

ШВП

Шарико-винтовые передачи - неотъемлемая часть любой современной системы позиционирования, так как имеют меньшее сопротивление, меньший люфт и лучшую повторяемость действий системы позиционирования инструмента или заготовки в пределах станка, чем любые системы до них.

Шарико-винтовая пара (иногда - шарико-винтовая передача (далее – ШВП)) состоит из винта и гайки, взаимодействующих через шарики. Гайка имеет специальные дополнительные трубки, каналы, для возврата шариков в начало канавки качения. При этом существуют различные модификации механизма возврата шариков. ШВП - очень распространенный элемент станочных систем практически всех классов точности. Первоочередная задача ШВП - преобразование вращательного движения электромотора через винт в поступательное или, по-другому, преобразование крутящего момента мотора в тяговое усилие с сохранением при этом высокой степени точности, реверсивности и высокой эффективности передачи.

Мы предлагаем весьма широкий спектр шарико-винтовых пар, который удовлетворит потребности большинства клиентов.

Сочетание самых современных технологий механической обработки, производственного опыта и инженерных знаний делает пользователей наших шарико-винтовых пар лидерами в области технологий обработки материалов. Процедуры создания точного профиля дорожек включают как шлифование и прецизионную прокатку, так и точную термообработку для обеспечения долговечности наших шариковых винтов путем повышения их твердости. Это обеспечивает максимальную устойчивость к нагрузкам и длительный срок службы.

Использование шарико-винтовых пар имеет много преимуществ таких, как высокая эффективность и обратимость, устранение люфтов, высокая жесткость, высокая точность хода и много других. В отличие от винтовых пар с передачей усилия скольжением по резьбе в ШВП добавлены шарики между гайкой и винтом, чем трение скольжения обычного винта заменено трением качения шариков. Если более подробно:

1. Высокая эффективность и повторяемость.

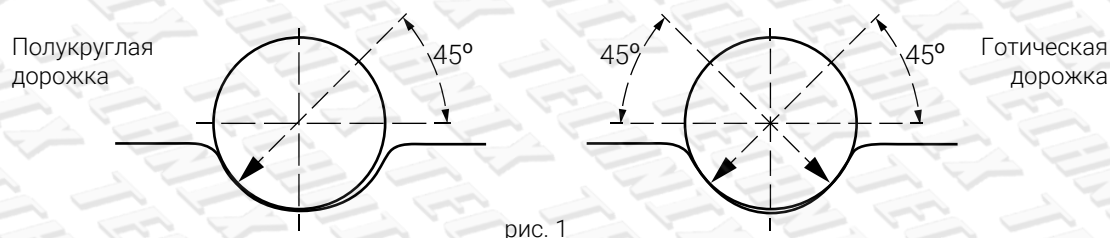
Шариковые винты могут достигать КПД до 90% благодаря качению шариков между винтом и гайкой вместо скольжения.

Наши винты ШВП имеют качественную отделку поверхности дорожек, что еще больше снижает трение между шариками и дорожками. Благодаря качению шариков и равномерному контакту между шариками и дорожками сила трения минимизируется. Соответственно, требуется меньший крутящий момент, и для ШВП он составляет примерно треть от требуемого для трапецеидальных винтов. То есть механическая эффективность ШВП намного выше, чем у обычных ходовых винтов. Следовательно, при эксплуатации требуется меньшая мощность приводного двигателя, что приводит к снижению эксплуатационных расходов.

2. Устранение люфта и высокая жесткость.

Станкам с машинным позиционированием и числовым программным управлением (ЧПУ) требуются шарико-винтовые передачи с нулевым осевым зазором и минимальной упругой деформацией (высокая жесткость). Чаще всего, люфт устраняется благодаря специально разработанной форме дорожки винта ШВП в форме готической арки (на рис. 1) и системам предварительного натяга.

Однако чрезмерный предварительный натяг увеличивает момент трения при эксплуатации. Это провоцирует дополнительное трение и тепловыделение, что сокращает ожидаемый срок службы. Мы предлагаем шарико-винтовые пары без люфта и с оптимизированным тепловыделением, достигнутым благодаря специфической конструкции и процессу изготовления.



3. Высокая точность позиционирования.

Для применений, где требуется высокая точность, современные ШВП позволяют добиваться полного соответствия стандартам ISO, JIS и DIN или конкретным требованиям заказчика.

Эта точность гарантируется точнейшими лазерными контрольно-измерительными приборами.

4. Продолжительность работы.

В отличие от износа контактных поверхностей обычных винтов и гаек, который определяет срок службы, шарико-винтовые пары изнашиваются на порядок меньше, а благодаря тщательному подходу к конструированию и качеству материалов ШВП TECHNIX зарекомендовали себя как надежные и долговечные. Срок службы любого ШВП зависит от нескольких факторов, включая и основной фактор динамическую осевую нагрузку (С).

На динамическую осевую нагрузку влияют точность профиля, характеристики материала и твердость поверхности качения.

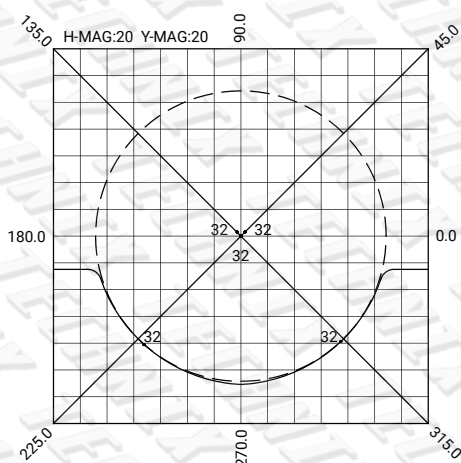
5. Малый пусковой крутящий момент и плавность хода.

Трапецеидальные пары винт-гайка нуждаются в большом усилии крутящего момента при запуске, чтобы преодолеть силы трения в контакте витков резьбы винта и гайки. В случае ШВП трение качения гораздо меньше, и для преодоления сил трения при запуске требуется гораздо меньшее усилие для начала движения.

Специальные технические решения для создания дорожек качения и технологии производства позволяют добиться необходимой точности профиля. Эти особенности гарантируют, что используемый крутящий момент остается в строго заданном диапазоне.

В процессе производства проверяется каждая дорожка качения, для чего используется специальное оборудование.

Типичная диаграмма расстояние/усилие - мм/кг-см показана на диаграмме ниже.



Work name: S.H

Model No.: 001H-2-3

Lot No.: 201536

Operator: L.J.F.

Comment:

Measure node: X pitch

Pick up radius: 0.0256 mm

Horizontal mag: 20.0000

Vertical mag: 20.0000

Measure length: 7.0000 mm

Measure pitch: 0.0030 mm

No. code symbol actual

32 292 X: 0.1816 mm Z: 0.1980 mm RC: 3.4438 mm

32 292 X: -0.1911 mm Z: 0.2022 mm RC: 3.4532 mm

32 292 X: -2.1464 mm Z: -2.3399 mm A : -42.5259 mm

32 292 X: 2.1799 mm Z: -2.3084 mm A : 43.3615 mm

*Original point set Z: -0.0000 mm RC: 3.1750 mm

6. Малошумность.

Любая производственная система высокого класса перемещается с высокой скоростью, работает при высоких нагрузках и, конечно, ей нужны малошумные материалы. Мы добились малошумности наших ШВП благодаря конструкции механизма возврата шариков, идеальному профилю дорожек качения, а также технологии сборки ШВП и тщательному контролю.

7. Короткое время выполнения заказа.

Мы располагаем быстро перестраиваемой производственной линией и можем поставлять шариковые винты в небольшие сроки.

8. Преимущества перед гидравлическими и пневматическими приводами.

Шарико-винтовая пара, заменяющая в приводе традиционные гидравлические или пневматические элементы, дает такие преимущества, как быстрая реакция и хорошая повторяемость, отсутствие утечек масла и необходимости очистки, экономит энергию.

ПРИМЕНЕНИЕ ШВП

ШВП используются во многих отраслях, и рекомендации по применению можно найти на сайтах всех производителей.

1. Всевозможные системы с ЧПУ (обрабатывающие центры, автоматические линии и т.д.).
2. Высокоточные металлообрабатывающие системы: токарные и фрезерные станки, шлифовальные станки, заточные станки и т.д.
3. Общепромышленное применение: бумажная промышленность, текстильная промышленность, машиностроение, общая автоматизация любого производства и т.д.
4. Электронное оборудование: роботизированные измерительные системы, роботы различного назначения, координатные столы, медицинское оборудование, оборудование для полупроводниковой промышленности и т.д.
5. Транспортировка и упаковка.
6. Аэрокосмическая промышленность.

Прочие задачи: все прочие области применения в любой из отраслей, в которых есть необходимость повышения производительности, эффективности и надежности любых процессов, связанных с координацией перемещений.

ГАЙКИ

1. ТИПЫ ВОЗВРАТНЫХ МЕХАНИЗМОВ

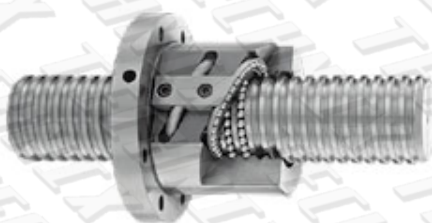


рис. 2

ШВП имеют три основных механизма возврата шариков. Первый тип ШВП — это тип с наружной рециркуляцией шариков, состоящий из винта, гайки с шариками, наружных возвратных трубок и фиксирующей пластины. Стальные шарики находятся в пространстве между гайкой и винтом. По приходу к концу дорожки гайки шарики направляются с дорожки в направляющую трубку для возврата в начало дорожки в свою рабочую область между гайкой и винтом, образуя таким образом замкнутый цикл, напоминающий петлю.

Так как возвратные трубки находятся снаружи гайки в данном типе ШВП, этот тип называется наружным типом рециркуляции шариков с возвратной трубкой (рис. 2).



рис. 3

Второй тип ШВП называется типом с внутренней рециркуляцией шариков и состоит из винта, гайки, шариков и специального обратного перехода - выполненного особым образом участка дорожки, размещенной внутри самой гайки. Шарики в этом случае делают только один оборот вокруг винта. Этот круг заканчивается обратным переходом, который возвращает шарики на предыдущую дорожку качения. Так как круг замкнут обратным переходом, размещенным внутри гайки, этот тип называется внутренним типом рециркуляции (рис. 3).

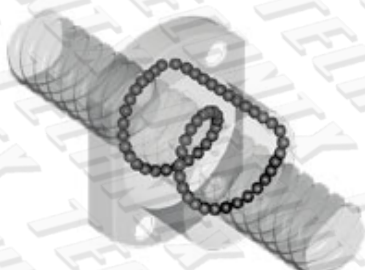


рис. 4

Третий тип - это тип с концевой системой возврата (рис. 4).

Технически он выполнен как первый тип (рис. 5а и 5б), но система возврата шариков находится в самой гайке и выполнена в виде почти сквозного отверстия. Шарики в данном случае проходят полный путь по дорожкам качения и возвращаются через своеобразный мост.

2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА И УСТАНОВКИ ШВП

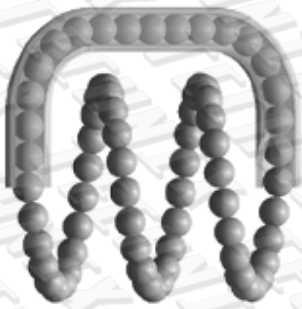


рис. 5а

2.1 ШВП должна быть полностью вычищена и смазана для защиты ее от коррозии. Для этих целей хорошо подходит трихлорэтилен как сильнейший растворитель. Убедитесь, что дорожки качения чисты и не повреждены. Также внимательно осмотрите каждый участок винта и убедитесь, что на нем нет царапин и повреждений, способных привести грязь на дорожку. Только после этого наворачивайте гайку на винт (в случае если она была демонтирована, например, для обслуживания).



рис. 5б

2.2 Выберите ШВП, подходящую для работы в ваших условиях (табл. 1), затем выберите конфигурацию концов винта и способ монтажа.

Если это шлифованная ШВП для высокоточных задач (станок с ЧПУ и т.д.), тогда все остальные элементы должны соответствовать такому же классу точности (опоры, подшипники). Если же это накатная ШВП для менее точных задач (например, ход транспортера и т.п.), тогда и остальные элементы могут иметь более низкий класс точности. Это имеет важное значение для выставления правильной геометрии между опорами винта (корпус с подшипниками) и гайкой, так как в случае любой несоосности в системе появляются силы дисбаланса (рис. 6), зависящие от радиальных и осевых нагрузок, приводящие к износу ШВП и уменьшению срока службы (рис. 7).

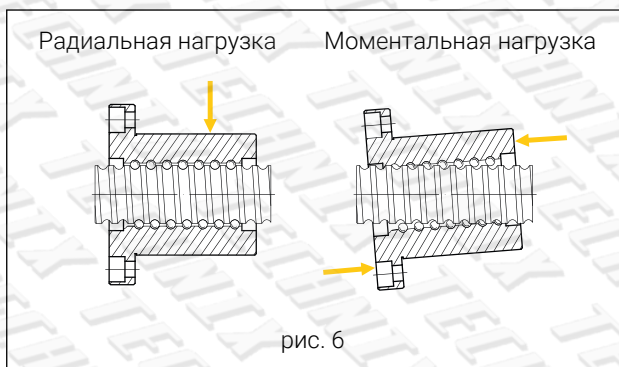
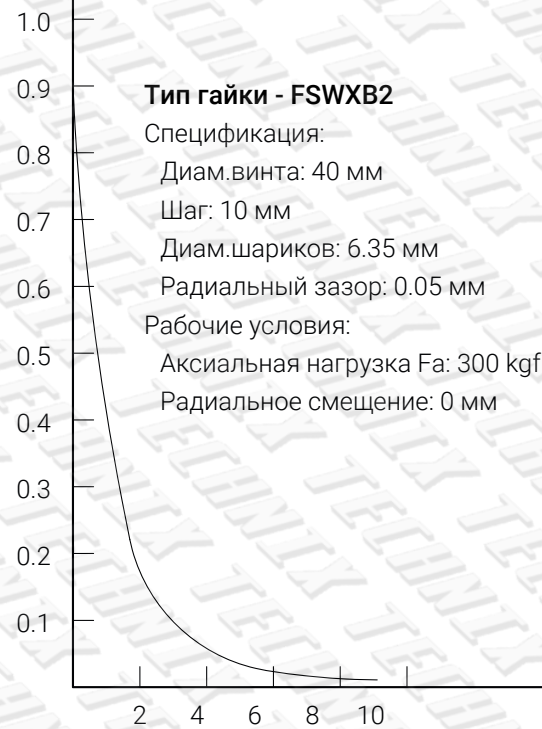


рис. 6

2.3 Для достижения максимального срока службы ШВП рекомендуется использовать антизадирную смазку с графитовыми присадками. В ней не должны присутствовать молибден и сера. Смазку следует наносить на шарики и дорожки качения.

2.4 Применим также и «масляный туман». В любом случае, рекомендуется прямая смазка.

$$\text{Коефф. долговечн.} = \frac{L_r (\text{реальный срок службы})}{L_d (\text{желаемый срок службы})}$$



Тип гайки - FSWXB2

Спецификация:

Диам.винта: 40 мм

Шаг: 10 мм

Диам.шариков: 6.35 мм

Радиальный зазор: 0.05 мм

Рабочие условия:

Аксиальная нагрузка F_a : 300 kgf

Радиальное смещение: 0 мм

Несоосность (10^{-4} рад.; 1 рад = 57,2957°)

- 2.5 Для винта ШВП также важен выбор подходящей подшипниковой опоры. Для систем с ЧПУ рекомендуются радиально-упорные шарикоподшипники с углом нагрузки в 60° , так как они выдерживают очень большие осевые нагрузки и способны устанавливаться с необходимым преднатягом и в различной компоновке (рис. 8).

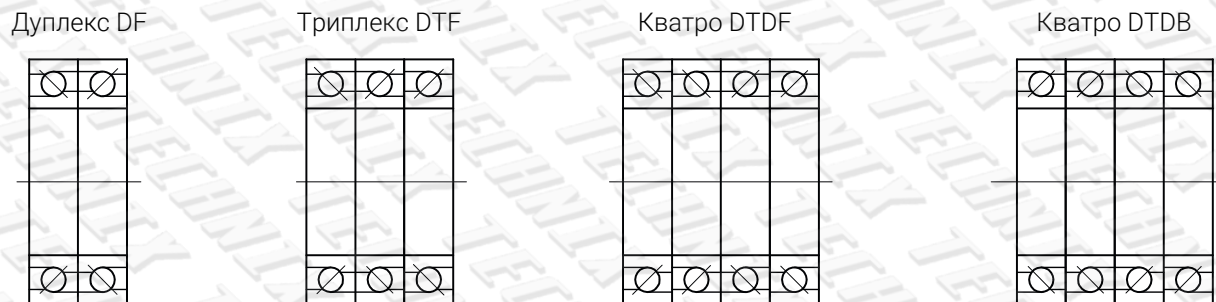


рис. 8

- 2.6 В случае необходимости возможна установка ограничителей хода гайки и предотвращения повреждения шарико-винтовой пары (рис. 9).
- 2.7 В среде с постоянной загрязненностью (пыль, металлическая стружка и т.д.) ШВП должна быть закрыта экраном гусеничного типа. Попавшая в рециркуляторы грязь может сократить срок службы пары в десятки раз (рис. 10).

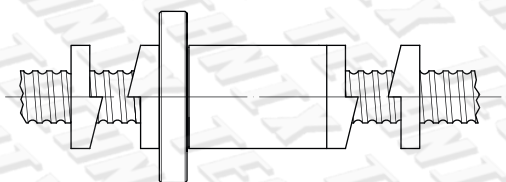


рис. 9

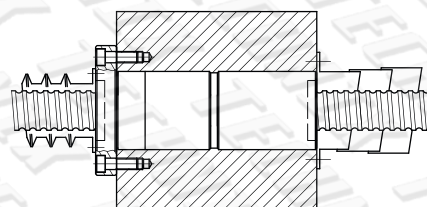


рис. 10

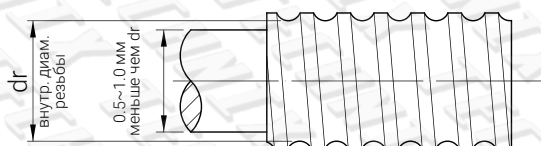


рис. 11

- 2.8 Если вы выбрали ШВП с внутренним типом рециркуляции шариков, один из ее концов должен быть обработан по принципу, указанному на рис. 11.

Т. е. диаметр прилегающей шейки должен быть на 0,5-1,0 мм меньше, чем диаметр впадины резьбы самого винта (рис. 11).

- 2.9 После термообработки оба конца винта имеют 2-3 витка незакаленной резьбы для, если нужно, дополнительной механической обработки.
- 2.10 Повышение усилия преднатяга увеличивает трение, что приводит к уменьшению срока службы каждого ШВП.

Однако недостаточный преднатяг снижает общую жесткость в системе, что может привести к снижению точности в целом. Поэтому рекомендуется, чтобы максимальный преднатяг у ШВП, используемых для станочных систем с ЧПУ, не превышал 8% от базовой динамической нагрузки ($S_{дин}$).

- 2.11 Как показано на рис. 12, для точной установки подшипников все посадочные места должны быть выполнены с фаской.

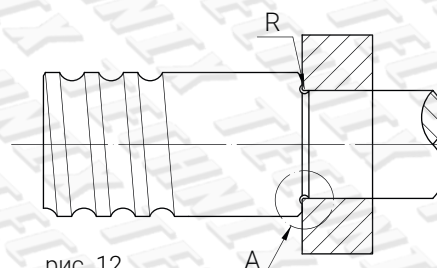
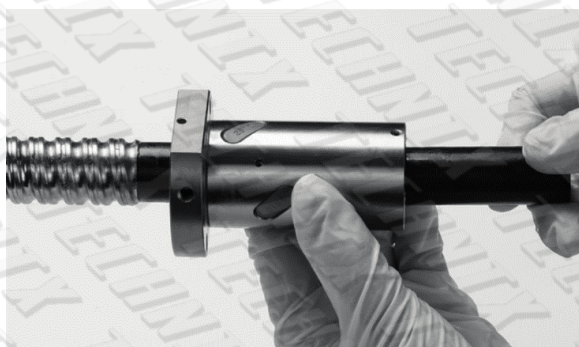


рис. 12

3. ЭТАПЫ СБОРКИ ГАЕК И ВИНТОВ В РАБОЧУЮ ПАРУ



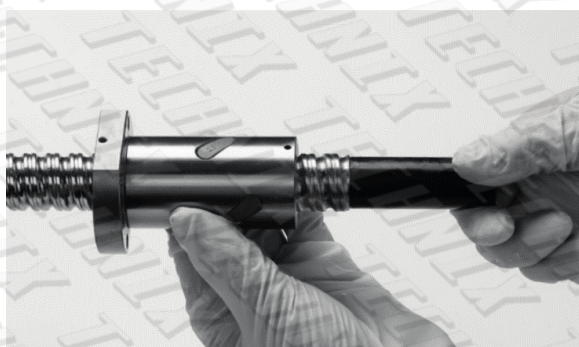
Срежьте транспортировочный хомут на гайке.



Заведите конец винта, который будет работать с этой гайкой, в предохранительную трубку.



Поворачивая гайку по направлению резьбы винта, накрутите ее на винт.



Заведите на винт весь ход гайки.

ВНИМАНИЕ! Перед снятием предохранительной трубки убедитесь, что гайка зашла на винт полностью.

4. ПРОЦЕДУРА ВЫБОРА ШАРИКОВЫХ ВИНТОВ

Процедура выбора шариковых винтов показана в табл. 1.

- А) Сформулируйте условия работы конструкции.
- Б) Выберите соответствующий параметр шарикового винта.
- В) Следуйте процедуре выбора шаг за шагом по справочной формуле и найдите наилучшие параметры шарикового винта, которые могут быть выполнены для данного требования к дизайну.

Таблица 1

Шаги	Условия создаваемой системы (А)	Параметры ШВП (Б)	Расчетные формулы и данные (В)
Шаг 1	Точность позиционирования	Класс точности ШВП	Таблица 2
Шаг 2	Скорость мотора макс (NmaxDC) Необходимая скорость (Vmax)	Ход винта	$e \geq \frac{V \max}{N \max}$
Шаг 3	Полная длина перемещения	Длина резьбы винта	Общая длина L = L резьбы + L конца цапфы L резьбы = ход + L гайки + 100 мм (неиспользуемая резьба)
Шаг 4	Нагрузка (%) Скорость (%)	Средняя осевая нагрузка Средняя скорость	
Шаг 5	Среднее осевое усилие (наилучшее значение - $\leq 1/5 C$)	Предварительный натяг	M1
Шаг 6	(1) Расчетный срок службы (2) Средняя осевая нагрузка (3) Средняя скорость	Основная динамическая нагрузка	M13
Шаг 7	(1) Основная динамическая нагрузка (2) Вывод шарикового винта (3) Критическая скорость (4) Скорость ограничена значением Dm-N	Диаметр винта и тип гайки (выбирайте некоторый диапазон)	таблица размеров
Шаг 8	(1) Диаметр шарикового винта (2) Тип гайки (3) Предварительная нагрузка (4) Динамическая нагрузка	Жесткость (смотрите наилучшее значение по величине люфта)	
Шаг 9	(1) Температура окружающей среды (2) Длина шарикового винта	Тепловое смещение и Возможность компенсации (T)	Эффект повышения температуры рис. 14-16
Шаг 10	(1) Жесткость винтового шпинделя (2) Тепловое смещение	Усилие преднатяжения	
Шаг 11	(1) Максимальная скорость стола (2) Максимальное время подъема (3) Спецификация шарикового винта	Крутящий момент привода и технические характеристики двигателя	

4.1. Классы точности ШВП

Шлифованные ШВП применяются в системах, где необходима высокая точность позиционирования и повторяемость, плавность перемещения и продолжительный срок службы. Обычные накатные винты используются для задач менее точных, однако требующих высокой эффективности работы и длительного срока службы.

Прецизионные накатные винты занимают позицию между этими двумя классами ШВП. Предлагаемые классы точности прецизионных накатных ШВП позволяют в ряде случаев применять их для успешной замены шлифованных ШВП.

Технические параметры можно увидеть в таблицах 2-3 и сравнить их с характеристиками шлифованных ШВП. Так как винт в накатных ШВП не шлифуется, существуют различия в установке и монтаже этих ШВП по сравнению со шлифованными. Далее описываются технические характеристики накатных ШВП.

Таблица 2

Класс точности		C0		C1		C2		C3		C4		C5		C6	
V_{27p}		3		4		4		6		8		8		8	
V_{30p}		3.5		5		6		8		12		18		23	
длина хода	изделие														
		e_p	V_u	e_p	V_u	e_p	V_u	e_p	V_u	e_p	V_u	e_p	V_u	e_p	V_u
более	менее														
-	315	4	3.5	6	5	6	6	12	8	12	12	23	18	23	23
315	400	5	3.5	7	5	7	6	13	10	13	12	25	20	25	25
400	500	6	4	8	5	8	7	15	10	15	13	27	20	27	26
500	630	6	4	9	6	9	7	16	12	16	14	30	23	30	29
630	800	7	5	10	7	10	8	18	13	18	16	35	25	35	31
800	1000	8	6	11	8	11	9	21	15	21	17	40	27	40	35
1000	1250	9	6	13	9	13	10	24	16	24	19	46	30	46	39
1250	1600	11	7	15	10	15	11	29	18	29	22	54	35	54	44
1600	2000			18	11	18	13	35	21	35	25	65	40	65	51
2000	2500			22	13	22	15	41	24	41	29	77	46	77	59
2500	3150			26	15	26	17	50	29	50	34	93	54	93	69
3150	4000			30	18	32	21	60	35	62	41	115	65	115	82
4000	5000							72	41	76	49	140	77	140	99
5000	6300							90	50	100	60	170	93	170	119
6300	8000							110	60	125	75	210	115	210	130
8000	10000											260	140	260	145
10000	12000											320	170	320	180

Существует широчайшая область применения ШВП в зависимости от их класса точности, начиная, например, с аэрокосмической промышленности для шлифованных ШВП класса C0 до упаковки и транспортировки для накатных ШВП класса C10. Качество и классы точности ШВП описываются следующими показателями: точность шага резьбы, шероховатость поверхности, геометрические допуски, люфт, пусковой крутящий момент, температурные факторы работы и шумность.

Таблица 3

Класс	Шлифованные											
						Накатные						
	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C10		
V_{30p}	ISO, DIN	6			12		23			52		210
	JIS	3.5	5		8		18			50		210

Если необходима работа ШВП с нулевым люфтом, в системе винт-гайка должен присутствовать преднатяг.

И, как мера величины этого параметра, существует тест, основанный на замере силы возрастающего сопротивления пусковому крутящему моменту. Стандартные значения люфта для ШВП указаны в табл. 4.

Таблица 4

Класс	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Осевой люфт	5	5	5	10	15	20	25

Следует учитывать и то, что для систем с ЧПУ недостаточная жесткость в системе с нулевым зазором при нагрузках приведет к потере рабочего хода. Не стесняйтесь обращаться к специалистам для определения необходимой жесткости системы и подбора правильного преднатяга для устранения люфта.

4.2. Геометрические допуски

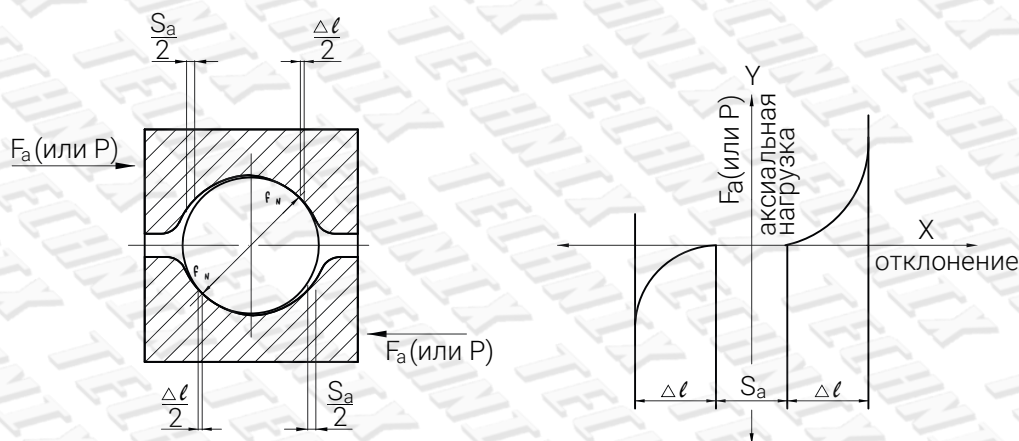
Выбор ШВП соответствующего класса точности является приоритетной и первостепенной задачей при проектировании систем с заданными параметрами. Табл. 5 очень полезна как информация для определения всех параметров необходимого ШВП.

Таблица 5

Область применения	Ось	Класс точности ШВП																		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	10									
Различные системы с ЧПУ	Токарные станки	X	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Z			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Фрезерные станки	X		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Y		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Обработывающие центры	X		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Z		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Обжимные механизмы	X	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Y	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Сверлильные станки	X				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Z				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Шлифовальные станки	X	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Y		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Системы для полупроводниковой промышленности	X		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Y		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Z		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Оборудование для электронной промышленности	X		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Y		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		U		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Лазерное оборудование	X				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Y				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Z				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Общее машиностроение	Координатно-пробивные прессы	X				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		Y				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Машины специального назначения				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Станки для деревообработки																			
	Промышленные роботы (прецизионные)				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Роботы (общего назначения)				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Измерительное оборудование				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Системы без ЧПУ																			
	Транспортное оборудование																			
	Координатные столы (системы позиционирования)				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Актуаторы (электроцилиндры)																			
	Авиационное оборудование																			
	Оборудование для обработки профилей																			
	Автоматические вентили и заслонки																			
	Системы контроля энергоустановок																			
	Оборудование для стеклообработки																			
	Оборудование для шлифования																			
	Оборудование для термической обработки																			
Системы автоматизации																				
Литьевые машины																				

МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ПРЕДНАТЯГА

Специально разработанная дорожка «готического стиля» позволяет обеспечить угол соприкосновения шариков около 45° .



Осевое усилие F_a , возникающее в результате внешнего приводного усилия или внутреннего усилия предварительного натяга, вызывает два вида люфта. Один из них – это обычный люфт, вызванный производственным зазором между направляющей и шариком. Другой – это отклоняющий зазор Δl , вызванный «нормальной» силой F_n , которая перпендикулярна точке контакта.

Зазор может быть устранен с помощью внутреннего усилия предварительного натяга P . Этот предварительный натяг может быть получен с помощью двойной гайки, одинарной гайки со смещенным шагом или путем регулировки размера шарика для предварительно натянутых одинарных гаек.

Отклоняющий зазор вызван внутренней силой предварительного натяга и внешней нагрузочной силой и связан с эффектом потери хода.

1. Предварительное натяжение двойной гайки

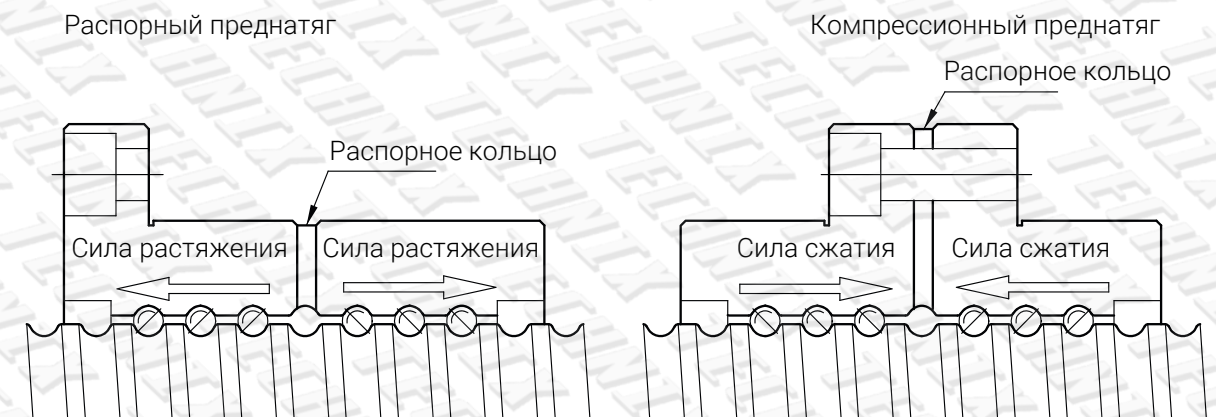


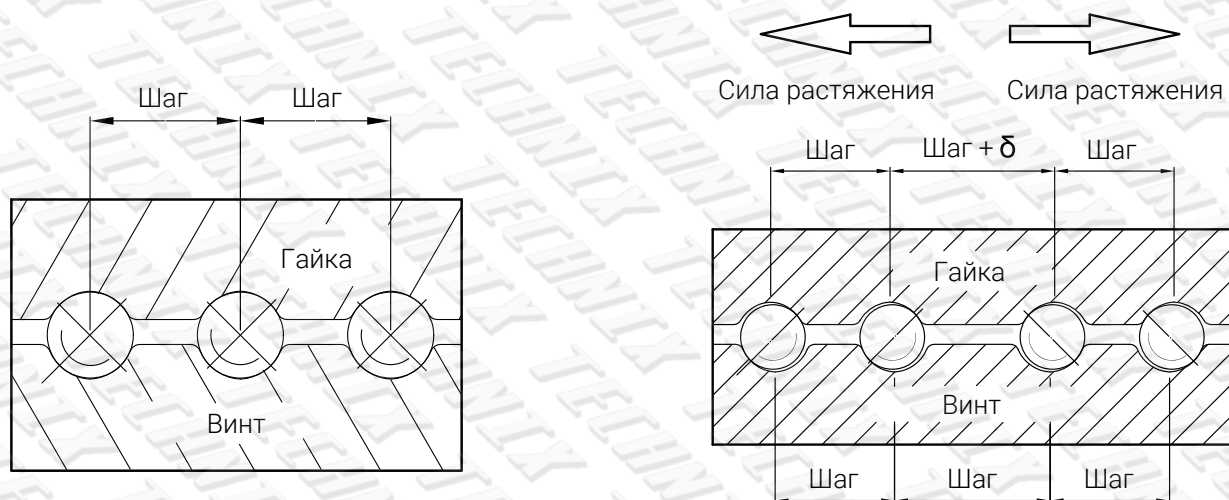
рис. 13

Предварительное натяжение достигается путем установки прокладки между двумя гайками (рис. 13). «Предварительный натяг» создается путем установки распорки нужного размера и эффекта раздвигания гаек.

«Предварительный натяг» создается путем установки прокладки меньшего размера и соответствующего стягивания гаек. «Предварительный натяг», в основном, используется для прецизионных шариковых винтов.

2. Предварительное натяжение одиночной гайки

Существует два способа предварительного натяжения одиночной гайки. Один из них называется «метод преднатяга шариками большого размера». Способ заключается во вставке шариков, размер которых немного превышает размер канавки для шариков (шарики большого размера), чтобы обеспечить контакт шариков в четырех точках (рис. ниже).



Другой способ называется «методом преднатяга со смещением шага», как показано на рис. выше. Гайка шлифуется таким образом, чтобы иметь смещение значения δ по центральному шагу. Этот метод используется для замены традиционного метода предварительного натяжения двойной гайки и обладает преимуществом компактной одинарной гайки с высокой жесткостью при небольшом усилии предварительного натяжения. Однако его не следует использовать при интенсивной нагрузке.

Оптимальное усилие предварительного натяга примерно 5% от динамической нагрузки (С).

РАСЧЕТНЫЙ (ОЖИДАЕМЫЙ) СРОК СЛУЖБЫ

Для одинарной гайки

- Срок службы для ШВП выражается в оборотах:

$$L = \left(\frac{C}{F_a} \right)^3 \times 10^6$$

M13

L : Эксплуатационный срок службы, выраженный в оборотах
 C : Номинальное значение динамической нагрузки, кгс (10^6 об.)

РАСЧЕТ ПРЕДНАТЯГА

$$p = \frac{F_{bm}}{2,8}$$

M1

p : Преднатяг, кгс
 F_{bm} : Средняя рабочая нагрузка, кгс
 (Формулы M8-M10)

$$T_{d=} = \frac{K_p \times P \times \ell}{2\pi}$$

M2

Момент сопротивления, вызванный преднатягом

T_d : Момент сопротивления, кгс*мм

P : Преднатяг, кгс

ℓ : Шаг резьбы, мм

K_p : Коэффициент момента преднатяга **

K_p : $\frac{1}{\eta_1} - \eta_2$ (находится в пределах 0.1 и 0.3)

η_1, η_2 - КПД (коэффициент механической эффективности) ШВП.

Для общих систем (для перевода вращательного движения в поступательное)

$$\eta_1 = \frac{\tan(\alpha)}{\tan(\alpha + \beta)} = \frac{1 - \mu \tan \alpha}{1 + \mu / \tan \alpha}$$

M3

Для реверсных систем (перевод линейного движения во вращательное)

$$\eta_2 = \frac{\tan(\alpha - \beta)}{\tan(\alpha)} = \frac{1 - \mu / \tan \alpha}{1 + \mu \tan \alpha}$$

M4

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{\ell}{\pi D_m}$$

M5

$$\beta = \tan^{-1} \mu$$

M6

α : Угол резьбы в градусах

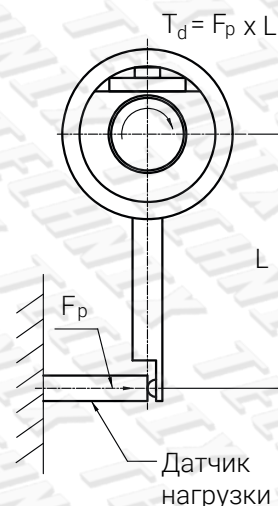
D_m : Диаметр окружности винта, мм

ℓ : Шаг, мм

β : Угол трения ($0,17^\circ \sim 0,57^\circ$)

α : Коэффициент трения ($0,003^\circ \sim 0,01^\circ$)

$$** K_p = \frac{0.05}{\sqrt{\tan \alpha}}$$

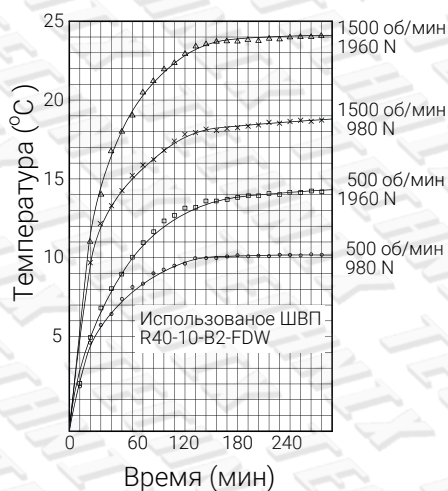


ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ШАРИКОВЫЕ ВИНТЫ

Повышение температуры шарикового винта в течение рабочего периода повлияет на точность системы подачи инструмента, особенно на оборудовании, рассчитанном на высокую скорость и точность. На повышение температуры в шариковом винте влияют следующие факторы:

- предварительная нагрузка;
- смазка.

На рис. 14 показана связь рабочей скорости, предварительного натяга и температуры ШВП. На рис. 15 показана зависимость повышения температуры питания от момента трения, обусловленном предварительным натягом. Из рис. 14, рис. 15 видно, что удвоение предварительного натяга гайки приведет к повышению температуры примерно на 5° , и жесткость увеличится примерно на 5% (несколько мкм).



△ : 1500 об/мин, преднатяг 200 кгс
 × : 1500 об/мин, преднатяг 100 кгс
 □ : 500 об/мин, преднатяг 200 кгс
 ○ : 500 об/мин, преднатяг 100 кгс

рис. 14

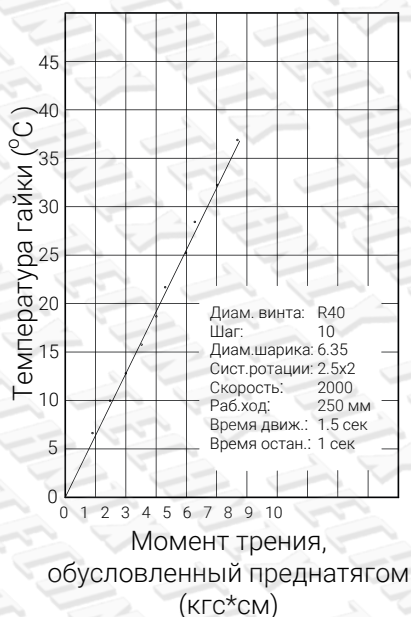


рис. 15

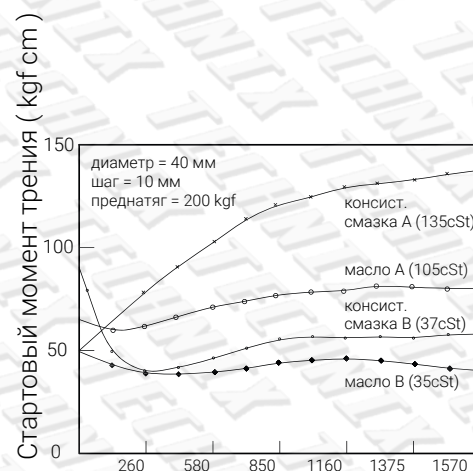


рис. 16

ВЛИЯНИЕ ПРЕДНАТЯГА

Чтобы избежать «свободного» хода в системе подачи станка, важно удерживать жесткость гайки ШВП.

Для увеличения жесткости гайки ШВП необходимо сделать преднатяг гайки до определенного уровня.

Предварительное натяжение гайки увеличит момент трения винта, что сделает его более чувствительным к повышению температуры в течение рабочего периода.

Мы рекомендуем использовать преднатяг в размере 8% от динамической нагрузки для средней и тяжелой нагрузки, 6%-8% - для средней нагрузки, 4%-6% - для легкой и среднетяжелой и менее 4% - для легкой нагрузки. Самый большой преднатяг не должен превышать 10% от динамической нагрузки, чтобы обеспечить наилучший срок службы и минимизировать нагрев.

ВЛИЯНИЕ СМАЗКИ

Выбор смазочного материала напрямую влияет на температуру шарико-винтовой пары.

Наши шариковые винты требуют соответствующей смазки либо консистентной, либо автоподдачи жидкого масла. Для смазки шариковых винтов рекомендуется использовать масло для подшипников качения или смазку на основе литиевого мыла. Основные требования к вязкости масла зависят от скорости, рабочей температуры и условий нагрузки в конкретной области применения. На рис. 16 выше показано соотношение вязкости масла, рабочей скорости и повышения температуры.

Когда рабочая скорость выше, а рабочая нагрузка ниже, лучше использовать масло с низкой вязкостью. При низкой скорости и большой нагрузке предпочтительно масло высокой вязкости.

Вообще говоря, масло с вязкостью 32-68 сСт при 40°C (ISO VG 32-68) рекомендуется для смазки на высоких скоростях (DIN 51519), а вязкость выше 90 сСт при 40°C (ISO VG 90) рекомендуется для работы на низких скоростях.

При работе на высоких скоростях и с большой нагрузкой для снижения температуры необходимо использовать принудительную охлаждающую жидкость. Принудительное охлаждение СОЖ может осуществляться через полый шариковый винт.

5. НАКАТНЫЕ ВИНТЫ ШВП

Накатные шариковые винты изготавливаются прокаткой винта в специальном станке. Винты с накаткой обладают не только преимуществом низкого трения и плавного хода в системе линейной подачи по сравнению с традиционными винтами, но также могут поставляться быстро и с более низкой ценой.

Мы используем самые передовые технологии в процессе прокатки винтов ШВП и строго придерживаемся производственного процесса в выборе материалов, прокатке, термообработке, механической обработке и сборке.

Как правило, катаные винты ШВП используют тот же метод преднатяга, что и прецизионные шлифованные винты ШВП, хотя некоторые различия в определении погрешности хода и допусках в геометрии есть. Ассортимент катаных винтов производится в соответствии с теми же размерами гаек, что и прецизионные шлифованные винты. Если концы винта не обработаны, геометрический допуск не применяется. Классификация типов винтов по их точности описана в следующих разделах (используемая единица измерения длины указана в мм).

ПРЕЦИЗИОННЫЕ НАКАТНЫЕ ВИНТЫ ШВП

В табл. 6 приведена точность хода прецизионных накатных винтов ШВП. Точность вывода измеряется по накопленной погрешности вывода для любого участка длиной 300 мм. Максимальные осевые зазоры прецизионно накатанных шариковых винтов приведены в табл. 7. Эти шариковые винты могут принимать преднатяг как прецизионные шлифованные.

Таблица 6

Накопленная погрешность	C6	C7	C8	C10
V_{300}	23	50	100	210
e_p	$e_p = \frac{\text{рабочая длина}}{300} \times V_{300}$			

V_{300} накопленная погрешность	C6	C7	C8	C10
рабочая длина				
0 - 100	18	44	84	178
101 - 200	20	48	92	194
201 - 315	23	52	100	210

Единицы измерения длины: мм

Таблица 7

Диаметр шариков	≤ 2	2,381 3,175	3,969	4,763	6,35	7,144	7,938	9,525
Осевой люфт	0,06	0,07	0,10	0,12	0,15	0,16	0,17	0,18

Единицы: мм

6. АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ШАРИКО-ВИНТОВОЙ ПАРЫ

ПРЕДИСЛОВИЕ

В последние годы в оборудование устанавливается все больше шарико-винтовых пар, лучше отвечающих требованиям высокой точности и производительности. ШВП стали одним из наиболее широко используемых компонентов передачи мощности. В станках с ЧПУ шарико-винтовые пары, обеспечивающие прекрасную повторяемость позиционирования, гарантируют точность хода и продлевают срок службы. Все чаще ШВП используются и для замены трапецеидальных пар в оборудовании без ЧПУ.

Обычно шарико-винтовая пара предварительно нагружена, чтобы свести к минимуму люфт при перемещениях. Даже высокоточный винт ШВП может не обеспечить хорошей точности и долгой работы без сбоев, если он установлен неправильно.

Этот раздел рассматривает основные проблемы, которые отмечены к этому моменту в работе шарико-винтовых пар и меры предосторожности при их устранении. Также обсуждаются некоторые замеры, которые помогут пользователям определить причину ненормального люфта.

ПРИЧИНЫ НЕПОЛАДОК ШВП И МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ ИСПРАВЛЕНИИ

В наше время сгруппированы три основных типа неисправностей шарико-винтовых пар.

Слишком большой люфт

1. Отсутствие преднатяга или недостаточный преднатяг.

Гайка ШВП вращается свободно и сходит вниз по вертикально стоящему винту под собственным весом без вращения винта. В ШВП без преднатяга может наблюдаться значительный люфт. Поэтому шариковые винты используются без преднатяга только в оборудовании, где точность позиционирования не является главной задачей, а нужно только быстрое перемещение.

Отдел разработок и развития может определить правильную величину преднатяга применительно к конкретному приложению. Завод может заранее установить нужный преднатяг перед отправкой. Для получения такой услуги к вашему ШВП нужно четко описать задачу и условия эксплуатации вашего устройства.

2. Слишком большое смещение при кручении:

- 2.1 Неправильная термообработка, толщина закаленного слоя слишком мала, неоднородность закалки, неправильно подобран материал. Стандартная твердость стальных шариков, гаек и винтов ШВП составляет, соответственно, HRC 62-66, 58-62 и 58-62.

- 2.2 Неправильно рассчитанная конструкция - слишком большая длина на конкретный диаметр и т.д.: чем меньше соотношение длины к диаметру, тем жестче винт. Не рекомендуется соотношение длины к диаметру более 60 (класс точности определяется, в том числе, и этим показателем). При слишком большом числе соотношения длины к диаметру может происходить значительное скручивание винта. Кроме того, следует избегать «нежесткого», консольного, крепления вала.

3. Неправильный выбор опор с подшипниками:

При установке винтов шарико-винтовых передач оптимально использовать радиальные или радиально-упорные шарикоподшипники. Обычный радиальный подшипник будет создавать значительный люфт при частых осевых нагрузках. Не рекомендуется использовать «простые» решения в подобных ситуациях.

4. Неправильный монтаж подшипниковой опоры:

- 4.1 Если подшипник неправильно закреплен на шпинделе винта, это приведет к осевому люфту под нагрузкой. Эта проблема может быть вызвана слишком длинной шейкой подшипника винтового шпинделя или слишком короткой частью винтового шпинделя без резьбы.

- 4.2 Перпендикулярность между посадочной поверхностью подшипника и осью резьбы контргайки подшипника на шариковом винте или параллельность между противоположными поверхностями контргайки выходят за допустимые пределы, что приводит к наклону подшипника. Резьба контргайки подшипника и посадочная поверхность подшипника в шейке шарикового винта должны быть обработаны в одном положении, чтобы обеспечить перпендикулярность. Еще лучше, если их можно отшлифовать.
- 4.3 При установке подшипника следует использовать две контргайки и пружинную шайбу, чтобы предотвратить их ослабление в процессе эксплуатации.
5. Недостаточно жестко зафиксирован корпус шариковой гайки или опора подшипника.
- Узел, установленный на шариковой гайке или на подшипнике, может прогибаться под весом компонентов или механической нагрузкой, если он недостаточно жесткий. Для проверки жесткости корпусной детали может быть использовано испытание, скрепленного с шариковой гайкой. Аналогичные испытания могут быть использованы для проверки жесткости детали, установленной на подшипниках.
6. Установка гайки ШВП или опоры подшипника проведена некорректно:
- 6.1 Компоненты могут ослабнуть из-за вибрации или отсутствия установочных штифтов. Для определения местоположения следует использовать сплошные штифты вместо пружинных.
- 6.2 Винты с шариковой гайкой установлены нежестко, поскольку винты слишком длинные или резьбовые отверстия гайки слишком короткие.
- 6.3 Натяг винта на гайке ослабевает из-за вибрации и отсутствия пружинной шайбы.
7. Точность расположения корпуса гайки и/или опор выходит за допустимые пределы.
- Планка - проставка для регулировки узла часто располагается между поверхностью корпуса и корпусом оборудования. Зазор при перемещении стола может изменяться, если параллельность или плоскостность любого соответствующего элемента выходит за допустимые пределы, независимо от того отшлифованы они или поцарапаны.
8. Неправильная сборка двигателя и шарико-винтовой передачи:
- 8.1 Если соединительная муфта установлена неплотно, или сама муфта недостаточно жесткая, между валом двигателя и шариковым винтом начнутся колебания скорости вращения.
- 8.2 Приводные механизмы включены неправильно, или приводной механизм не является жестким. Если шариковый винт должен приводиться в движение ремнем, следует использовать зубчатый ремень для предотвращения проскальзывания.
- 8.3 Шпонка садится в паз слишком свободно. Любое неправильное расположение ступицы, шпонки и паза для шпонки может привести к возникновению люфта в этих компонентах.

Нарушение плавности хода

1. Производственные дефекты винтов:
- 1.1 Направляющая поверхность шпинделя шарикового винта или шариковой гайки слишком шероховатая.
- 1.2 Округлость шариков подшипника, шариковой гайки или шпинделя шарикового винта выходит за допустимые пределы.
- 1.3 Диаметр ходовой части или окружности шага шариковой гайки/шпинделя выходит за допустимые пределы.
- 1.4 Возвратная трубка неправильно прикреплена к гайке.
- 1.5 Неравномерный размер шариков или их твердость.

Вышеуказанные проблемы не должны возникать у производителей высшего качества.

2. Посторонние предметы попадают на дорожки винта:
 - 2.2 На пути движения шарика залип материал (в том числе, упаковочный). Для упаковки шариковых винтов обычно используются пластиковые трубки и антикоррозийная бумага. При несоблюдении надлежащих процедур при установке или центровке шарико-винтового узла эти посторонние материалы или другие предметы могут застрять на пути движения шарика. Это может привести к скольжению шариков подшипника вместо качения или даже к полному заклиниванию шариковой гайки.
 - 2.3 Стружка с обработанной станком детали попадает на дорожку для шариков. Стружка или пыль, образующаяся в процессе механической обработки, может задерживаться на рабочих поверхностях шарико-подшипника, если повреждены или не используются сальники и устройства для их удаления с поверхности шарико-винтового узла. Это может привести к неровной работе, снижению точности и сокращению срока службы.
3. Выезд за пределы рабочего хода.

Чрезмерный ход может повредить возвратную трубку и привести к ее поломке. Когда это происходит, шарики больше не будут циркулировать плавно. При сильном воздействии они могут повредить дорожку на гайке ШВП или шарикового винта. Выход за пределы хода может произойти во время настройки или в результате неисправности концевого выключателя или поломки машины. Чтобы предотвратить дальнейшее повреждение, производитель должен проверить или отремонтировать шариковый винт с избыточным ходом, прежде чем он снова будет введен в эксплуатацию.
4. Поврежденная возвратная трубка.

Возвратная трубка может разрушиться и вызвать те же проблемы, что упоминались выше, если по ней случайно, но сильно, ударить во время монтажа.
5. Несоосность.

Если ось корпуса гайки ШВП и опоры подшипника винта не выровнены должным образом, возникает радиальная перегрузка. Шариковый винт может даже погнуться, если это смещение слишком велико. И, даже если смещение недостаточное, чтобы вызвать заметный изгиб, может произойти избыточный износ. Если шарико-винтовой узел будет неправильно выровнен, точность его быстро ухудшится. Чем выше задан предварительный натяг гайки, тем более строгая точность центровки требуется от винта.
6. Шариковая гайка неправильно закреплена в держателе гайки.

Когда установленная шариковая гайка наклонена или не соосна, возникает эксцентриковая нагрузка. В таком случае во время вращения будет колебаться ток двигателя и это может быть слышно.
7. Шариковый винт поврежден при транспортировке.

Трещины и разломы

1. Поломка тел качения.

Сталь с высоким содержанием хрома и молибдена (Cr-Mo) является наиболее часто используемым материалом для изготовления шариков подшипников. Чтобы повредить стальной шарик диаметром 3,175 мм из такого материала, требуется нагрузка от 1400 до 1600 кг. Температура шарикового винта с недостаточной смазкой или без нее во время работы существенно повышается. Такое повышение температуры может привести к повышению хрупкости шариков и даже их поломке, что, как следствие, приведет к повреждению канавок шариковой гайки или шарикового винта.

Поэтому в процессе проектирования следует учитывать необходимость пополнения запасов смазочного материала. Если автоматическая система смазки недоступна, следует запланировать периодическую замену консистентной смазки в рамках программы технического обслуживания.

2. Повреждения возвратной трубки.

Избыточный ход гайки ШВП или удар по возвратной трубке могут привести к ее разрушению. Это может повредить дорожки и привести к скольжению шариков вместо того, чтобы катиться и, в конечном итоге, к поломке.

3. Поломки концов винта ШВП:

3.1 Неподходящая конструкция: следует избегать острых углов на шариковом винте, чтобы уменьшить локальную концентрацию напряжений. На рис. 17 показаны некоторые из подходящих конструкций торцов винтов.

3.2 Изгиб шейки винта: поверхность крепления подшипника шарикового винта и ось резьбы контргайки подшипника не перпендикулярны друг другу, или противоположные стороны контргайки не параллельны друг другу. Это приведет к изгибу конца винта и, в конечном счете, к его поломке. Величина отклонения на конце винта (рис. 18) до и после затяжки контргайки подшипника не должна превышать 0,01 мм.

3.3 Радиальная сила или переменная нагрузка: несоосность при установке шарикового винта создает аномальное вибрирующее напряжение сдвига и приводит к преждевременному выходу шарикового винта из строя.

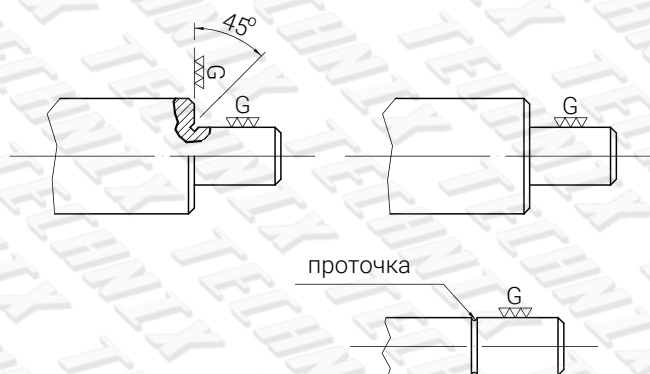


рис. 17

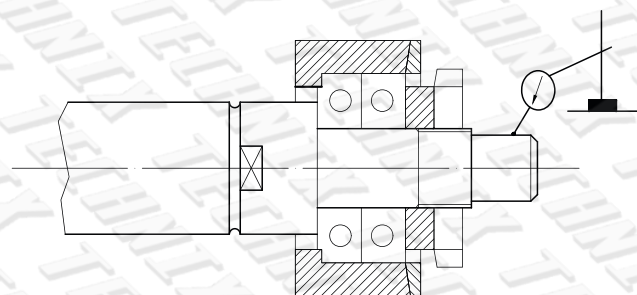
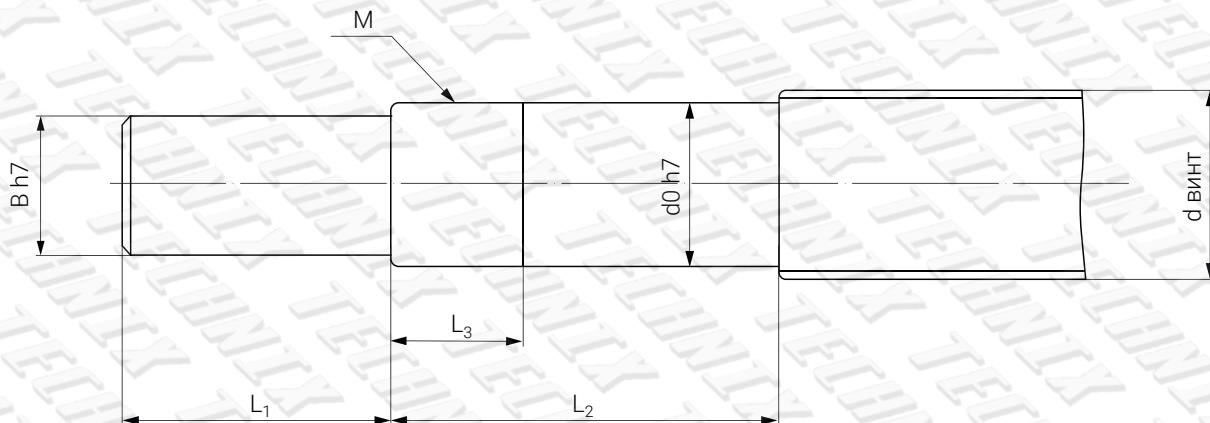
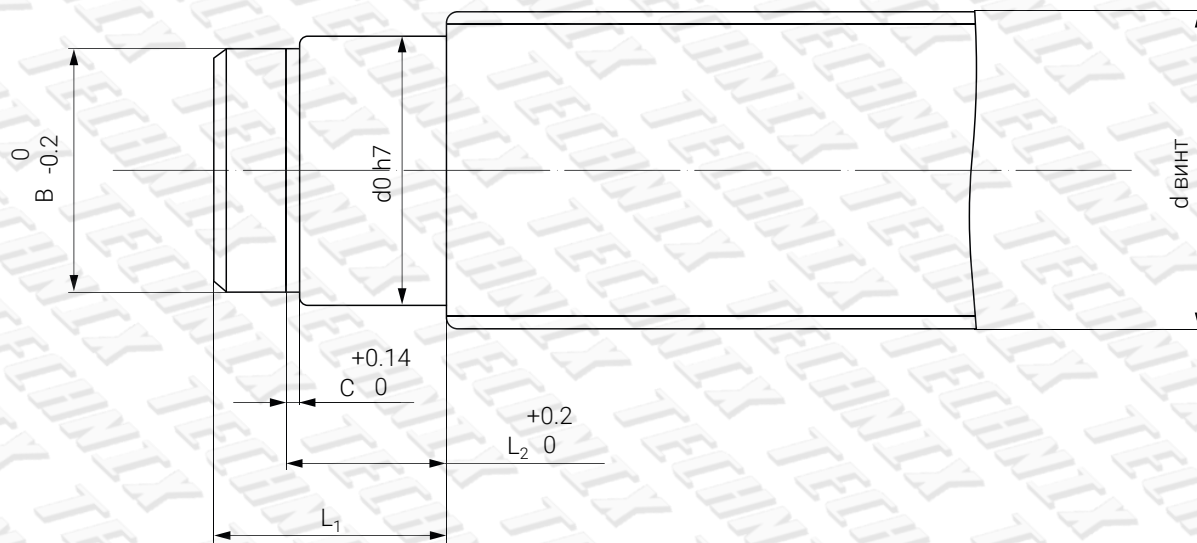


рис. 18



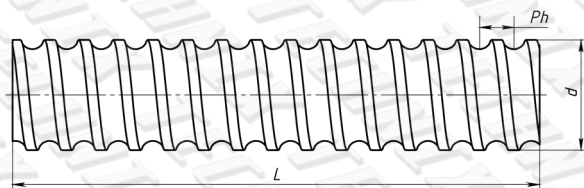
Рекомендуемая обработка приводного конца винта ШВП

Тип	Размеры, мм						
	d ₀	d _{винт}	B	L ₁	L ₂	M	L ₃
FK5	5	6	4	6	20	M5x0,75	7
FK6	6	8	4	8	24	M6x0,75	8
FK8	8	10	6	10	32	M8x1	10
FK10	10	12/14	8	15	39	M10x1	12
FK12	12	14/16	10	15	39	M12x0,75	12
FK15	15	20	12	20	41	M15x1	12
FK20	20	25/32	17	27	59	M20x1	14
FK25	25	32	20	36	68	M25x1,5	18
FK30	30	40	25	42	72	M30x1,25	24
BK10	10	12/14	8	15	39	M10x1	12
BK12	12	14/16	10	15	39	M12x1	12
BK15	15	20	12	20	41	M15x1	12
BK17	17	20/25	15	27	53	M17x1	14
BK20	20	25/32	17	27	53	M20x1	14
BK25	25	32	20	36	65	M25x1,5	18
BK30	30	40	25	42	72	M30x1,5	24
BK35	35	40	30	58	83	M35x1,5	28
BK40	40	50	35	70	98	M40x1,5	35
EK5	5	6	4	6	20	M5x0,75	7
EK6	6	8	4	8	24	M6x0,75	8
EK8	8	10	6	10	32	M8x1	10
EK10	10	12/14	8	15	39	M10x1	12
EK12	12	14/16	10	15	39	M12x1	12
EK15	15	20	12	20	41	M15x1	12
EK20	20	25/32	17	27	59	M20x1	14



Рекомендуемая обработка свободного/опорного конца винта ШВП

Тип	Размеры, мм					
	d_0	$d_{\text{винт}}$	B	C	L_1	L_2
FF10	8	10/12	7,6	0,9	11	7,9
FF12	10	16	9,6	1,15	12	9,15
FF15	15	20	14,3	1,15	12	10,15
FF20	20	25/32	19	1,35	18	15,35
FF25	25	32	23,9	1,35	20	16,35
FF30	30	40	28,6	1,75	20	17,75
BF10	8	10/12	7,6	0,9	11	7,9
BF12	10	16	9,6	1,15	12	9,15
BF15	15	20	14,3	1,15	12	10,15
BF17	17	20/25	16,2	1,15	16	13,15
BF20	20	25/32	19	1,35	16	13,35
BF25	25	32	23,9	1,35	20	16,35
BF30	30	40	28,6	1,75	20	17,75
BF35	35	40	33	1,75	25	19,75
BF40	40	50	38	1,75	25	19,75
EF6	6	8	5,6	0,8	9	7,0
EF8	6	8	5,6	0,9	10	7,0
EF10	8	10/12	7,6	0,9	11	7,9
EF12	10	16	9,6	1,15	12	9,15
EF15	15	20	14,3	1,15	12	10,15
EF620	20	25/32	19	1,35	18	15,35

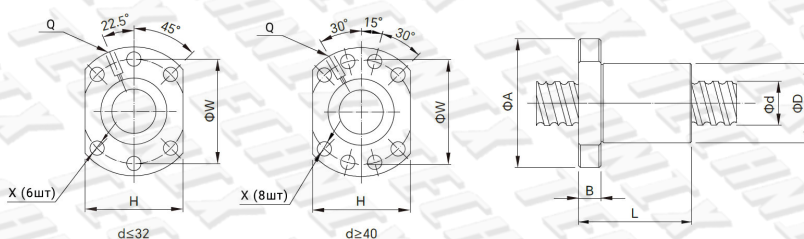
SFURВинт шарико-винтовой
передачи

Класс точности С7

Артикул	Диаметр	Шаг	Диаметр шариков	Максимальная длина	Твердость	Вес, кг/м
	d, мм	Ph, мм	Dw, мм	L max, мм	HRC	
SFUR1204	12	4	2,381	3000	63	0,70
SFUR1605	16	5	3,175	3000	63	1,39
SFUR1610	16	10	3,175	3000	63	1,39
SFUR2005	20	5	3,175	3000	63	2,20
SFUR2010	20	10	3,175	3000	63	2,20
SFUR2505	25	5	3,175	3000	63	3,54
SFUR2510	25	10	3,175	3000	63	3,54
SFUR3205	32	5	3,175	3000	63	5,92
SFUR3210	32	10	6,35	3000	63	5,92
SFUR4005	40	5	3,175	3000	63	8,95
SFUR4010	40	10	6,35	3000	63	8,95
SFUR5010	50	10	6,35	3000	63	14,15
SFUR6310	63	10	6,35	3000	63	23,03

SFU

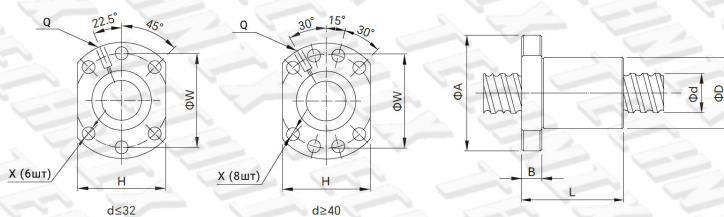
Гайка шарико-винтовой передачи



Артикул	Размеры, мм									Резьба под маслянку, Q	Динам. нагрузка, C (kN)	Стат. нагрузка, C0 (kN)	Шаг	Дорожек качения	Вес, кг
	d	Dw	D	L	B	A	W	H	X						
SFU1204	12	2,381	22	36	8	42	32	34	4,5	M6	4	6,7	4	3	0,10
SFU1605	16	3,175	28	42	10	48	38	40	5,5	M6	6,3	12,6	5	3	0,15
SFU1610	16	3,175	28	57	10	48	38	40	5,5	M6	7,29	12,5	10	3	0,25
SFU2005	20	3,175	36	51	10	58	47	44	6,6	M6	9,1	17,1	5	3	0,35
SFU2010	20	3,175	36	60	10	58	47	44	6,6	M6	9,7	21,1	10	3	0,30
SFU2505	25	3,175	40	51	12	62	51	48	6,6	M6	10,6	22,1	5	3	0,35
SFU2510	25	3,5	40	85	12	62	51	48	6,6	M6	10,6	27,36	10	4	0,55
SFU3205	32	3,175	50	52	12	80	65	62	9	M6	17,1	42,1	5	4	0,60
SFU3210	32	6,35	50	90	12	80	65	62	9	M6	33,9	71,1	10	4	0,85
SFU4005	40	3,175	63	55	14	93	78	70	9	M6	18,5	57,1	5	4	1,00
SFU4010	40	6,35	63	93	14	93	78	70	9	M6	31,1	95,2	10	4	1,40
SFU5010	50	6,35	75	95	16	110	93	85	11	M6	44,5	12,5	10	4	1,90
SFU6310	63	6,35	90	98	18	125	108	95	11	M6	50,7	16,6	10	4	2,65

DFU

Сдвоенная гайка шарико-винтовой передачи

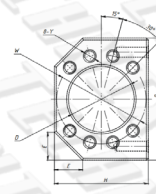
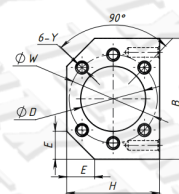
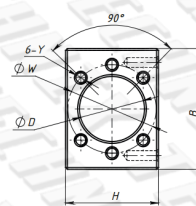
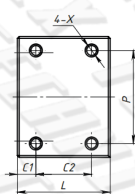


Артикул	Диаметр номинал, d	Шаг, l	Диаметр шариков, Da	Размеры гайки, мм								Нагрузка динам., С, Н	Нагрузка стат., Соа, Н	Усилие, Кг/мкм	Вес, кг	
				D	A	B	L	W	H	X	Q					n
DFU1605-4	16	5	3,175	28	48	10	100	38	40	5,5	M6	1x4	1380	3052	44	0,27
DFU1610-3	16	10	3,175	28	48	10	118	38	40	5,5	M6	1x3	1103	2401	35	0,33
DFU2005-4	20	5	3,175	36	58	10	101	47	44	6,6	M6	1x4	1551	3875	53	0,512
DFU2505-4	25	5	3,175	40	62	10	101	51	48	6,6	M6	1x4	1724	4904	62	0,532
DFU2510-4	25	10	4,762	40	62	12	145	51	48	6,6	M6	1x4	2954	7295	67	0,808
DFU3205-4	32	5	3,175	50	80	12	102	65	62	9	M6	1x4	1922	6343	74	0,946
DFU3210-4	32	10	6,35	50	80	12	162	65	62	9	M6	1x4	4805	12208	82	1,278
DFU4005-4	40	5	3,175	63	93	14	105	78	70	9	M8	1x4	2110	7988	87	1,486
DEU4010-4	40	10	6,35	63	93	14	165	78	70	9	M8	1x4	5399	15500	99	2,18
DFU5010-4	50	10	6,35	75	110	16	17	93	85	11	M8	1x4	6004	19614	117	3,052
DEU6310-4	63	10	6,35	90	125	18	182	108	95	11	M8	1x4	6719	25358	139	4,175

Возможна левая резьба.

DSG

Кронштейн крепления
гайки ШВП к рабочему
столу



dsg12

dс32

d≥40

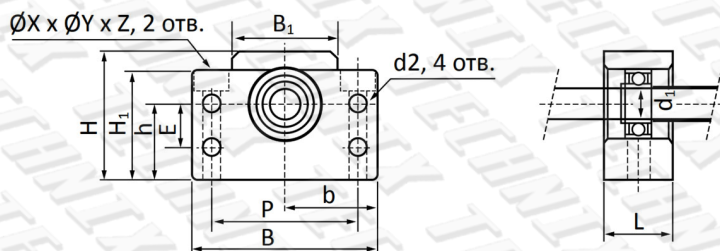
Материал: Al 3063-T6

Артикул	Размеры, мм									Резьба, X	Резьба, Y	Вес, кг
	D	B	L	H	E	C ₁	C ₂	P	W			
DSG1204	22 / 24	50	36	30	1	6	24	35	32	M5	M4	0,10
DSG1605	28	52	40	40	12	8	24	40	38	M5	M5	0,134
DSG2005	36	62	40	44	12	8	24	48	47	M6	M6	0,15
DSG2505	40	66	40	48	13	8	24	50	51	M6	M6	0,20
DSG3205	50	86	40	62	17	8	24	66	65	M8	M8	0,30
DSG4005	63	100	60	80	19	10,5	39	78	78	M8	M8	0,75
DSG5005	75	116	46	85	22	10	26	92	93	M8	M8	1,20

У DSG4005 и выше 8 отверстий крепления.

BF

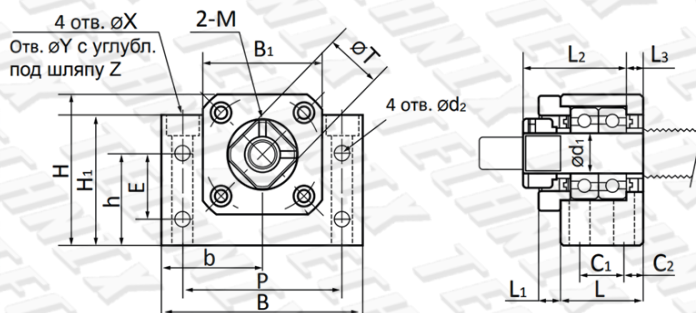
Опора с подшипником для крепления винта ШВП к поверхностям станины, как параллельным, так и перпендикулярным оси винта



Артикул	Размеры, мм														Подшипник	Стопорное кольцо	Вес, кг
	d_1	B	L	H	b	h	B_1	H_1	E	P	d_2	X	Y	Z			
BF10	8	60	20	39	30	22	34	32,5	15	46	5,5	6,6	10,8	5	606ZZ	S08	0,30
BF12	10	60	20	43	30	25	35	32,5	18	46	5,5	6,6	10,8	6,5	6000ZZ	S10	0,35
BF15	15	70	20	48	35	28	40	38	18	54	5,5	6,6	11	6,5	6002ZZ	S15	0,40
BF17	17	86	23	64	43	39	50	55	28	68	6,6	9	14	8,5	6203ZZ	S17	0,75
BF20	20	88	26	60	44	34	52	50	22	70	6,6	9	14	8,5	6004ZZ	S20	0,77
BF25	25	106	30	80	53	48	64	70	33	85	9	11	17,5	11	6205ZZ	S25	1,45
BF30	30	128	32	89	64	51	76	78	33	102	11	14	20	13	6206ZZ	S30	1,95

БК

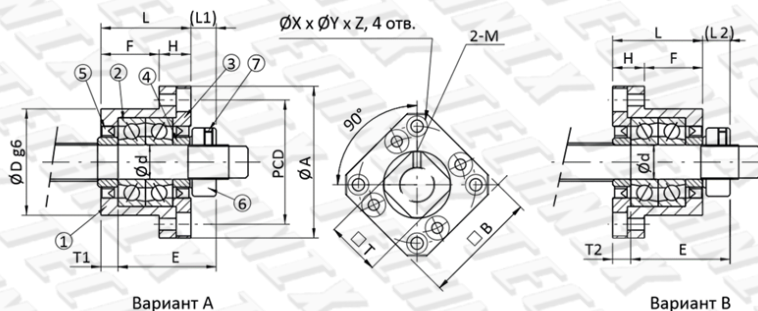
Усиленная опора с 2-мя подшипниками для крепления винта ШВП к поверхностям станины, как параллельным, так и перпендикулярным оси винта



Артикул	Размеры, мм																			Винт на фиксаторе	Подшипник	Вес, кг	
	d ₁	L	L ₁	L ₂	L ₃	B	H	b	h	B ₁	H ₁	E	P	C ₁	C ₂	d ₂	X	Y	Z				T
БК10	10	25	5	29	5	60	39	30	22	34	32,5	15	46	13	6	5,5	6,6	10,8	5	16	M3	7000A x2	0,35
БК12	12	25	5	29	5	60	43	30	25	35	32,5	18	46	13	6	5,5	6,6	10,8	6,5	19	M4	7001A x2	0,40
БК15	15	27	6	32	6	70	48	35	28	40	38	18	54	15	6	5,5	6,6	11	6,5	22	M4	7002A x2	0,55
БК17	17	35	9	44	7	86	64	43	39	50	55	28	68	19	8	6,6	9	14	8,5	24	M4	7203A x2	1,25
БК20	20	35	8	43	8	88	60	44	34	52	50	22	70	19	8	6,6	9	14	8,5	30	M4	7004A x2	1,10
БК25	25	42	12	54	9	106	80	53	48	64	70	33	85	22	10	9	11	17,5	11	35	M5	7205A x2	2,25
БК30	30	45	14	61	9	128	89	64	51	76	78	33	102	23	11	11	14	20	13	40	M6	7206A x2	3,25

FK

Фланцевая опора с 2-мя подшипниками для крепления винта ШВП к поверхностям станины, перпендикулярным оси винта
 Может использоваться, как часть опоры BK



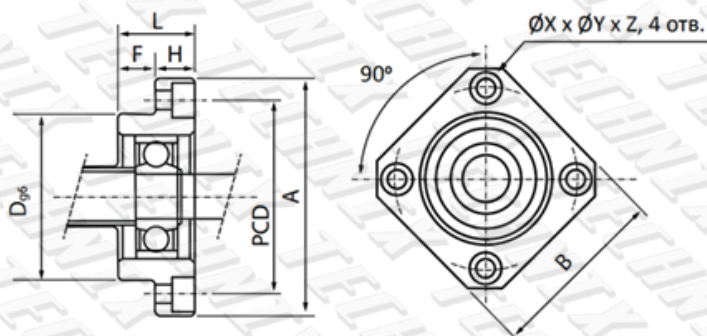
Вариант А

Вариант В

Артикул	Размеры, мм																Размер фикс. гайки	Винт на фиксаторе	Подшипник	Вес, кг		
	d	L	H	F	E	Dg6	A	PCD	B	Вар. А		Вар. В		X	Y	Z					T	
										L1	T1	L2	T2									
FK10	10	27	10	17	29,5	34	-0,009 -0,025	52	42	42	7,5	5	8,5	6	4,5	8	4	16	M10x1	M3	7000A x2	0,25
FK12	12	27	10	17	29,3	36	-0,009 -0,025	54	44	44	7,5	5	8,5	6	4,5	8	4	19	M12x1	M4	7001A x2	0,26
FK15	15	32	15	17	36	40	-0,009 -0,025	63	50	52	10	6	12	8	5,5	9,5	6	22	M15x1	M4	7002A x2	0,4
FK20	20	52	22	30	50	57	-0,01 -0,029	85	70	68	8	10	12	14	6,6	11	10	30	M20x1	M4	7204A x2	1,2

FF

Фланцевая опора с подшипником для крепления винта ШВП к поверхностям станины, перпендикулярным оси винта



Артикул	Размеры, мм											Подшипник	Стороное кольцо	Вес, кг	
	d ₁	L	H	F	Dg ₆	A	PCD	B	X	Y	Z				
FF10	8	12	7	8	28	-0,01 -0,02	43	35	35	3,4	6,5	4	608ZZ	S08	0,10
FF12	10	15	7	8	34	-0,01 -0,03	52	42	42	4,5	8	4	6000ZZ	S10	0,15
FF15	15	17	9	8	40	-0,01 -0,03	63	50	52	5,5	9,5	5,5	6002ZZ	S15	0,22
FF20	20	20	11	9	57	-0,01 -0,03	85	70	68	6,6	11	6,5	6204ZZ	S20	0,45