Серия Ai-M

2-фазный шаговый двигатель с обратной связью

▣ Свойства

- Минимальное количество выделяемого тепла, высокий крутящий момент (напряжение управления 55 В)
- Более экономичное решение в сравнении с традиционными серводвигателями
- Различные исполнения по размеру корпуса: 42 мм, 56 мм, 60 мм

НОВИНКА

Перед началом эксплуатации изделия изучите раздел «Указания по технике безопасности» в руководстве пользователя.

[Серия Ai-M-42] [Серия Ai-M-56] [Серия Ai-M-60]

▣ Информация для заказа

Ai - **M** - **42** **L** **A**

- Разрешающая способность энкодера
  - **A** 10 000 ИМП./ОБ. (2500 ИМП./ОБ. с множителем 4)
- Длина двигателя
- Размер корпуса двигателя
  - **42** 42×42 мм
    - **S** 67,5 мм
    - **M** 73,5 мм
    - **L** 81,5 мм
  - **56** 57,2×57,2 мм
    - **S** 77,3 мм
    - **M** 90,3 мм
    - **L** 111,3 мм
  - **60** 60×60 мм
    - **S** 81,9 мм
    - **M** 102,8 мм
    - **L** 119,8 мм
- Изделие
  - **M** Двигатель
- Серия
  - **Ai** Искусственный интеллект

◎ Модель

Комплект	Драйвер	Двигатель
AiS-42SA	AiS-D-42SA	Ai-M-42SA
AiS-42MA	AiS-D-42MA	Ai-M-42MA
AiS-42LA	AiS-D-42LA	Ai-M-42LA
AiS-56SA	AiS-D-56SA	Ai-M-56SA
AiS-56MA	AiS-D-56MA	Ai-M-56MA
AiS-56LA	AiS-D-56LA	Ai-M-56LA
AiS-60SA	AiS-D-60SA	Ai-M-60SA
AiS-60MA	AiS-D-60MA	Ai-M-60MA
AiS-60LA	AiS-D-60LA	Ai-M-60LA

■ Технические характеристики

◎ Двигатель

● Размер корпуса 42 мм

Модель	**Ai-M-42SA**	**Ai-M-42MA**	**Ai-M-42LA**
Максимальный момент удержания※1	2,55 кг·см (0,25 Н·м)	4,08 кг·см (0,4 Н·м)	4,89 кг·см (0,48 Н·м)
Момент инерции ротора	35 г·см² (35×10-7 кгм²)	54 г·см² (54x10-7 кгм²)	77 г·см² (77×10-7 кгм²)
Номинальный ток	1,7 А/фаза		
Сопротивление	1,7 Ом/фаза ±10%	1,85 Ом/фаза ±10%	2,10 Ом/фаза ±10%
Индуктивность	1,9 мГн/фаза ±20%	3,5 мГн/фаза ±20%	4,4 мГн/фаза ±20%
Масса※2	Прибл. 0,45 кг (прибл. 0,34 кг)	Прибл. 0,52 кг (прибл. 0,41 кг)	Прибл. 0,59 кг (прибл. 0,48 кг)

● Размер корпуса 56 мм

Модель	**Ai-M-56SA**	**Ai-M-56MA**	**Ai-M-56LA**
Максимальный момент удержания※1	6,12 кг·см (0,6 Н·м)	12,24 кгс·см (1,2 Н·м)	20,39 кгс·см (2,0 Н·м)
Момент инерции ротора	140 г·см² (140×10-7 кгм²)	280 г·см² (280x10-7 кгм²)	480 г·см² (480×10-7 кгм²)
Номинальный ток	3,5 А/фаза		
Сопротивление	0,55 Ом/фаза ±10%	0,57 Ом/фаза ±10%	0,93 Ом/фаза ±10%
Индуктивность	1,05 мГн/фаза ±20%	1,8 мГн/фаза ±20%	3,7 мГн/фаза ±20%
Масса※2	Прибл. 0,76 кг (прибл. 0,62 кг)	Прибл. 0,99 кг (прибл. 0,85 кг)	Прибл. 1,36 кг (прибл. 1,22 кг)

● Размер корпуса 60 мм

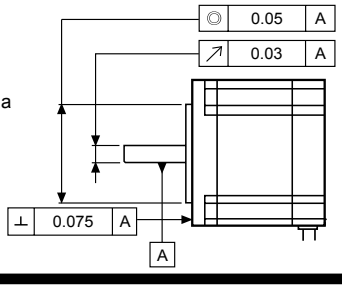
Модель	**Ai-M-60SA**	**Ai-M-60MA**	**Ai-M-60LA**
Максимальный момент удержания※1	11,22 кгс·см (1,1 Н·м)	22,43 кгс·см (2,2 Н·м)	29,57 кгс·см (2,9 Н·м)
Момент инерции ротора	11,22 кгс·см (1,1 Н·м)	490 г·см² (490x10-7 кгм²)	690 г·см² (690×10-7 кгм²)
Номинальный ток	3,5 А/фаза		
Сопротивление	1,0 Ом/фаза ±10%	1,23 Ом/фаза ±10%	1,3 Ом/фаза ±10%
Индуктивность	1,5 мГн/фаза ±20%	2,6 мГн/фаза ±20%	3,8 мГн/фаза ±20%
Масса※2	Прибл. 0,89 кг (прибл. 0,75 кг)	Прибл. 1,27 кг (прибл. 1,13 кг)	Прибл. 1,58 кг (прибл. 1,44 кг)

※ 1: Макс. момент удержания – это стандартный крутящий момент, возникающий при номинальном токе (2-фазное удержание) при заторможивании двигателя и используемый для сравнения технических характеристик разных двигателей.
※ 2: Масса в упаковке. В скобках указана масса устройства без упаковки.

● Общие технические характеристики

Стандартный угол шага		1,8°/0,9° (полношаговый режим/полушаговый режим)
Количество фаз двигателя		2 фазы
Конструкция		Биполярный
Класс изоляции		B (130 °C)
Сопротивление изоляции		Более 100 МОм (при измерении мегомметром с напряжением 500 В=) между обмотками и корпусом двигателя
Диэлектрическая прочность		500 В~ 50/60 Гц в течение 1 минуты при измерении между корпусом двигателя и обмотками
Виброустойчивость		Амплитуда 1,5 мм при частоте от 10 до 55 Гц (в течение 1 минуты) для каждой оси X, Y, Z в течение 2 часов
Ударная нагрузка		Прибл. не более 50 G
Условия окружающей среды	Температура	От 0 до 50 °C, хранение: от -20 до 70 °C
	Относительная влажность	От 20 до 85%; влажность в условиях хранения: от 15 до 90%
Степень защиты		IP30 (стандарт МЭК 34-5)
Угловая ошибка в неподвижном состоянии※1		±0,09°
Вибрация вала※2		0,03 мм (макс. показание индикатора, T.I.R.)
Радиальное перемещение※3		Макс. 0,025 мм (нагрузка 25 Н)
Осевое перемещение※4		Макс. 0,01 мм (нагрузка 50 Н)
Концентричность вала		0,05 мм (макс. показание индикатора, T.I.R.)
Перпендикулярность вала относительно монтажного фланца		0,075 мм (макс. показание индикатора, T.I.R.)

※1: Указанные характеристики приводятся для полношагового режима без нагрузки.
(Указанные значения могут варьироваться в зависимости от величины нагрузки)
※2: T.I.R. (макс. показания индикатора)
- указывает максимальное отклонение стрелочного индикатора при полном обороте относительно базовой точки.
※3: Величина радиального перемещения вала при добавлении радиальной нагрузки (25 Н) на вал двигателя.
※4: Величина осевого перемещения вала при добавлении осевой нагрузки (50 Н) на вал двигателя.
※ Условия окружающей среды указываются для условий без замерзания или конденсации.

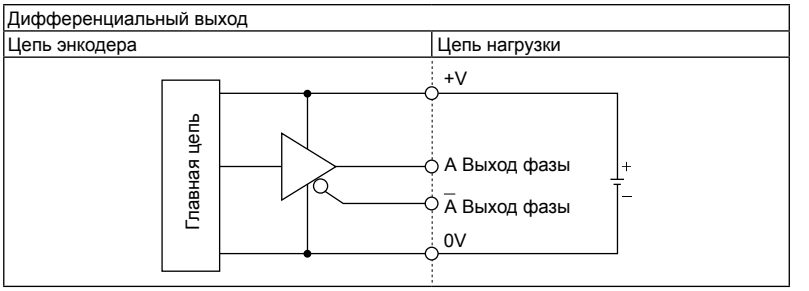


■ Технические характеристики

◎ Энкодер

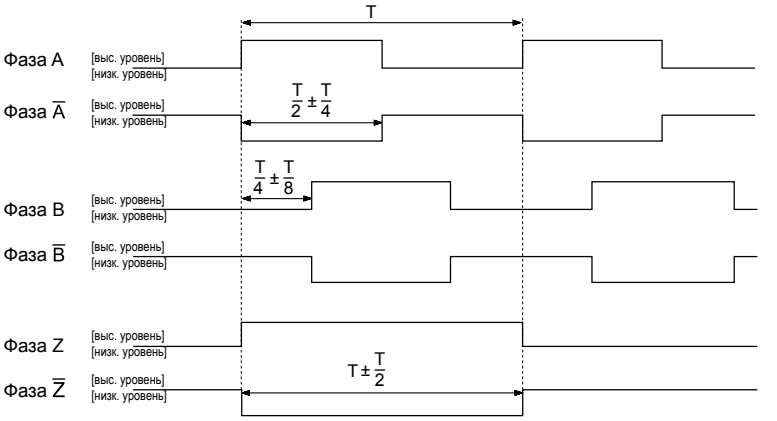
Параметр			Инкрементальный энкодер
Разрешение			10 000 ИМП./ОБ. (2500 ИМП./ОБ. с множителем 4)
Электрические характеристики	Выходные фазы		A, $\overline{A}$, B, $\overline{B}$, Z, $\overline{Z}$
	Коэффициент заполнения выходного сигнала		$\frac{T}{2} \pm \frac{T}{4}$ (T=1 цикл фазы A)
	Разность выходных фаз		Выход между фазами A и B: $\frac{T}{4} \pm \frac{T}{8}$ (T=1 цикл фазы A)
	Выход управления	Дифференциальный выход	• [низкий уровень] – ток нагрузки: макс. 20 мА, остаточное напряжение: макс. 0,5 В= • [высокий уровень] – ток нагрузки: макс. 20 мА, выходное напряжение: мин. 2,5 В=
	Время отклика (повышение/спад)		Макс. 0,5 мкс (длина кабеля: 2 м, потребляемый ток (Isink) = 20 мА)
	Макс. частота отклика		300 кГц
	Источник питания		5 В= ±5% (пульсации двойной амплитуды: макс. 5%)
	Потребляемый ток		Макс. 50 мА (в режиме холостого хода)

■ Схема выходной цепи энкодера

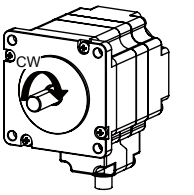


※ Все выходные цепи фаз A, $\overline{A}$, B, $\overline{B}$, Z, $\overline{Z}$ аналогичны друг другу.

■ Кривые сигнала энкодера

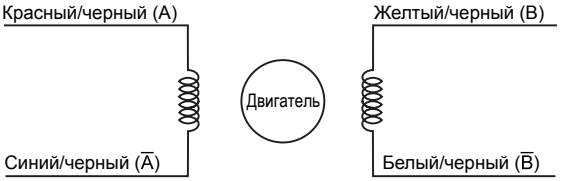


по часовой стрелке (CW) ※ T=1 цикл фазы A, B



■ Схема подключения

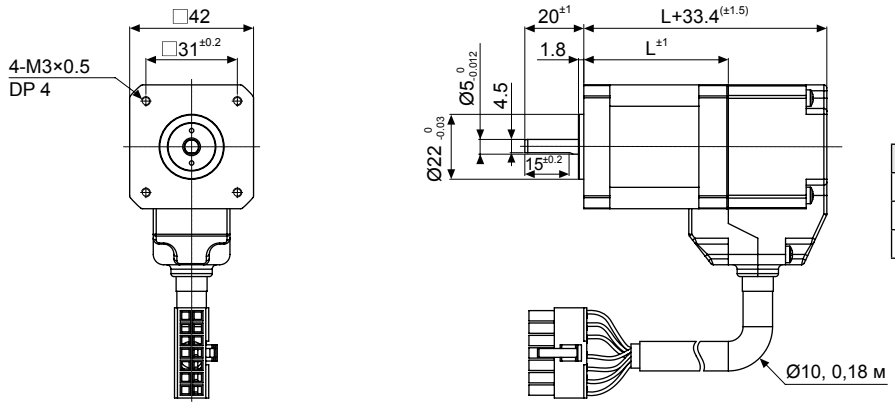
2-фазные шаговые двигатели Autonics комплектуются униполярными обмотками.
Ниже приводится цветовая маркировка фаз (катушек) шагового двигателя.



■ Размеры

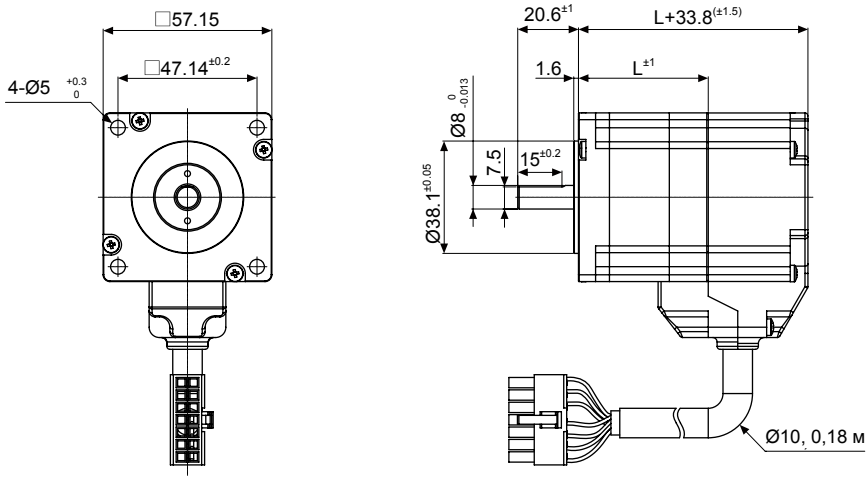
◎ Серия Ai-M-42

(единицы измерения: мм)



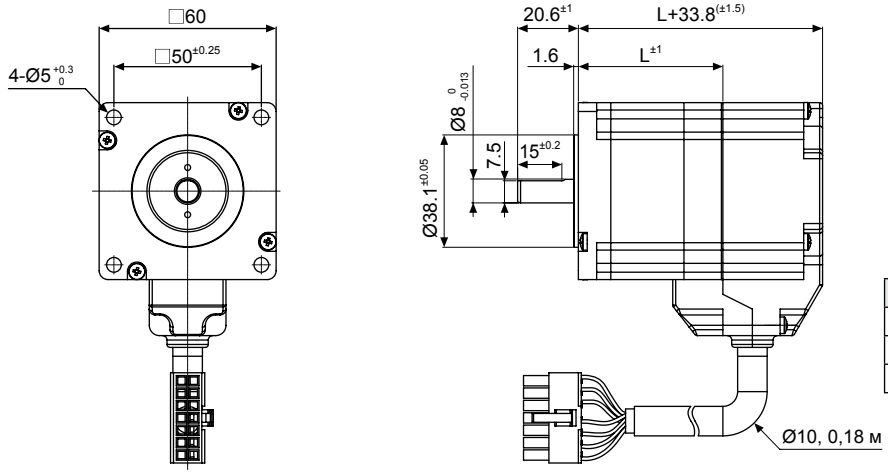
Модель	Длина (L)
Ai-M-42SA	34.1
Ai-M-42MA	40.1
Ai-M-42LA	48.1

◎ Серия Ai-M-56



Модель	Длина (L)
Ai-M-56SA	43.5
Ai-M-56MA	56.5
Ai-M-56LA	77.5

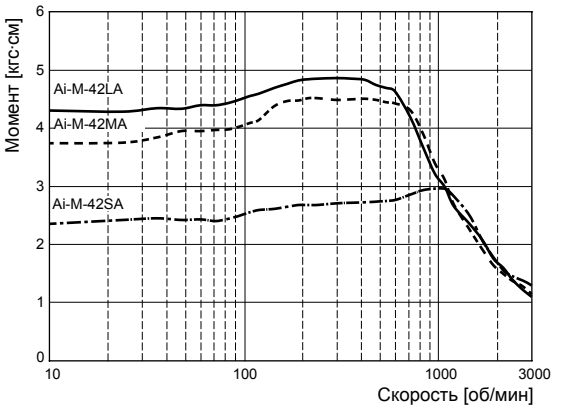
◎ Серия Ai-M-60



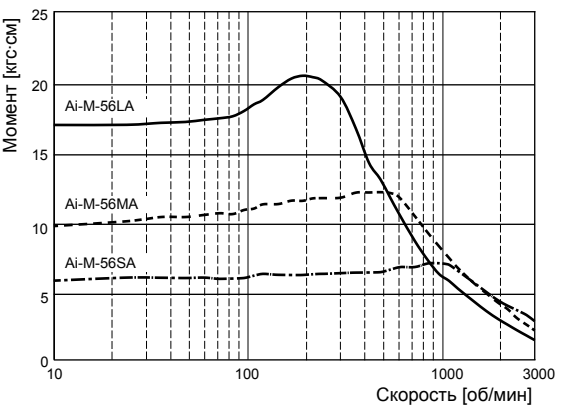
Модель	Длина (L)
Ai-M-60SA	48.1
Ai-M-60MA	69
Ai-M-60LA	86

■ Характеристики двигателя

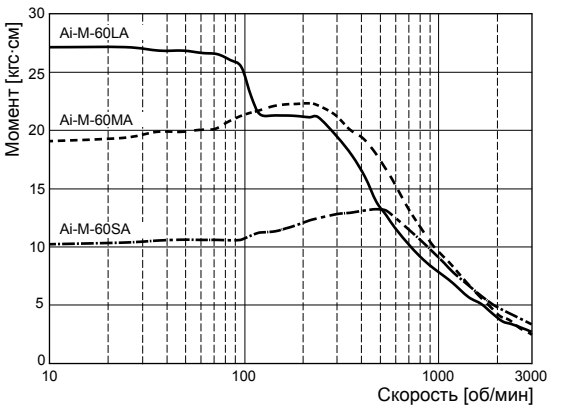
◎ Серия Ai-M-42



◎ Серия Ai-M-56

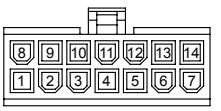


◎ Серия Ai-M-60



■ Разъемы двигателя

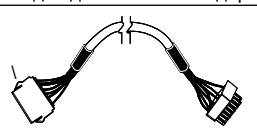
◎ CN2: Разъем двигателя и энкодера

Расположение контактов	№ контакта	Функция	№ контакта	Функция
	1	Общий (GND)	8	+5 В=
	2	ЭНКОДЕР A	9	ЭНКОДЕР A
	3	ЭНКОДЕР B	10	ЭНКОДЕР B
	4	ЭНКОДЕР Z	11	ЭНКОДЕР Z
	5	ОБЩИЙ (ЗЕМЛЯ)	12	Не исп.
	6	ДВИГАТЕЛЬ A	13	ДВИГАТЕЛЬ B
	7	ДВИГАТЕЛЬ A	14	ДВИГАТЕЛЬ B

Тип		Спецификации			Производитель
		Разъем	Соединительные клеммы разъема	Корпус	
CN2	Двигатель + энкодер	5557-14R	5556T	-	Molex

※Разъемы, указанные выше, подходят для устройств серии Ai-M. Допускается использование аналогичных или альтернативных разъемов.

◎ Кабель (продается отдельно)

Тип	Модель	
Кабель для двигателя и энкодера	Стандартный	Подвижный
	C1D14M-□※1	C1DF14M-□※1

※1: указывает длину кабеля (1, 2, 3, 5, 7, 10)
например C1DF14M-10: подвижный кабель для двигателя и энкодера длиной 10 м.

■ Устранение неисправностей

1. Двигатель не вращается
① Проверьте состояние соединения между контроллером и драйвером, а также параметры входного импульсного сигнала (напряжение, ширина импульсов).
② Убедитесь, что цепи импульсного сигнала и сигнала направления вращения подключены правильно.

2. Двигатель вращается в противоположном направлении (относительно обозначенного)
① Когда для вращения двигателя используется 1 импульсная последовательность, сигнал высокого уровня на входе CCW (против часовой стрелки) означает вращение в «прямом» направлении, сигнал низкого уровня – вращение в обратном направлении.
② Когда в рабочем режиме используются 2 импульсные последовательности, проверьте, меняются ли сигналы на входах CW и CCW.

3. Нестабильная работа двигателя
① Проверьте схему подключения драйвера и двигателя.
② Проверьте характеристики импульсного входа драйвера (напряжение, ширина импульса).

■ Меры предосторожности во время эксплуатации

1. Запрещается разбирать и модифицировать устройство.
В противном случае в работе устройства могут возникать сбои вследствие попадания грязи. После разборки двигателя рабочие характеристики двигателя значительно ухудшаются.

2. Запрещается подвергать двигатель ударным нагрузкам.
Воздушный зазор (расстояние между ротором и статором) составляет приблизительно 0,05 мм, однако под действием ударных нагрузок равномерность воздушного зазора может нарушаться, что может привести к сбоям в работе устройства.
В конструкции данного энкодера используются прецизионные компоненты. Поэтому при падении энкодера или в результате воздействия ударных нагрузок рабочие характеристики энкодера могут значительно ухудшаться, при этом на выходе энкодера может формироваться некорректный сигнал.

3. Эксплуатация в условиях низких температур
При эксплуатации двигателя в среде с низкой температурой могут ухудшаться пусковые/рабочие характеристики двигателя, что обусловлено повышением вязкости консистентной смазки шарикоподшипников двигателя при понижении температуры окружающей среды. Чтобы обеспечить требуемый момент, запускайте двигатель плавно.

4. Повышение температуры
Температура поверхности двигателя не должна превышать 100 °C, однако при определенных условиях эксплуатации (температура окружающей среды, скорость привода, режим повторного включения и т. п.) температура может значительно повышаться. В этом случае для понижения температуры необходимо использовать охлаждающий вентилятор.
При этом вследствие возгорания существует опасность повреждения кабеля двигателя, а также снижения срока эксплуатации шарикоподшипников двигателя и возникновения отказов в работе системы.

5. Измерение сопротивления изоляции и проверка диэлектрической прочности
Измерение сопротивления или проверка диэлектрической прочности изоляции, когда двигатель подключен к драйверу, может привести к повреждению изделия.

6. Подключение кабеля энкодера
① После подключения проводов вытягивающее усилие, воздействующее на провода, не должно превышать 30 Н·м.
② Если кабель энкодера, силовой кабель или кабель питания расположены в одном канале, в работе системы, в том числе в механической части, могут возникать сбои. Сигнальные и силовые кабели должны располагаться в разных кабельных каналах.
③ Перед началом эксплуатации данного устройства проверьте тип кабеля и частоту отклика. Длина кабеля должна быть как можно меньше. В противном случае может повышаться сопротивление линии, остаточное напряжение, а также уровень помех, воздействующих на выходной сигнал
④ Необходимо использовать экранированный кабель, экран которого следует подключить к клемме функционального заземления (F.G.)

7. Техническое обслуживание и осмотр
Во время эксплуатации двигателя рекомендуется регулярно проводить техническое обслуживание и осмотры оборудования.
При обнаружении неисправности двигатель следует вывести из эксплуатации. Перед пуском двигателя в работу необходимо выполнить техническое обслуживание и проверить состояние двигателя.
Ниже приводится перечень причин для проведения технического обслуживания и осмотра.
① Ослабление болтовых соединений и монтажных креплений устройства и приводного механизма
② Необычный шум со стороны шарикоподшипников устройства
③ Повреждение и чрезмерное натяжение соединительных кабелей
④ Ошибка подключения к драйверу
⑤Несоосность оси вала двигателя и вала приводного механизма (эксцентриситет, наклон).

8. Условия эксплуатации данного устройства
① Внутри помещений
② Высота над уровнем моря не более 2000 м
③ Степень загрязнения 2
④ Категория установки II