

> ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ



Конструкция втулок цилиндрических направляющих позволяет компенсировать угловое отклонение между осями вала и втулки до $0,5^\circ$. Выверенная повторяемость и точность дорожек качения металлических вставок и шариков позволяет достичь большей грузоподъемности в том же типоразмере по сравнению со стандартными втулками.

Основные преимущества:

- Высокая грузоподъемность
- Самонесущая конструкция
- Компенсация углового отклонения
- Высокая динамика перемещения
- Возможность выбора преднатяга
- Возможность специальной обработки торцов вала
- Широкий диапазон рабочих температур

Области применения:

- Промышленное оборудование: перемещение компонентов, защитных дверей, панелей управления
- Рентгеновское оборудование
- Системы автоматизации
- Прессовое оборудование

Эксплуатационные характеристики:

- Доступные диаметры валов: 12, 16, 20, 30, 40, 50 мм
- Максимальная рабочая скорость до 5 м/с
- Максимальная грузоподъемность втулки 13500 Н
- Диапазон рабочих температур: от -40 до $+80$ °C
- Максимальная длина вала 4000 мм для валов $\varnothing 20$, $\varnothing 30$, $\varnothing 40$, $\varnothing 50$ мм и 3000 мм для валов $\varnothing 12$ и $\varnothing 16$ мм



Втулка

Корпус из износостойкого полиамида со встроенными уплотнениями.

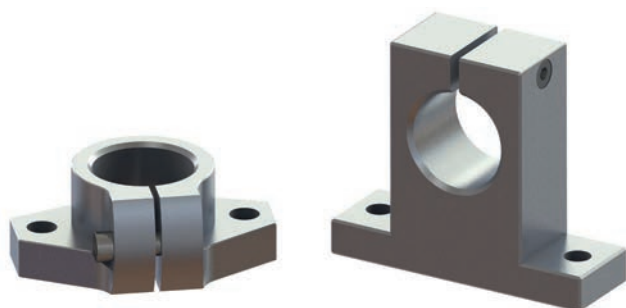
Шарики и металлические пластины из подшипниковой стали с закаленными и шлифованными дорожками качения.

Специальная форма металлических пластин позволяет компенсировать угловое отклонение вала до 0,5 градусов без снижения характеристик.



Валы

Прецизионные стальные валы подвергаются закалке с последующим хромированием рабочей поверхности. PUSH PULL может поставить валы различной длины с двухсторонним снятием фаски и обработанными торцами в соответствии с вашим чертежом.

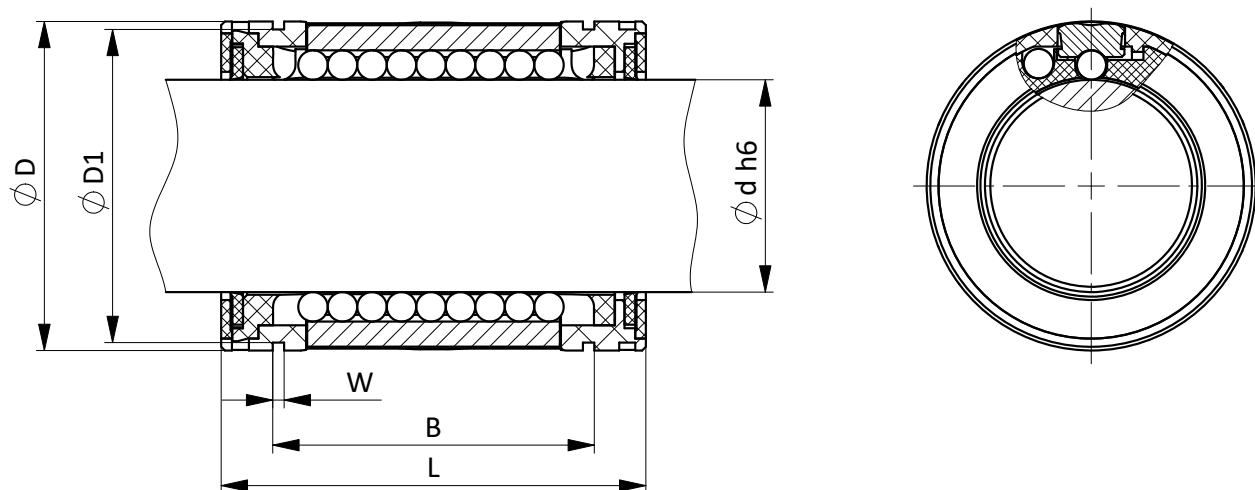


Опоры

Два типа концевых опор для монтажа вала доступны для заказа.

▶ РАЗМЕРЫ И ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ

▶ Втулки



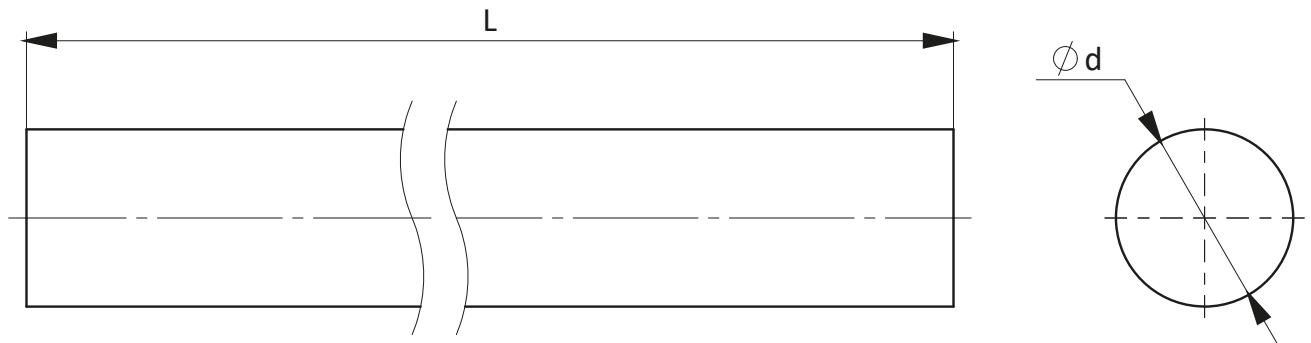
Втулка	$\varnothing d$ h6 [мм]	Рядов шариков	Размеры [мм]					Грузоподъемность [Н]	
			$D^{+0,2}_{-0,1}$	$L \pm 0,2$	$D_1^{-0,4}$	$W \pm 0,15$	$B_{-0,3}$	C	C_0
C12-S-2W	12	5	22	32	21,0	1,30	22,9	1020	1290
C16-S-2W	16		26	36	24,9	1,30	24,9	1250	1550
C20-S-2W	20	6	32	45	30,3	1,60	31,5	2090	2630
C30-S-2W	30		47	68	44,5	1,85	52,1	5470	6810
C40-S-2W	40		62	80	59,0	2,15	60,6	6590	8230
C50-S-2W	50		75	100	72,0	2,65	77,6	10800	13500

Увеличение грузоподъемности втулки возможно при известном расположении нагрузки относительно ее (стр. 87).

Втулки рассчитаны на восприятие только линейной нагрузки и не предполагают восприятие моментных нагрузок, действующих перпендикулярно оси втулки.

\varnothing [мм]	PUSH PULL	Thomson	Bosch Rexroth	SKF	INA	INA	NB	Samick
12	C12-S-2W	SP M12 WW	R0670 212 40	LBCD 12 A-2SL	KN 1232-PP	KN 12-B-PP	TK 12 UU	LMES 12 UU
16	C16-S-2W	SP M16 WW	R0670 216 40	LBCD 16 A-2SL	KN 1636-PP	KN 16-B-PP	TK 16 UU	LMES 16 UU
20	C20-S-2W	SP M20 WW	R0670 220 40	LBCD 20 A-2SL	KN 2045-PP	KN 20-B-PP	TK 20 UU	LMES 20 UU
30	C30-S-2W	SP M30 WW	R0670 230 40	LBCD 30 A-2SL	KN 3068-PP	KN 30-B-PP	TK 30 UU	LMES 30 UU
40	C40-S-2W	SP M40 WW	R0670 240 40	LBCD 40 A-2SL	KN 4080-PP	KN 40-B-PP	TK 40 UU	LMES 40 UU
50	C50-S-2W	SP M50 WW	R0670 250 40	LBCD 50 A-2SL	KN 50100-PP	KN 50-B-PP	TK 50 UU	LMES 50 UU

» Валы



$\varnothing d$ [мм]	Допуск h6 [мкм]	L_{max} [мм]	Стандартная длина L [мм]	Глубина закалки	Вес, [кг/м]
12	-11	3000	150 – 200 – 250 – 300 – 350 – 400	$\geq 0,8$	0,89
16			– 450 – 500 – 550 – 600 – 650 – 700 – 750 – 800 – 850 – 900 – 950 – 1000 – 1050 – 1100 – 1150 – 1200 – 1250 – 1300 – 1350 – 1400		
20	-13	4000	– 1450 – 1500 – 1550 – 1600 – 1650 – 1700 – 1750 – 1800 – 1850 – 1900 – 1950 – 2000 – 2050 – 2100 – 2150 – 2200 – 2250 – 2300	$\geq 1,5$	2,47
30			– 2350 – 2400 – 2450 – 2500 – 2550 – 2600 – 2650 – 2700 – 2750 – 2800 – 2850 – 2900 – 2950 – 3000 – 3050 – 3100 – 3150 – 3200		
40	-16	4000	– 3250 – 3300 – 3350 – 3400 – 3450 – 3500 – 3550 – 3600 – 3650 – 3700 – 3750 – 3800 – 3850 – 3900 – 3950 – 4000	≥ 2	5,55
50			$\geq 2,5$		
					15,4

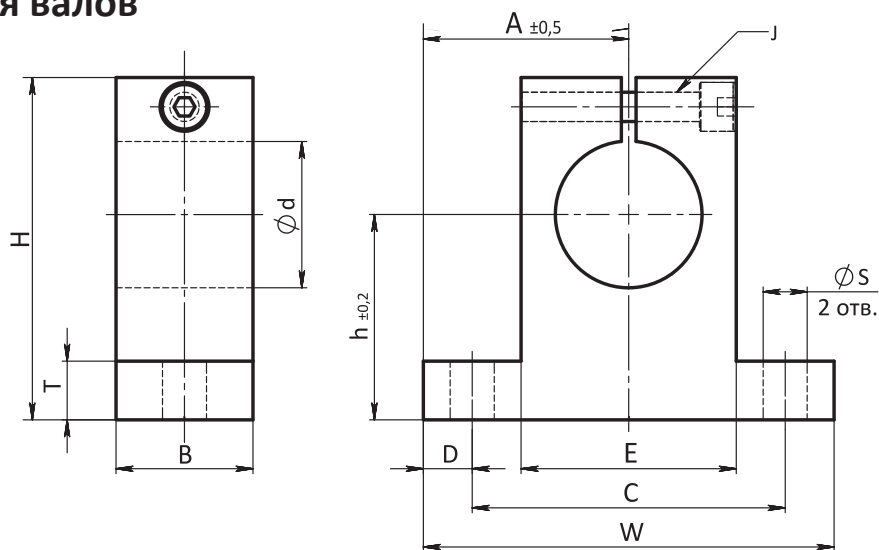
Стандартно валы поставляются отрезанными в размер. Опционально доступно выполнение фасок на торцах вала: $0,5 \times 45^\circ$ для валов диаметром 12 и 16 мм и $1 \times 45^\circ$ для остальных диаметров.

Наличие фаски указывается в коде заказа (стр. 89)

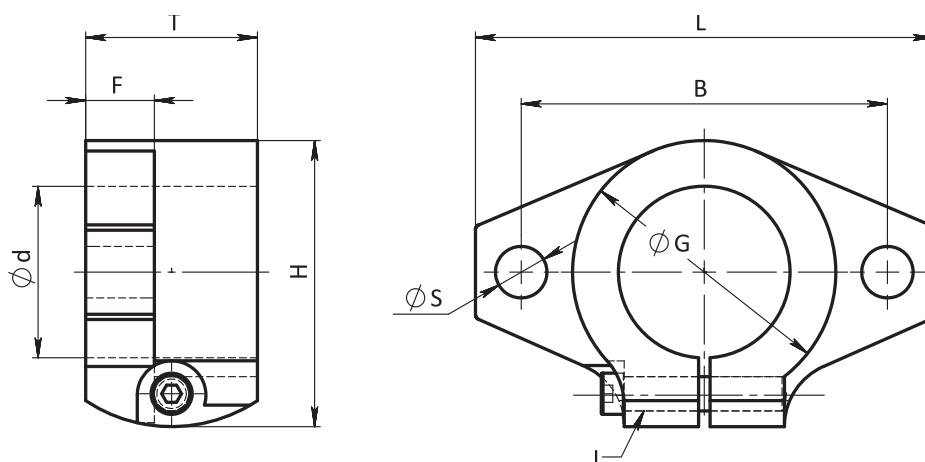
\varnothing [мм]	PUSH PULL	Thomson	Bosch Rexroth	SKF	THK	INA	NB	Samick
12	LC12	12 MM RL	R1000 012 60	LJMH12	SF12	W12/h6-...-Cr	SN12	SFC-h6-12
16	LC16	16 MM RL	R1000 016 60	LJMH16	SF16	W16/h6-...-Cr	SN16	SFC-h6-16
20	LC20	20 MM RL	R1000 020 60	LJMH20	SF20	W20/h6-...-Cr	SN20	SFC-h6-20
30	LC30	30 MM RL	R1000 030 60	LJMH30	SF30	W30/h6-...-Cr	SN30	SFC-h6-30
40	LC40	40 MM RL	R1000 040 60	LJMH40	SF40	W40/h6-...-Cr	SN40	SFC-h6-40
50	LC50	50 MM RL	R1000 050 60	LJMH50	SF50	W50/h6-...-Cr	SN50	SFC-h6-50

➤ АКЦЕССУАРЫ

➤ Опоры для валов



Модель	Ø d [мм]	h [мм]	A [мм]	W [мм]	H [мм]	T [мм]	E [мм]	D [мм]	C [мм]	B [мм]	ØS [мм]	J	Масса [г]
SS12	12	23	21	42	37,5	6	20	5	32	14	5,5	M4	30
SS16	16	27	24	48	44	8	25	5	38	16	5,5	M4	40
SS20	20	31	30	60	51	10	30	7,5	45	20	6,6	M5	70
SS30	30	42	42	84	70	12	44	10	64	28	9	M6	180
SS40	40	60	57	114	96	15	60	12	90	36	11	M8	420
SS50	50	70	63	126	120	18	74	13	100	40	14	M12	750



Модель	Ø d [мм]	L [мм]	T [мм]	F [мм]	B [мм]	G [мм]	H [мм]	S [мм]	ØS	J	Масса [г]
SSF12	12	47	13	7	36	25	28	5,5	M5	M4	20
SSF16	16	50	16	8	40	28	31	5,5	M5	M4	27
SSF20	20	60	20	8	48	34	37	7	M6	M5	40
SSF30	30	80	30	12	64	46	50	9	M8	M6	110
SSF40	40	102	40	16	80	56	67	12	M10	M10	510
SSF50	50	122	50	19	96	70	83	14	M12	M12	890

» ТЕХНИЧЕСКИЕ ИНСТРУКЦИИ

» Посадка втулки

Для нормального рабочего радиального зазора отверстие в корпусе должно быть выполнено с допуском H7.

При использовании корпуса с возможностью регулировки преднатяга, после установки втулки, зажимайте втулку, пока не почувствуете сопротивление при вращении втулки вокруг вала.

» Рабочие температуры

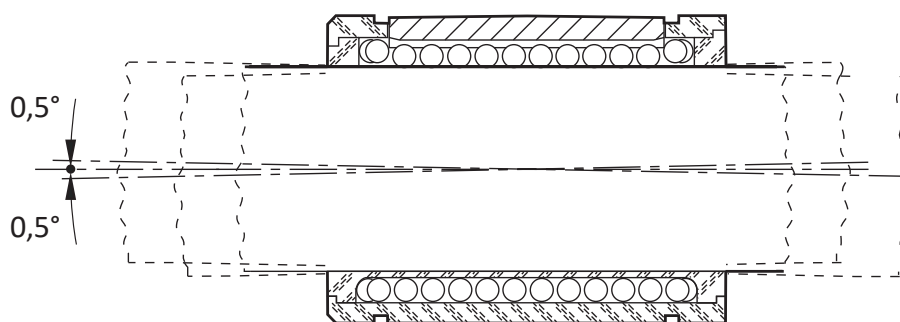
От -40 до +80 °С. При отрицательных температурах рекомендуется избегать обледенения.

» Трение

При условии надлежащей смазки и монтаже коэффициент трения составляет не более 0,004.

» Компенсация погрешности

Максимальное отклонение между осями вала и втулки составляет 0,5°.



» Смазка втулок

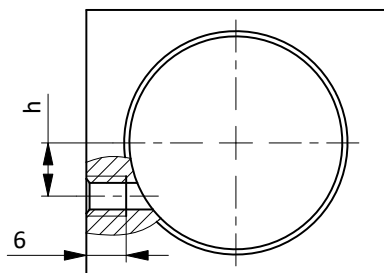
Для смазки втулок рекомендуем использовать консистентные смазки. В качестве смазочного материала мы рекомендуем использовать смазку EFELE SG-311 -60...+120 °С.

Первичная смазка втулки осуществляется перед установкой в отверстие и наносится на шарики внутри.

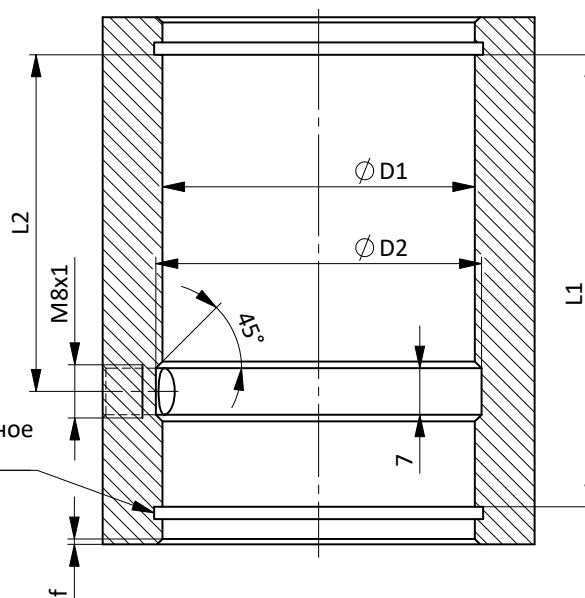
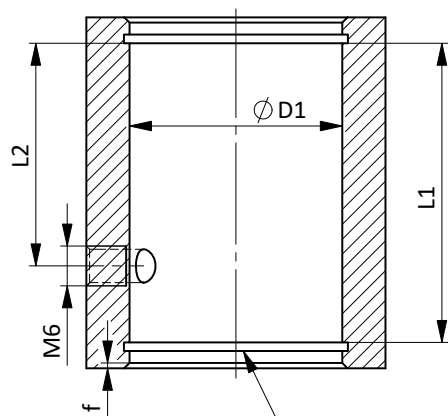
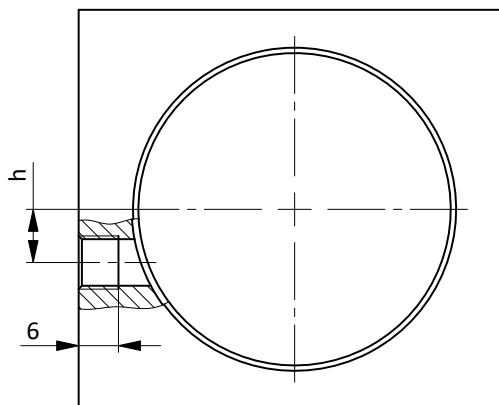
Для смазки втулок рекомендуется выполнить в ответном корпусе канавки под каждую втулку, согласно чертежу ниже. Так смазка, проходя по канавке, через зазоры между металлическими вставками и пластиковым корпусом будет попадать в канал рециркуляции шариков.

CYLINDRIC

Для втулок
C12-S-2W | C16-S-2W | C20-S-2W



Для втулок
C30-S-2W | C40-S-2W | C50-S-2W



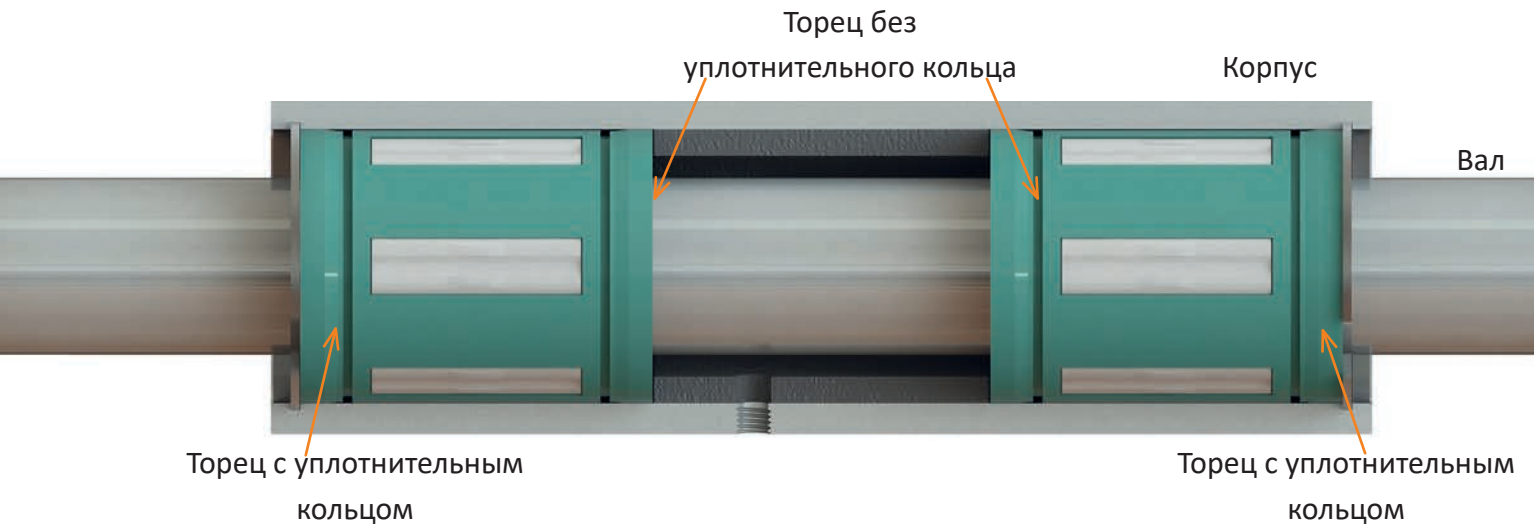
Канавка под стопорное кольцо DIN 472

Втулка	Размеры [мм]					
	D	L ₁	L ₂	D ₂	h	f
C12-S-2W	22	32	23,0		5	0,8X45°
C16-S-2W	26	36	26,1	—	6	
C20-S-2W	32	45	33,5		8	
C30-S-2W	47	68	50,6	49		1X45°
C40-S-2W	62	80	59,0	66		
C50-S-2W	75	100	77,1	79		

При проектировании корпуса проконтролируйте, чтобы выход смазочного канала был смещен относительно середины втулки.

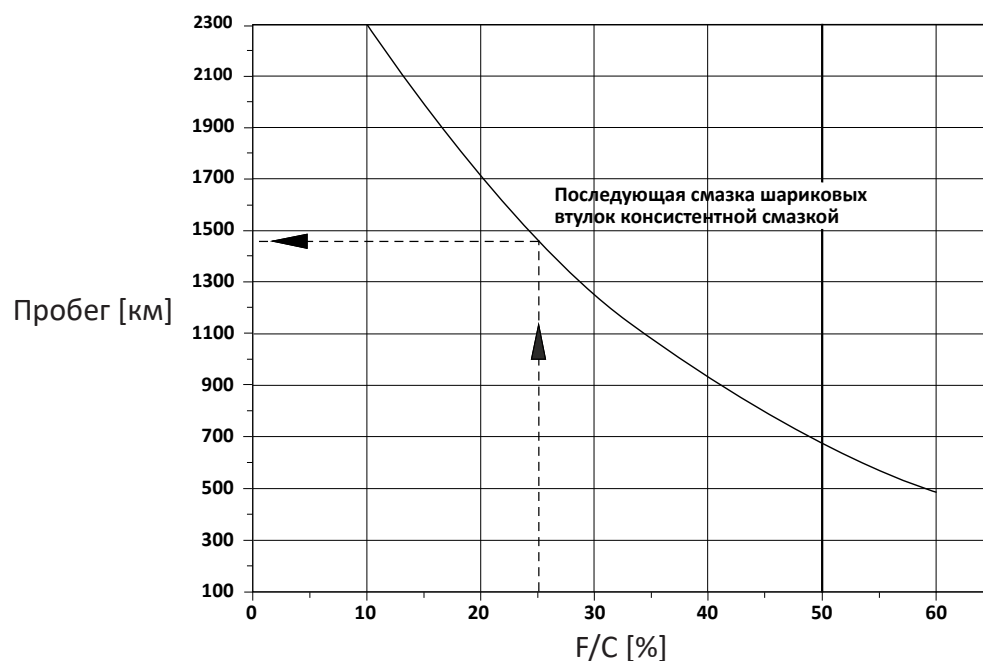
Альтернативным методом смазывания является нанесение смазки на цилиндрический вал с последующим проходом втулки по смазанному участку. Для увеличения эффективности данного метода можно удалить боковое уплотнение, сняв удерживающую его крышку с торца втулки.

Проконтролируйте защиту внутренних компонентов втулки от внешних загрязнений при удалении уплотнения.



Интервал между последующими смазками зависит от типоразмера втулки и условий применения. Например, для втулки под нагрузкой $\approx 25\%$ от допустимой динамической нагрузки ($F/C = 0,25$) последующая смазка должна производиться после пробега 1450 км.

Представленный ниже график показывает ориентировочную периодичность последующих смазок. Приведенные значения предполагают тщательную смазку в начале эксплуатации и регулярную проверку состояния смазки. При высоких скоростях, нагрузках и небольшом ходе требуется сократить интервалы между смазками.



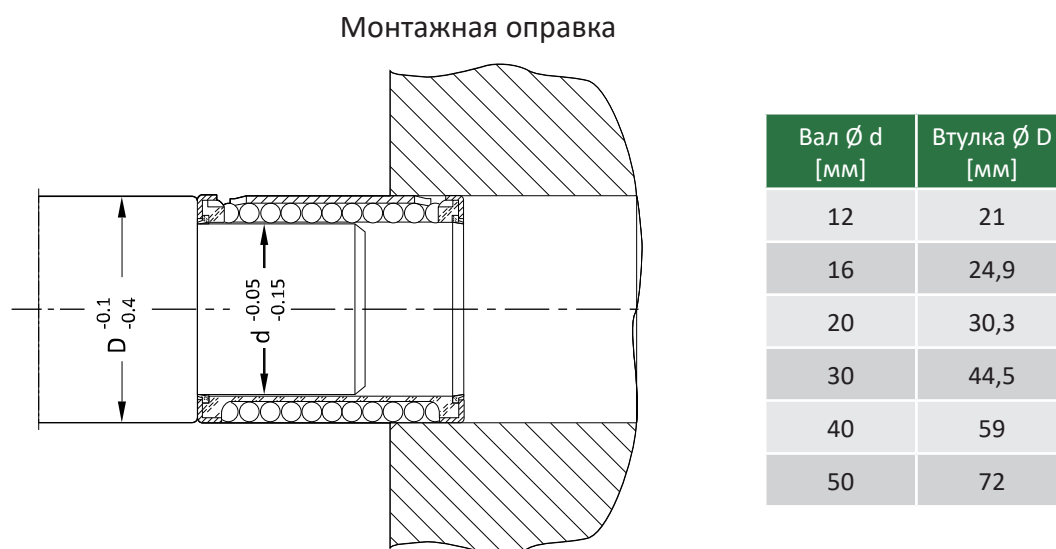
» Рекомендации по монтажу

В системах линейного перемещения с одним валом необходимо использовать две шариковые втулки. В устройствах с двумя валами, по крайней мере, один из валов должен быть установлен с двумя шариковыми втулками.

Для предотвращения искривления, которое может увеличить трение при работе и тем самым привести к сокращению срока службы устройства, особое внимание должно уделяться установке точного расстояния между валами и параллельности обоих валов с соответствующими шариковыми втулками.

Для запрессовки втулок используйте монтажную оправку согласно чертежу в ниже.

Отверстие под втулку должно иметь фаску $0,8 \times 45^\circ$. Сначала втулка запрессовывается в корпус, затем вал вставляется во втулку.



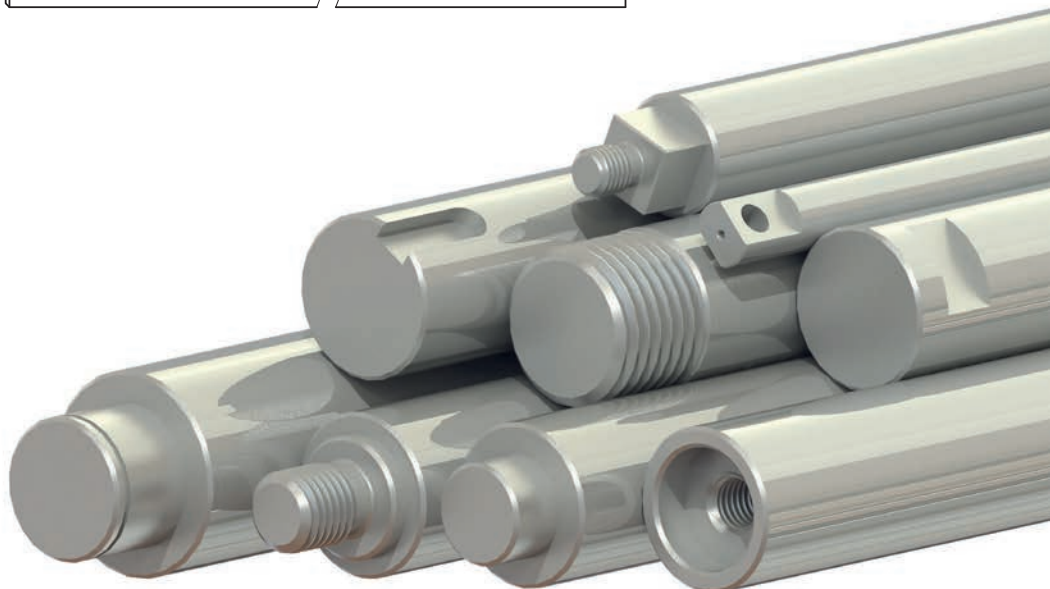
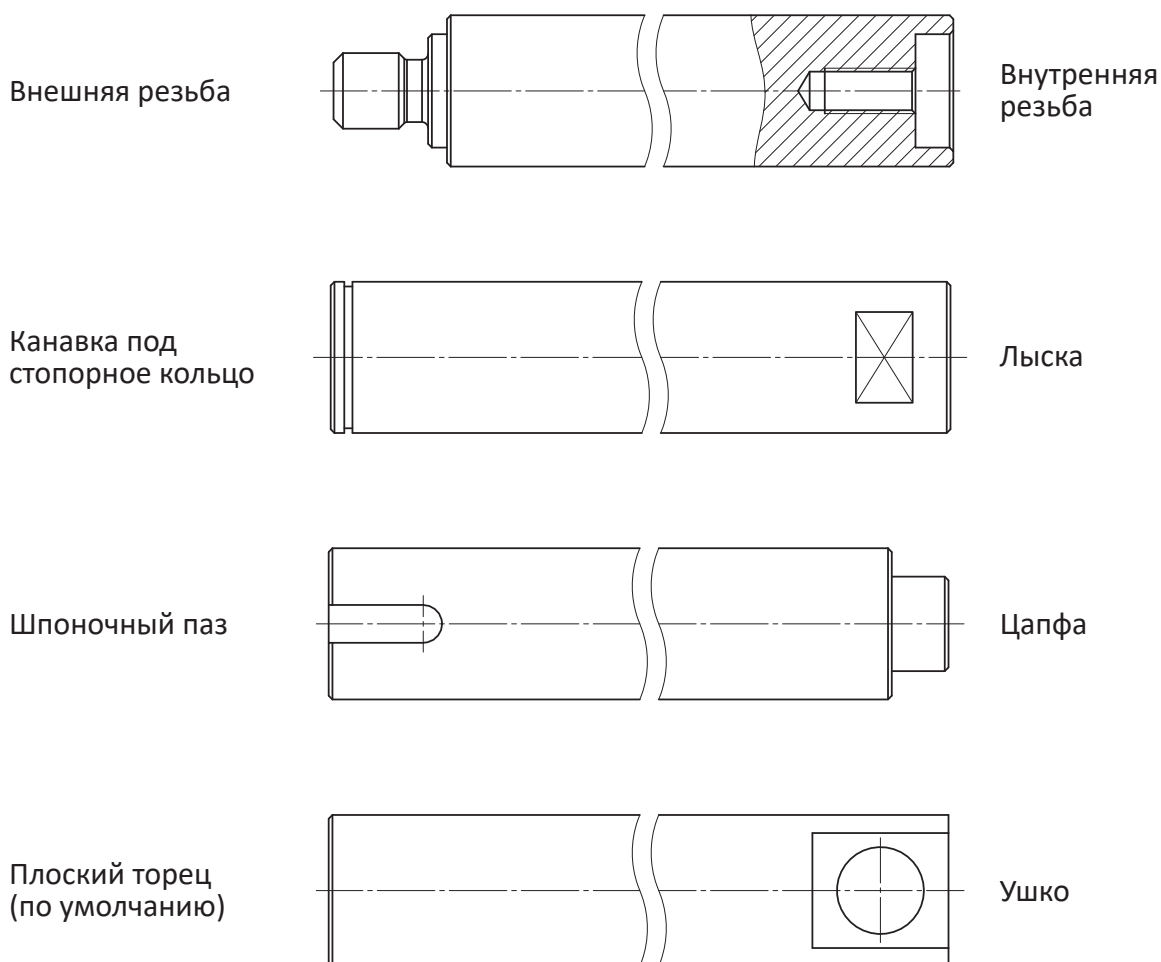
Для фиксации втулки в корпусе используются стопорные кольца по DIN 471 и DIN 472. Ниже представлена таблица с наименованием колец в зависимости от типоразмера втулки.

Втулка	Внешнее кольцо	Внутреннее кольцо
C12-S-2W	DIN 471 22×1,2	DIN 472 22×1
C16-S-2W	DIN 471 26×1,2	DIN 472 26×1,2
C20-S-2W	DIN 471 32×1,5	DIN 472 32×1,2
C30-S-2W	DIN 471 48×1,75	DIN 472 47×1,75
C40-S-2W	DIN 471 62×2	DIN 472 62×2
C50-S-2W	DIN 471 75×2,5	DIN 472 75×2,5

» Обработка валов

Поверхность вала подвергается индукционной закалке на глубину от 0,8 до 2,5 мм в зависимости от диаметра вала. В дополнение к закалке рабочая поверхность валов покрыта слоем твердого хрома для обеспечения антикоррозионной защиты. Толщина покрытия ≈ 10 мкм, твердость 58-60 HRC, шероховатость Ra 0,4.

Если требуется нестандартная механическая обработка валов, мы можем изготовить специальное исполнение вала. Их можно резать на отрезки любой длины, а также производить обработку торцов с целью получения цапф, наружной или внутренней резьбы, зенковки, пазов, лысок и пр.



» Прогиб вала

Если отклонение между осями вала и втулки не превышает $0,5^\circ$, то для шариковых втулок не будет наблюдаться снижение допустимой нагрузки и сокращения срока службы. Превышение допустимого отклонения приведет к уменьшению статической грузоподъемности втулки до $0,4 \times C_0$. Тангенс максимального отклонения между осями вала и втулки $\tan(0,5^\circ) = 0,0087$.

Для упрощения расчетов прогиба и отклонения осей предлагаем использовать формулы из таблицы ниже, в которой указаны наиболее характерные режимы нагрузки вала.

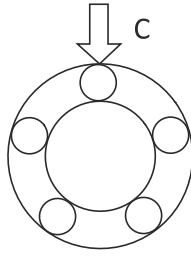
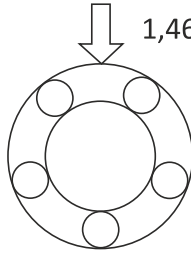
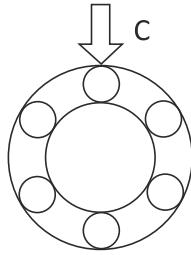
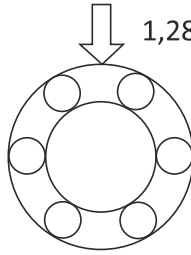
№	Расчетная схема	Прогиб	Отклонение осей
1		$f = \frac{Fa^3}{6EJ} \left(2 - \frac{3a}{L} \right)$ $f_{max} = \frac{Fa^2}{24EJ} (3L - 4a)$	$\tan(\alpha_{x=a}) = \frac{Fa^2 b}{2EJL}$
2		$f = \frac{FLa^2}{2EJ} \left(1 - \frac{4a}{3L} \right)$ $f_{max} = \frac{FL^2 a}{8EJ} \left(1 - \frac{4a^2}{3L^2} \right)$	$\tan(\alpha_{x=a}) = \frac{Fab}{2EJ}$
3		$f = \frac{Fa^3 b^3}{3EJL^3}$ $f_{max} = \frac{2Fa^3 b^2}{3EJL^2} \left(\frac{L}{L+2a} \right)^2$	$\tan(\alpha_{x=b}) = \frac{Fa^2 b^2}{2EJL^2} \left(1 - \frac{2b}{L} \right)$
4		$f = \frac{Fa^2 b^2}{3EJL}$ $f_{max} = \frac{Fa^2 b^2}{3EJL} \times \frac{L+b}{3b} \sqrt{\frac{L+b}{3a}}$	$\tan(\alpha_{x=b}) = \frac{Fa}{6EJL} (3b^2 - L^2 + a^2)$
5		$f = \frac{5FL^3}{384EJ}$	$\tan(\alpha) = \frac{FL^2}{24EJ}$

Значения EJ и масса валов

Вал d [мм]	EJ [Н × мм ²]	Масса [кг/м]
12	$2,14 \times 10^8$	0,88
16	$6,76 \times 10^8$	1,57
20	$1,65 \times 10^9$	2,45
30	$8,35 \times 10^9$	5,51
40	$2,64 \times 10^{10}$	9,80
50	$6,44 \times 10^{10}$	15,32

» Расположение втулки

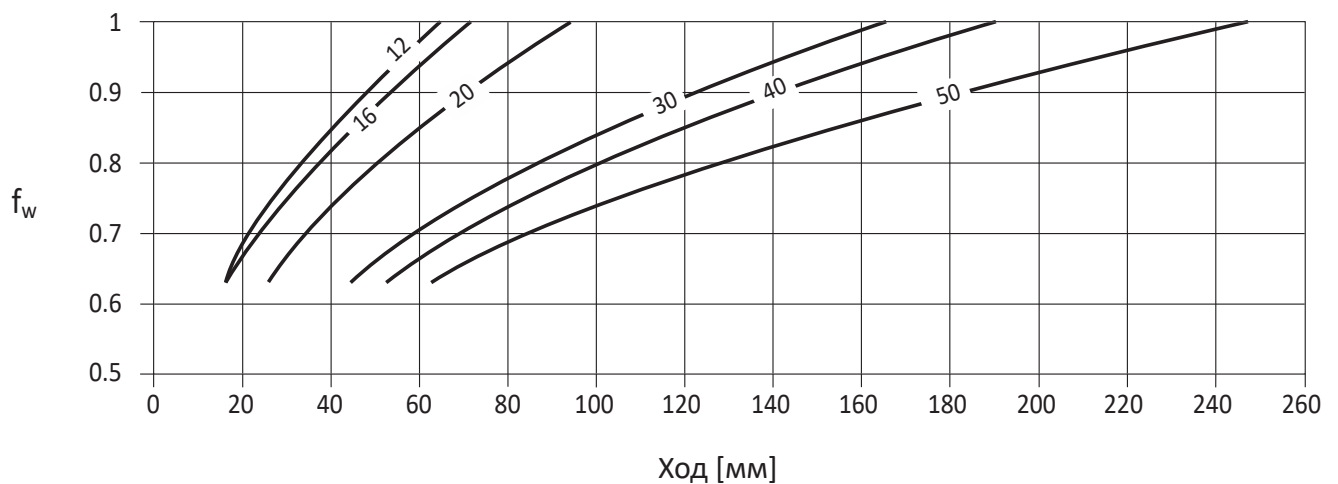
Значения статической грузоподъемности (стр. 82) приведены для установки втулки в положении MIN и их следует использовать в качестве основных значений для расчетов. В случаях, когда точно известно направление нагрузки и втулку можно сориентировать относительно нее, статическая грузоподъемность втулки увеличивается согласно таблице ниже.

№	Расположение втулки	
	MIN	MAX
C12-S-2W C16-S-2W		
C20-S-2W C30-S-2W C40-S-2W C50-S-2W		

» Уменьшение допустимых нагрузок при коротком ходе

При коротком ходе срок службы валов оказывается меньше долговечности втулок.

Поэтому указанные в таблицах значения динамической грузоподъемности C следует умножать на уменьшающий коэффициент f_w .



» Статическая нагрузка

Указанные в каталоге значения радиальной статической грузоподъемности C_{0grad} указаны как максимальные значения нагрузки. Превышение этих значений окажет негативный эффект на качество работы втулки. Для проверки статической нагрузки втулки используется коэффициент запаса S , значения которого описаны в таблице ниже.

Условия эксплуатации	Коэффициент запаса S
Отсутствие ударов и вибрации, плавный ход, высокая точность сборки, отсутствие упругой деформации, скорость до 0,25 м/с	1 – 1,5
Нормальные рабочие условия, скорость до 1 м/с	1,5 – 2
Удары и вибрация, высокая динамика, значительная упругая деформация, скорость до 2 м/с	2 – 3,5

Следующая формула используется для оценки коэффициента S :

$$\frac{C_0}{P} \geq S$$

где C_0 — статическая грузоподъемность [Н], P — радиальная нагрузка [Н].

» Расчет срока эксплуатации

Срок службы втулок рассчитывается с из динамической грузоподъемности C , нагрузки P и дополнительных факторов, учитывающие условия применения. Во время эксплуатации втулки могут подвергаться вибрациям и ударам, а также колебаниям нагрузки, которые трудно обнаружить. Кроме того, твердость дорожек качения, рабочая температура и расположение втулок непосредственно друг за другом оказывают решающее влияние на срок службы.

С учетом этих факторов номинальный срок службы может быть рассчитан по следующей формуле:

$$L_{км} = 50 \left(\frac{C}{P} \times \frac{f_c}{f_w} \right)^3$$

где $L_{км}$ — номинальный срок службы [км],

C — динамическая грузоподъемность [Н],

P — радиальная нагрузка [Н],

f_c — коэффициент контакта,

f_w — коэффициент условий эксплуатации.

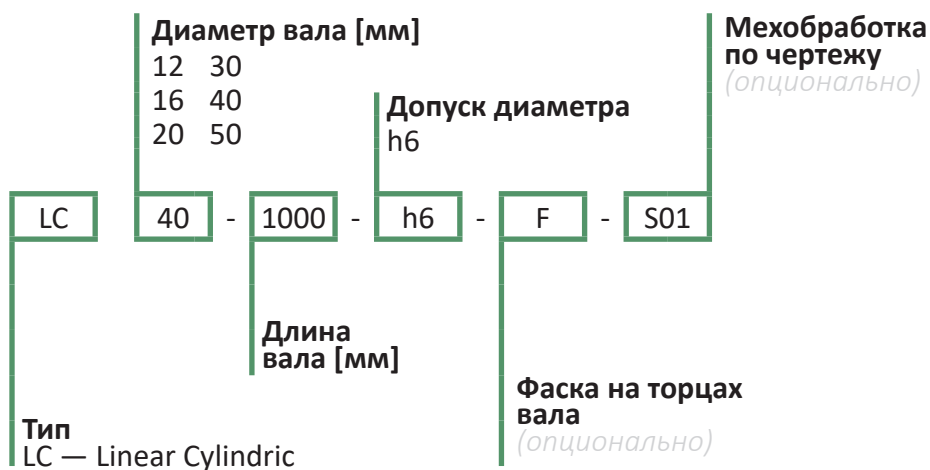
Вибрации/удары	Скорость	f_w
незначительные	$v \leq 0,25$ м/с	1 – 1,2
низкие	$0,25 < v \leq 1$ м/с	1,2 – 1,5
средние	$1 < v \leq 2$ м/с	1,5 – 2
высокие	$v > 2$ м/с	2 – 3,5

Кол-во втулок на валу	f_c
1	1
2	0,81
3	0,72
4	0,66
5	0,61

➤ КОД ЗАКАЗА

Код специального исполнения S... согласовывается с конструкторским отделом.

» Вал



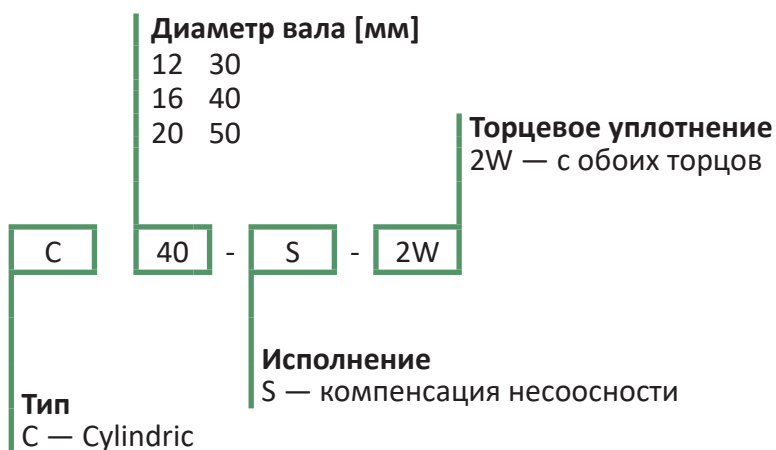
Примеры кода заказа:

LC12-1000-h6

LC16-560-h6-S01

LC30-1750-h6-F

» Втулка



Примеры кода заказа:

C40-S-2W

C30-S-2W