

Модуль линейного качения

ТНК Общий каталог

А Описание продукта

Модели и их особенности	А11-2
Характеристики модуля линейного качения ..	А11-2
• Конструкция и основные особенности ..	А11-2
Типы модуля линейного качения	А11-3
• Модели и их особенности	А11-3
Выбор модели	А11-4
Расчетная нагрузка и номинальный ресурс ..	А11-4
Стандарты точности	А11-7
Масштабные чертежи и размерные таблицы	
Модель FT	А11-8
Модель FTW	А11-9
Выбор конструкции	А11-10
Дорожка качения	А11-10
Установка модуля линейного качения ..	А11-11
Номер модели	А11-13
• Кодовое обозначение модели	А11-13
Меры предосторожности при использовании ..	А11-14

В Дополнительная информация (другой том каталога)

Модели и их особенности	В11-2
Характеристики модуля линейного качения ..	В11-2
• Конструкция и основные особенности ..	В11-2
Типы модуля линейного качения	В11-3
• Модели и их особенности	В11-3
Выбор модели	В11-4
Расчетная нагрузка и номинальный ресурс ..	В11-4
Процедура установки	В11-7
Номер модели	В11-9
• Кодовое обозначение модели	В11-9
Меры предосторожности при использовании ..	В11-10

Характеристики модуля линейного качения

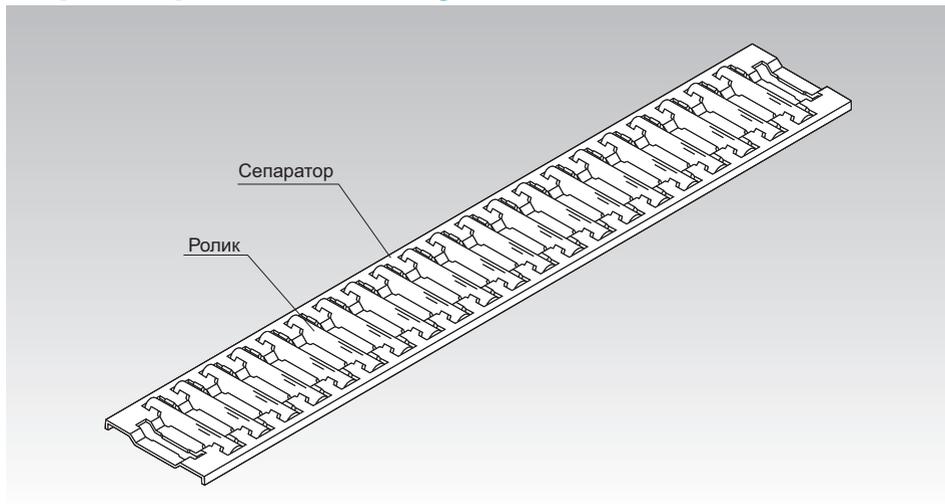


Рис.1 Конструкция модуля линейного качения LM модели FT

Конструкция и основные особенности

В модуле линейного качения прецизионные ролики, соответствующие стандарту JIS B1506, устанавливаются в сепаратор из тонкой листовой стали, который для повышения жесткости и снижения веса изготавливается прессованием в виде формы М. Конструкция карманов сепаратора исключает выпадение шариков. Модуль линейного качения находится между двух дорожек качения, поэтому он перемещается на половину расстояния, которое проходит стол. Например, если стол перемещается на 500 мм, модуль линейного качения перемещается на 250 мм в том же направлении.

Модуль линейного качения оптимально подходит для использования в крупногабаритных станках, например в продольно-строгальных, горизонтально-фрезерных станках, а также там, где требуется повышенная точность, например в плоскошлифовальных и круглошлифовальных станках, оптическом измерительном оборудовании.

[Высокая допустимая нагрузка]

Поскольку ролики установлены с малым шагом, модуль линейного качения обладает высокой допустимой нагрузкой и, в зависимости от условий, может использоваться на дорожке качения из литья со слабой закалкой. Кроме того, стол имеет практически такую же жесткость сопротивления упругой деформации, что и поверхность скольжения.

Модели и их особенности

Типы модуля линейного качения

[Суммарная точность 90° V-образная и плоская поверхность в стандартном исполнении]

Конструкция модуля линейного качения допускает его установку на 90° V-образной поверхности скольжения, которая наиболее часто встречается в механизмах с узкими направляющими для стола и салазок. Такая конфигурация позволяет использовать изделие, не внося значительных изменений в его конструкцию.

[Наименьшее трение среди систем LM роликового типа]

Поскольку ролики равномерно удерживаются в легком, жестком сепараторе, трение между ними исключено, а вероятность перекоса сведена к минимуму. В результате этого достигается низкий коэффициент трения ($\mu = 0,001...0,0025$) при отсутствии заливаний, которые представляют собой настоящую проблему при использовании поверхностей скольжения.

[Быстрое подсоединение сепаратора]

При установке на большом станке модуль линейного качения легко подсоединяется к станне. Благодаря этому он может устанавливаться даже с типом, имеющим максимальную длину.

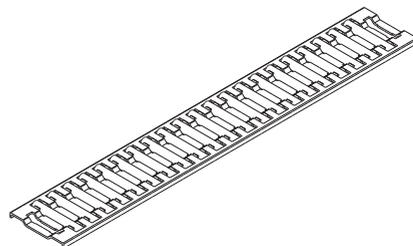
Типы модуля линейного качения

Модели и их особенности

Модель FT/FT-V

В этих моделях имеется один ряд роликов, и они используются главным образом на плоских поверхностях.

Таблица спецификаций → **A 11-8**

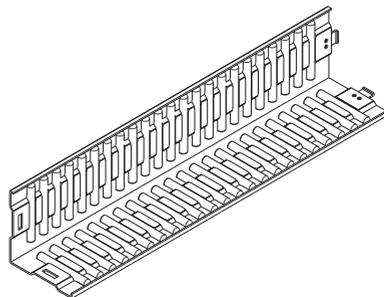


Модели FT/FT-V

Модель FTW/FTW-V

В этих моделях имеются два или более рядов роликов, и их сепараторы имеют изгиб под углом 90°. В каждой модели используются ролики, диаметр которых составляет 0,7071 диаметра роликов, предназначенных для плоской поверхности, так чтобы модели FT или FT-V можно было устанавливать на V-образной поверхности под углом 90° на той же высоте, как если бы эти модели устанавливались на плоской поверхности.

Таблица спецификаций → **A 11-9**



Модели FTW/FTW-V

Расчетная нагрузка и номинальный ресурс

[Статический запас прочности f_s]

Модуль линейного качения, когда он неподвижен или работает, может подвергаться неожиданным инерционным воздействиям извне, которые вызваны вибрациями и ударными нагрузками, а также возникают во время пуска или останова оборудования. При наличии такой рабочей нагрузки необходимо учитывать статический запас прочности.

$$f_s = \frac{f_n \cdot f_T \cdot f_c \cdot C_o}{P_c}$$

f_s : статический запас прочности

f_n : коэффициент твердости (см. Рис.1 на **A11-6**)

f_T : температурный коэффициент (см. Рис.2 на с. **A11-6**)

f_c : коэффициент контакта

(см. [Расчетная нагрузка] и [Номинальный срок службы] на **A11-5**)

C_o : номинальная статическая грузоподъемность (кН)

P_c : рассчитанная радиальная нагрузка (кН)

● Контрольное значение статического запаса прочности

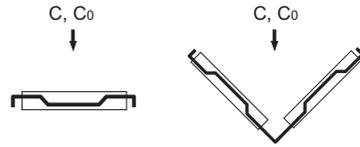
Величины статического запаса прочности, указанные в Таблица1, представляют собой нижние пределы контрольных значений в соответствующих условиях.

Таблица1 Контрольные значения статического запаса прочности (f_s)

Оборудование с направляющей LM	Условия воздействия нагрузки	Нижний предел f_s
Промышленное оборудование общего назначения	Без вибрации и ударных нагрузок	1...1,3
	С вибрацией или ударными нагрузками	2...3
Станок	Без вибрации и ударных нагрузок	1...1,5
	С вибрацией или ударными нагрузками	2,5...7

Выбор модели

Расчетная нагрузка и номинальный ресурс



Модель FT или FT-V Модель FTW или FTW-V

[Расчетная нагрузка]

Расчетные нагрузки, указанные в таблице технических характеристик, приведены для величин с длиной модуля (ℓ) в направлениях, которые показаны на рисунке внизу.

Если длина модуля линейного качения в диапазоне действующих нагрузок отличается от длины (ℓ), расчетные нагрузки (C_ℓ и $C_{0\ell}$) могут быть приблизительно вычислены по следующей формуле.

$$C_\ell = \left(\frac{\ell_0}{\ell} \right)^{\frac{3}{4}} \times C$$

$$C_{0\ell} = \frac{\ell_0}{\ell} \cdot C_0$$

- C_ℓ : номинальная динамическая грузоподъемность
в диапазоне действующих нагрузок (кН)
- ℓ_0 : длина в диапазоне действующих нагрузок (мм)
- ℓ : длина модуля
(см. таблицу технических характеристик) (мм)
- $C_{0\ell}$: номинальная статическая грузоподъемность
в диапазоне действующих нагрузок (кН)
- C : номинальная динамическая грузоподъемность (кН)
- C_0 : номинальная статическая грузоподъемность (кН)

Примечание) Обратите внимание, что если твердость дорожки качения ниже 58 HRC, расчетные нагрузки уменьшатся.
(См. Рис.1 на **A11-6**.)

[Номинальный срок службы]

После того как в соответствии с данными выше указаниями вычислена номинальная динамическая грузоподъемность (C_ℓ) модуля линейного качения в диапазоне действующих нагрузок, номинальный ресурс рассчитывают по следующей формуле.

$$L = \left(\frac{f_n \cdot f_c \cdot f_T}{f_w} \cdot \frac{C_\ell}{P_c} \right)^{\frac{10}{3}} \times 100$$

- L : номинальный ресурс (км)
(Общее число оборотов, совершаемых 90% группы одинаковых модулей линейного качения без признаков расслоения при отдельной эксплуатации в одинаковых условиях)
- C_ℓ : номинальная динамическая грузоподъемность (кН)
- P_c : рассчитанная радиальная нагрузка (кН)
- f_n : коэффициент твердости (см. Рис.1 **A11-6**)
- f_T : температурный коэффициент (см. Рис.2 **A11-6**)
- f_w : Коэффициент нагрузки (см. Таблица2 **A11-6**)
- f_c : коэффициент контакта (Примечание)

Примечание) Коэффициент контакта определяется в соответствии с контактным положением двух плоскостей между которыми осуществляется перемещение роликов. Если соотношение контакта между двумя плоскостями составляет 50%, для безопасности коэффициент контакта следует взять за $f_c = 0,5$.

[Расчет срока службы]

После получения номинального ресурса (L) можно рассчитать срок службы с помощью следующего уравнения (при постоянной длине хода и постоянном числе возвратно-поступательных циклов в минуту).

$$L_h = \frac{L \times 10^6}{2 \times \ell_s \times n_1 \times 60}$$

L_h : Срок службы (ч)
 ℓ_s : Длина хода (мм)
 n_1 : Количество возвратно-поступательных движений в минуту (мин⁻¹)

● f_n : коэффициент твердости

Чтобы максимально увеличить нагрузочную способность системы LM, требуется обеспечить твердость дорожек качения в диапазоне от 58 до 64 HRC. При твердости ниже указанной снижаются номинальная динамическая и номинальная статическая грузоподъемность. Поэтому необходимо умножать номинальное значение на соответствующий показатель твердости (f_n).

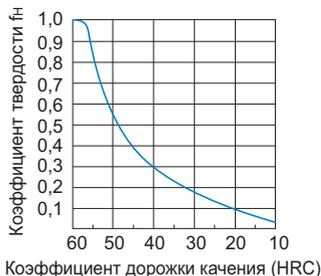


Рис.1 Показатель твердости (f_n)

● f_t : температурный коэффициент

Если температура среды, окружающей работающую модуль линейного качения, превышает 100°C, необходимо учитывать отрицательное влияние повышенной температуры и умножать номинальные значения грузоподъемности на температурный коэффициент, указанный на Рис.2.

Примечание) Если температура окружающей среды превышает 100°C, обратитесь в компанию ТНК.



Рис.2 Температурный коэффициент (f_t)

● f_w : Коэффициент нагрузки

Обычно при работе механизмов с возвратно-поступательным движением возможны ударные нагрузки и вибрация. Крайне затруднительно определить точные значения вибрации, возникающей при работе на высоких скоростях, и ударных нагрузок, возникающих при частых пусках и остановках. Поэтому, если фактическую нагрузку, воздействующую на модуль, рассчитать нельзя или если скорость и ударные нагрузки оказывают существенное влияние, то необходимо разделить номинальную грузоподъемность (C или C_0) на соответствующий коэффициент нагрузки из Таблица2, полученный эмпирическим путем.

Таблица2 Коэффициент нагрузки (f_w)

Вибрация/ ударная нагрузка	Скорость (V)	f_w
Малозаметные	Очень низкая $V \leq 0,25$ м/с	1...1,2
Слабые	Низкая $0,25 < V \leq 1$ м/с	1,2...1,5
Средние	Средняя $1 < V \leq 2$ м/с	1,5...2
Сильные	Высокая $V > 2$ м/с	2...3,5

Стандарты точности

Модуль линейного качения может быть нормальной, высокой и прецизионной точности в соответствии с разницей в диаметре роликов, размещенных в одном сепараторе. При необходимости определить допуск на размер по диаметру роликов по причинам, связанным с обеспечением требуемой точности или ее комбинации, выберите нужную точность по Таблица 3 и укажите для нее соответствующее обозначение.

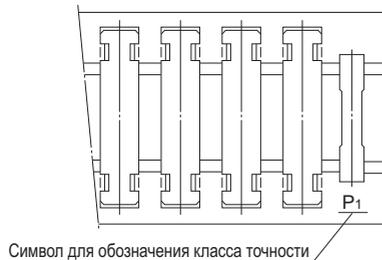


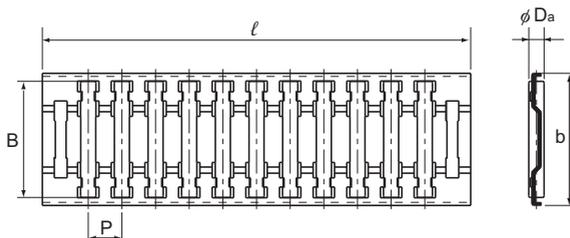
Рис.3

Таблица 3 Классификация роликовых диаметров на выбор
Един. измер.: мкм

Классы точности	Разница в диаметрах	Допуск по размерам на диаметр	Символ для обозначения класса точности
Нормальная	3	0...-3	Без обозначения
Высокая	2	0...-2	H2
		-2...-4	H4
		-4...-6	H6
Прецизионная	1	0...-1	P1

Примечание) Символ для обозначения класса точности наносится на торце сепаратора, как показано на Рис.3.

Модель FT



Един. измер.: мм

Номер модели	Основные габаритные размеры		Размеры роликов				Номинальная динамическая грузоподъемность	Номинальная статическая грузоподъемность	Масса
	Ширина	Длина	Диаметр	Длина	Кол-во роликов	Шаг	C	C _o	g
	b	ℓ	D _o	B	Z	P	кН	кН	
FT 2010-32	10	32	2	7,8	7	4	5,2	10,4	1,9
FT 2515-45	15	45	2,5	11,8	7	4,75	10,9	25,2	5,6
FT 3020-60	20	60	3	15,8	8	5,51	17,4	42,8	12,5
FT 3525-75	25	75	3,5	19,8	8	7	27,4	72,7	23
FT 4030-150	30	150	4	25,8	18	7,3	55,7	176	73
FT 4035-150	35	150	4	30,8	18	7,3	64,2	212	86
FT 4026V-150	26	150	2,828	22,8	22	6	45,1	155	45
FT 5038-250	38	250	5	32,8	21	11	109	387	195
FT 5043-250	43	250	5	37,8	21	11	122	449	200
FT 5030V-250	30	250	3,535	21,8	33	7	78	290	103
FT 10054-400	54	400	10	46	24	15,8	279	1000	870
FT 10080-500	80	500	10	71,8	29	16	459	1900	1610
FT 10060V-500	60	500	7,071	52,8	35	13,5	301	1270	870

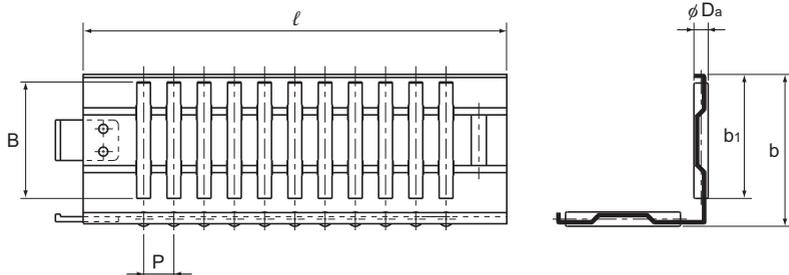
Кодовое обозначение модели

FT5038 P1 -750L

Кодировка

Символ обозначения
класса точности (*1)Общая длина сепаратора
(мм)(*1) См. **A11-7**.

Модель FTW



Един. измер.: мм

Номер модели	Основные габаритные размеры			Размеры роликов				Номинальная динамическая грузоподъемность	Номинальная статическая грузоподъемность	Масса
	Ширина		Длина	Диаметр	Длина	Кол-во роликов	Шаг	C	C ₀	g
	b	b ₁	ℓ	D _s	B	Z	P	кН	кН	
FTW 4030V-150	30	24,5	150	2,828	22,8	22×2	6	59	220	94
FTW 5045-250	45	35,5	250	5	32,8	21×2	11,1	142	548	410
FTW 5050-250	50	40,5	250	5	37,8	23×2	10	160	634	460
FTW 5035V-250	35	29	250	3,535	26,8	33×2	7	102	411	220
FTW 6022.4-320	22,4	14,4	320	6	12,8	16×2	19	53	141	180
FTW 10036V-380	36	26,6	380	7,071	25	23×2	16	149	507	700
FTW 10043.5V-380	43,5	34	380	7,071	31,8	23×2	16	182	660	845
FTW 10070V-500	70	56,5	500	7,071	52,8	35×2	13,5	394	1804	1790

Кодовое обозначение модели

FTW5050 P1 -750L

Кодировка

Символ обозначения
класса точности (*1)Общая длина сепаратора
(мм)(*1) См. **A11-7**.

Дорожка качения

Чтобы максимально увеличить эффективность работы модуля линейного качения, при производстве изделия следует учитывать твердость, шероховатость поверхности и точность дорожки качения, непосредственно по которой передвигаются ролики. Твердость особенно влияет на эксплуатационный ресурс. Соответственно, важно с особой тщательностью подходить к выбору материала и способу термической обработки.

[Твердость]

Рекомендуется твердость поверхностей 58 HRC (≈ 653 HV) или выше. Глубина закаленного слоя определяется размером модуля линейного качения; в оборудовании общего назначения предпочтительна глубина 2 мм. Если твердость дорожки качения меньше, или ее закалка невозможна, следует умножить номинальную грузоподъемность на соответствующий коэффициент твердости, указанный на Рис.1 на **A11-6**.

[Материал]

В целом, для обеспечения твердости поверхностей путем индукционного закаливания или прокаливания подходящими для использования считаются следующие материалы.

- SUJ2 (JIS G 4805: высокоуглеродистая хромистая подшипниковая сталь)
- SK3...6 (JIS G 4401: углеродистая инструментальная сталь)
- S55C (JIS G 4051: углеродистая конструкционная сталь)

Если станок имеет литой корпус, тогда условия могут не допускать использование плиты из закаленной стали, и взамен этого возможно прибегнуть к закалке самого литья.

[Шероховатость поверхностей]

Для обеспечения плавности перемещения поверхность предпочтительно шлифовать до Ra0,40 или меньше. Если на начальном этапе допускается небольшой износ, поверхность может шлифроваться до приблизительно Ra0,80.

[Точность]

Когда требуется добиться высокой точности, закрепление плиты из закаленной стали на корпусе станка может приводить к появлению волнообразных неровностей на поверхности дорожки качения. Чтобы не допустить этого, перед шлифовкой плиты закрепите модуль линейного качения болтами, как и при установке изделия, либо для получения хороших результатов плотно затяните ее на корпусе станка, прежде чем окончательно отшлифовать дорожку качения.

Установка модуля линейного качения

[Сочетание 90° V-образной и плоской поверхности]

Модуль линейного качения может устанавливаться непосредственно на направляющей на 90° V-образной поверхности и плоской поверхности. В Таблица1 приведены примеры их сочетаний.

Примечание) Диаметр ролика (Da) для моделей, номер которых имеет в конце символ V, означает величину, которая кратна $\frac{1}{\sqrt{2}}$ от числа для тех типов той же модели, номер которых не содержит какого-либо символа.

Диаметр ролика, который предлагается комбинировать с 90°V-образной поверхностью будет кратным $\frac{1}{\sqrt{2}}$ от величины для ролика на плоской поверхности.

Например, при использовании модели FT4035 (диаметр ролика: $\varnothing 4$) на плоской поверхности, используйте модель FTW4030V (диаметр ролика: $\varnothing 2,828$) на V-образной поверхности. На рабочие характеристики модуля линейного качения существенно влияет контактное положение верхней и нижней дорожки качения. Можете проверить подгонку перед установкой модуля линейного качения, спроектировав дорожки качения так, как показано на Рис. 1.

Таблица1 Примерные сочетания

90°V-образная поверхность		Плоская поверхность	
Номер модели	Диаметр ролика Da	Номер модели	Диаметр ролика Da
FTW 4030V	2,828	FT 4030	4
FTW 4030V	2,828	FT 4035	4
FTW 5035V	3,535	FT 5038	5
FTW 5035V	3,535	FT 5043	5
FTW 5045	5	FT 10060V	7,071
FTW 5050	5	FT 10060V	7,071
FTW 10070V	7,071	FT 10080	10

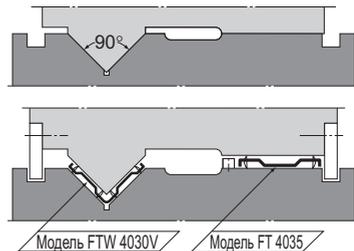


Рис.1 Примерные сочетания

[Другой пример монтажа]

Там, где действует подъемная нагрузка или консольная нагрузка, модуль линейного качения может устанавливаться так, как показано на Рис.2.

Для получения сведений о регулировке зазора с боковой стороны см. Пример регулировки зазора «Направляющая с перекрестными роликами» на **A7-29**.

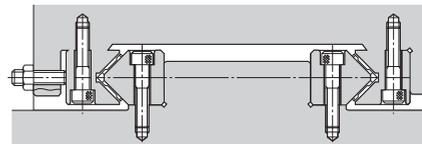


Рис.2 Место приложения подъемной нагрузки

[Определение длины модуля линейного качения]

Модуль линейного качения проходит 1/2 пути, пройденного столом, в том же направлении. Следовательно, необходимо рассчитать длину хода и длину модуля линейного качения, как показано ниже.

Чтобы модуль линейного качения оставался под столом, рассчитайте его длину ℓ_s следующим образом.

$$\ell_s \leq L_B - L_T$$

Длина модуля линейного качения

$$\ell = L_T + \frac{\ell_s}{2} = 0,5(L_B + L_T)$$

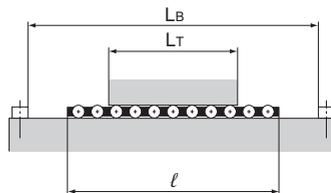


Рис.3

[Подсоединение модулей линейного качения]

Когда требуется соединить два или более модулей линейного качения, воспользуйтесь стыковой пластиной, как показано на Рис.4, чтобы соединить их вместе на основании. При размещении заказа указывайте общую длину по фактическому использованию.

При этом следует учитывать, что модули модели FT2010 не могут соединяться вместе.

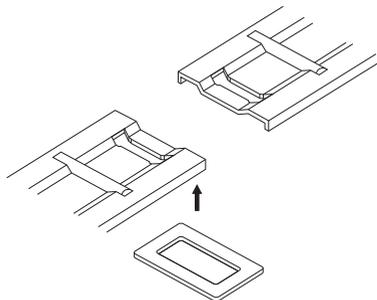
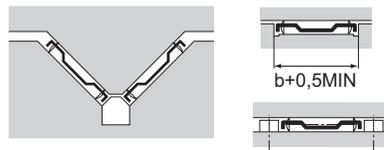


Рис.4 Подсоединение модулей модели FT

[Выравнивание при движении модуля линейного качения]

Чтобы обеспечить выравнивание для модели FT или FT-V, следуйте инструкциям, как показано на Рис.5.



"b" см. в таблице технических характеристик.

Рис.5 Выравнивание при движении модуля линейного качения

Кодовое обозначение модели

Построение номера модели различается в зависимости от особенностей модели. См. соответствующие примеры построения номера модели.

[Модуль линейного качения]

- Модели FT, FT-V, FTW и FTW-V

FT5038	P1	-750L
Номер модели	Точность символ обозначения класса точности (*1)	Общая длина сепаратора (мм)

(*1) См. **A11-7**.

Меры предосторожности при использовании Модуль линейного качения

[Обращение]

- (1) Запрещается разбирать изделие. Это может привести к выходу изделия из строя.
- (2) Не роняйте модуль линейного качения и избегайте воздействия на него ударных нагрузок. Несоблюдение этой инструкции может привести к травмам или повреждениям. Ударное воздействие может нарушить функциональность изделия, даже если внешне оно выглядит неповрежденным.
- (3) При работе с изделием используйте средства индивидуальной защиты (перчатки, обувь и т. п.) для обеспечения безопасности.

[Меры предосторожности при использовании]

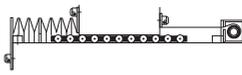
- (1) Не допускайте попадания в изделие инородных материалов, например, стружки или охлаждающей жидкости. Это может привести к повреждениям.
- (2) Если изделие используется в условиях, где возможно попадание стружки, СОЖ, коррозионных растворов, воды и т. д. внутрь изделия, используйте гофрозашиту, перчатки и другие защитные средства, чтобы предотвратить подобное попадание.
- (3) Если на изделие налипают загрязнения (например, стружка), после очистки изделия пополните запас смазки.
- (4) Эксплуатация изделия при температурах, равных 100°C или более, запрещена.
- (5) Не разрешается использовать модуль линейного качения в качестве роликового транспортера.
- (6) Роликовый сепаратор может смещаться под воздействием моментных нагрузок, при вертикальной установке, из-за неравномерного контакта и вибраций. Если смещение сепаратора не допускается, рекомендуется использовать систему направляющих LM.
- (7) Недостаточная жесткость или точность монтажа деталей приводит к сосредоточению нагрузки в одной точке, что резко снижает эффективность работы подшипника. Уделите внимание жесткости/точности монтажа корпуса и основания, а также затяжке болтов крепления.

[Защита от загрязнения и смазывание]

- (1) В модуле линейного качения при попадании внутрь посторонних частиц из-за недостатков защиты от загрязнения их удаление затруднено, и это может привести к серьезным повреждениям дорожки или модулей линейного качения. Соответственно, необходимо уделять защите от загрязнения особое внимание. Как правило, для этих целей в модуле линейного качения эффективно используется гофрозашита или телескопический чехол, которые полностью закрывают поверхность скольжения, как показано на Рис. 1.
- (2) Требуемое количество смазочных материалов гораздо меньше, чем для металлических элементов скольжения, что упрощает регулирование смазки. Поскольку модуль линейного качения хорошо удерживает смазывающий материал, в нем может использоваться консистентная смазка. Предпочтительно использование групповой смазки № 2 на основе литиевого мыла либо масла для поверхностей скольжения с небольшой вязкостью или турбинного масла.



(a) Медная крышка или телескопический чехол



(b) Гофрозашита или роликовая шторка

Рис.1 Способы защиты от загрязнения

- (3) При смазывании изделия нанесите смазку непосредственно на дорожку и встряхните устройство несколько раз.
- (4) Не смешивайте смазки разных типов. При смешивании различных смазок, даже изготовленных на основе одного загустителя, может возникнуть неблагоприятное взаимодействие между двумя смазками, если для них используются разные добавки и т. д.

Меры предосторожности при использовании

- (5) Из-за микровибрации образование масляной пленки на контактных поверхностях дорожки качения и ролика затруднено, что может привести к их коррозионному истиранию. Используйте смазку для предотвращения коррозии. Используйте смазку для предотвращения коррозии. Также рекомендуется регулярно выполнять перемещение с длинным ходом для образования масляной пленки между дорожкой и элементом качения.
- (6) При необходимости эксплуатации изделия в условиях постоянных вибраций или в особых условиях («чистые комнаты», вакуум, высокие и низкие температуры) используйте смазку, подходящую для конкретных условий.
- (7) Консистенция смазки изменяется в зависимости от температуры. Обратите внимание, что сопротивление скольжению модулей линейного качения также изменяется при изменении плотности смазки.
- (8) После смазывания сопротивление скольжению модуль линейного качения может увеличиться из-за устойчивости смазки. Перед эксплуатацией устройства обязательно выполните комплекс пуско-наладочных операций для полного распределения смазки.
- (9) Сразу после смазывания изделия могут образоваться излишки смазки. Удалите эти излишки при необходимости.
- (10) Характеристики смазки ухудшаются и качество смазывания со временем понижается, поэтому смазку необходимо проверять и добавлять должным образом в зависимости от частоты использования станка.
- (11) Интервал смазки зависит от условий эксплуатации. Установите конечный интервал смазки и ее количество на основании фактических параметров станка.

[Установка ограничителя]

Хотя движение модуля линейного качения осуществляется с исключительной точностью, из-за неравномерного распределения нагрузки или неодновременной остановки в нем могут появляться погрешности хода. Соответственно, в конце основания или стола рекомендуется установить ограничитель.

[Фаски на торцевой стороне стола]

Если длина модуля линейного качения превышает общую длину стола, следует сделать небольшие фаски на торцевой стороне стола, чтобы облегчить движение роликов.

[Прецизионная точность установки]

Чтобы максимально увеличить эффективность работы модуля линейного качения, при установке устройства на грузку следует распределить максимально равномерно. Рис.2 Как показано на рисунке, рекомендуемый наклон не должен превышать 0,1 мм на 1000 мм.

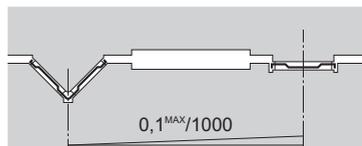


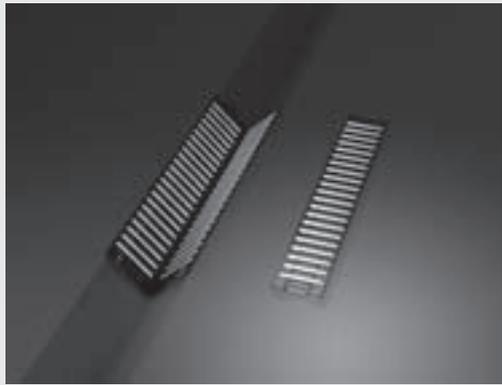
Рис.2 Прецизионная точность установки

[Хранение]

При хранении модулей линейного качения поместите их в предписанную компанией THK упаковку и храните в горизонтальном положении, исключив воздействие высоких или низких температур, а также высокой влажности.

[Утилизация]

Утилизируйте данное изделие вместе с промышленными отходами.



Модуль линейного качения

ТНК Общий каталог

В Дополнительная информация

Модели и их особенности	В11-2
Характеристики модуля линейного качения ..	В11-2
• Конструкция и основные особенности ..	В11-2
Типы модуля линейного качения	В11-3
• Модели и их особенности	В11-3
Выбор модели	В11-4
Расчетная нагрузка и номинальный ресурс ..	В11-4
Процедура установки	В11-7
Номер модели	В11-9
• Кодовое обозначение модели	В11-9
Меры предосторожности при использовании ..	В11-10

А Описание продукта (другой том каталога)

Модели и их особенности	А11-2
Характеристики модуля линейного качения ..	А11-2
• Конструкция и основные особенности ..	А11-2
Типы модуля линейного качения	А11-3
• Модели и их особенности	А11-3
Выбор модели	А11-4
Расчетная нагрузка и номинальный ресурс ..	А11-4
Стандарты точности	А11-7
Масштабные чертежи и размерные таблицы	
Модель FT	А11-8
Модель FTW	А11-9
Выбор конструкции	А11-10
Дорожка качения	А11-10
Установка модуля линейного качения ..	А11-11
Номер модели	А11-13
• Кодовое обозначение модели	А11-13
Меры предосторожности при использовании ..	А11-14

Характеристики модуля линейного качения

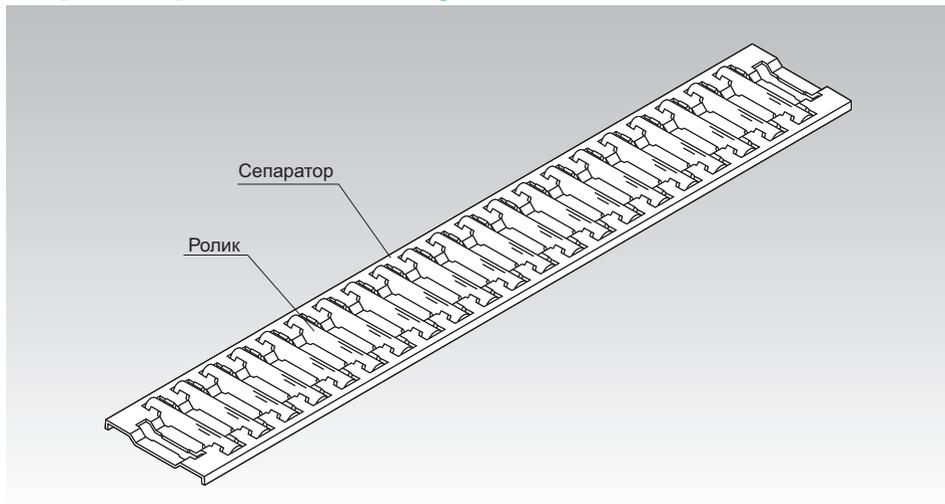


Рис.1 Конструкция модуля линейного качения LM модели FT

Конструкция и основные особенности

В модуле линейного качения прецизионные ролики, соответствующие стандарту JIS B1506, устанавливаются в сепаратор из тонкой листовой стали, который для повышения жесткости и снижения веса изготавливается прессованием в виде формы М. Конструкция карманов сепаратора исключает выпадение шариков. Модуль линейного качения находится между двух дорожек качения, поэтому он перемещается на половину расстояния, которое проходит стол. Например, если стол перемещается на 500 мм, модуль линейного качения перемещается на 250 мм в том же направлении.

Модуль линейного качения оптимально подходит для использования в крупногабаритных станках, например в продольно-строгальных, горизонтально-фрезерных станках, а также там, где требуется повышенная точность, например в плоскошлифовальных и круглошлифовальных станках, оптическом измерительном оборудовании.

[Высокая допустимая нагрузка]

Поскольку ролики установлены с малым шагом, модуль линейного качения обладает высокой допустимой нагрузкой и, в зависимости от условий, может использоваться на дорожке качения из литья со слабой закалкой. Кроме того, стол имеет практически такую же жесткость сопротивления упругой деформации, что и поверхность скольжения.

Модели и их особенности

Типы модуля линейного качения

[Суммарная точность 90° V-образная и плоская поверхность в стандартном исполнении]

Конструкция модуля линейного качения допускает его установку на 90° V-образной поверхности скольжения, которая наиболее часто встречается в механизмах с узкими направляющими для стола и салазок. Такая конфигурация позволяет использовать изделие, не внося значительных изменений в его конструкцию.

[Наименьшее трение среди систем LM роликового типа]

Поскольку ролики равномерно удерживаются в легком, жестком сепараторе, трение между ними исключено, а вероятность перекоса сведена к минимуму. В результате этого достигается низкий коэффициент трения ($\mu = 0,001...0,0025$) при отсутствии заливаний, которые представляют собой настоящую проблему при использовании поверхностей скольжения.

[Быстрое подсоединение сепаратора]

При установке на большом станке модуль линейного качения легко подсоединяется к станне. Благодаря этому он может устанавливаться даже с типом, имеющим максимальную длину.

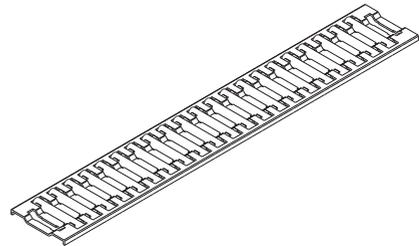
Типы модуля линейного качения

Модели и их особенности

Модель FT/FT-V

В этих моделях имеется один ряд роликов, и они используются главным образом на плоских поверхностях.

Таблица спецификаций → [А 11-8](#)

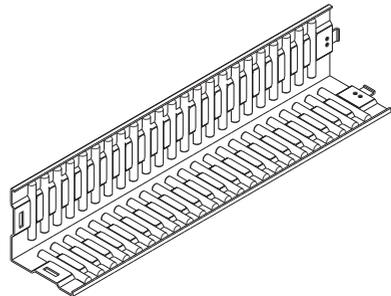


Модели FT/FT-V

Модель FTW/FTW-V

В этих моделях имеются два или более рядов роликов, и их сепараторы имеют изгиб под углом 90°. В каждой модели используются ролики, диаметр которых составляет 0,7071 диаметра роликов, предназначенных для плоской поверхности, так чтобы модели FT или FT-V можно было устанавливать на V-образной поверхности под углом 90° на той же высоте, как если бы эти модели устанавливались на плоской поверхности.

Таблица спецификаций → [А 11-9](#)



Модели FTW/FTW-V

Расчетная нагрузка и номинальный ресурс

[Статический запас прочности f_s]

Модуль линейного качения, когда он неподвижен или работает, может подвергаться неожиданным инерционным воздействиям извне, которые вызваны вибрациями и ударными нагрузками, а также возникают во время пуска или останова оборудования. При наличии такой рабочей нагрузки необходимо учитывать статический запас прочности.

$$f_s = \frac{f_n \cdot f_T \cdot f_c \cdot C_o}{P_c}$$

f_s : статический запас прочности

f_n : коэффициент твердости (см. Рис.1 на [В11-6](#))

f_T : температурный коэффициент (см. Рис.2 на с. [В11-6](#))

f_c : коэффициент контакта

(см. [Расчетная нагрузка] и [Номинальный срок службы] на [В11-5](#))

C_o : номинальная статическая грузоподъемность (кН)

P_c : рассчитанная радиальная нагрузка (кН)

● Контрольное значение статического запаса прочности

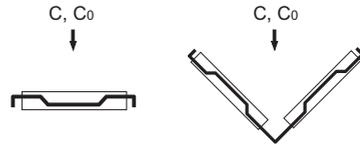
Величины статического запаса прочности, указанные в Таблица1, представляют собой нижние пределы контрольных значений в соответствующих условиях.

Таблица1 Контрольные значения статического запаса прочности (f_s)

Оборудование с направляющей LM	Условия воздействия нагрузки	Нижний предел f_s
Промышленное оборудование общего назначения	Без вибрации и ударных нагрузок	1...1,3
	С вибрацией или ударными нагрузками	2...3
Станок	Без вибрации и ударных нагрузок	1...1,5
	С вибрацией или ударными нагрузками	2,5...7

Выбор модели

Расчетная нагрузка и номинальный ресурс



Модель FT или FT-V Модель FTW или FTW-V

[Расчетная нагрузка]

Расчетные нагрузки, указанные в таблице технических характеристик, приведены для величин с длиной модуля (ℓ) в направлениях, которые показаны на рисунке внизу.

Если длина модуля линейного качения в диапазоне действующих нагрузок отличается от длины (ℓ), расчетные нагрузки (C_ℓ и $C_{0\ell}$) могут быть приблизительно вычислены по следующей формуле.

$$C_\ell = \left(\frac{\ell_0}{\ell}\right)^{\frac{3}{4}} \times C$$

$$C_{0\ell} = \frac{\ell_0}{\ell} \cdot C_0$$

- C_ℓ : номинальная динамическая грузоподъемность
в диапазоне действующих нагрузок (кН)
- ℓ_0 : длина в диапазоне действующих нагрузок (мм)
- ℓ : длина модуля
(см. таблицу технических характеристик) (мм)
- $C_{0\ell}$: номинальная статическая грузоподъемность
в диапазоне действующих нагрузок (кН)
- C : номинальная динамическая грузоподъемность (кН)
- C_0 : номинальная статическая грузоподъемность (кН)

Примечание) Обратите внимание, что если твердость дорожки качения ниже 58 HRC, расчетные нагрузки уменьшатся.
(См. Рис.1 на [В11-6](#).)

[Номинальный срок службы]

После того как в соответствии с данными выше указаниями вычислена номинальная динамическая грузоподъемность (C_ℓ) модуля линейного качения в диапазоне действующих нагрузок, номинальный ресурс рассчитывают по следующей формуле.

$$L = \left(\frac{f_n \cdot f_c \cdot f_T}{f_w} \cdot \frac{C_\ell}{P_c}\right)^{\frac{10}{3}} \times 100$$

- L : номинальный ресурс (км)
(Общее число оборотов, совершаемых 90% группы одинаковых модулей линейного качения без признаков расслоения при отдельной эксплуатации в одинаковых условиях)
- C_ℓ : номинальная динамическая грузоподъемность (кН)
- P_c : рассчитанная радиальная нагрузка (кН)
- f_n : коэффициент твердости (см. Рис.1 [В11-6](#))
- f_T : температурный коэффициент (см. Рис.2 [В11-6](#))
- f_w : Коэффициент нагрузки (см. Таблица2 [В11-6](#))
- f_c : коэффициент контакта (Примечание)

Примечание) Коэффициент контакта определяется в соответствии с контактным положением двух плоскостей между которыми осуществляется перемещение роликов. Если соотношение контакта между двумя плоскостями составляет 50%, для безопасности коэффициент контакта следует взять за $f_c = 0,5$.

[Расчет срока службы]

После получения номинального ресурса (L) можно рассчитать срок службы с помощью следующего уравнения (при постоянной длине хода и постоянном числе возвратно-поступательных циклов в минуту).

$$L_h = \frac{L \times 10^6}{2 \times \ell_s \times n_1 \times 60}$$

L_h : Срок службы (ч)
 ℓ_s : Длина хода (мм)
 n_1 : Количество возвратно-поступательных движений в минуту (мин⁻¹)

● f_n : коэффициент твердости

Чтобы максимально увеличить нагрузочную способность системы LM, требуется обеспечить твердость дорожек качения в диапазоне от 58 до 64 HRC. При твердости ниже указанной снижаются номинальная динамическая и номинальная статическая грузоподъемность. Поэтому необходимо умножать номинальное значение на соответствующий показатель твердости (f_n).

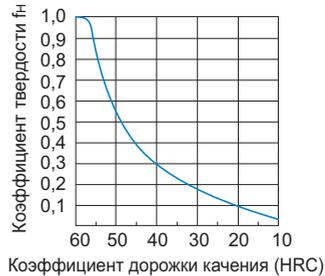


Рис.1 Показатель твердости (f_n)

● f_t : температурный коэффициент

Если температура среды, окружающей работающую модуль линейного качения, превышает 100°C, необходимо учитывать отрицательное влияние повышенной температуры и умножать номинальные значения грузоподъемности на температурный коэффициент, указанный на Рис.2.

Примечание) Если температура окружающей среды превышает 100°C, обратитесь в компанию ТНК.



Рис.2 Температурный коэффициент (f_t)

● f_w : Коэффициент нагрузки

Обычно при работе механизмов с возвратно-поступательным движением возможны ударные нагрузки и вибрация. Крайне затруднительно определить точные значения вибрации, возникающей при работе на высоких скоростях, и ударных нагрузок, возникающих при частых пусках и остановках. Поэтому, если фактическую нагрузку, воздействующую на модуль, рассчитать нельзя или если скорость и ударные нагрузки оказывают существенное влияние, то необходимо разделить номинальную грузоподъемность (C или C_0) на соответствующий коэффициент нагрузки из Таблица2, полученный эмпирическим путем.

Таблица2 Коэффициент нагрузки (f_w)

Вибрация/ ударная нагрузка	Скорость (V)	f_w
Малозаметные	Очень низкая $V \leq 0,25$ м/с	1...1,2
Слабые	Низкая $0,25 < V \leq 1$ м/с	1,2...1,5
Средние	Средняя $1 < V \leq 2$ м/с	1,5...2
Сильные	Высокая $V > 2$ м/с	2...3,5

[Сочетание 90° V-образной и плоской поверхности]

Модуль линейного качения может устанавливаться непосредственно на направляющей на 90° V-образной поверхности и плоской поверхности. В Таблица 1 приведены примеры их сочетаний.

Примечание) Диаметр ролика (Da) для моделей, номер которых имеет в конце символ V, означает величину, которая кратна $\frac{1}{\sqrt{2}}$ от числа для тех типов той же модели, номер которых не содержит какого-либо символа.

Диаметр ролика, который предлагается комбинировать с 90° V-образной поверхностью будет кратным $\frac{1}{\sqrt{2}}$ от величины для ролика на плоской поверхности.

Например, при использовании модели FT4035 (диаметр ролика: $\varnothing 4$) на плоской поверхности, используйте модель FTW4030V (диаметр ролика: $\varnothing 2,828$) на V-образной поверхности. На рабочие характеристики модуля линейного качения существенно влияет контактное положение верхней и нижней дорожки качения. Можете проверить подгонку перед установкой модуля линейного качения, спроектировав дорожки качения так, как показано на Рис. 1.

Таблица 1 Примерные сочетания

90°V-образная поверхность		Плоская поверхность	
Номер модели	Диаметр ролика Da	Номер модели	Диаметр ролика Da
FTW 4030V	2,828	FT 4030	4
FTW 4030V	2,828	FT 4035	4
FTW 5035V	3,535	FT 5038	5
FTW 5035V	3,535	FT 5043	5
FTW 5045	5	FT 10060V	7,071
FTW 5050	5	FT 10060V	7,071
FTW 10070V	7,071	FT 10080	10

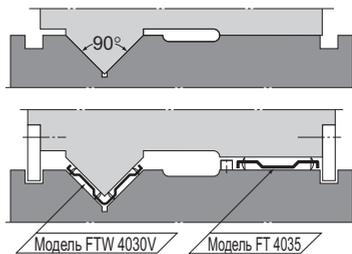


Рис.1 Примерные сочетания

[Другой пример монтажа]

Там, где действует подъемная нагрузка или консольная нагрузка, модуль линейного качения может устанавливаться так, как показано на Рис.2.

Для получения сведений о регулировке зазора с боковой стороны см. Пример регулировки зазора «Направляющая с перекрестными роликами» на **А 7-29**.

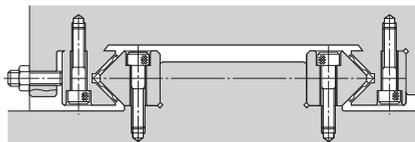


Рис.2 Место приложения подъемной нагрузки

[Определение длины модуля линейного качения]

Модуль линейного качения проходит 1/2 пути, пройденного столом, в том же направлении. Следовательно, необходимо рассчитать длину хода и длину модуля линейного качения, как показано ниже.

Чтобы модуль линейного качения оставался под столом, рассчитайте его длину ℓ_s следующим образом.

$$\ell_s \leq L_B - L_T$$

Длина модуля линейного качения

$$\ell = L_T + \frac{\ell_s}{2} = 0,5(L_B + L_T)$$

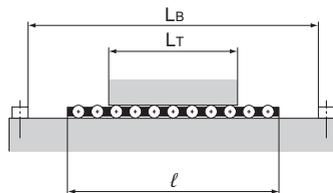


Рис.3

[Подсоединение модулей линейного качения]

Когда требуется соединить два или более модулей линейного качения, воспользуйтесь стыковой пластиной, как показано на Рис.4, чтобы соединить их вместе на основании. При размещении заказа указывайте общую длину по фактическому использованию.

При этом следует учитывать, что модули модели FT2010 не могут соединяться вместе.

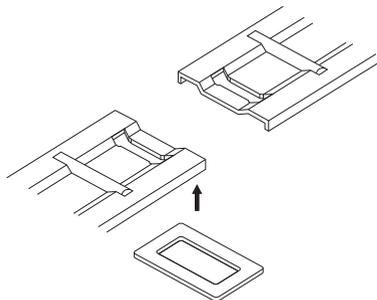
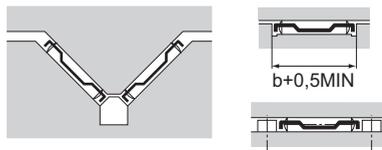


Рис.4 Подсоединение модулей модели FT

[Выравнивание при движении модуля линейного качения]

Чтобы обеспечить выравнивание для модели FT или FT-V, следуйте инструкциям, как показано на Рис.5.



"b" см. в таблице технических характеристик.

Рис.5 Выравнивание при движении модуля линейного качения

Кодовое обозначение модели

Построение номера модели различается в зависимости от особенностей модели. См. соответствующие примеры построения номера модели.

[Модуль линейного качения]

- Модели FT, FT-V, FTW и FTW-V

FT5038	P1	-750L
Номер модели	Точность символ обозначения класса точности (*1)	Общая длина сепаратора (мм)

(*1) См. **▲11-7**.

Меры предосторожности при использовании Модуль линейного качения

[Обращение]

- (1) Запрещается разбирать изделие. Это может привести к выходу изделия из строя.
- (2) Не роняйте модуль линейного качения и избегайте воздействия на него ударных нагрузок. Несоблюдение этой инструкции может привести к травмам или повреждениям. Ударное воздействие может нарушить функциональность изделия, даже если внешне оно выглядит неповрежденным.
- (3) При работе с изделием используйте средства индивидуальной защиты (перчатки, обувь и т. п.) для обеспечения безопасности.

[Меры предосторожности при использовании]

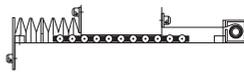
- (1) Не допускайте попадания в изделие инородных материалов, например, стружки или охлаждающей жидкости. Это может привести к повреждениям.
- (2) Если изделие используется в условиях, где возможно попадание стружки, СОЖ, коррозионных растворов, воды и т. д. внутрь изделия, используйте гофрозашиту, перчатки и другие защитные средства, чтобы предотвратить подобное попадание.
- (3) Если на изделие налипают загрязнения (например, стружка), после очистки изделия пополните запас смазки.
- (4) Эксплуатация изделия при температурах, равных 100°C или более, запрещена.
- (5) Не разрешается использовать модуль линейного качения в качестве роликового транспортера.
- (6) Роликовый сепаратор может смещаться под воздействием моментных нагрузок, при вертикальной установке, из-за неравномерного контакта и вибраций. Если смещение сепаратора не допускается, рекомендуется использовать систему направляющих LM.
- (7) Недостаточная жесткость или точность монтажа деталей приводит к сосредоточению нагрузки в одной точке, что резко снижает эффективность работы подшипника. Уделите внимание жесткости/точности монтажа корпуса и основания, а также затяжке болтов крепления.

[Защита от загрязнения и смазывание]

- (1) В модуле линейного качения при попадании внутрь посторонних частиц из-за недостатков защиты от загрязнения их удаление затруднено, и это может привести к серьезным повреждениям дорожки или модулей линейного качения. Соответственно, необходимо уделять защите от загрязнения особое внимание. Как правило, для этих целей в модуле линейного качения эффективно используется гофрозашита или телескопический чехол, которые полностью закрывают поверхность скольжения, как показано на Рис. 1.
- (2) Требуемое количество смазочных материалов гораздо меньше, чем для металлических элементов скольжения, что упрощает регулирование смазки. Поскольку модуль линейного качения хорошо удерживает смазывающий материал, в нем может использоваться консистентная смазка. Предпочтительно использование групповой смазки № 2 на основе литиевого мыла либо масла для поверхностей скольжения с небольшой вязкостью или турбинного масла.



(a) Медная крышка или телескопический чехол



(b) Гофрозашита или роликовая шторка

Рис.1 Способы защиты от загрязнения

- (3) При смазывании изделия нанесите смазку непосредственно на дорожку и встряхните устройство несколько раз.
- (4) Не смешивайте смазки разных типов. При смешивании различных смазок, даже изготовленных на основе одного загустителя, может возникнуть неблагоприятное взаимодействие между двумя смазками, если для них используются разные добавки и т. д.

Меры предосторожности при использовании

- (5) Из-за микровибрации образование масляной пленки на контактных поверхностях дорожки качения и ролика затруднено, что может привести к их коррозионному истиранию. Используйте смазку для предотвращения коррозии. Используйте смазку для предотвращения коррозии. Также рекомендуется регулярно выполнять перемещение с длинным ходом для образования масляной пленки между дорожкой и элементом качения.
- (6) При необходимости эксплуатации изделия в условиях постоянных вибраций или в особых условиях («чистые комнаты», вакуум, высокие и низкие температуры) используйте смазку, подходящую для конкретных условий.
- (7) Консистенция смазки изменяется в зависимости от температуры. Обратите внимание, что сопротивление скольжению модулей линейного качения также изменяется при изменении плотности смазки.
- (8) После смазывания сопротивление скольжению модуль линейного качения может увеличиться из-за устойчивости смазки. Перед эксплуатацией устройства обязательно выполните комплекс пуско-наладочных операций для полного распределения смазки.
- (9) Сразу после смазывания изделия могут образоваться излишки смазки. Удалите эти излишки при необходимости.
- (10) Характеристики смазки ухудшаются и качество смазывания со временем понижается, поэтому смазку необходимо проверять и добавлять должным образом в зависимости от частоты использования станка.
- (11) Интервал смазки зависит от условий эксплуатации. Установите конечный интервал смазки и ее количество на основании фактических параметров станка.

[Установка ограничителя]

Хотя движение модуля линейного качения осуществляется с исключительной точностью, из-за неравномерного распределения нагрузки или неодновременной остановки в нем могут появляться погрешности хода. Соответственно, в конце основания или стола рекомендуется установить ограничитель.

[Фаски на торцевой стороне стола]

Если длина модуля линейного качения превышает общую длину стола, следует сделать небольшие фаски на торцевой стороне стола, чтобы облегчить движение роликов.

[Прецизионная точность установки]

Чтобы максимально увеличить эффективность работы модуля линейного качения, при установке устройства на грузку следует распределить максимально равномерно. Рис.2 Как показано на рисунке, рекомендуемый наклон не должен превышать 0,1 мм на 1000 мм.

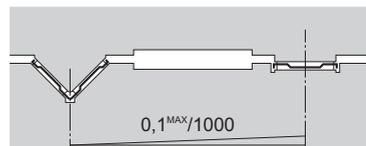


Рис.2 Прецизионная точность установки

[Хранение]

При хранении модулей линейного качения поместите их в предписанную компанией THK упаковку и храните в горизонтальном положении, исключив воздействие высоких или низких температур, а также высокой влажности.

[Утилизация]

Утилизируйте данное изделие вместе с промышленными отходами.

