290[Н] 29[кгс]	340[Н] 34[кгс]	390[Н] 39[кгс]	480[Н] 48[кгс]	

Во время монтажа не прилагайте чрезмерное усилие к кабелю двигателя. Это может привести к отключению.



● Способ монтажа

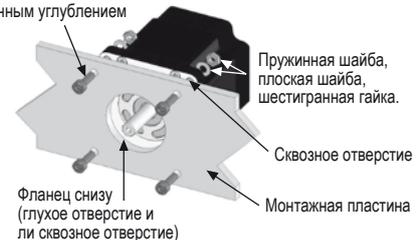
Учитывая теплоизоляцию и виброизоляцию, электродвигатель монтируется как можно ближе к металлической панели с высокой теплопроводностью, например, железной или алюминиевой.

Используйте болты с шестигранным углублением, пружинные или плоские шайбы.

Допустимая толщина монтажной пластины и размер болтов указаны в следующей таблице.

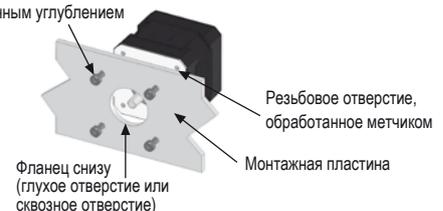
<Двигатель со сквозным отверстием>

Болт с шестигранным углублением



<Двигатель с резьбовым отверстием, обработанным метчиком>

Болт с шестигранным углублением



Типоразмер	Толщина монтажной пластины	Болт
24 мм	Мин. 3 мм	M2.6
42 мм	Мин. 4 мм	M3
60 мм	Мин. 5 мм	M4
85 мм	Мин. 8 мм	M6

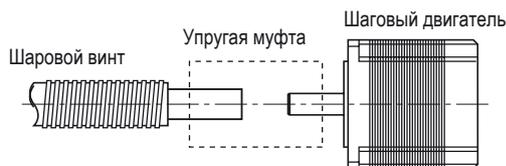
● Подключение с нагрузкой

В случае подключения нагрузки — шарикового винта или ТМ-винта — к валу электродвигателя следует использовать упругие муфты (см. рис. ниже).

Центр нагрузки должен совпадать с центром вала; в противном случае, возможна сильная вибрация, повреждение вала или сокращение ресурса подшипников.

Не разбирайте и не модифицируйте вал электродвигателя для подключения нагрузки. В случае необходимости следует связаться с производителем.

В случае соединения с шкивом или ремнем соблюдайте допустимую осевую и радиальную нагрузку. Убедитесь, что вал не подвергается воздействию вибрации.

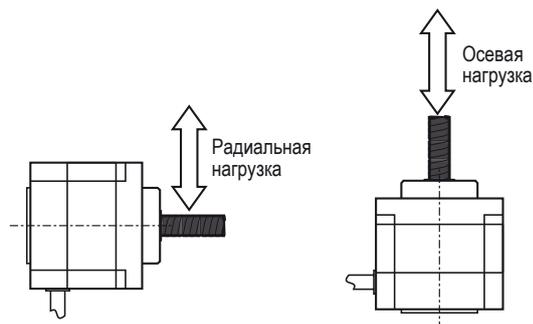


○ Шаговый двигатель со сквозным отверстием

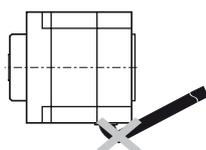
● Положение монтажа

Двигатель можно монтировать в любом положении - вверх, вниз и вбок. Независимо от положения, к валу не должна прилагаться ни радиальная, ни осевая нагрузка.

- 1) Радиальная нагрузка: нагрузка, прилагаемая к валу вертикально, снижающая ресурс выходного вала и подшипников. Излишняя повторяемая радиальная нагрузка на вал может стать причиной повреждения подшипника, деформации выходного вала или усталостного разрушения.
- 2) Осевая нагрузка: нагрузка, прилагаемая к валу горизонтально, снижающая ресурс выходного вала и подшипников. Излишняя повторяемая осевая нагрузка на вал может стать причиной повреждения подшипника, деформации выходного вала или усталостного разрушения.



Во время монтажа не прилагайте чрезмерное усилие к кабелю двигателя. Это может привести к отключению.

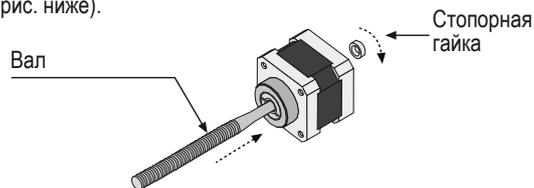


● Монтаж вала на двигатель с полым сквозным валом

Соединение вала с двигателем должно быть максимально плотным. В противном случае, момент двигателя будет не полностью передаваться на вал. В случае замены вала рекомендуется наносить клеящее вещество в месте крепления болта.

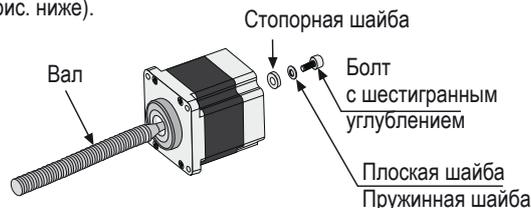
1. Двигатель с резьбовым отверстием, обработанным метчиком

С помощью плоскогубцев плотно затяните стопорную гайку (см. рис. ниже).



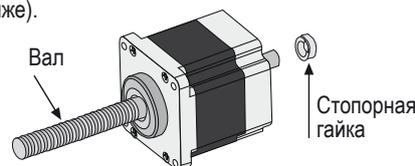
2. Двигатель со сквозным отверстием с одним валом

Закрепите вал с помощью болтов с шестигранным углублением, пружинных шайб, плоских шайб и стопорных шайб (см. рис. ниже).



3. Двигатель со сквозным отверстием с двойным валом

С помощью плоскогубцев плотно затяните стопорную гайку (см. рис. ниже).



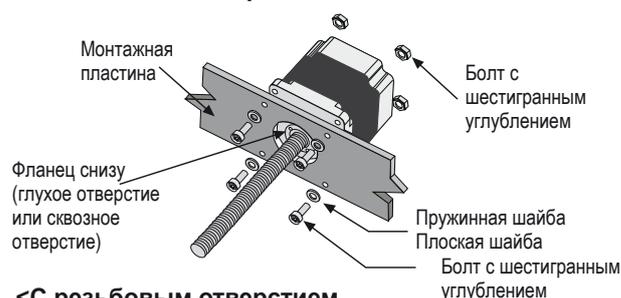
● Способ монтажа

Учитывая теплоизоляцию и виброизоляцию, электродвигатель монтируется как можно ближе к металлической панели с высокой теплопроводностью, например, железной или алюминиевой.

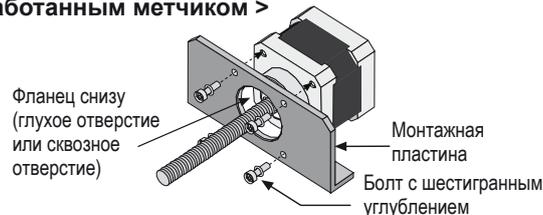
Используйте болты с шестигранным углублением, пружинные или плоские шайбы.

Допустимая толщина монтажной пластины и размер болтов указаны в следующей таблице.

<Со сквозным отверстием>



<С резьбовым отверстием, обработанным метчиком >



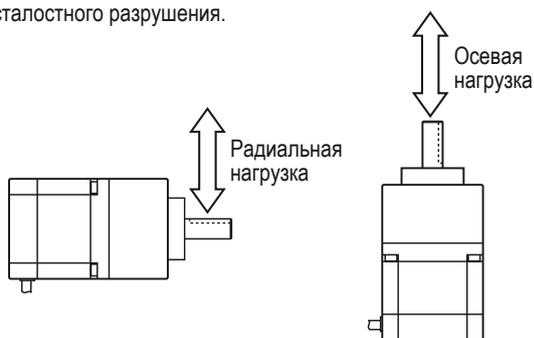
Модель	Толщина монтажной пластины	Болт
Серия АН□К-□54□	Мин. 4 мм	M3
Серия АН□К-□56□	Мин. 5 мм	M4
Серия АН□К-□59□	Мин. 8 мм	M6

Шаговый двигатель с встроенным редуктором

Положение монтажа

Двигатель можно монтировать в любом положении - вверх, вниз и вбок. Независимо от положения к валу не должна прилагаться радиальная или осевая нагрузка.

- 1) Радиальная нагрузка: нагрузка, прилагаемая к валу вертикально, снижающая ресурс выходного вала и подшипников. Излишняя повторяемая радиальная нагрузка на вал может стать причиной повреждения подшипника, деформации выходного вала или усталостного разрушения.
- 2) Осевая нагрузка: нагрузка, прилагаемая к валу горизонтально, снижающая ресурс выходного вала и подшипников. Излишняя повторяемая осевая нагрузка на вал может стать причиной повреждения подшипника, деформации выходного вала или усталостного разрушения.

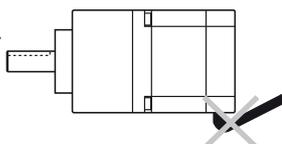


Допустимая радиальная и осевая нагрузка указаны в следующей таблице.

Типо-размер	Допустимая радиальная нагрузка на определенном расстоянии (мм) от конца вала					Допустимая осевая нагрузка
	0	5	10	15	20	
42 мм	73[Н] 7,3[кгс]	84[Н] 8,4[кгс]	100[Н] 10[кгс]	123[Н] 12,3[кгс]	—	50[Н] 5[кгс]
60 мм	250[Н] 25[кгс]	270[Н] 27[кгс]	300[Н] 30[кгс]	340[Н] 34[кгс]	390[Н] 39[кгс]	100[Н] 10[кгс]
85 мм	480[Н] 48[кгс]	540[Н] 54[кгс]	600[Н] 60[кгс]	680[Н] 68[кгс]	790[Н] 79[кгс]	300[Н] 30[кгс]

Во время монтажа не прилагайте чрезмерное усилие к кабелю двигателя.

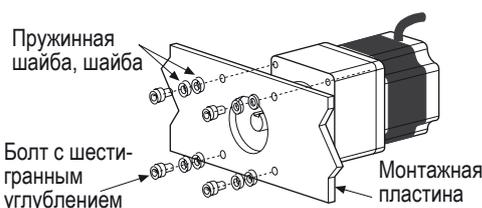
Это может привести к отключению.



Способ монтажа

Учитывая теплоизоляцию и виброизоляцию, электродвигатель монтируется как можно ближе к металлической панели с высокой теплопроводностью, например, железной или алюминиевой. Используйте болты с шестигранным углублением, пружинные или плоские шайбы.

Допустимая толщина монтажной пластины и размер болтов указаны в следующей таблице.



Типоразмер	Толщина монтажной пластины	Болт
42 мм	Мин. 5 мм	M4
60 мм	Мин. 8 мм	M5
85 мм	Мин. 12 мм	M8

Подключение с нагрузкой

В случае подключения нагрузки — шарикового винта или ТМ-винта - к валу электродвигателя следует использовать упругие муфты (см. рис. ниже).

Центр нагрузки должен совпадать с центром вала; в противном случае, возможна сильная вибрация, повреждение вала или сокращение ресурса подшипников.

Не разбирайте и не модифицируйте вал электродвигателя для подключения нагрузки. В случае необходимости следует связаться с производителем.

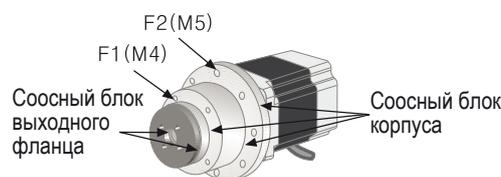
В случае соединения с шкивом или ремнем соблюдайте допустимую осевую и радиальную нагрузку. Убедитесь, что вал не подвергается воздействию вибрации.



Шаговый двигатель с приводом вращения

Монтаж электродвигателя

- 1) Учитывая теплоизоляцию и виброизоляцию, электродвигатель монтируется так, чтобы соосный блок был как можно ближе к металлической панели с высокой теплопроводностью, например, железной или алюминиевой. Толщина металлической пластины должна быть не менее 8 мм.
- 2) Как показано на рис. ниже, для крепления привода вращения используются 4 монтажных резьбовых отверстия, обработанных метчиком, на F1 и F2. Для болтов M4 момент затяжки 2 Нм; для болтов M5 момент затяжки 4,4 Нм.



- 3) Во время монтажа не прилагайте чрезмерное усилие к кабелю двигателя. Не дергайте и не тяните кабель. Это может привести к нарушению соединения кабеля. Если во время работы кабель будет часто двигаться, примите меры по предотвращению отсоединения кабеля.

Монтаж принадлежностей (стол или рычаг)

- 1) Принадлежности (стол или рычаг) монтируются на фланец выходного вала с помощью винта M4. Заметьте, что соосный блок Ø13 обрабатывается с помощью размера с0.3. Принадлежность должна обрабатываться с помощью размера менее с0.2. Вставьте установочный штифт в установочное отверстие фланца. Штифт не должен вставляться в выходной фланец.
- 2) При монтаже принадлежностей (стол или рычаг) запрещается использовать молоток. Несоблюдение этого указания может привести к выходу изделия из строя. Монтаж следует проводить руками с соблюдением осторожности.
- 3) Проверьте плотность крепления принадлежностей на выходном валу. Отрыв привода может привести к несчастному случаю.

Надлежащее использование изделия

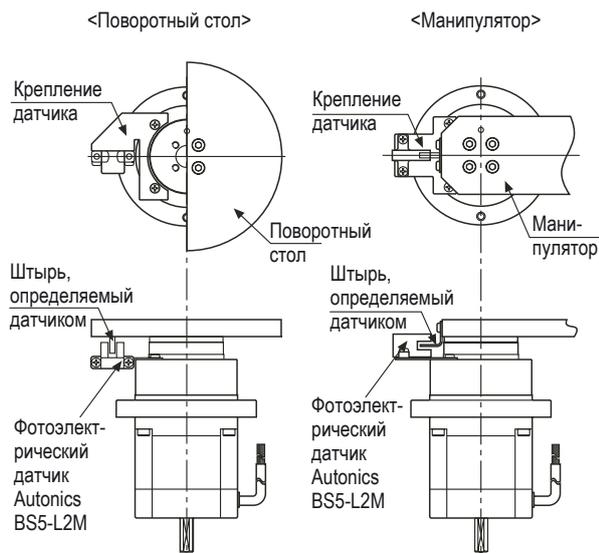
Соблюдайте номинальные характеристики для изделия.

- 1) Не прилагайте вращающуюся нагрузку на двигатель во время остановки.
- 2) Не прилагайте чрезмерную нагрузку на двигатель во время работы. Это может вызвать сбой шага.
- 3) Используйте датчик для поиска исходной точки или определения положения завершения шага.

● Области применения



● Примеры монтажа датчика



※ Для определения начальной позиции, обеспечения правильного позиционирования двигателя, надлежащего числа оборотов и скорости установите дополнительный датчик.

■ Указания по монтажу и эксплуатации

● Монтаж

: Место для установки двигателя должно удовлетворять следующим условиям. Несоблюдение этих указаний может привести к неисправности устройства.

- 1 Устройство предназначено для эксплуатации в помещении. (Устройство предназначено для установки на оборудование, в качестве его компонента.)
- 2 Температура окружающей среды: $-10^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$ (без замораживания).
- 3 Влажность: 85% относительной влажности (без конденсации).
- 4 Не допускается эксплуатация устройства при наличии в атмосфере горючих, взрывоопасных или коррозионных газовых смесей.
- 5 Не допускается воздействие прямых солнечных лучей.
- 6 В атмосфере не должна содержаться пыль, взвешенные частицы и др.
- 7 Не допускается контакт устройства с водой, маслом и т.д.
- 8 Устройство следует устанавливать в условиях, где возможно надлежащее рассеяние тепла.
- 9 Не подвергать устройство продолжительным вибрациям или динамическим нагрузкам.
- 10 Не устанавливать в местах повышенного содержания солей.
- 11 Не размещать рядом с оборудованием, создающим электромагнитные помехи (сварочные агрегаты, двигатели и др.).
- 12 Не размещать в условиях, где имеются радиоактивные вещества и сильные магнитные поля. Также не размещать в вакууме.

● Запрещается самостоятельно вскрывать корпус и вносить изменения в конструкцию двигателя.

Несоблюдение этого указания может стать причиной неисправности устройства из-за попадания внутрь корпуса посторонних частиц. После разборки производительность двигателя может значительно снизиться.

● Не подвергать двигатель механическому воздействию.

Зазор между ротором и статором составляет 0,05 мм. В случае механического воздействия это расстояние может быть нарушено, что приведет к неисправности изделия.

● Во время эксплуатации соблюдать номинальный диапазон вращающего момента.

Номинальный диапазон вращающего момента указывает допустимые значения максимальной силы на передаточном механизме, общее значение момента ускорения/торможения пуска/останова и момента трения. Превышение номинального диапазона вращающего момента может привести к поломке редуктора.

● Во время эксплуатации соблюдать номинальный диапазон скорости.

Номинальный диапазон скорости характеризуется числом оборотов редуктора и частотой импульсов двигателя. Устройство должно эксплуатироваться только с соблюдением номинального диапазона скорости, в противном случае это может привести к сокращению срока службы редуктора (увеличится зазор в зубчатом зацеплении).

● Увеличение зазора в зубчатом зацеплении может произойти после пуска двигателя, если были включены оба направления вращения.

Причиной увеличения зазора является смещение выходного вала двигателя, при этом положение входной оси не меняется. Шаговые двигатели с редуктором характеризуются высокой точностью управления и малыми зазорами в зубчатом зацеплении. Увеличение зазора в зубчатом зацеплении может произойти после пуска двигателя, если выбраны оба направления вращения (по часовой стрелке/против часовой стрелки). Поэтому перед пуском двигателя с редуктором необходимо убедиться, что выбрано только одно направление вращения.

● Нагревание двигателя

Температура поверхности двигателя не должна превышать 100°C . Температура может значительно возрасти, если двигатель работает от постоянного тока. В этом случае для принудительного охлаждения двигателя необходимо использовать вентилятор.

● Эксплуатация при низкой температуре

Эксплуатация двигателя в условиях низких температур может привести к уменьшению максимальных пусковых/приводных характеристик двигателя из-за уменьшения плотности смазки шариковых подшипников. Следует учитывать, что с уменьшением плотности смазки возрастает момент трения подшипника. Скорость двигателя следует увеличивать постепенно, чтобы температура, а, следовательно, и плотность, стали оптимальными.

● Треск при срабатывании электромагнитного тормоза

В случае включения/выключения питания двигателей, оснащенных тормозом, раздается характерный звук. Этот звук не является признаком неисправности устройства. Запрещается ударять или разбирать двигатель.

● Работа с электромагнитным тормозом

Перед пуском двигателя подайте питание на тормоз, чтобы снять тормозную силу. В противном случае, это может привести к неисправности двигателя и сокращению срока службы тормоза из-за преждевременного износа тормозной колодки.

Устройство управления 2-фазным шаговым двигателем

Компактное и высокопроизводительное устройство управления 2-фазным шаговым двигателем

■ Особенности

- Управление путем формирования однонаправленного постоянного тока.
- Возможность торможения во время останова с помощью регулировки тока останова.
- Низкоскоростной режим и высокоточное управление с микрошаговым режимом.
- Подавление внешних помех благодаря использованию оптопары.
- Источник питания: 24–35 В=.

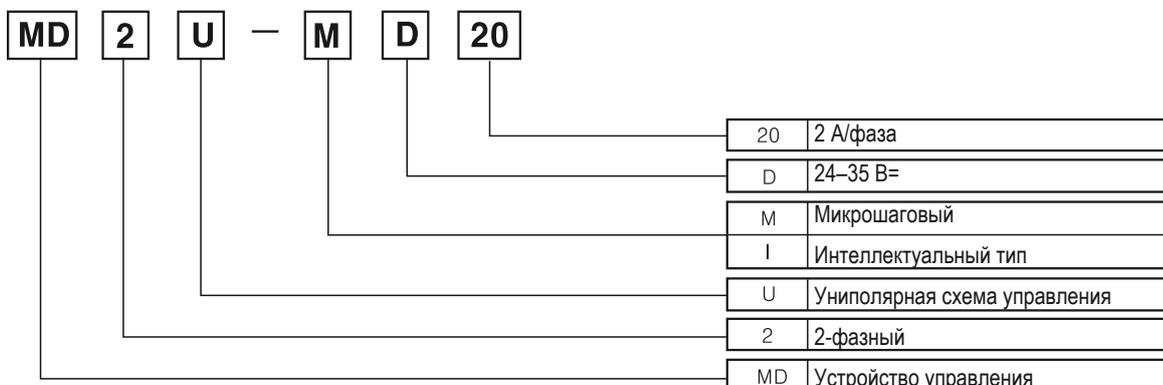
⚠ В целях безопасности перед началом работы рекомендуется прочитать технику безопасности.



MD2U-MD20

MD2U-ID20

■ Информация для заказа



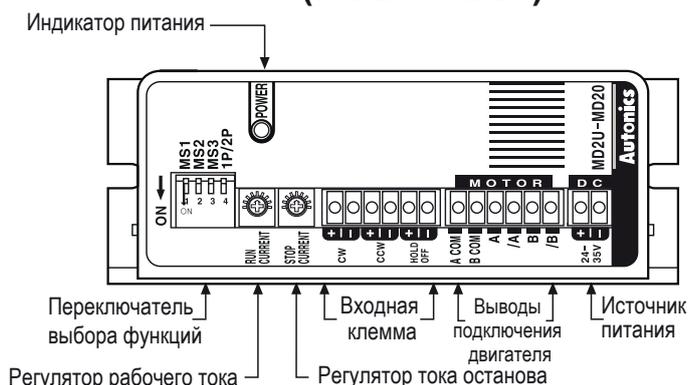
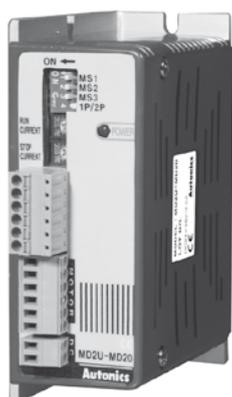
■ Технические характеристики

Модель	MD2U-MD20	MD2U-ID20
Источник питания	(★1)	24–35 В=, 3 А
Рабочий ток		0,5–2,0 А/фаза
Тип управления	Управление путем формирования однонаправленного постоянного тока.	
Разрешение	Коэффициенты дробления микрошага: 1, 2, 4, 5, 8, 10, 16, 20	—
Ширина входного импульса	Мин. 6 мкс	—
Период повтор. вход. импульса	Мин. 6 мкс	—
Время нарастания/спада импульса	Макс. 0,5 мкс	—
Макс. частота входного импульса	(★2) 40 килоимпульсов/с	—
Входное напряжение	Высокое: 4–8 В=; низкое: 0–0,5 В=	—
Входное сопротивление	300 Ом (по часов. стрелке, против часов. стрелки), 390 Ом (размыкание)	3,3 кОм (по часов. стрелке/против часов. стрелки, пуск/останов, размыкание)
Сопротивление изоляции	Мин. 200 МОм (при 500 В=)	
Диэлектрическая прочность	1000 В~, 60 Гц в течение 1 минуты	
Вибрация	Амплитуда 1,5 мм при частоте 10...55 Гц по каждой из осей X, Y, Z в течение 2 часов.	
Ударопрочность	300 м/с ² (30G) по каждой из осей X, Y, Z 3 раза.	
Т°С окружающей среды	0...+50°С (без замораживания)	
Температура хранения	-20°С...+60°С (без замораживания)	
Влажность	35–85% относительной влажности	
Сертификация		
Масса	Прибл. 190 г	Прибл. 180 г

※ (★1) Из-за нагрева при работе с напряжением выше 30 В=, устройство следует устанавливать в хорошо проветриваемом помещении.

※ (★2) Макс. частота входного импульса может меняться в зависимости от разрешения.

Устройство управления 2-фазным микрошаговым двигателем (MD2U-MD20)



● Переключатель выбора функций

● Настройка микрошагового режима

	MS1	MS2	MS3	Разрешение	Угловой шаг
	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Полный шаг	1.8 °
	Вкл.	Вкл.	Выкл.	кратное 2	0.9 °
	Вкл.	Выкл.	Вкл.	кратное 4	0.45 °
	Вкл.	Выкл.	Выкл.	кратное 5	0.36 °
	Выкл.	Вкл.	Вкл.	кратное 8	0.225 °
	Выкл.	Вкл.	Выкл.	кратное 10	0.18 °
	Выкл.	Выкл.	Вкл.	кратное 16	0.1125 °
	Выкл.	Выкл.	Выкл.	кратное 20	0.09 °

● Настройка входного сигнала

	1P / 2P
	1 входной импульс
	2 входных импульса

● Настройка разрешения (MS1/MS2/MS3)

- ※ Переключатель для установки микрошага шагового двигателя.
- ※ В микрошаговом режиме основной угловой шаг 2-фазного двигателя (1,8°) делится на меньшие углы в зависимости от заданного коэффициента дробления.

※ Формула для расчета угла микрошага:

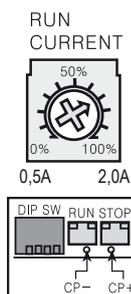
$$\text{Угол поворота за двухфазный импульс [°]} = \frac{1,8^\circ \text{ или } 0,9^\circ}{\text{Разрешение}}$$

- ※ Изменение разрешения во время работы двигателя может привести к потере шага.

● 1P/2P

- ※ Переключатель режима входного сигнала
- ※ Один входной импульс
CW: входной импульс запуска; CCW: входной импульс направления вращения (H — по ч.с., L — против ч.с.).
- ※ Два входных импульса
CW: вращение по ч.с.; CCW: вращение против ч.с.

● Настройка рабочего тока



- ※ Рабочий ток — это фазный ток, подаваемый 2-фазному шаговому двигателю.
- ※ Значение рабочего тока не должно превышать номинальное значение тока. В противном случае возможен перегрев, потеря вращающего момента или шага.
- ※ Диапазон рабочего тока: 0,5–2,0 А
- ※ Настройка рабочего тока. Измерьте напряжение с помощью вольтметра постоянного тока, подсоединив его к выводам СТ+ и СТ- во время работы двигателя (макс. 150 об/мин).
Пример. Входное напряжение (3 В) x 2/3 = 2 А (ток возбуждения двигателя).
- ※ Измените настройку рабочего тока в случае сильного перегрева.
Убедитесь, что после изменения настройки тока вращающий момент снизился.
- ※ Значение рабочего тока может изменяться в зависимости от рабочей частоты двигателя.
Примечание. Выполняйте настройку рабочего тока только во время работы двигателя.

Устройство управления 2-фазным шаговым двигателем

⊙ Настройка тока останова

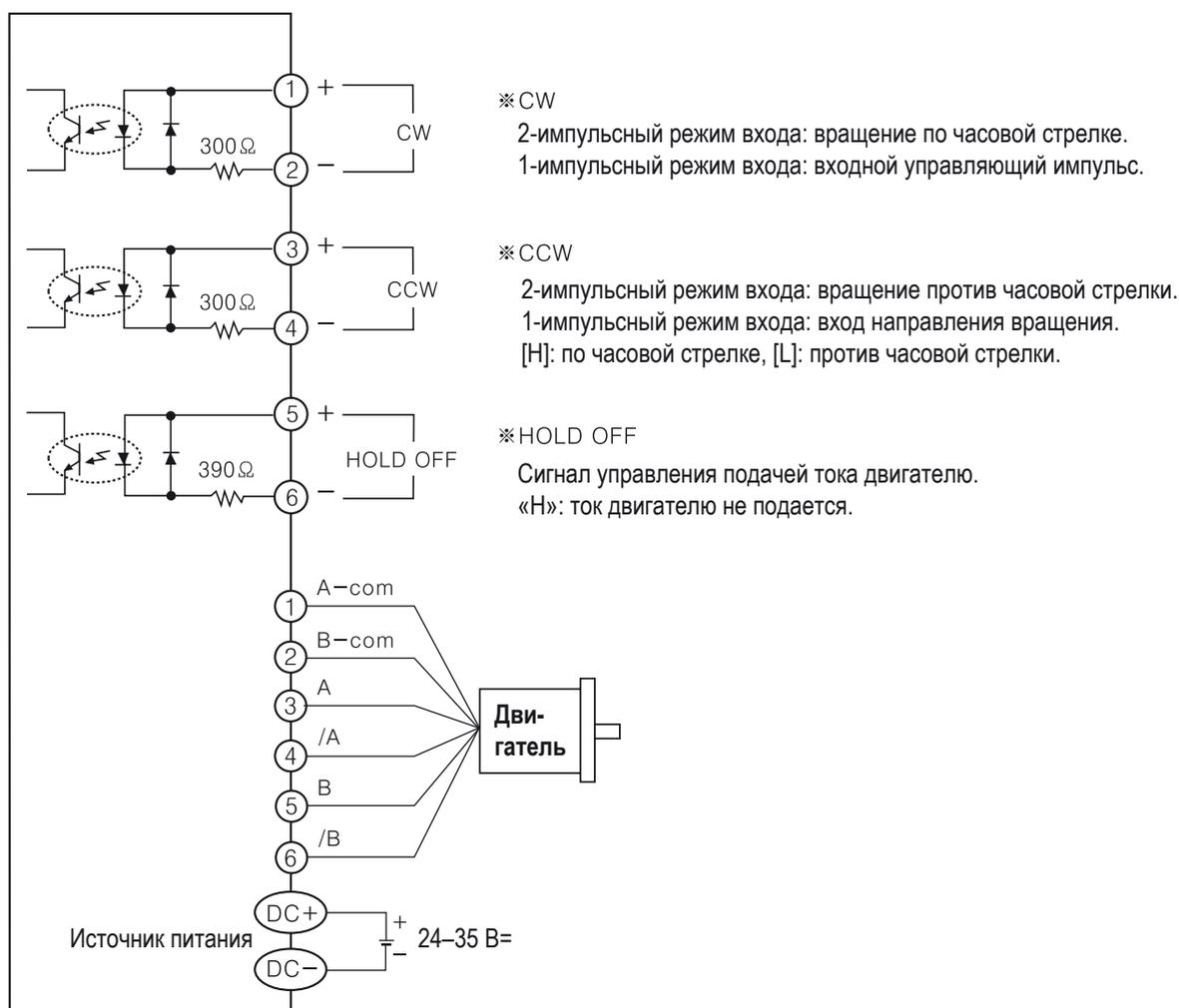


- ※ Ток останова — фазный ток двухфазного шагового двигателя, который протекает через двигатель в режиме останова.
- ※ Функция, позволяющая снизить силу тока с целью снижения нагревания двигателя в режиме останова. Ток устанавливается с помощью движка переменного резистора в диапазоне 0–100% от рабочего тока. Фактический диапазон тока останова 20–70%.
- Пример. Если значение рабочего тока (RUN) 2 А, а значение тока останова (STOP) 0%, то ток останова будет равен 0,4 А. Ток останова устанавливается с учетом сопротивления обмотки двигателя.
- ※ Функция автоматического снижения тока активируется, когда для сигнала HOLD OFF выбрана настройка «L».
- ※ Если для сигнала HOLD OFF выбрана настройка «H», функция выключена, так как ток двигателю не подается.
- Примечание. Выполняйте регулирование тока останова только в режиме останова двигателя.

⊙ Функция HOLD OFF (Отключение удержания)

- ※ Если для входного сигнала HOLD OFF (Отключение удержания) выбрана настройка «H», ток двигателю не подается. Если для входного сигнала HOLD OFF (Отключение удержания) выбрана настройка «L», ток двигателю подается.
- ※ Включите эту функцию, когда требуется перемещать вал двигателя с помощью сторонней силы или вручную.
- ※ Для включения/выключения сигнала HOLD OFF (Отключение удержания) применяется оптопара.

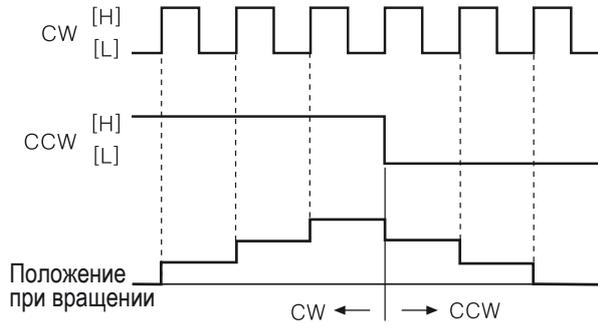
■ Схема входов и выходов



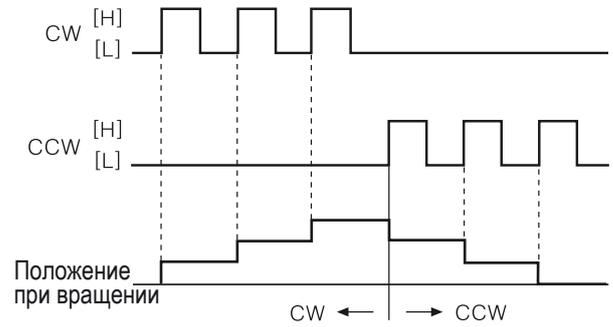
Примечание. Если напряжение импульса от внешнего устройства превышает +5 В, добавьте внешнее сопротивление. (Максимальное входное напряжение: 24 В. Входной ток: 10–20 мА.)

Временная диаграмма

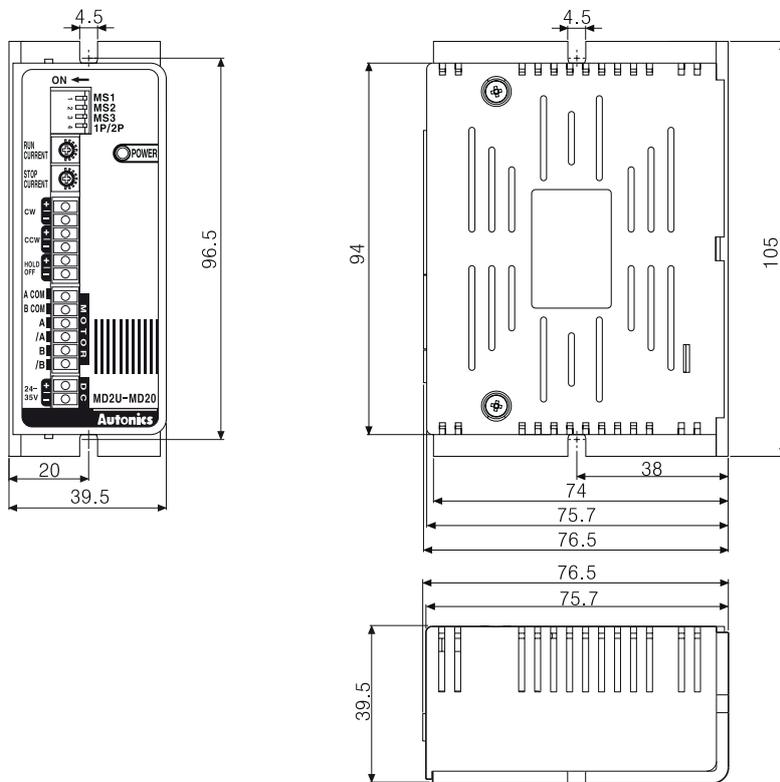
● Одноимпульсный вход



● Двухимпульсный вход



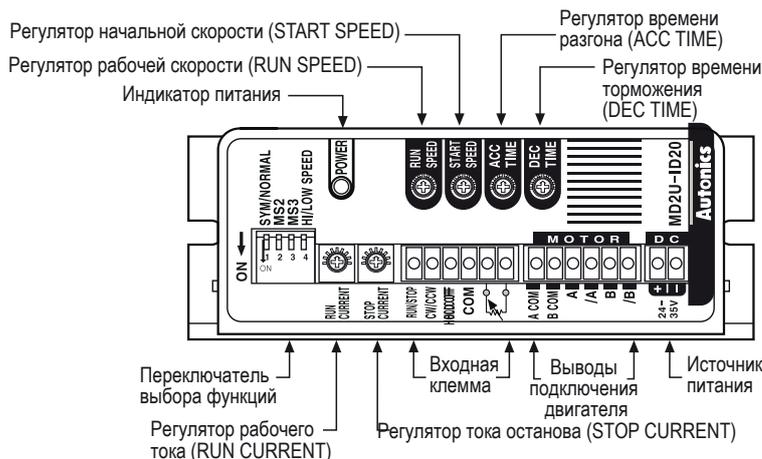
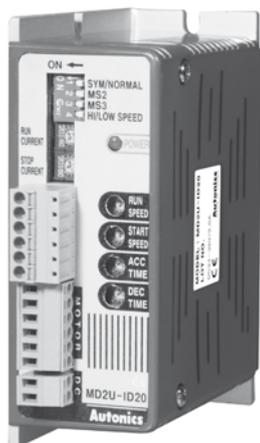
Размеры



(Размеры указаны в мм)

Устройство управления 2-фазным шаговым двигателем

Интеллектуальное устройство управления 2-фазным шаговым двигателем (MD2U-ID20)



Интеллектуальное устройство управления шаговыми двигателями

- Модель MD2U-ID20 представляет собой интеллектуальное устройство управления шаговыми двигателями, который имеет все необходимые функции для управления двигателем без использования контроллера.
- Реализует функции управления двигателями переменного тока для шаговых двигателей.
- Управление начальной скоростью, рабочей скоростью и временем разгона/торможения.
- Удобная в использовании конструкция (переключатели и динамик на лицевой панели).
- Низкий уровень вибрации в микрошаговом режиме.

Переключатель выбора функций

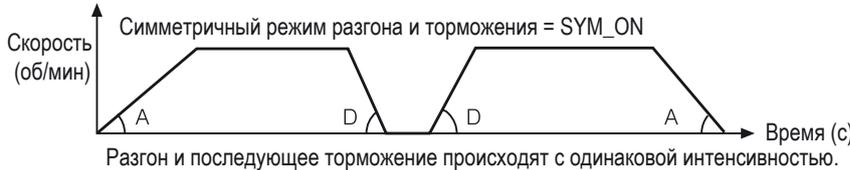
№ переключателя	1				2		3		4		Макс. скорость (об/мин)
	Название		SYM/NORMAL	MS2	MS3	Выс-ая/низ-ая скорость		ON: высокая скорость			
	Положения	ON (Вкл.): симметрично	ВКЛ.	ВКЛ.	ON: высокая скорость	OFF: низкая скорость	1500				
		OFF (Выкл.): несимметрично (норма)	ВКЛ.	ВЫКЛ.			1350				
			ВЫКЛ.	ВКЛ.			1000				
		ВЫКЛ.	ВЫКЛ.	500							
	D (примечание 1)						150				

※ (Примечание 1) D = не важно

※ После изменения положения переключателя выбора функций выключите и снова включите питание привода.

Выбор симметричного/несимметричного режима

※ Переключатель служит для выбора между симметричным и несимметричным разгоном и торможением.



※ Имеется возможность установить плавный переход разгона в торможение (ACC/DEC Time).

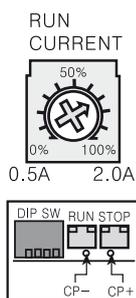
Выбор максимальной скорости (MS2, MS3)

- ※ Функция служит для установки требуемой максимальной скорости вращения двигателя.
- ※ Для изменения максимальной скорости шагового двигателя служат переключатели MS2/MS3 и Hi/Low speed.
- ※ Характеристики движения и вибрации могут изменяться в зависимости от скорости (MS2, MS3).
- ※ Снизьте максимальную скорость, чтобы не допустить вибрации двигателя.

Переключатель Hi/Low Speed (Высокая/низкая скорость)

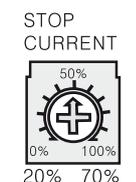
- ※ Ускорение и торможение не настраиваются в режиме низкой скорости.
- ※ Режим низкой скорости: движение может осуществляться со скоростями до 150 об/мин.
- ※ Режим высокой скорости: движение может осуществляться со скоростями до 1500 об/мин.

⊙ Настройка рабочего тока



- ※ Рабочий ток — это фазный ток 2-фазного шагового двигателя.
- ※ Настройка тока должна быть в пределах номинального тока двигателя. В противном случае возможен перегрев двигателя, потеря вращающего момента или шага.
- ※ Диапазон рабочего тока: 0,5–2,0 А
- ※ Настройка рабочего тока. Измерьте напряжение с помощью вольтметра постоянного тока, подсоединив его к выводам СТ+ и СТ- во время работы двигателя (макс. 150 об/мин).
- Пример.** Входное напряжение (3 В) $\times 2/3 = 2$ А (ток возбуждения двигателя).
- ※ Измените настройку рабочего тока в случае сильного перегрева.
- Убедитесь, что после изменения настройки тока вращающий момент снизился.
- ※ Значение рабочего тока может изменяться в зависимости от рабочей частоты двигателя.
- Примечание.** Выполняйте настройку рабочего тока только во время работы двигателя.

⊙ Настройка тока останова



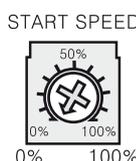
- ※ Ток останова — фазный ток двухфазного шагового двигателя, который протекает через двигатель в режиме останова.
- ※ Функция, позволяющая снизить силу тока с целью снижения нагревания двигателя в режиме останова. Ток устанавливается с помощью движка переменного резистора в диапазоне 0–100% от рабочего тока. Фактический диапазон тока останова 20–70%.
- Пример.** Если значение рабочего тока 2 А, а значение тока останова 0%, то ток останова будет равен 0,4 А.
- ※ Ток останова устанавливается с учетом сопротивления обмотки двигателя.
- ※ Функция автоматического снижения тока активируется, когда для сигнала HOLD OFF выбрана настройка «L». Если для сигнала HOLD OFF выбрана настройка «H», функция выключена, так как ток двигателю не подается.
- Примечание.** Выполняйте регулирование тока останова только в режиме останова двигателя.

⊙ Настройка рабочей скорости



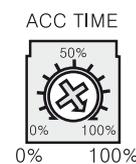
- ※ Функция служит для установки максимальной скорости движения.
- ※ Максимальная скорость устанавливается в зависимости от режима скорости (Hi/Low Speed) и MS2/MS3.
- ※ Устанавливайте рабочую скорость в зависимости от типа двигателя и рабочего тока.
- Потеря шага может происходить из-за неверной частоты подачи входных импульсов.
- ※ Выполняйте настройку только в режиме останова двигателя.

⊙ Настройка начальной скорости



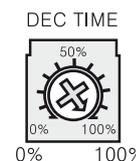
- ※ Функция служит для установки нужной начальной скорости.
- ※ Настройка начальной скорости зависит от заданного значения рабочей скорости.
- ※ Начальная скорость устанавливается в зависимости максимальной начальной частоты, как правило, в пределах 0–50%.
- ※ Выполняйте настройку только в режиме останова двигателя.

⊙ Настройка времени разгона



- ※ Функция служит для настройки времени разгона до максимальной рабочей скорости.
- ※ В режиме AT_1 значение времени разгона 33,3%, в режиме AT_2 — 66,6%, а в режиме AT_3 — более 66,6%.
- ※ Время разгона до максимальной рабочей скорости (RUN SPEED = 100%, START SPEED = 0%) в режиме AT_1 сост. 0,5 с.
- ※ Время разгона до максимальной рабочей скорости (RUN SPEED = 100%, START SPEED = 0%) в режиме AT_2 сост. 1 с.
- ※ В режиме AT_3 — 2 с.
- ※ Выполняйте настройку только в режиме останова двигателя.

⊙ Настройка времени торможения



- ※ Функция служит для настройки времени торможения до момента останова.
- ※ В режиме DT_1 значение времени торможения составляет 33,3%, в режиме DT_2 — 66,6%, а в режиме DT_3 — более 66,6%.
- ※ Время торможения до полного останова (RUN SPEED = 100%, START SPEED = 0%) в режиме DT_1 составляет 0,5 с.
- ※ Время торможения до полного останова (RUN SPEED = 100%, START SPEED = 0%) в режиме DT_2 составляет 1 с.
- ※ Время торможения до полного останова (RUN SPEED = 100%, START SPEED = 0%) в режиме DT_3 составляет 2 с.
- ※ Выполняйте настройку только в режиме останова двигателя.

※ Время разгона и время торможения уменьшается пропорционально заданному значению начальной скорости.

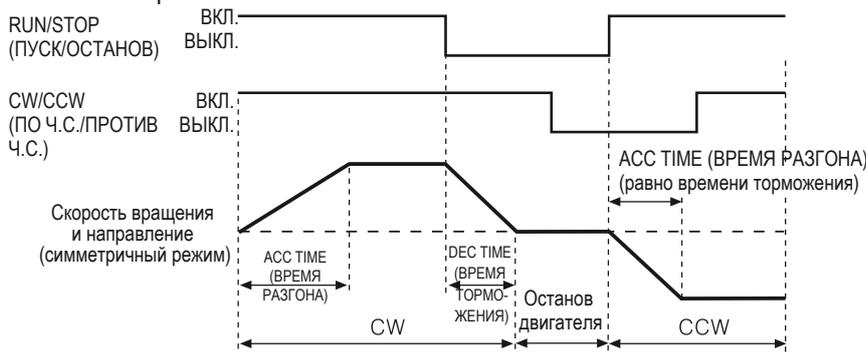
⊙ Функция HOLD OFF (Отключение удержания)

- ※ Если для входного сигнала HOLD OFF (Отключение удержания) выбрана настройка «H», ток двигателю не подается.
- Если для входного сигнала HOLD OFF (Отключение удержания) выбрана настройка «L», ток двигателю подается.
- ※ Включите эту функцию, когда требуется перемещать вал двигателя с помощью сторонней силы или вручную.
- ※ Для включения/выключения сигнала HOLD OFF (Отключение удержания) применяется оптопара.

Устройство управления 2-фазным шаговым двигателем

■ Временная диаграмма

● Высокая скорость

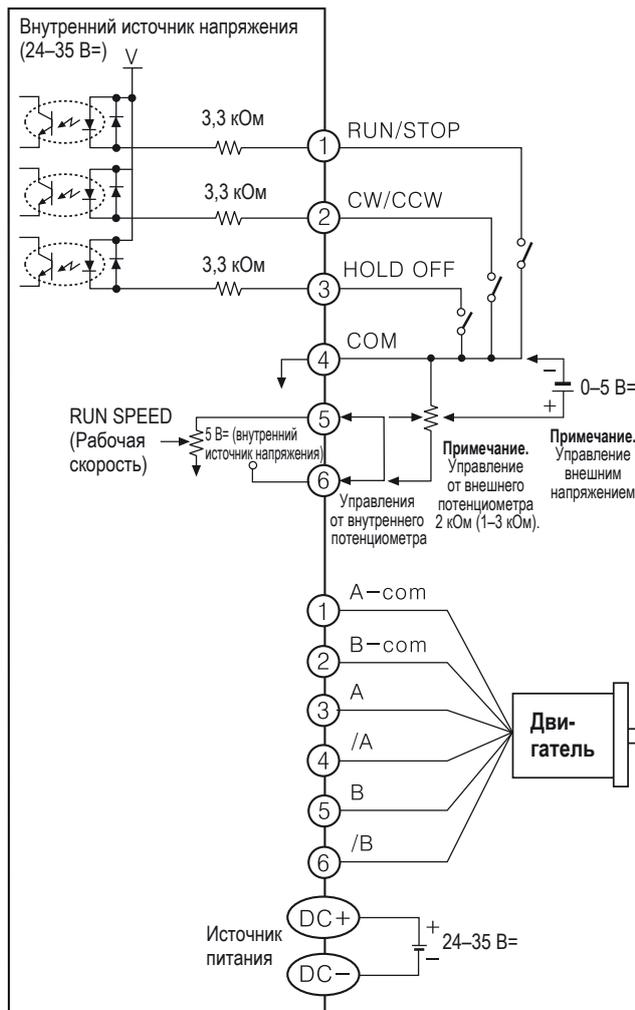


После того, как на вход RUN/STOP подан активный сигнал происходит ускорение до рабочей скорости (RUN SPEED) за время разгона (ACC TIME). Вращение замедляется в течение времени торможения (DEC TIME), если сигнал на вход RUN/STOP не подается. Если на вход RUN/STOP подан активный сигнал, то направление вращения изменить нельзя. Настройка времени торможения (DEC TIME) 0% соответствует времени торможения 0,5 с.

● Низкая скорость

Максимальная скорость RUN SPEED в этом режиме составляет 150 об/мин, при этом настройка времени разгона и времени торможения не доступна. Изменение направления вращения при подаче сигналов на вход RUN/STOP происходит так же, как на высоких скоростях.

■ Схема входов и выходов



Входной сигнал RUN/STOP (ПУСК/ОСТАНОВ)

→ ON: RUN; OFF: STOP

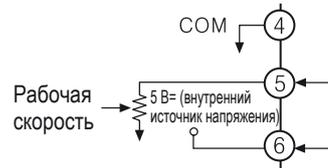
Входной сигнал направления

→ ON: CW; OFF: CCW

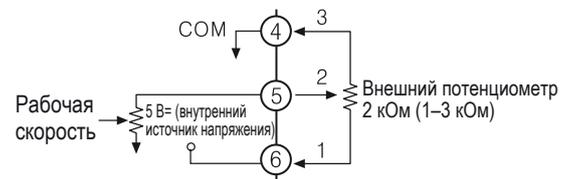
Входной сигнал HOLD OFF

→ ON: удержание выключено; OFF: удержание включено

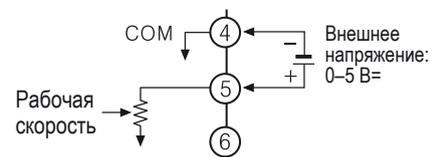
- Управление от внутреннего потенциометра (настройка рабочей скорости с помощью регулятора напряжения на передней панели).



- Для внешней регулировки рабочей скорости подключите потенциометр 2 кОм (1–3 кОм). Если диапазон изменяемого сопротивления потенциометра недостаточен, то полный диапазон установок доступен не будет. Для управления от внешнего потенциометра необходимо установить регулятор напряжения на максимальную рабочую скорость.

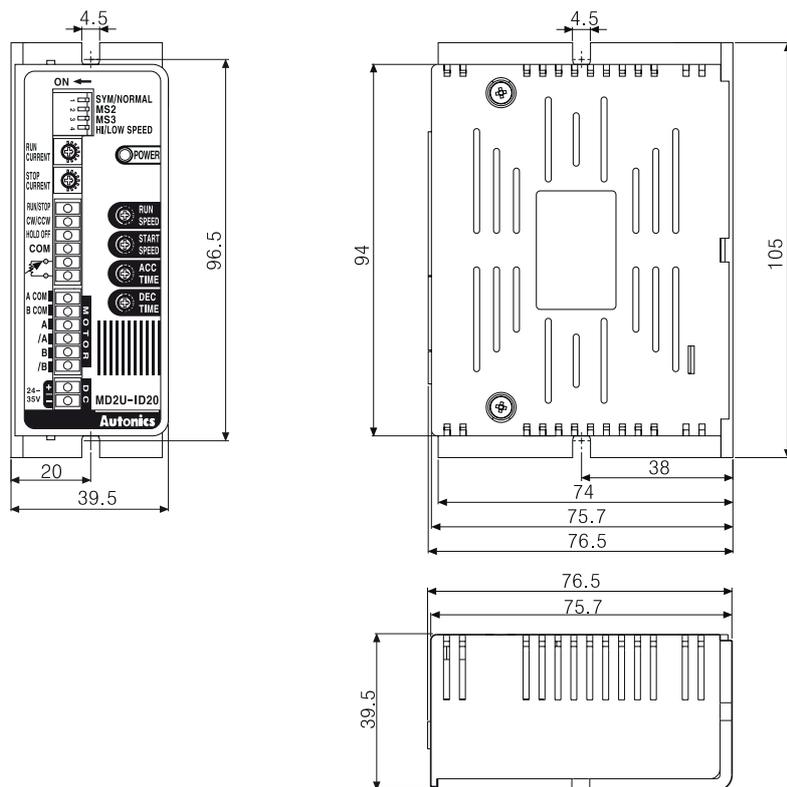


- Управление внешним напряжением (настройка рабочей скорости с помощью внешнего входа напряжения) Для управления внешним напряжением необходимо установить регулятор напряжения на максимальную рабочую скорость.



Примечание. Управление от внешнего потенциометра и с помощью внешнего источника напряжения зависит от настройки внутреннего потенциометра. Для установки максимальной рабочей скорости с помощью внешних источников управления внутренний потенциометр должен быть настроен на максимальную рабочую скорость.

Размеры



(Размеры указаны в мм)

Указания по эксплуатации

Поиск и устранение неисправностей

- Если двигатель не вращается, проверьте его подключение к устройству управления.
- Если двигатель вращается в обратную сторону, убедитесь, что вывод CW (ПО ч.с.) установлен на ON (Вкл.), а вывод CCW — на OFF (Против ч.с.).
- Если двигатель работает неправильно:
 - ① Проверьте его подключение к устройству управления .
 - ② Проверьте, как изменяется ток на выходе привода и рабочий ток двигателя в зависимости от регулировки тока

Указания по монтажу и эксплуатации

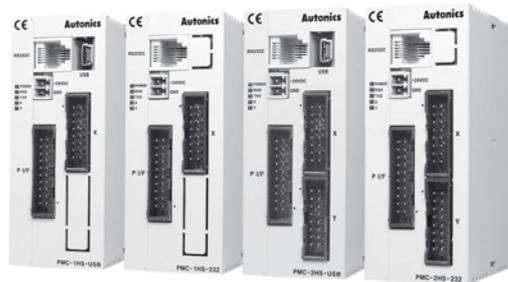
- Не изменяйте направление вращения двигателя во время его движения.
- Значение рабочего тока (RUN CURRENT) должно быть меньше, чем значение номинального тока двигателя.
В противном случае двигатель будет перегреваться.
- Из-за нагрева при работе с напряжением выше 30 В, устройство следует устанавливать в хорошо проветриваемом помещении.
- В качестве сигнального провода рекомендуется использовать витую пару (с мин. сечением 0,2 мм²) короче 2 м.
- В случае установки двигателя на значительном расстоянии от источника питания, толщина электрического провода должна быть больше стандартной.
- Установите устройство управления радиатором на металлическую поверхность для улучшения теплоотдачи.
- Рекомендуемые условия эксплуатации:
 - ① Эксплуатация в помещении.
 - ② Максимальная высота над уровнем моря 2000 м.
 - ③ Степень загрязнения 2 (Pollution Degree 2).
 - ④ Категория установки II (Installation Category II).

Одно-/двухканальный программируемый контроллер движения шаговыми двигателями

Одно-/двухканальное программируемый контроллер движения шаговыми двигателями

■ Особенности

- Максимальная рабочая частота 4 МГц.
- Четыре режима работы: поиск, непрерывный режим, шаговый режим, программа.
- 12 команд управления и 64 шага.
- Параллельный порт ввода-вывода для подключения к ПЛК.
- Программирование с возможностью выбора, ввода и редактирования параметров.
- Контроль движения по осям X, Y с помощью курсорных клавиш.
- Интерфейс RS232C в стандартной комплектации.
- Функции контроля и обучения (модель PMC-2TU-232).



PMC-1HS (USB/485) PMC-1HS (232) PMC-2HS (USB/485) PMC-2HS (232)

- Блок обучения (заказывается отдельно)

⚠ В целях безопасности перед началом работы рекомендуется прочитать технику безопасности.



PMC-2TU-232

■ Информация для заказа

PMC – 2HS – USB

232	RS232C
485	RS485 / RS232C
USB	USB / RS232C
1 HS	Высокоскоростной автономный одноканальный
2HS	Высокоскоростной автономный двухканальный
PMC	Программируемый контроллер движения

■ Технические характеристики

Модель	PMC-1HS-232	PMC-1HS-485	PMC-1HS-USB	PMC-2HS-232	PMC-2HS-485	PMC-2HS-USB
Каналы управления	Один канал			Два канала (индивидуальное программирование для каждого канала)		
Двигатель	Серво- или шаговый двигатель с импульсным входом					
Источник питания	24 В= ±10%					
Потребляемая мощность	6 Вт (макс.)					
Режим работы	SCAN (Поиск)/CONTINUOUS (Непрерывный)/INDEX (Шаговый)/ PROGRAM (Программа)					
Тип позиционирования	Абсолютное, инкрементальное					
Количество шагов	64 шага для каждой оси					
Диапазон позиционирования	От -8 388 608 до +8 388 607 (функция масштабирования импульсов)					
Количество скоростей	4					
Диапазон конфигурирования управляющей скорости	От 1 имп/с до 4 Мимп/с (1-8000 увеличенное в 1-500 раз)					
Тип выхода	2 канала (драйвер линии)					
Режим поиска начального положения	Высокоскоростной поиск примерного начального положения (шаг 1) → Низкоскоростной поиск примерного начального положения (шаг 2) → Низкоскоростной поиск сигнала Z (шаг 3) → высокоскоростной поиск отклонения от начальной позиции (шаг 4).					
Программирование	Память	EEPROM (ЭСППЗУ)				
	Шаги	64 шага				
	Управление	ABS, INC, HOM, UP, OUT, OTP, JMP, REP, RPE, END, TIM, NOP (12 видов)				
	Запуск	Функция автоматического выполнения программы при запуске				
	Поиск начального положения	Функция автоматического выполнения поиска начального положения при запуске				

Серии PMC-1HS/PMC-2HS

■ Технические характеристики

Модель	PMC-1HS-232	PMC-1HS-485	PMC-1HS-USB	PMC-2HS-232	PMC-2HS-485	PMC-2HS-USB
Блок обучения (заказывается отдельно)	Возможности управления рабочими режимами, параметрами и программами (поиск, выполнение программ, поиск начальной позиции и т.д.)					
Общий выход	Один выход			Два выхода		
Интерфейс управления	Параллельный интерфейс (P I/F)					
Темпер. окружающей среды	0–45°C (без конденсации)					
Влажность	35–85% относительной влажности (без конденсации)					
Дополнительные комплектующие	Стандарт	Руководство пользователя и компакт-диск				
	Разъем питания	CN1: MC1,5/2-ST-3.5 (PHOENIX), 1 шт.				
	Интерфейс RS232C	CN2: RS-232C, длина кабеля связи (1,5 м), 1 шт.				
	Интерфейс P I/F	CN3: 20P MIL, разъем 2,54 мм (1 шт.)				
	Разъем ввода-вывода для управления по оси X.	CN4: 16P MIL, разъем 2,54 мм 1 шт. (2 шт. в случае модели 2HS)				
	Разъем ввода-вывода для управления по оси Y.	————			CN5: 16P MIL, разъем 2,54 мм, 1 шт.	
Интерфейс USB/485	————	Входит в комплект (※1)	Входит в комплект (※2)	————	Входит в комплект (※1)	Входит в комплект (※2)
Масса	Прибл. 96 г			Прибл. 102 г		

(※ 1) : разъем RS485 → MC1,5/3-ST-3.5(PHOENIX), 1 шт. (※ 2) : разъем USB → кабель связи (1,5 м), 1 шт.

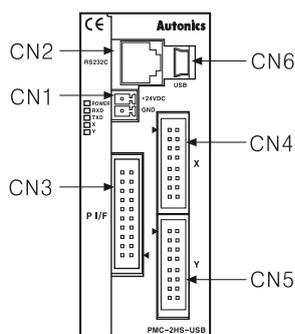
■ Работа с устройством управления

- Управление с помощью блока обучения (PMC-2TU-232).
- Подключите кабель блока обучения и установите выход JOG. Запустите режим поиска начального положения с помощью клавиши HOME.
- Управление по последовательному интерфейсу (на основе последовательного протокола связи).
- Управление по последовательному интерфейсу с помощью пользовательской программы.

■ Команды управления

Тип команды	Код	Описание
Команды управления приводом	ABS	Переместиться в абсолютное положение
	INC	Переместиться в относительное положение
	HOM	Поиск начального положения
Команды ввода-вывода	IJP	Переход в режим ввода
	OUT	Включение/выключение порта вывода.
	OTP	Импульсный сигнал включения от выходного порта.
Программные команды управления	JMP	Переход
	REP	Запустить повторение
	RPE	Завершить повторение
	END	Конец программы
Другие	TIM	Таймер
	NOP	Останов

■ Разъемы



Номер разъема	Описание
CN1	Разъем питания
CN2	Разъем RS232C I/F (для подключения PMC-2TU-232)
CN3	Разъем параллельного интерфейса I/F
CN4	Разъем ввода вывода (ось X)
CN5	Разъем ввода вывода (ось Y)
CN6	Разъем USB или RS485

※ PMC-1HS не имеет разъема ввода-вывода для оси Y (CN5).

Одно-/двухканальный программируемый контроллер движения шаговыми двигателями

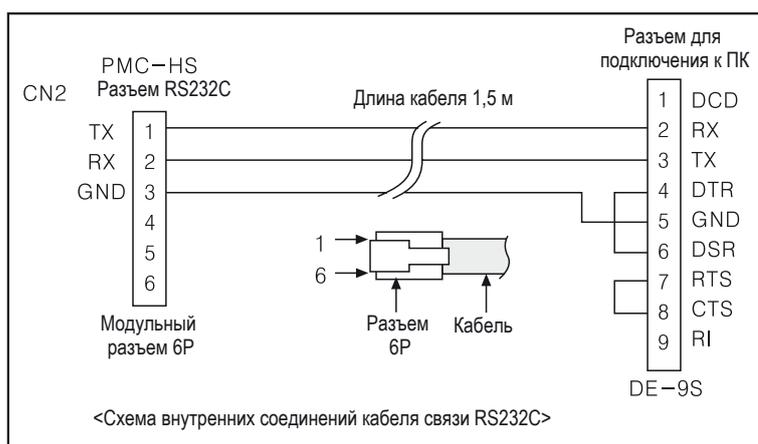
■ Разъем питания (CN1)

Вывод №	Название сигнала
1	+24В
2	GEX (0В)

■ Разъем последовательного интерфейса RS232C (CN2)

Вывод №	Название сигнала	Вход/выход	Описание
1	TXD	Выход	Получение данных
2	RXD	Вход	Передача данных
3	GND	—	Заземление
4	—	—	Не подключено
5	—	—	Не подключено
6	—	—	Не подключено

Примечание. Схема внутренних соединений кабеля связи RS232C показана ниже.



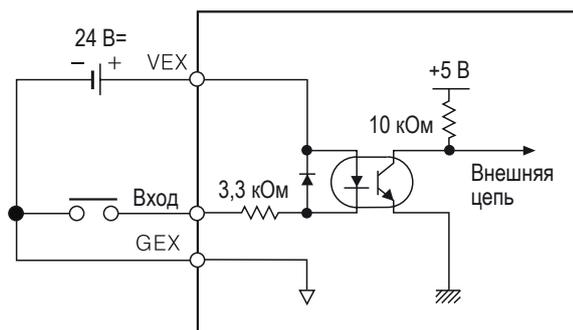
■ Разъем параллельного интерфейса (CN3)

Разъем параллельного интерфейса служит для подключения к программируемому контроллеру, для управления приводом с помощью сохраненной в памяти PMC-1HS/2HS программы. Когда вход включен, сигнал поступает на вывод GEX по механическому контакту или через открытый коллектор транзистора. При этом выходной сигнал включен, если работает открытый коллектор транзистора.

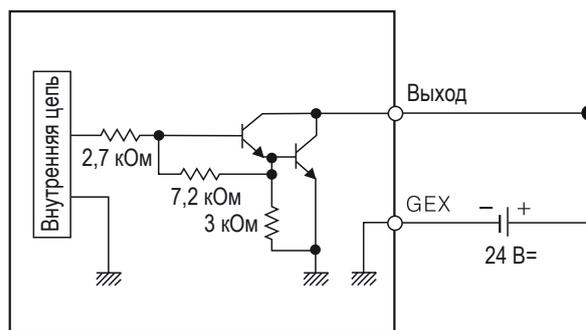
Вывод №	Название сигнала	Вход/выход	Описание
1	RESET	Вход	Сброс
2	HOME	Вход	Команда на запуск режима поиска начального положения
3	STORE	Вход	Команда пуска двигателя
4	X/SCANY +	Вход	Характеристика оси X/сканирование оси Y+
5	Y/SCANY -	Вход	Характеристика оси X/сканирование оси Y+
6	REGSL0/RUN +/SCANX+	Вход	Характеристика регистра 0/перемещение в направлении "+"/сканирование оси X в направлении "+"
7	REGSL1/RUN -/SCANX-	Вход	Характеристика регистра 1/перемещение в направлении "-"/сканирование оси X в направлении "-"
8	REGSL2/SPD0	Вход	Характеристика регистра 2/характеристика скорости привода 0
9	REGSL3/SPD1	Вход	Характеристика регистра 3/характеристика скорости привода 1
10	REGSL4/SPD2	Вход	Характеристика регистра 2/характеристика сканирования
11	REGSL5/STOP	Вход	Характеристика регистра 2/останов привода
12	MODE0	Вход	Характеристика рабочего режима 0
13	MODE1	Вход	Характеристика рабочего режима 1
14	XDRIVE/END	Выход	Привод оси X/импульсный сигнал останова привода
15	YDRIVE/END	Выход	Привод оси Y/импульсный сигнал останова привода
16	XERROR	Выход	Ошибка по оси X
17	YERROR	Выход	Ошибка по оси Y
18	GEX	0В	Заземление
19	GEX	0В	Заземление
20	VEX	+24В	Источник питания датчика (менее 24 В=, 100 мА)

Серии PMC-1HS/PMC-2HS

■ Схемы соединений входного/выходного интерфейсов (CN3)



< Схемы соединений входного интерфейса управления CN3 >

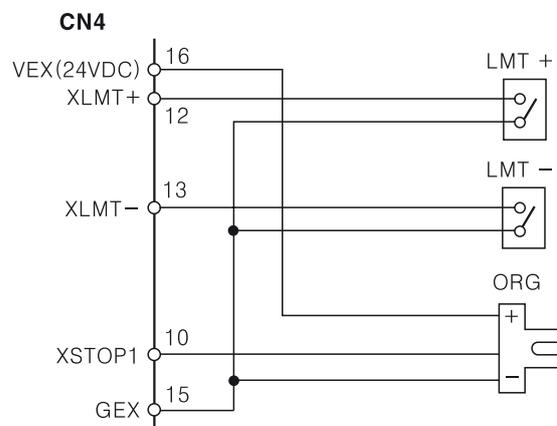
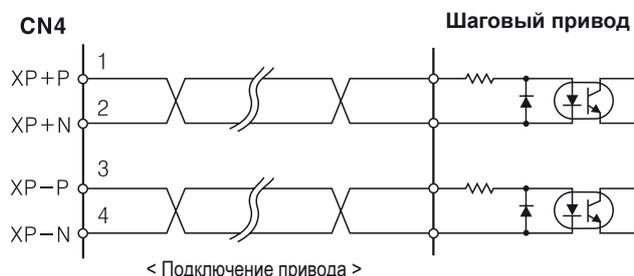


< Схемы соединения выходного интерфейса управления CN3 >

■ Интерфейс ввода-вывода (CN4, CN5)

Интерфейсы CN4 и CN5 служат для передачи входных/выходных сигналов для осей X и Y соответственно. Расположение контактов разъемов CN4 и CN5 одинаково. PMC-1HS не имеет разъема CN5. Литера «n» в таблице обозначает ось X для CN4 и Y для CN5.

Вывод №	Название сигнала	Вход/выход	Описание
1	nP+P	Выход	Импульс привода в направлении +
2	nP+N	Выход	Импульс привода в направлении +
3	nP-P	Выход	Импульс привода в направлении -
4	nP-N	Выход	Импульс привода в направлении -
5	nOUT0	Выход	Общий выход 0/DCC
6	nINPOS	Вход	Окончить установку сервомеханизма в заданное положение
7	nALARM	Вход	Аварийный сигнал от сервомеханизма
8	GEX		Заземление
9	nSTOP2	Вход	Z-фаза энкодера
10	nSTOP1	Вход	Начальное положение
11	nSTOP0	Вход	Примерное начальное положение
12	nLMT+	Вход	LMT+
13	nLMT-	Вход	LMT-
14	EMG	Вход	Аварийный останов
15	GEX		Заземление
16	VEX		Источник питания датчика (менее 24 В=)

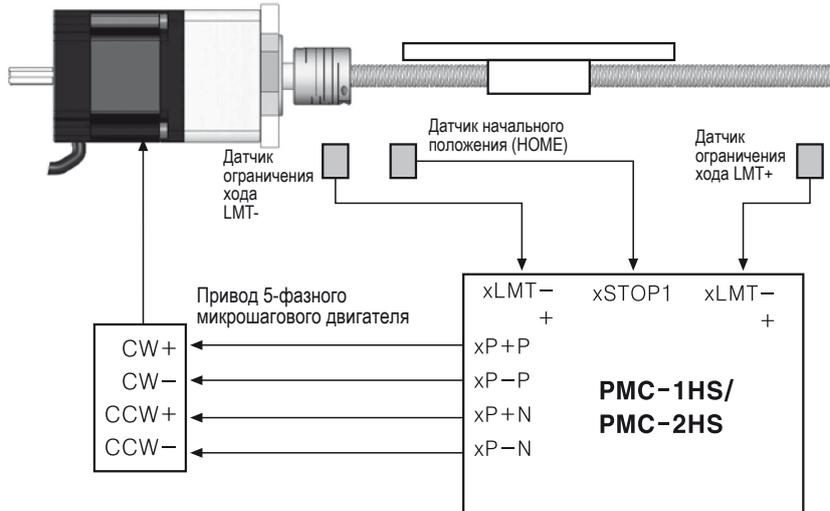


< Подключение датчика LMT (верхний допустимый предел) и HOME (начальное положение). >

Одно-/двухканальный программируемый контроллер движения шаговыми двигателями

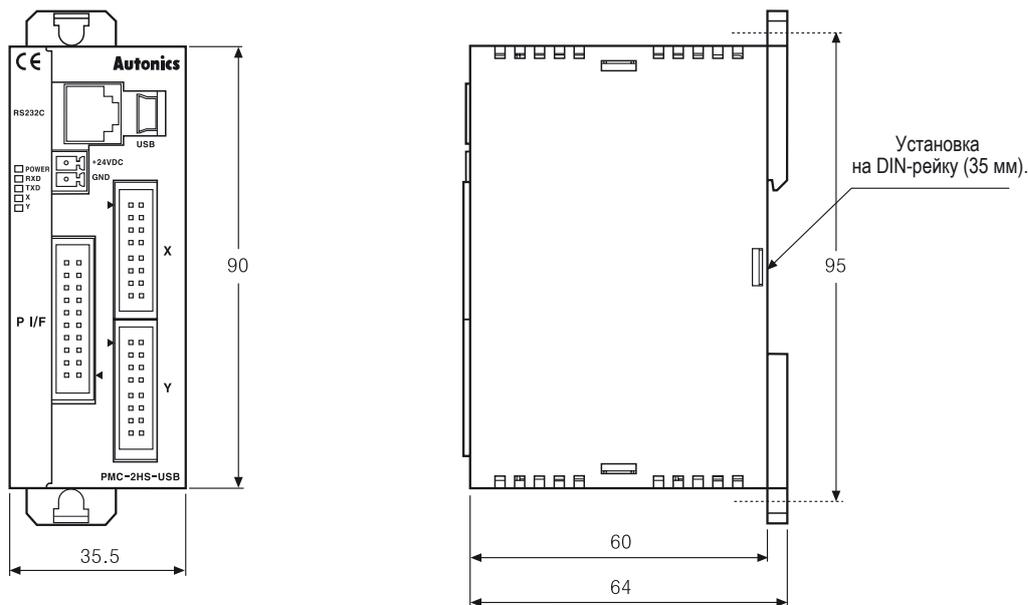
■ Схема соединений

5-фазный шаговый двигатель

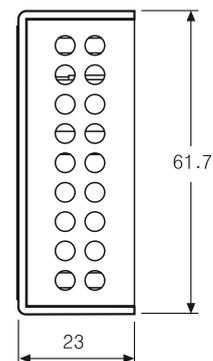
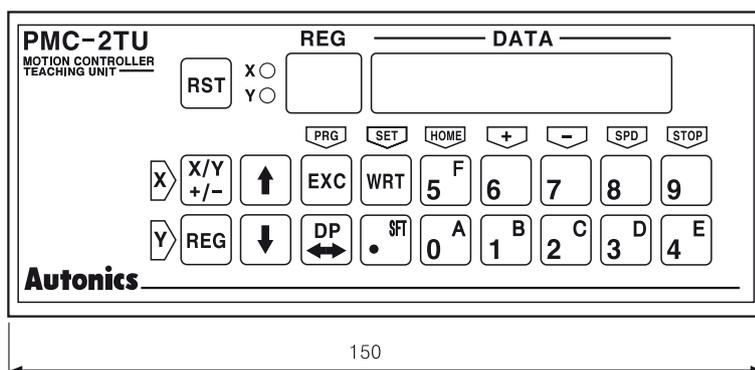


< Базовая конфигурация контроллера движения шаговыми двигателями (конфигурация только для оси X). >

■ Размеры



■ Блок обучения PMC-2TU-232 (заказывается отдельно)



(Размеры указаны в мм)

■ Блок обучения PMC-2TU-232 (заказывается отдельно)

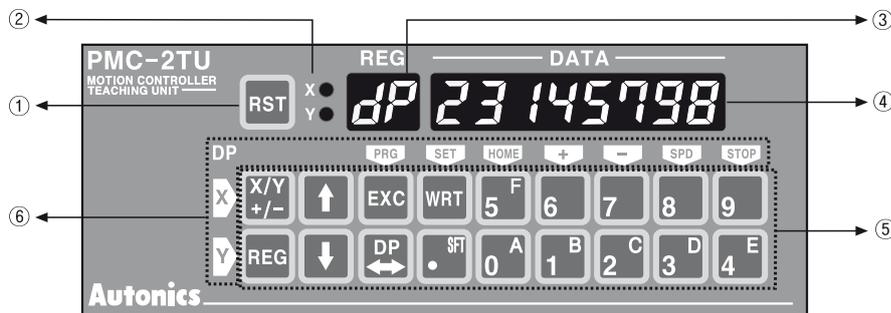
Блок обучения (PMC-2TU-232) представляет собой устройство для управления рабочим режимом, регулировки параметров и контроля за выполнением программы без подключения к ПК. Кроме того, он служит для запуска рабочей программы, поиска начальной позиции и толчкового режима (JOG). Подключите блок обучения к контроллеру движения с помощью кабеля (1,5 м) с разъемом RS232C (CN2).



Блок обучения имеет два режима работы: режим редактирования данных и режим контроля работы привода. В режиме редактирования данных на дисплее REG выводится код регистра данных, а в режиме контроля работы — надпись «dp» (если питание контроллера включено). Для переключения между режимами используйте клавишу DP.

Режим	Функция	Код на дисплее REG
Редактирование данных	<ul style="list-style-type: none"> Регистрация параметра рабочего режима и запуска рабочей программы привода деления. 	Код регистра
Контроль привода	<ul style="list-style-type: none"> Отображение текущего положения Запуск толчкового режима Поиск начального положения Запуск программы 	dp (режим работы привода)

Ниже показана лицевая панель блока обучения.



- Сброс:** восстановление исходного состояния устройства управления и блока обучения.
- Индикаторы осей X/Y:** показывают текущую ось.
- Код регистра/«dp»:** отображение кода выбранного регистра (в режиме редактирования данных) или надписи «dp» (в режиме работы привода).
- Дисплей вывода данных:** служит для вывода данных по выбранному регистру (в режим редактирования данных) или указания текущего положения на оси (в режиме работы привода).

5 Клавиши ввода

- X/Y: служит для переключения осей, разрядов вводимого значения и изменения данных режима в режиме ввода.
- REG: служит для вывода на дисплей кода регистра и возврата к предыдущему действию в режиме ввода данных.
- ↑ ↓ : служат для уменьшения или увеличения значения кода регистра.
- EXC: служит для ввода выбранной команды; доступны следующие команды: , INC, OUT, OTP, HOM1-4.
- DP: служит для переключения между режимами редактирования данных и контроля работы привода.
- WRT: служит для ввода значения в режиме редактирования данных.

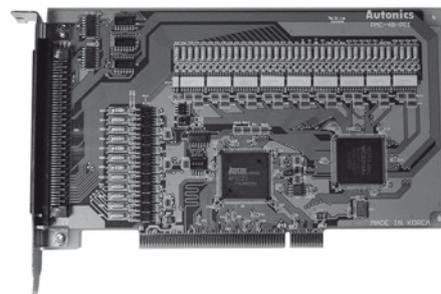
6 Обозначения клавиш:

Слева и сверху от клавиатуры желтыми буквами указаны функции клавиш. Верхний блок клавиш предназначен для выполнения обозначенных функций при управлении по оси X, а нижний блок — по оси Y.

Четырехканальный программируемый контроллер движения без корпуса

■ Особенности

- Четырехканальный программируемый контроллер для управления серводвигателями переменного тока и шаговыми двигателями.
- Плата формата PCI.
- Автоматический поиск начального положения и работа в синхронном режиме.
- Интерполяция круговая/линейная/табличная/непрерывная/с ускорением/замедлением
- Постоянная линейная скорость по двум/трем осям.
- Совместимость ПО с Windows 98, NT, 2000, XP.
- Библиотека для программирования на языке C++.



⚠ В целях безопасности перед началом работы рекомендуется прочитать технику безопасности.

■ Информация для заказа

RMC – 4B – PCI

PCI	Тип разъема
4B	Четырехканальный программируемый контроллер движения без корпуса
RMC	Программируемый контроллер движения

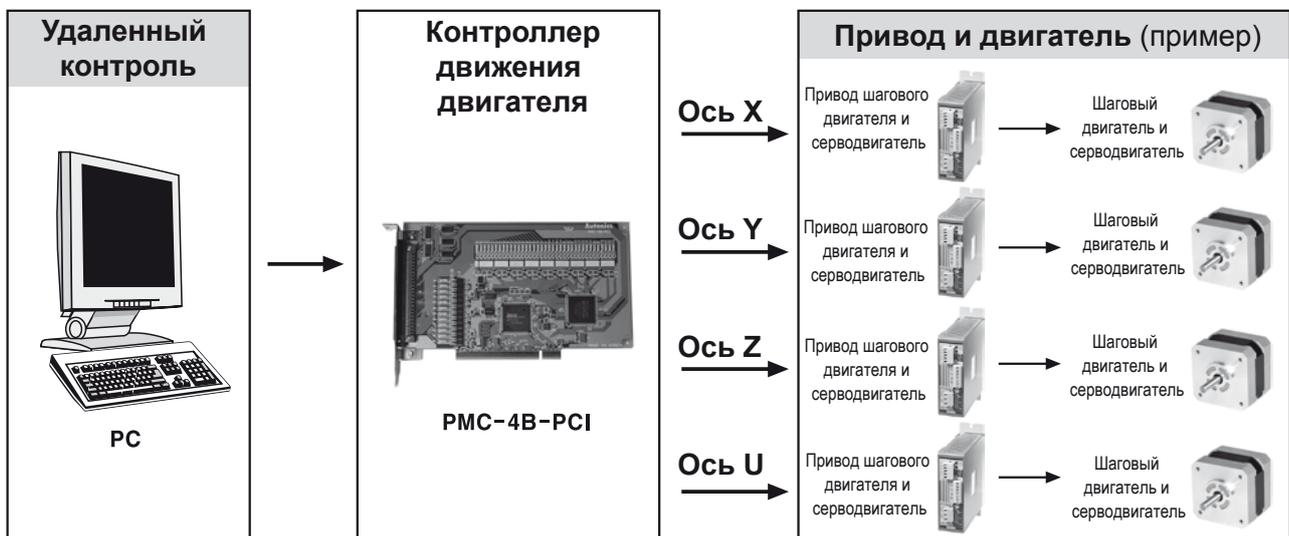
■ Технические характеристики

Модель		RMC-4B-PCI
Каналы управления		4 канала
Шина данных ЦП		8/16 бит (по выбору)
Табличная интерполяция по двум или трем каналам	Диапазон интерполяции	От -2 147 483 646 до +2 147 483 646 (на канал)
	Скорость интерполяции	От 1 имп/с до 4 Мимп/с
	Точность интерполяции	Макс. ±0,5 МЗБ (в пределах диапазона интерполяции)
Круговая интерполяция	Диапазон интерполяции	От -2 147 483 646 до +2 147 483 646 (на канал)
	Скорость интерполяции	От 1 имп/с до 4 Мимп/с
	Точность интерполяции	Макс. ±1 МЗБ (в пределах диапазона интерполяции)
Табличная интерполяция по двум или трем каналам		1–4 Мимп/с (зависит от настройки шины данных ЦП)
Другие функции интерполяции		Выбор канала, линейная скорость, непрерывная интерполяция, передача интерполированного шага (команда, внешний сигнал).
Импульсный выход привода (общие параметры осей X и Y) (такт. частота = 16 МГц)	Диапазон скорости вывода: от 1 имп/с до 4 Мимп/с	
	Точность вывода скорости: макс. ±0,1% (от заданного значения)	
	Скорость: 1–500	
	Интенсивность разгона/торможения (тип S): 954 ~ 62,5 x 10 ⁶ PPS/SEC ² (значение скорости = 1) (скорость нарастания) 477x10 ³ ~ 31,25x10 ⁶ = имп/с ² (значение скорости = 500)	
	Разгон/торможение: 125 ~ 1x10 ⁶ имп/с ² (значение скорости = 1) 62,5 x 10 ³ ~ 500x10 ⁶ имп/с ² (значение скорости = 500)	
	Сверхвысокая скорость: 1–8000 имп/с (значение скорости = 1) 500 ~ 4x10 ⁶ имп/с ² (значение скорости = 500)	
	Скорость привода: 1–8 000 имп/с (значение скорости = 1) 500 ~ 4x10 ⁶ имп/с ² (значение скорости = 500)	
	Выходной импульс: 0–4 294 967 295 (фиксированная частота импульсов привода)	
	Кривая скорости: пост. скорость, линейное ускорение/торможение, изменение скорости торможения/ускорения в виде S-образной параболы	
	Режим торможения привода с постоянной частотой импульсов (доступны ассиметричные линейные разгон и торможение)/ручное торможение.	
	Выходной импульсный сигнал на привод. Возможность изменения скорости привода.	
	Выбор управляющего сигнала (2 импульса/1 импульс) переключением направления вращения.	
	Возможности выбора логического уровня и переключения клеммы выхода.	
Импульсный вход энкодера	2-фазный импульсный вход/вход позиционирования в вертикальной плоскости; выбор множителя (1, 2, 4).	

■ Технические характеристики

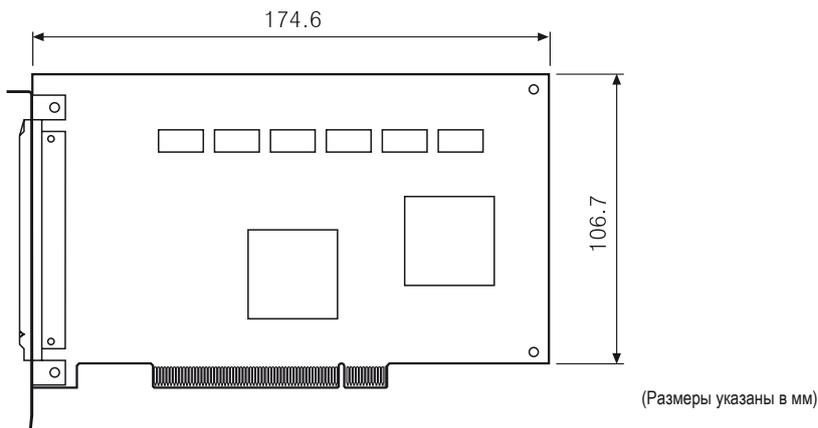
Счетчик позиционирования	Диапазон логических значений счетчика (выходной импульсный сигнал): от -2 147 483 648 до +2 147 483 647 Диапазон фактических значений счетчика (входной импульсный сигнал): от -2 147 483 648 до +2 147 483 647
Регистр сравнения	Диапазон значений регистра сравнения позиций COMP+: от -2 147 483 648 до +2 147 483 647
	Диапазон значений регистра сравнения позиций COMP-: от -2 147 483 648 до +2 147 483 647
	Вывод счетчиком позиционирования сигналов состояния и величины значения. Возможность программирования пределов
Автоматический поиск начального положения	Высокоскоростной поиск примерного начального положения (шаг 1) → Низкоскоростной поиск примерного начального положения (шаг 2) → Низкоскоростной поиск ближайшего энкодера (шаг 3) → Включение или выключение функции определения направления для каждого шага (шаг 4)
Функция прерывания (не действует в отношении интерполяции)	<ul style="list-style-type: none"> • Одноимпульсный выход привода • Если измененное значение счетчика позиционирования \geq COMP+ • Если измененное значение счетчика положения $<$ COMP- • В случае включения режима постоянной скорости в ходе разгона/торможения <ul style="list-style-type: none"> • Если измененное значение счетчика положения \geq COMP+ • Если измененное значение счетчика положения $<$ COMP- • В случае выключения режима постоянной скорости в ходе разгона/торможения • В случае останова двигателя
Интерполяция рабочих параметров привода с помощью внешнего сигнала	Возможность ручного управл. перемещением на заданное число шагов с пост. скоростью в направл. "+" и "-" с помощью сигналов EXP+ и EXP-. Режим двухфазного сигнала энкодера (вход энкодера)
Е сигнал останова торможением / сигнал немедленного останова	INO ~ 3 оси, 4 точки Сигнал включения/выключения и определения направления. Может выполнять функцию общего выхода.
Входной сигнал для сервомотора	Сигнал включения/выключения и определения направления.
Выходной сигнал для общего выхода	Вых. 4-7 каждая ось – 4 точки
Выходной сигнал для привода	ASND (увеличить скорость), DSND (уменьшить скорость)
	CMPP (позиция \geq COMP+), CMPM (позиция $<$ COMP-)
	DRIVE (выходной сигнал привода) - считывание регистра состояния
Входной сигнал о нарушении предельного положения	Для обоих направлений ("+" и "-"), возможность выбора логического уровня
	Выбор активации аварийного останова/аварийного торможения
Вход аварийного останова	Сигнал EMG передается для всех осей, что немедленно приостанавливает передачу управляющих импульсов.
Встроенный интегратор	Встроенный интегратор для каждого входа, выбор времени задержки (8 часов)
Другое	Выбор канала, линейная скорость, непрерывная интерполяция, передача интерполированного шага (команда, внешний сигнал)
Источник питания	5 В= (питание от ПК)
Внешний источник питания	12–24 В=
Допустимый диапазон изменения напряжения	90–100% от подаваемого напряжения
Рабочая температура	0°C...+45°C; (без конденсации и замораживания)
Температура хранения	-10°C...+55°C; (без конденсации и замораживания)
Влажность	35–85% относительной влажности

■ Система



Четырехканальный контроллер движения

■ Размеры

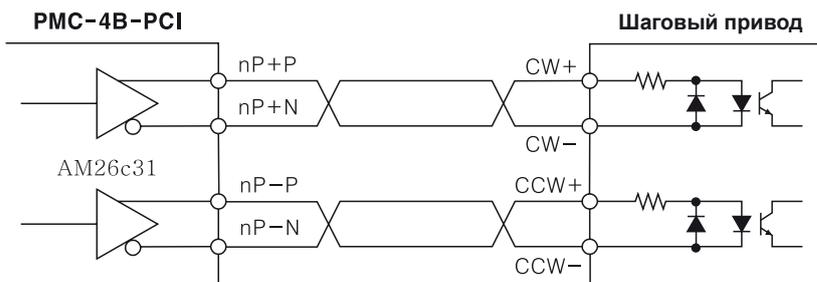


■ Схема соединений

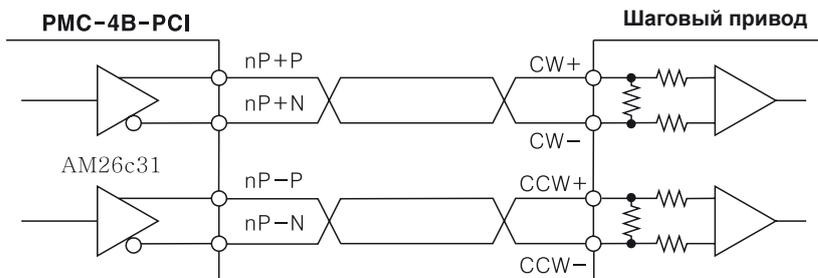
○ Подключение импульсного выхода для управления приводом

PMC-4B-PCI отправляет выходной сигнал работающему приводу в одном из направлений +/- выходов CW/CCW (по ч.с. и против ч.с.) через драйвер линии (AM26c31), в зависимости от выбранного типа соединения с приводом двигателя (через оптопару или драйвер линии).

● Подключение к приводу двигателя через оптопару



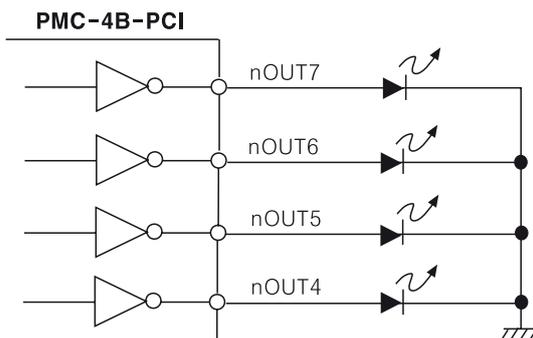
● Подключение к приводу двигателя через драйвер линии



※ Для передачи выходного сигнала привода рекомендуется использовать витую экранированную пару в соответствии с требованиями по ЭМС.

○ Подключение общего выхода (nOUT4~7)

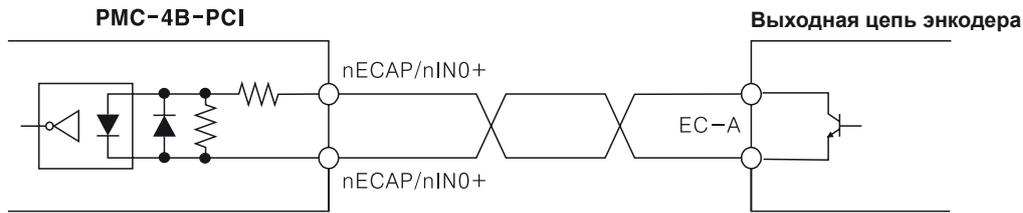
Выходной сигнал выводится буфером (74LS06). После сброса все выходы выключены.



PMC-4B-PCI

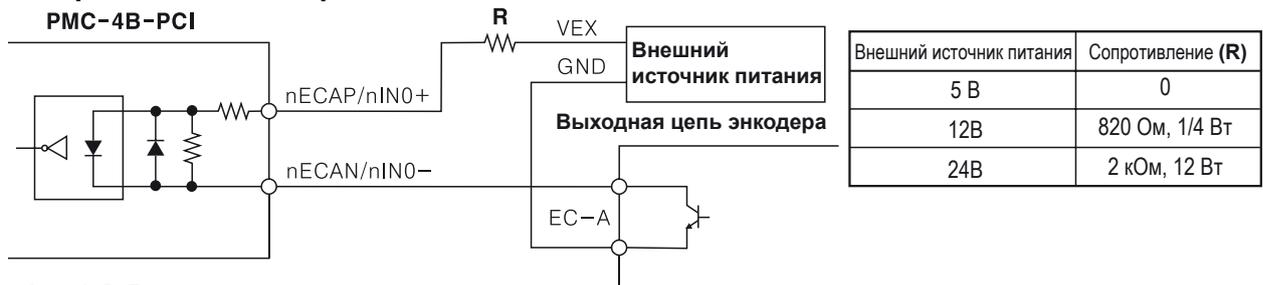
Подключение входного сигнала энкодера (nECAP/N, nECBP/N) и сигнала nINO+/-

- Подключение входного сигнала энкодера и драйвера линии с автоматическим выводом



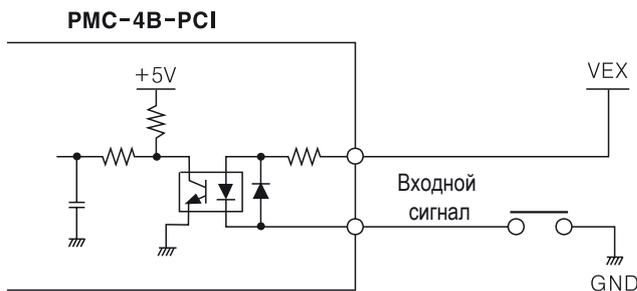
※ Фазы А, В, Z подключены одинаково.

Пример подключения выходного сигнала энкодера и энкодера с NPN-выход с открытым коллектором



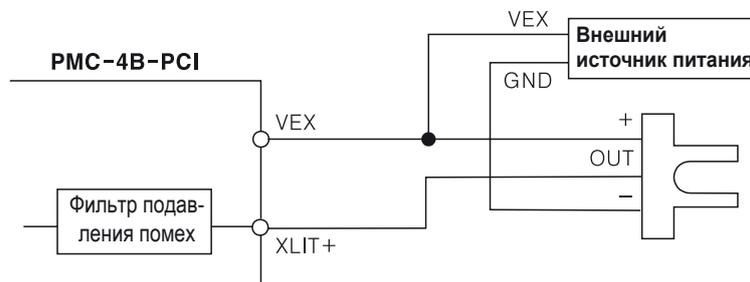
※ Фазы А, В, Z подключены одинаково.

Подключение входного сигнала (nIN1~3, nINPOS, nALRAM, nEXP+/-, EMG)



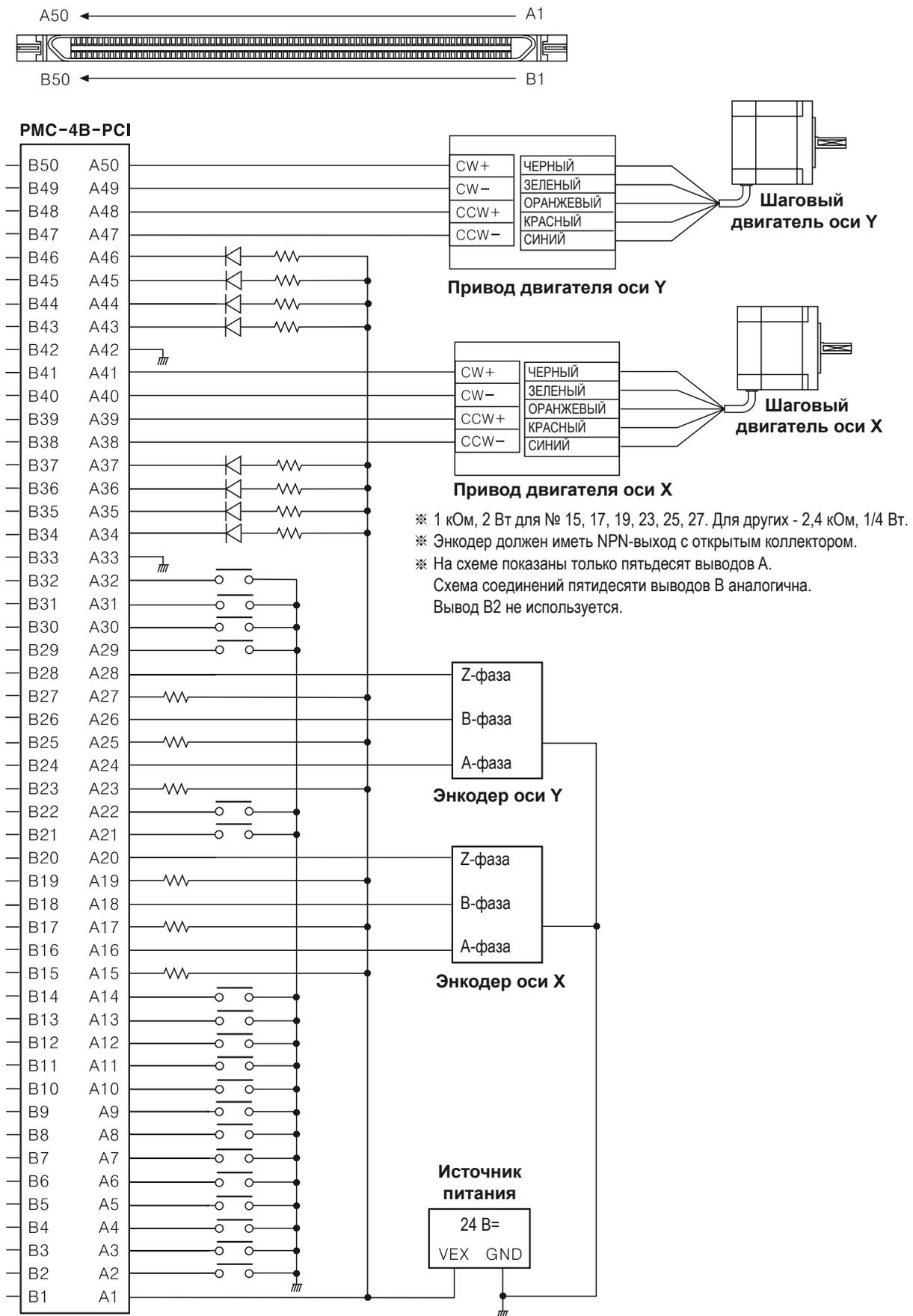
Подключение входного сигнала о достижении предельного положения (nLMIT+/-)

На отходящий провод сигнала о достижении предельного положения могут оказывать влияние помехи, которые невозможно устранить только с помощью оптопары. Поэтому применен фильтр подавления помех и установлено достаточное время задержки (FL = 2,3).



Четырехканальный контроллер движения

■ Соединения входов/выходов

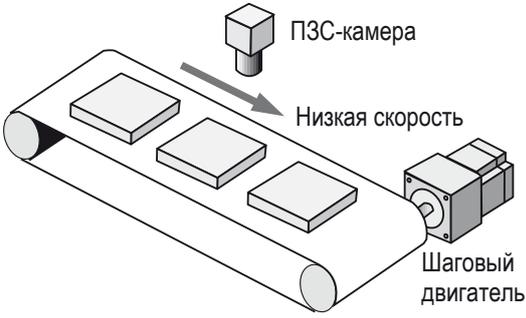
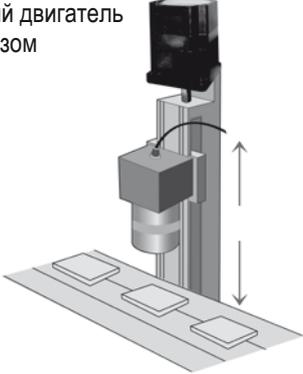
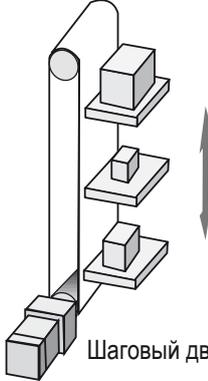
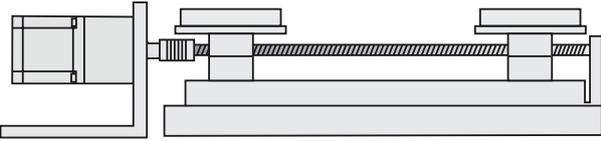
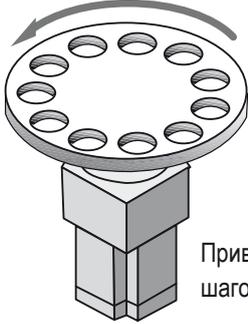
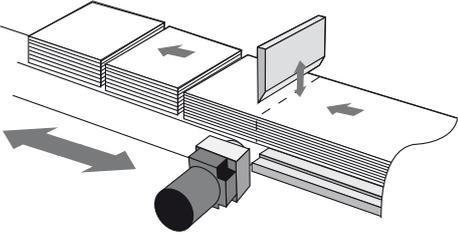


- ※ 1 кОм, 2 Вт для № 15, 17, 19, 23, 25, 27. Для других - 2,4 кОм, 1/4 Вт.
 - ※ Энкодер должен иметь NPN-выход с открытым коллектором.
 - ※ На схеме показаны только пятьдесят выводов А.
- Схема соединений пятидесяти выводов В аналогична.
Вывод В2 не используется.

■ Описание входов/выходов

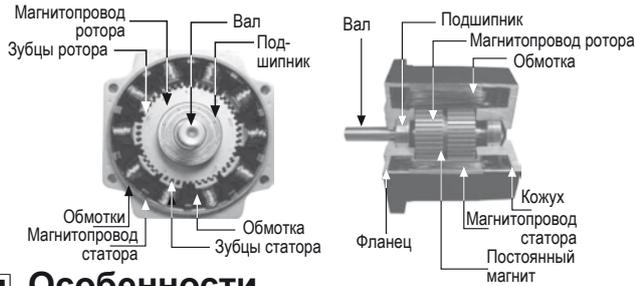
Вывод №	Сигнал	Описание	Вывод №	Сигнал	Описание
A1	VEX	12-24 В-	B1	VEX	12-24 В-
A2	EMG	Аварийный останов (останов по четырем осям)	B2	—	Не подключено
A3	XLMIT+	Сигнал о достижении предельного положения в направлении "+" на оси X	B3	ZLMIT+	Сигнал о достижении предельного положения в направлении "+" на оси Z
A4	XLMIT-	Сигнал о достижении предельного положения в направлении "-" на оси X	B4	ZLMIT-	Сигнал о достижении предельного положения в направлении "-" на оси Z
A5	XIN1	Входной сигнал о начальном положении на оси X	B5	ZIN1	Входной сигнал о начальном положении на оси Z
A6	XIN2	Входной сигнал Z-фазы энкодера оси X	B6	ZIN2	Входной сигнал Z-фазы энкодера оси Z
A7	XIN3	Входной сигнал оси X	B7	ZIN3	Входной сигнал оси Z
A8	YLMIT+	Сигнал о достижении предельного положения в направлении "+" на оси Y	B8	ULMIT+	Сигнал о достижении предельного положения в направлении "+" на оси U
A9	YLMIT-	Сигнал о достижении предельного положения в направлении "-" на оси Y	B9	ULMIT-	Сигнал о достижении предельного положения в направлении "-" на оси U
A10	YIN1	Входной сигнал о начальном положении на оси Y	B10	UIN1	Входной сигнал о начальном положении на оси U
A11	YIN2	Входной сигнал Z-фазы энкодера оси Y	B11	UIN2	Входной сигнал Z-фазы энкодера оси U
A12	YIN3	Входной сигнал оси Y	B12	UIN3	Входной сигнал оси U
A13	XINPOS	Входной сигнал об установке в заданное положение по оси X	B13	ZINPOS	Входной сигнал об установке в заданное положение по оси Z
A14	XALRAM	Аварийный вход оси X	B14	ZALRAM	Аварийный вход оси Z
A15	XECAP	Фаза A+ энкодера оси X	B15	ZECAP	Фаза A+ энкодера оси Z
A16	XECAN	Фаза A- энкодера оси X	B16	ZECAN	Фаза A- энкодера оси Z
A17	XECBP	Фаза B+ энкодера оси X	B17	ZECBP	Фаза B+ энкодера оси Z
A18	XECBN	Фаза B- энкодера оси X	B18	ZECBN	Фаза B- энкодера оси Z
A19	XINO+	Примерное начальное положение на оси X	B19	ZINO+	Примерное начальное положение на оси Z
A20	XINO-	Примерное начальное положение на оси X	B20	ZINO-	Примерное начальное положение на оси Z
A21	YINPOS	Входной сигнал об установке в заданное положение по оси Y	B21	UINPOS	Входной сигнал об установке в заданное положение по оси U
A22	YALARM	Аварийный вход оси Y	B22	UALARM	Аварийный вход оси U
A23	YECAP	Фаза A+ энкодера оси Y	B23	UECAP	Фаза A+ энкодера оси U
A24	YECAN	Фаза A- энкодера оси Y	B24	UECAN	Фаза A- энкодера оси U
A25	YECBP	Фаза B+ энкодера оси Y	B25	UECBP	Фаза B+ энкодера оси U
A26	YECBN	Фаза B- энкодера оси Y	B26	UECBN	Фаза B- энкодера оси U
A27	YINO+	Примерное начальное положение на оси Y	B27	UINO+	Примерное начальное положение на оси U
A28	YINO-	Примерное начальное положение на оси Y	B28	UINO-	Примерное начальное положение на оси U
A29	XEXP+	Ручное управление перемещением в направлении "+" по оси X	B29	ZEXP+	Ручное управление перемещением в направлении "+" по оси Z
A30	XEXP-	Ручное управление перемещением в направлении "-" по оси X	B30	ZEXP-	Ручное управление перемещением в направлении "-" по оси Z
A31	YEXP+	Ручное управление перемещением в направлении "+" по оси Y	B31	UEXP+	Ручное управление перемещением в направлении "+" по оси U
A32	YEXP-	Ручное управление перемещением в направлении "-" по оси Y	B32	UEXP-	Ручное управление перемещением в направлении "-" по оси U
A33	GND	Заземление	B33	GND	Заземление
A34	XOUT4/CMPP	Общий выход оси X	B34	ZOUT4/CMPP	Общий выход оси Z
A35	XOUT5/CMPM	Общий выход оси X	B35	ZOUT5/CMPM	Общий выход оси Z
A36	XOUT6/ASND	Общий выход оси X	B36	ZOUT6/ASND	Общий выход оси Z
A37	XOUT7/DSND	Общий выход оси X	B37	ZOUT7/DSND	Общий выход оси Z
A38	XP+P	Выходной сигнал вращения по часовой стрелке в направлении "+" на оси X	B38	ZP+P	Выходной сигнал вращения по часовой стрелке в направлении "+" на оси Z
A39	XP+N	Выходной сигнал вращения по часовой стрелке в направлении "-" на оси X	B39	ZP+N	Выходной сигнал вращения по часовой стрелке в направлении "-" на оси Z
A40	XP-P	Выходной сигнал вращения против часовой стрелки в направлении "+" на оси X	B40	ZP-P	Выходной сигнал вращения против часовой стрелки в направлении "+" на оси Z
A41	XP-N	Выходной сигнал вращения против часовой стрелки в направлении "-" на оси X	B41	ZP-N	Выходной сигнал вращения против часовой стрелки в направлении "-" на оси Z
A42	GND	Заземление	B42	GND	Заземление
A43	YOUT4/CMPP	Общий выход оси Y	B43	UOUT4/CMPP	Общий выход оси U
A44	YOUT5/CMPM	Общий выход оси Y	B44	UOUT5/CMPM	Общий выход оси U
A45	YOUT6/ASND	Общий выход оси Y	B45	UOUT6/ASND	Общий выход оси U
A46	YOUT7/DSND	Общий выход оси Y	B46	UOUT7/DSND	Общий выход оси U
A47	YP+P	Выходной сигнал вращения по часовой стрелке в направлении "+" на оси Y	B47	UP+P	Выходной сигнал вращения по часовой стрелке в направлении "+" на оси U
A48	YP+N	Выходной сигнал вращения по часовой стрелке в направлении "-" на оси Y	B48	UP+N	Выходной сигнал вращения по часовой стрелке в направлении "-" на оси U
A49	YP-P	Выходной сигнал вращения против часовой стрелки в направлении "+" на оси Y	B49	UP-P	Выходной сигнал вращения против часовой стрелки в направлении "+" на оси U
A50	YP-N	Выходной сигнал вращения против часовой стрелки в направлении "-" на оси Y	B50	UP-N	Выходной сигнал вращения против часовой стрелки в направлении "-" на оси U

■ Области применения

<p>Контрольное оборудование</p>  <p>ПЗС-камера</p> <p>Низкая скорость</p> <p>Шаговый двигатель</p>	<p>Контрольное оборудование</p> <p>Шаговый двигатель с тормозом</p> 
<p>Привод ленты</p>  <p>Шаговый двигатель</p>	<p>Контроль размещения этикеток продукции</p>  <p>Этикетка</p> <p>Шаговый двигатель</p>
<p>Привод шариковой винтовой передачи</p> <p>Шаговый двигатель</p> 	<p>Управление роботом обработки пластин</p>  <p>Шаговый двигатель</p>
<p>Поворотный стол</p>  <p>Приводной шаговый двигатель</p>	<p>Контроль места отрезания</p>  <p>Шаговый двигатель</p>

Общие сведения

Шаговый двигатель (ШД) – это высокоточный приводной двигатель, управление которым осуществляется с помощью последовательности входных импульсов, вызывающих дискретные угловые перемещения. Возможность точно управлять углом поворота и скоростью позволила найти этим двигателям широкое применение. Компания Autonics производит гибридные шаговые двигатели с высококласными рабочими характеристиками (высочайшая точность перемещений и высокий вращающий момент), благодаря которым они активно используются для автоматизации различных процессов. Кроме того, для обеспечения эффективного управления нашими шаговыми двигателями мы разработали приводы (серии MD5/MD2U) и устройства управления (серия PMC).



Особенности

- Углом поворота и скоростью ШД можно управлять с высокой точностью и эффективностью. В случае пятифазного ШД управление осуществляется посредством электрического импульсного (цифрового) сигнала. Каждый такой сигнал задает определенный угол поворота ротора, который называется шагом.
- Высокий вращающий момент и малое время отклика ШД - компактный, легкий и обеспечивает высокий вращающий момент. Более того, благодаря быстрому ускорению и высоким моментам останова и пуска имеется возможность выполнить немедленный пуск/останов и изменить направление вращения ротора.
- Высочайшее разрешение и точность позиционирования Наш пятифазный ШД имеет шаг 0,72° и высокое разрешение - 0,009° в микрошаговом режиме. Точность останова составляет ±3 мин (0,05° без нагрузки) при перемещении с шагом 0,72°.
- Удерживающий момент В случае останова пятифазного ШД при включенном питании позиция ротора будет удерживаться благодаря высокому удерживающему моменту. По этой причине для сохранения остановленного ротора не требуется применять механический тормоз или постоянно посылать сигнал управления.
- Малое время установки и отсутствие колебаний после останова. При останове после вращения в любом из направлений время от начала шага до момента, когда ротор остается в заданной позиции, чрезвычайно мало. Более того, по истечении времени установки, т.е. после останова, колебания ротора отсутствуют.



Работа с шаговым двигателем

- Управление углом поворота и скоростью шагового двигателя осуществляется регулированием количества входных импульсных сигналов и их частоты подачи.

Управление углом поворота

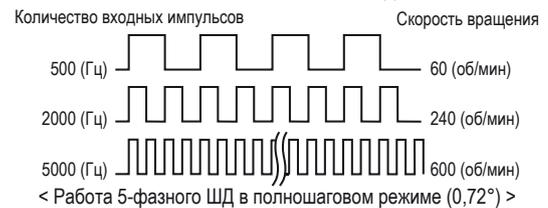
$$\text{Угол поворота [°]} = \text{Шаг [°]} \times \text{количество импульсов}$$



< Работа 5-фазного ШД в полношаговом режиме (0,72°) >

Управление скоростью вращения ротора

$$\text{Скорость вращения (об/мин)} = \frac{\text{Частота подачи импульсов (Гц)}}{360^\circ / \text{шаг (}^\circ\text{)}} \times 60 (\text{с})$$



< Работа 5-фазного ШД в полношаговом режиме (0,72°) >

- Для управления ШД необходимы только устройство управления и контроллер движения. Устройство управления для непосредственного управления ШД, а контроллер движения - для управления устройством управления ШД.

Шаговый двигатель

Компания Autonics предлагает широкий ассортимент шаговых двигателей для различных областей применения.



Устройство управления

Устройство управления представляет собой отдельную цепь для управления ШД и подает электрические сигналы в зависимости от числа фаз двигателя. Специально для 5-фазного ШД разработано устройство серии MD.



Контроллер движения

Контроллер движения служит для управления углом поворота, скоростью и другими параметрами ШД. Компания Autonics предлагает контроллеры серии PMC.



Система управления шаговым двигателем

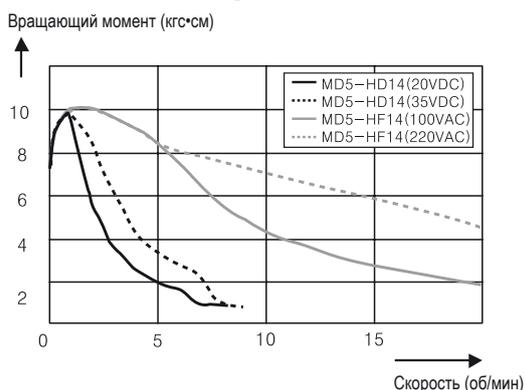


■ Микршаговый режим

Микршаговый режим - это режим с дроблением полного шага на более мелкие, при котором на обмотки подаются дробные значения напряжений. В микршаговом режиме ШД явления резонанса и вибрации не столь значительны, как в полношаговом. Более того, вследствие дробления шага возрастает точность позиционирования.

- Малые скорость, вибрация и резонанс.
- Дробление полного шага на 250 шагов (0,72° ... 0,00288°).

■ Устройства управления постоянного и переменного тока



Устройство упр. постоянного тока
• 20-25 В=
• Относительно малый вращающий момент.
• Простое устройство
• Экономичное решение

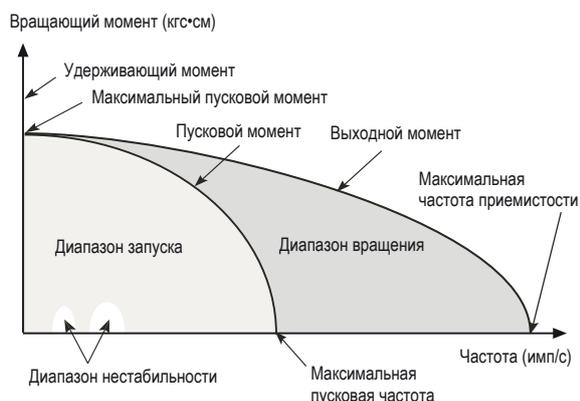
VS

Устройство упр. переменного тока
• 100-220 В~
• Высокий вращающий момент
• Сложное устройство из-за цепи преобразования постоянного тока в переменный
• Дорогостоящее решение

○ Скорость (об/мин)

- Преимуществами устройства управления переменного тока являются высокая скорость и вращающий момент.
- В отношении устройства управления с определенными характеристиками верно утверждение, что чем больше мощность источника питания, тем выше вращающий момент двигателя. При использовании источника питания высокой мощности необходимо предпринять надлежащие меры предосторожности. В противном случае это может привести к сильному перегреву.

■ Глоссарий



- Ниже описана зависимость крутящего момента от частоты. Характеристики ①-⑥ непосредственно влияют на работу привода.

1) Максимальная пусковая частота

Максимальная пусковая частота определяет параметры пуска/останова и направления вращения без ускорения/торможения во время работы ненагруженного ШД. Если пусковая частота двигателя превышает максимальную частоту устройства управления, управление таким двигателем осуществляется с использованием режимов ускорения/торможения.

2) Пусковой момент

Максимальный момент сопротивления нагрузки в пределах максимальной пусковой частоты, при котором двигатель может надлежащим образом запускаться и останавливаться.

3) Область запуска

Максимальный диапазон значений момента сопротивления нагрузки, при котором двигатель может надлежащим образом запускаться и останавливаться. При этом значение частоты меньше значения максимальной пусковой частоты. Эта характеристика определяет параметры пуска/останова и направления вращения без ускорения/торможения. В случае двигателя, область запуска которого не соответствует области запуска устройства управления, необходимо выполнить запуск двигателя и включить режим ускорения/торможения.

4) Максимальная частота приемистости

Максимальная частота вращения, при которой ненагруженный двигатель может двигаться без пропусков шага.

5) Выходной момент

Максимальный вращающий момент при максимальной пусковой частоте, при котором двигатель работает без выпадения из синхронизма.

6) Диапазон вращения

Диапазон значений вращающих моментов при максимальной пусковой частоте, при котором двигатель работает без выпадения из синхронизма.

7) Удерживающий момент

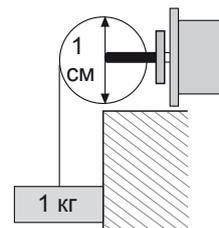
Максимальный статический момент, который может быть приложен к валу возбужденного двигателя без последующего движения.

8) Вращающий момент

Вращающий момент, или момент силы, характеризует вращающее действие силы на твердое тело.

Единицы измерения вращающего момента: Нм или кгс·см
 ※ (1 Нм = 10,1972 кгс·см)

За единицу вращающего момента принят момент силы, который требуется для вращения тела радиусом 1 см при приложении массы 1 кг. Масса вращающегося тела не учитывается.



Поиск и устранение неисправностей

1) Резонанс

Резонанс возникает при совпадении частоты входного импульсного сигнала и собственной частотой колебаний двигателя.

- В случае устройства управления пятифазного ШД область резонанса лежит примерно в районе 300-500 имп/с
- В случае устройства управления пятифазного ШД область резонанса лежит в районе 200 имп/с

Способы уменьшения вибрации

- 1 Регулировка рабочего тока (RUN)
- 2 Изменение частоты входного сигнала
- 3 Использование микрошагового режима
- 4 Использование двигателей с редуктором
- 5 Применение демпфирующих устройств
- 6 Применение виброизоляторов
- 7 Применение гибких соединений

2) Тепловыделение

К повышенному тепловыделению могут приводить использование источника питания высокой мощности, превышение номинального рабочего тока двигателя, а также длительная работа двигателя без остановок.

Способы уменьшения тепловыделения

- 1 Регулировка рабочего тока (RUN).
- 2 Изменение отношения времени простоя и рабочего времени (RUN DUTY). (Время простоя (STOP) должно быть больше времени работы (RUN).)
- 3 Установка специальных панелей для улучшения отвода тепла.
- 4 Использование функций Auto Current Down (автоматическое снижение тока) и HOLD OFF (отключение удержания).
- 5 Применение вентилятора.

3) Пропуск шага

Явление, при котором ШД не может вращаться с частотой входного сигнала.

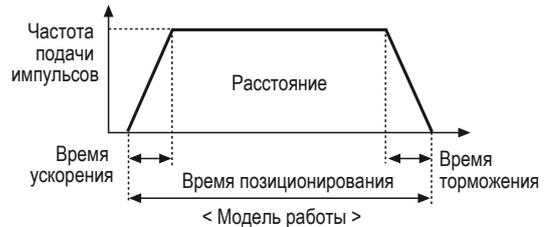
Главные причины	Способы решения
Двигатель неисправен.	Замените двигатель.
Слишком быстрое торможение/ускорение.	Уменьшить частоту подачи импульсов или увеличить время ускорения двигателя.
Выбран неправильный момент сопротивления нагрузки.	Заменить двигатель с высоким вращающим моментом. Использовать двигатель с редуктором.
Выбрана неверная настройка скорости (ниже максимальной пусковой частоты)	Выполнить пуск двигателя в пределах максимальной пусковой частоты (см. характеристики двигателя).
Слабый входной ток.	Увеличить входной ток.

Методика расчета характеристик при выборе шагового двигателя

Ниже описана методика расчета характеристик при выборе шагового двигателя. В реальных расчетах получить постоянную механическую характеристику в большинстве случаев невозможно. Поэтому предложенную ниже методику можно назвать упрощенной.

Выбор модели работы

Модель работы представлена в виде графика зависимости рабочих характеристик двигателя от характеристик привода. В частности, на этом графике показано отношение времени ускорения/торможения, частоты подачи импульсов и времени позиционирования. График модели работы применяется для выбора ШД.



Расчет нужного количества импульсов

Расстояние от начального до конечного положения, которое пройдет объект, перемещаемый двигателем, зависит от количества импульсов, подаваемых устройством управления.

Формула для расчета нужного количества импульсов:

Нужное количество импульсов

$$= \frac{\text{Расстояние перемещения объекта}}{\text{Расстояние за одно вращение}} \times \frac{360^\circ}{\text{Шаг}}$$

Расчет частоты подачи импульсов

Время прохождения объектом, перемещаемым двигателем, нужного расстояния зависит от частоты (скорости) передачи нужного количества импульсов.

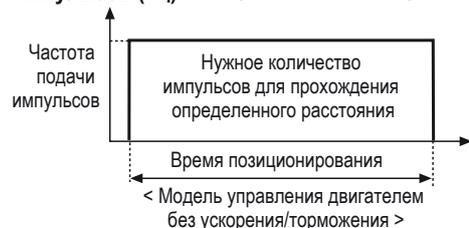
Для расчета частоты подачи импульсов необходимо знать нужное количество импульсов, время позиционирования и время ускорения/торможения.

1) Управление без ускорения/торможения

В этом режиме ШД останавливается после прохождения расстояния, заданного определенным количеством импульсов, за время позиционирования, которое зависит от постоянной частоты подачи импульсов (без применения ускорения/торможения). Данный режим применяется для низкоскоростного управления ШД. Кроме того, в этом режиме управления требуется больший момент ускорения/торможения, вследствие быстрого изменения скорости.

В этом случае частота подачи импульсов рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{Частота подачи импульсов (Гц)} = \frac{\text{Нужное количество импульсов}}{\text{Время позиционирования (с)}}$$



2) Управление с ускорением/торможением

В этом режиме управления ШД останавливается в результате торможения или уменьшения скорости до исходного значения после прохождения нужного расстояния за определенное время. При этом ШД начинает перемещение с ускорения, то есть повышения частоты вращения ротора двигателя за счет постепенного увеличения частоты подачи импульсов с целью прохождения расстояния за определенное время позиционирования.

Время ускорения/торможения необходимо настроить в зависимости от отношения расстояние и скорости, а также времени позиционирования. В данном режиме управления требуется меньший момент ускорения/торможения, чем при самозапуске, вследствие постепенного изменения скорости. В этом случае частота подачи импульсов рассчитывается по следующей формуле:

Частота подачи импульсов (Гц)

$$= \frac{\text{Нужное количество импульсов} - \text{начальная частота подачи импульсов (Гц)} \times \text{время ускорения/торможения (с)}}{\text{время позиционирования (с)} - \text{время ускорения/торможения (с)}}$$



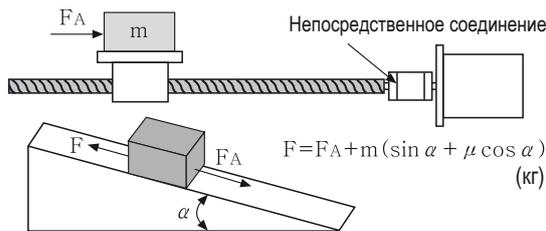
© Упрощенный расчет вращающего момента двигателя

Нужный вращающий момент =
(Момент нагрузки + Момент ускорения/торможения)
x Коэффициент безопасности

● Расчет момента нагрузки (TL)

Момент (сопротивления) нагрузки определяется силой трения движущихся частей механизма, транспортирующего объект. Момент нагрузки важен для управления двигателем. Его значение изменяется в зависимости от типа транспортирующего механизма и массы объекта. Порядок расчета момента нагрузки в зависимости от типа транспортирующего механизма приведен ниже. Представленную методику следует считать упрощенной, так как в большинстве случаев получить постоянную механическую характеристику невозможно. Момент нагрузки рассчитывается на основе схем и формул, приведенных ниже.

1) Шариковая винтовая передача



※ Расчет момента нагрузки

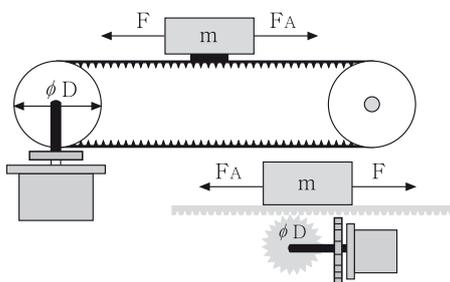
$$T_L = \left(\frac{F \cdot P_B}{2 \pi \eta} + \frac{\mu_0 F_0 P_B}{2 \pi} \right) \times \frac{1}{i} \quad (\text{кгс} \cdot \text{см})$$

※ Упрощенный расчет момента нагрузки

$$T_L = \frac{m \cdot P_B}{2 \pi \eta} \times \frac{1}{i} \quad (\text{кгс} \cdot \text{см}) \quad (\text{горизонтальная нагрузка})$$

$$T_L = \frac{m \cdot P_B}{2 \pi \eta} \times \frac{1}{i} \times 2 \quad (\text{кгс} \cdot \text{см}) \quad (\text{вертикальная нагрузка})$$

2) Ременная или зубчатая передачи



※ Расчет момента нагрузки

$$T_L = \frac{F}{2 \pi \eta} \times \frac{\pi D}{i} = \frac{F D}{2 \pi \eta i} \quad (\text{кгс} \cdot \text{см})$$

$$F = F_A + m(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \quad (\text{кг})$$

※ Упрощенный расчет момента нагрузки

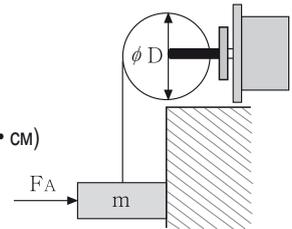
$$T_L = \frac{D}{2} \times m \times \frac{1}{\eta} \times \frac{1}{i} \quad (\text{кгс} \cdot \text{см}) \quad (\text{горизонтальная нагрузка})$$

$$T_L = \frac{D}{2} \times m \times \frac{1}{\eta} \times \frac{1}{i} \times 2 \quad (\text{кгс} \cdot \text{см}) \quad (\text{вертикальная нагрузка})$$

3) Блок

※ Расчет момента нагрузки

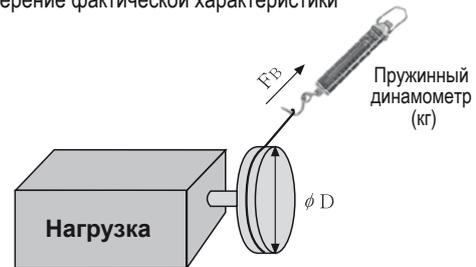
$$T_L = \frac{\mu F_A + m}{2 \pi} \times \frac{\pi D}{i} = \frac{(\mu F_A + m) D}{2 i} \quad (\text{кгс} \cdot \text{см})$$



※ Упрощенный расчет момента нагрузки

$$T_L = \frac{D}{2} \times m \times \frac{1}{i} \quad (\text{кгс} \cdot \text{см})$$

4) Измерение фактической характеристики



Эта методика заключается в снятии показаний с пружинного динамометра во время вращения блока. Такой подход позволяет получить более точную величину момента нагрузки, чем результаты рассмотренных выше расчетов. В приведенной ниже формуле FB - показания силы, снятые с динамометра.

$$T_L = \frac{F_B D}{2} \quad (\text{кгс} \cdot \text{см})$$

[Условные обозначения]

- | | |
|--|--|
| F : сила трения (кг) | F ₀ : нагрузка поджатия (кг) (~= 1/3 F) |
| η : коэффициент эффективности (0,85-0,95). | i : интенсивность торможения |
| F _A : приложенная сила (кг) | m : общая масса опоры и груза (кг) |
| μ : коэффициент трения | μ ₀ : внутренний коэффициент трения поджатой гайки (0,1-0,3) |
| α : угол наклона (°) | P _B : шаг резьбы винтовой передачи (см/об) |
| | F _B : сила, приложенная в начале вращения основного вала (кг) |
| | D : наружный диаметр блока |

● Расчет момента ускорения/торможения (Ta)

Момент ускорения/торможения характеризует ускорение / торможение соединенного с двигателем транспортирующего механизма. Его величина может значительно изменяться в зависимости от времени ускорения/торможения и момента инерции нагрузки транспортирующего механизма. Таким образом, величина момента ускорения / торможения в режимах с ускорением / торможением и самозапуска будет сильно отличаться.

Момент ускорения/торможения рассчитывается по следующей формуле:

※ Управление без ускорения/торможения (требуется высокий момент ускорения/торможения):

Момент ускорения/торможения (кгс · см)

$$= \frac{\text{Момент инерции ротора (кгм}^2\text{) + момент инерции нагрузки (кгм}^2\text{)}}{\text{Ускорение свободного падения (см/с}^2\text{)}} \times \frac{\pi \times \text{Шаг (}^\circ\text{)} \times \text{частота подачи импульсов}^2 \text{ (Гц)}}{180 \times 3.6 / \text{Шаг (}^\circ\text{)}}$$

※ Управление с ускорением/торможением

Момент ускорения/торможения (кгс · см)

$$= \frac{\text{Момент инерции ротора (кгм}^2\text{) + момент инерции нагрузки (кгм}^2\text{)}}{\text{Ускорение свободного падения (см/с}^2\text{)}} \times \frac{\pi \times \text{Шаг (}^\circ\text{)} \times \text{Частота подачи импульсов (Гц) - пусковая частота (Гц)}}{180^\circ \times \text{Время ускорения/торможения (с)}}$$

■ Пример расчета для подбора двигателя

- Расчет нужного количества импульсов и частоты подачи импульсов.

Ниже приведен реальный пример нужного количества импульсов и частоты подачи импульсов для пятифазного шагового двигателя.

● Шариковая винтовая передача

При перемещении объекта, как указано на рисунке ниже, в течение 1 секунды с помощью пятифазного шагового двигателя (0,72°/шаг), нужное количество импульсов и частота подачи импульсов рассчитываются следующим образом:

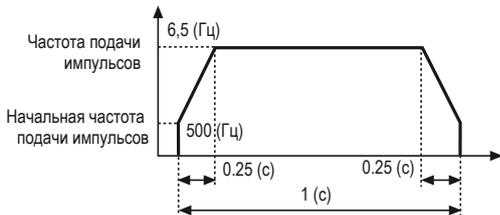
$$\text{Нужное количество импульсов} = \frac{100}{10} \times \frac{360^\circ}{0,72^\circ} = 5,000 \text{ (импульсов)}$$



В режиме управления без ускорения/торможения в течение одной секунды частота подачи импульсов рассчитывается как 5000 (импульсов)/1 (с) = 5 (кГц). Однако работа в этом режиме управления при 5 кГц невозможна, поэтому она должна осуществляться в режиме ускорения/торможения. При расчете с заданным временем ускорения/замедления, равным 25% от времени позиционирования, и частоте управляющих импульсов 500 Гц, расчет производится следующим образом:

$$\text{Частота подачи импульсов (Гц)} = \frac{5000 \text{ (импульсов)} - 500 \text{ (Гц)} \times 0,25 \text{ (с)}}{1 \text{ (с)} - 0,25 \text{ (с)}} = 6,5 \text{ (кГц)}$$

На графике это будет выглядеть так:

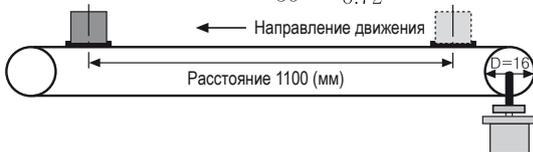


< Пример рабочего режима с ускорением/торможением >

● Зубчатый ремень

При перемещении объекта, как указано на рисунке ниже, в течение 1 секунды с помощью пятифазного шагового двигателя (0,72°/шаг), расстояние перемещения за оборот составляет примерно 50 мм, умноженное на 2 π то есть на длину окружности шкива. Если расстояние перемещения за оборот равно 50 мм, нужное количество импульсов рассчитывается следующим образом:

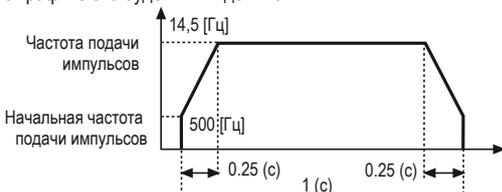
$$\text{Нужное количество импульсов} = \frac{1,100}{50} \times \frac{360^\circ}{0,72^\circ} = 11,000 \text{ [импульсов]}$$



Если режим с ускорением/торможением аналогичен примеру с шариковой винтовой передачей, частота управляющих импульсов рассчитывается следующим образом:

$$\text{Частота подачи импульсов (Гц)} = \frac{11,000 \text{ [импульсов]} - 500 \text{ [Гц]} \times 0,25 \text{ [с]}}{1 \text{ [с]} - 0,25 \text{ [с]}} = 14,5 \text{ [кГц]}$$

На графике это будет выглядеть так:



< Пример рабочего режима с ускорением/торможением >

- Пример расчета момента нагрузки (TL).

Ниже приведен реальный пример расчета момента нагрузки для пятифазного шагового двигателя по простой числовой формуле.

● Использование шариковой винтовой передачи для перемещения горизонтальной нагрузки

При перемещении объекта с помощью шариковой винтовой передачи, имеющей КПД 90%, и массе нагрузки 40 кг, как показано на рисунке ниже, момент нагрузки рассчитывается следующим образом:

$$T_L = \frac{m \cdot P_B}{2 \pi \eta} \times \frac{1}{i} \text{ (кгс} \cdot \text{см)}$$

$$T_L = \frac{40 \text{ (кг)} \times 1 \text{ (см)}}{2 \pi \times 0,9} \times \frac{1}{1} = 7,07 \text{ (кгс} \cdot \text{см)}$$



● Применение зубчатого ремня для перемещения горизонтальной нагрузки

При перемещении объекта с помощью зубчатого ремня, имеющего КПД 90%, использовании шкива диаметром 16 мм и при массе нагрузки 9 кг, как показано на рисунке ниже, момент нагрузки рассчитывается следующим образом:



$$T_L = \frac{D}{2} \times m \times \frac{1}{\eta} \times \frac{1}{i} \text{ (кгс} \cdot \text{см)}$$

$$T_L = \frac{1,6 \text{ (см)}}{2} \times 9 \text{ (кг)} \times \frac{1}{0,9} \times \frac{1}{1} = 8 \text{ (кгс} \cdot \text{см)}$$

● Применение шариковой винтовой передачи и замедлителя для перемещения горизонтальной нагрузки

При перемещении объекта с помощью шариковой винтовой передачи, имеющей шаг резьбы 5 мм, КПД 90% и массе нагрузки 250 кг, как показано на рисунке ниже, момент нагрузки рассчитывается следующим образом:



Интенсивность замедления
10:1

$$T_L = \frac{m \cdot P_B}{2 \pi \eta} \times \frac{1}{i} \text{ (кгс} \cdot \text{см)}$$

$$T_L = \frac{250 \text{ (кг)} \times 0,5 \text{ (см)}}{2 \pi \times 0,9} \times \frac{1}{10} = 2,21 \text{ (кгс} \cdot \text{см)}$$

Результат расчета действителен для горизонтальной нагрузки. Момент вертикальной нагрузки в 2 раза выше момента горизонтальной нагрузки. Данный результат относится только к моменту нагрузки.

К реально требуемому крутящему моменту двигателя необходимо добавить крутящий момент ускорения / торможения. Однако при расчете сложно определить момент инерции нагрузки.

Для устранения данной сложности можно упростить расчет, применяя режим без ускорения / торможения или высокий коэффициент безопасности, если ускорение / торможение при расчетном моменте нагрузки происходят слишком быстро.

