

ПОДШИПНИКИ ДЛЯ
ПРОМЫШЛЕННЫХ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ
+



ПОДШИПНИКИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ

Электродвигатели встречаются во всех отраслях промышленности. Зарекомендовавшие себя подшипники NSK несут нагрузки и поддерживают плавное и бесшумное движение вращающихся элементов двигателя.

Наша первоочередная задача – создавать решения, способствующие защите окружающей среды. Для этого мы фокусируем внимание на трибологии, чтобы создавать технологии, способные сократить энергозатраты и увеличить срок службы.

Мы отвечаем тенденциям электроэнергетики, предлагая высокоэффективные подшипники с низкими энергопотерями, высокой надежностью и продолжительным сроком службы.

В данном каталоге подробно описываются подшипники NSK для промышленных электродвигателей, в том числе изделия с низким крутящим моментом, увеличенным сроком службы и низким тепловыделением.



ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

СОДЕРЖАНИЕ

- 4 Решения NSK для промышленных электродвигателей
- 6 Подшипники для серводвигателей
- 10 Подшипники для двигателей с высоким КПД
- 12 Подшипники для инверторных двигателей
- 14 Подшипники для электродвигателей транспортных средств

Дополнительные возможности

- 16 Подшипники с пластиковыми сепараторами
- 18 Подшипники с керамическими шариками
- 20 Устойчивые к проскальзыванию подшипники
- 22 Серия NSKHPS с высокими эксплуатационными характеристиками
Радиальные шариковые подшипники
- 25 Серия NSKHPS с высокими эксплуатационными характеристиками
Цилиндрические роликовые подшипники

Технические данные

- 28 Шум и вибрация подшипников
- 30 Консистентная смазка для электродвигателей и расчет ее срока службы
- 31 Радиальный внутренний зазор
- 32 Примеры повреждений подшипников в электродвигателях

Решения NSK для промышленных электродвигателей

	Проблемы / требования	Ответ NSK	Наружное / внутреннее кольцо	
			Изолированные подшипники с керамическим покрытием	Устойчивые к проскальзыванию подшипники
			Стр. 12–13	Стр. 20–21
Серводвигатели Стр. 6–9	Ошибка энкодера и проскальзывание при торможении	Подшипники с низким уровнем образования частиц		
	Увеличенные интервалы ТО	Более продолжительный срок службы до заедания		
	Повышенная надежность в сложных условиях эксплуатации	Повышенное сопротивление фреттинг-коррозии		○
Двигатели с высоким КПД Стр. 10–11	Снижение потерь на двигателе	Пониженное сопротивление вращению		
	Увеличенные интервалы ТО	Более продолжительный срок службы до заедания		
	Вибрационные и неравномерные нагрузки	Повышенное сопротивление проскальзыванию		○
Инверторные двигатели Стр. 12–13	Электрическая эрозия Эксплуатация без ТО	Подшипники как изолятор	●	
Электродвигатели транспортных средств Стр. 14–15	Высокая скорость вращения	Более продолжительный срок службы до заедания		
	Увеличенные интервалы ТО	Более продолжительный срок службы до заедания		
	Высокая скорость вращения и неравномерные нагрузки	Повышенное сопротивление проскальзыванию		○

Компоненты подшипников

Шарики		Сепаратор		Уплотнение	Консистентная смазка		
Керамические шарики	Устойчивые к заеданию шарики из термообработанной стали	Пластиковые сепараторы для электродвигателей транспортных средств	Пластиковые сепараторы	Уплотнения DW	EA7	LGU	EA9
Стр. 18–19	Стр. 14–15	Стр. 14–15	Стр. 16–17	Стр. 8–9	Стр. 6	Стр. 7	Стр. 10–11
				●		●	
○			○		●		
○					●		
			○				●
○			○				●
○							
○	●	●					
○	●	●					●

● :Рекомендуется ○ :Опция



Высокая надежность Консистентная смазка EA7 для серводвигателей

При работе станков, роботов и транспортировочного оборудования требуются серводвигатели для обеспечения устойчивости к циклическим операциям пуска/останова/реверса в сложных условиях микровибраций, вызываемых незначительными ошибками позиционирования при сервоблокировке.

Такие условия могут приводить к недостаточности масляной пленки на поверхности дорожки качения подшипника, что приводит к фреттинг-коррозии. Для решения данной проблемы NSK разработала консистентную смазку EA7, отличающуюся превосходной устойчивостью к фреттинг-коррозии, продолжительным сроком службы и повышенной надежностью.

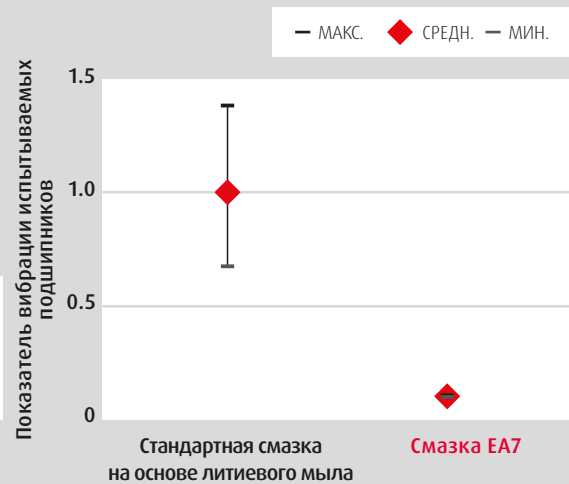
Особенности

Повышенная надежность в сложных условиях эксплуатации

Консистентная смазка EA7 улучшает устойчивость к фреттинг-коррозии в условиях микровибраций, снижая уровень вибрации и обеспечивая более продолжительный срок службы подшипника.

Фреттинг-коррозия: износ вследствие многократного скольжения одной поверхности по другой. Такой вид повреждений возникает при воздействии на подшипники вибраций или колебаний во время остановки, приводящих к недостаточности масляной пленки.

Испытываемые подшипники: $\varnothing 8 \times \varnothing 22 \times 7$
Преднагн: 49 N
Угол колебаний: $1^\circ (\pm 0.5^\circ)$
Частота колебаний: 30 Hz
Колебания: 5 000 000



Увеличенные интервалы ТО

Заполненные смазкой EA7 подшипники отличаются значительно более продолжительным сроком службы, чем подшипники со стандартной консистентной смазкой на основе литиевого мыла.

Испытываемые подшипники: $\varnothing 25 \times \varnothing 62 \times 17$
Скорость вращения: 10 000 min⁻¹
Температура: 140 °C



ДАННЫЕ

Пример обозначения подшипника

6203 T1XL VV CM EA7

Смазка EA7
Радиальный зазор
Уплотнение / защитная шайба
Сепаратор
Базовое обозначение



Низкий уровень образования частиц Консистентная смазка LGU для серводвигателей

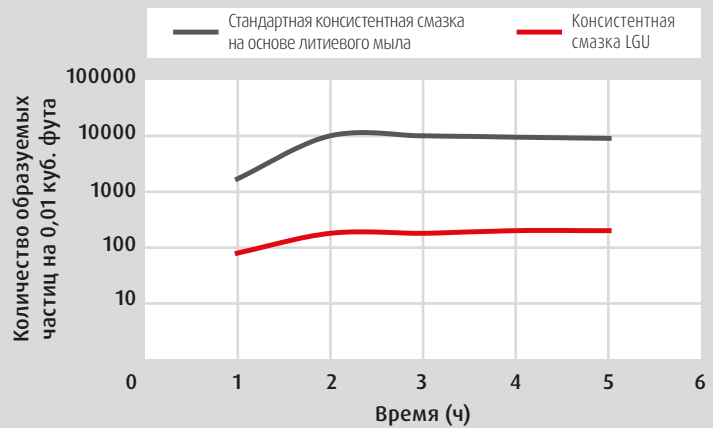
Консистентная смазка LGU отличается оптимизированным составом без содержания серы и металлов. Это значительно сокращает образование частиц, помогая предотвратить загрязнение энкодера и проскальзывание при торможении.

Особенности

Меньшее загрязнение энкодера и проскальзывание при торможении

Образование частиц консистентной смазки LGU почти на 90% меньше, чем у стандартной консистентной смазки на основе литиевого мыла.

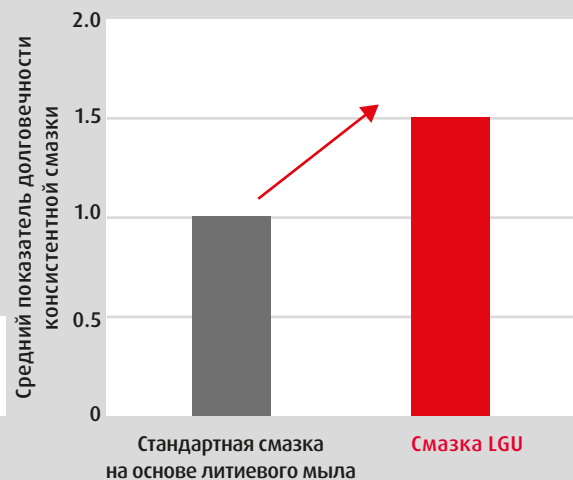
Испытываемые подшипники: $\varnothing 8 \times \varnothing 22 \times 7$
 Заполнение смазкой: небольшое количество (L)
 Скорость вращения: 1800 min^{-1}
 Размер частиц: более $0,1 \text{ мкм}$



Более продолжительные интервалы ТО

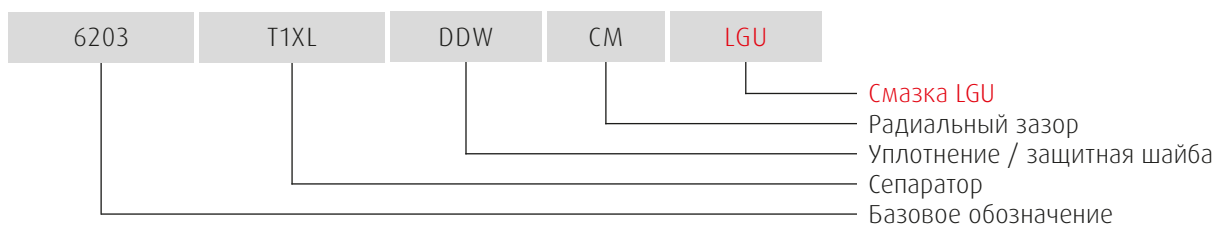
Срок службы смазки LGU в подшипниках в 1,5 раза дольше, чем стандартной консистентной смазки на основе литиевого мыла.

Испытываемые подшипники: $\varnothing 25 \times \varnothing 62 \times 17$
 Скорость вращения: $10\,000 \text{ min}^{-1}$
 Температура: $140 \text{ }^\circ\text{C}$



ДААННЫЕ

Пример обозначения подшипника





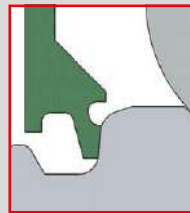
Низкий уровень образования частиц Уплотнение DW для серводвигателей

Уплотнения DW с легким контактом отличаются оптимизированной конструкцией кромки уплотнения, которая предотвращает вытекание консистентной смазки из подшипника и обеспечивает низкий крутящий момент. Это помогает предотвратить загрязнение энкодера и проскальзывание при торможении в серводвигателях.

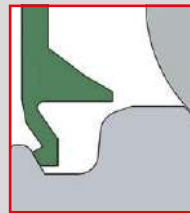
Особенности

Уплотнение с легким контактом

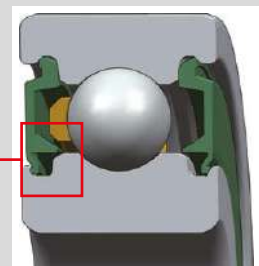
Специальная конструкция кромки уплотнения снижает давление кромки, что обеспечивает низкий крутящий момент. Основная кромка снаружи соприкасается со скошенной частью канавки для уплотнения внутреннего кольца. Это предотвращает раскрытие уплотнения из-за внутреннего давления и вытекание консистентной смазки.



Уплотнение DDU
(для сравнения)



Уплотнение
DDW



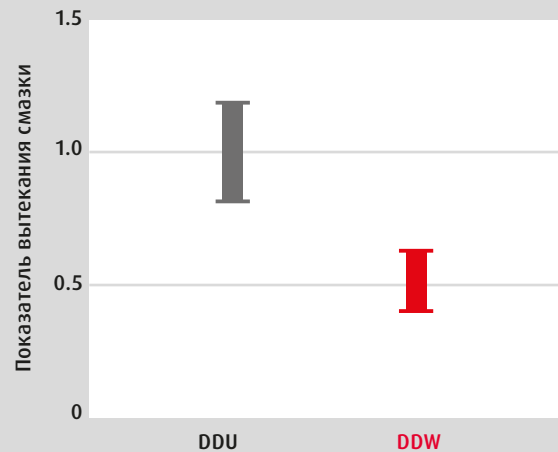
Подшипник
с уплотнением DDW

1

Меньшее загрязнение энкодера и проскальзывание при торможении

Уплотнения DW сокращают до минимума вытекание смазки.

Испытываемые подшипники: $\varnothing 17 \times \varnothing 26 \times 5$
Скорость вращения: $10\,000\text{ min}^{-1}$
Температура: $50\text{ }^\circ\text{C}$
Время: 50 ч

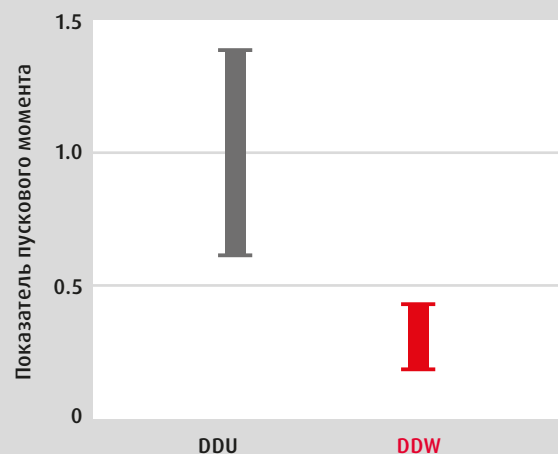


2

Пониженное энергопотребление

Уплотнения DW значительно сокращают пусковой момент по сравнению с уплотнениями DU.

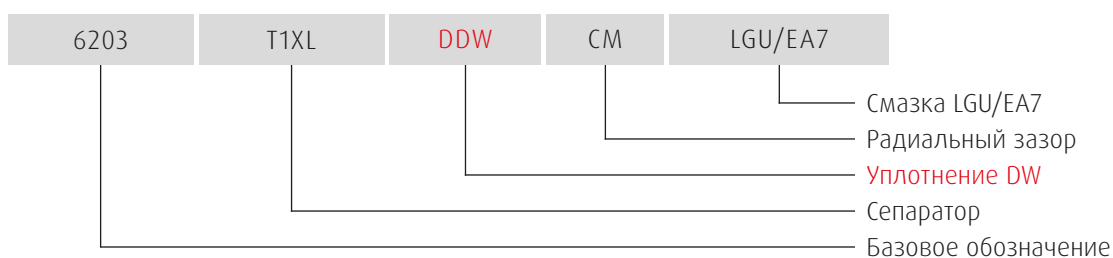
Испытываемые подшипники: $\varnothing 17 \times \varnothing 40 \times 12$
Температура: $25\text{ }^\circ\text{C}$



3

ДАННЫЕ

Пример обозначения подшипника



Обозначение	Габаритные размеры (мм)		
	Диам. отверстия	Наруж. диам.	Ширина
6000	10	26	8
6200		30	9
6300		35	11
6001	12	28	8
6201		32	10
6301		37	12
6002	15	32	9
6202		35	11
6302		42	13
6003	17	35	10
6203		40	12
6303		47	14
6004	20	42	12
6204		47	14
6304		52	15
6005	25	47	12
6205		52	15
6305		62	17

Обозначение	Габаритные размеры (мм)		
	Диам. отверстия	Наруж. диам.	Ширина
6006	30	55	13
6206		62	16
6306		72	19
6007	35	62	14
6207		72	17
6307		80	21
6008	40	68	15
6208		80	18
6308		90	23
6209	45	85	19
6309		100	25
6010	50	80	16
6210		90	20
6310		110	27
6311	55	120	29



Подшипники с низким крутящим моментом и продолжительным сроком службы для электродвигателей с высоким КПД

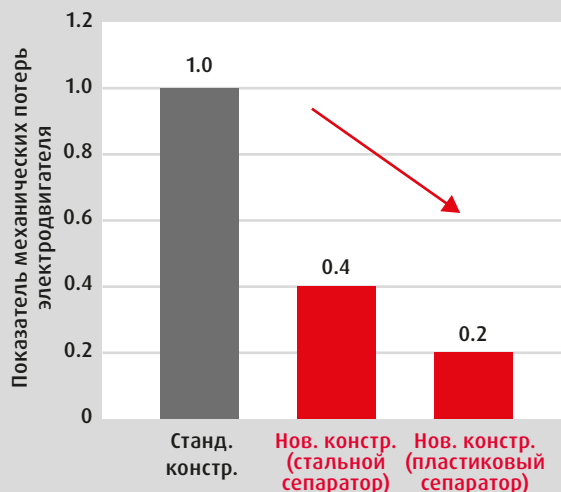
NSK оптимизировала тип смазки и объем заполнения, усилие сдвига и сопротивление смещению при вращении подшипника не только для достижения низкого крутящего момента и продолжительного срока службы, но и для экономии энергии. Применение пластикового сепаратора позволяет дополнительно уменьшить крутящий момент и увеличить срок службы.

Особенности

1. Повышают КПД двигателя

Новые конструкции стальных сепараторов обеспечивают на 60% меньше механических потерь, чем стандартные изделия. Для еще большего снижения механических потерь можно использовать новые пластиковые сепараторы, которые позволяют сократить потери до 80%.

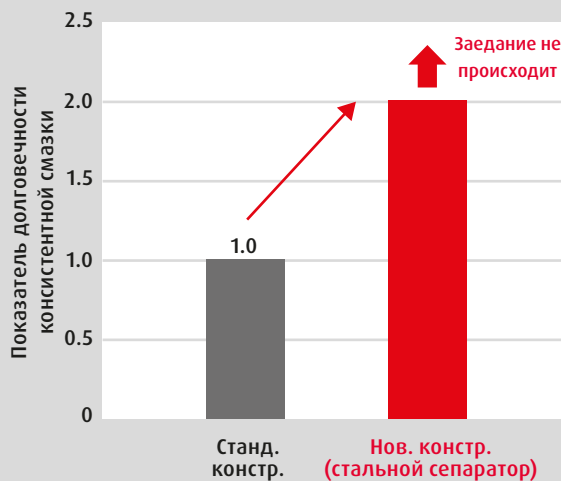
Двигатель: 7,5 кВт, 2 полюса, 200 В, 50 Гц
Температура: 25 °С



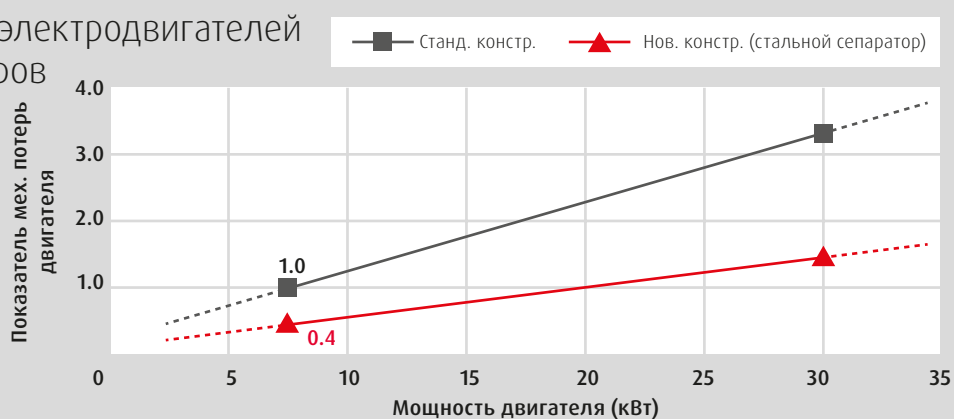
2. Увеличенные интервалы ТО двигателя

При использовании новой консистентной смазки EA9 срок службы до заедания увеличивается более чем в 2 раза, что повышает надежность.

Испытываемые подшипники: $\varnothing 25 \times \varnothing 62 \times 17$
Скорость вращения: 10 000 мин⁻¹
Температура: 140 °С

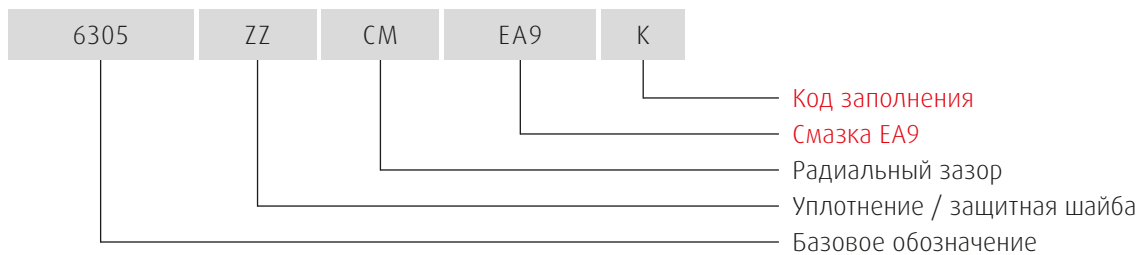


3. Эффективны для электродвигателей различных размеров



ДАННЫЕ

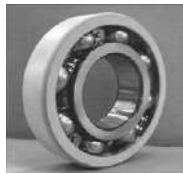
Пример обозначения подшипника



Обозначение	Габаритные размеры (мм)			Код заполнения смазки
	Диам. отверстия	Наруж. диам.	Ширина	
6200	10	26	8	K
6300		35	11	K
6201	12	32	10	K
6301		37	12	K
6202	15	35	11	K
6302		42	13	K
6203	17	40	12	K
6303		47	14	K
6204	20	47	14	K
6304		52	15	K
6205	25	52	15	K
6305		62	17	K
6206	30	62	16	K
6306		72	19	K
6207	35	72	17	K
6307		80	21	K
6208	40	80	18	K
6308		90	23	K

Обозначение	Габаритные размеры (мм)			Код заполнения смазки
	Диам. отверстия	Наруж. диам.	Ширина	
6209	45	85	19	L
6309		100	25	L
6210	50	90	20	L
6310		110	27	L
6211	55	100	21	L
6311		120	29	L
6212	60	110	22	L
6312		130	31	L
6213	65	120	23	L
6313		140	33	L
6214	70	125	24	L
6314		150	35	L
6215	75	130	25	L
6315		160	37	L
6216	80	140	26	L
6316		170	39	L

*Код заполнения указывает на то, какой объем смазки следует вносить в подшипник, и возрастает в порядке K, L, S. Для моделей с низким крутящим моментом рекомендуется заполнение K или L.



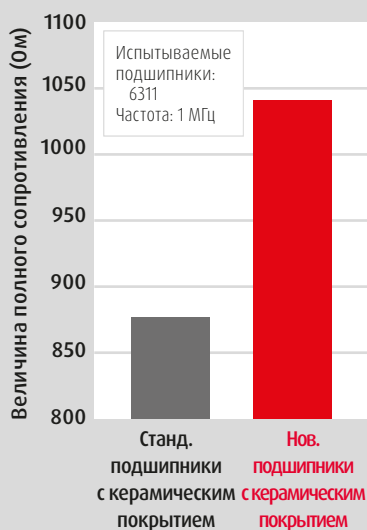
Изолированные подшипники с керамическим покрытием для инверторных двигателей

Благодаря нанесенному на наружное кольцо покрытию из изолирующего керамического материала электрический ток не может проходить через подшипник и вызывать электрическую эрозию.

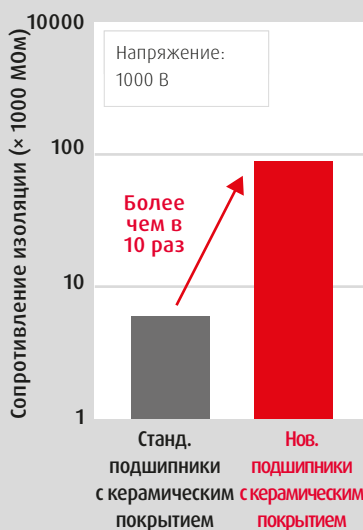
Особенности

Решение проблемы электрической эрозии в крупных электродвигателях

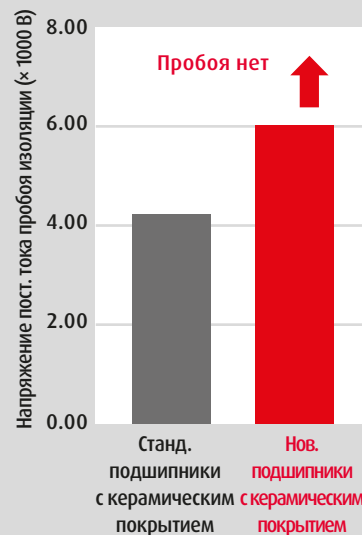
Нам удалось усовершенствовать керамическое покрытие, чтобы многократно повысить изолирующие характеристики по сравнению со стандартными подшипниками с керамическим покрытием.



Сопротивление изоляции перем. току



Сопротивление изоляции пост. току



Напряжение пробоя изоляции

Удобство в обращении и монтаже

Благодаря оптимизированным характеристикам ударопрочность новых подшипников с керамическим покрытием в 3 раза выше, чем у стандартных изделий.



Результаты испытания механической прочности на ударопрочность керамического покрытия (поверхность)

*Сила, действующая на поверхность покрытия.

Сокращение случаев преждевременного отказа электродвигателя из-за выделения тепла подшипником

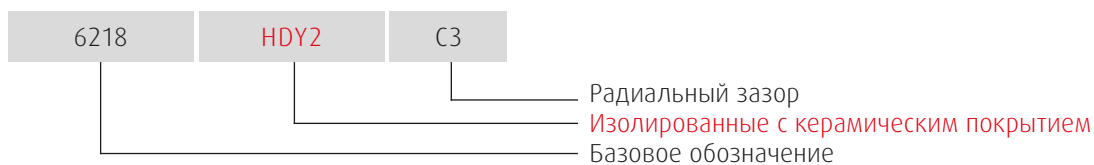
Наше оптимизированное керамическое покрытие более эффективно рассеивает тепло.



Результаты испытания по рассеиванию тепла

ДААННЫЕ

Пример обозначения подшипника



Обозначение	Габаритные размеры (мм)		
	Диам. отверстия	Наруж. диам.	Ширина
6312	60	130	31
6313	65	140	33
6215	75	130	25
6315		160	37
6216	80	140	26
6316		170	39
6217	85	150	28
6317		180	41

•Перечисленные подшипники предлагаются как стандартные открытые подшипники с зазором C3.

Обозначение	Габаритные размеры (мм)		
	Диам. отверстия	Наруж. диам.	Ширина
6218	90	160	30
6318		190	43
6219	95	170	32
6319		200	45
6220	100	180	41
6320		215	47
6322	110	240	50
6224	120	215	40
6226	130	230	40

•Обращайтесь с керамическими подшипниками так же аккуратно, как и со стандартными подшипниками.

•Избегайте сильных ударов по наружному кольцу при монтаже подшипника с использованием молотка или аналогичных инструментов. Чрезмерные ударные нагрузки могут привести к разрушению или растрескиванию керамического покрытия и/или образованию царапин на дорожке качения. Поврежденные подшипники не подлежат использованию.



Подшипники для электродвигателей транспортных средств (ТС)

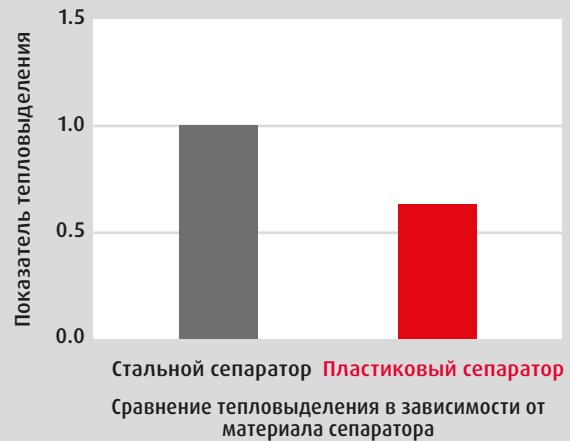
Подшипники NSK улучшают работу электродвигателей ТС при высокоскоростном вращении благодаря использованию пластикового сепаратора, специализированной консистентной смазки и шариков из термообработанной стали, устойчивых к заеданию.

Особенности

1 Пластиковый сепаратор для высокой скорости вращения

В современных условиях применения подшипники подвергаются воздействию высоких температур и скоростей. Поэтому наши пластиковые сепараторы отличаются превосходной теплостойкостью. Также мы исследовали вопрос прочности сепаратора, используя проверенные технологии анализа для оптимизации его формы.

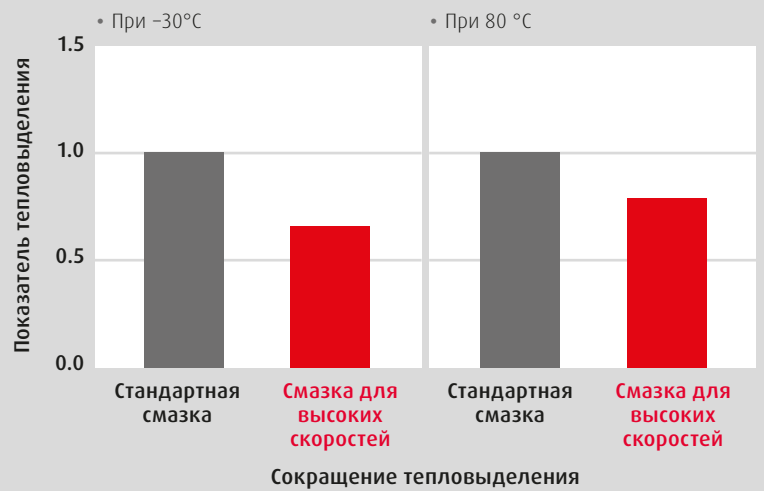
Испытываемые подшипники: $\varnothing 20 \times \varnothing 47 \times 14$
Скорость вращения: 3000 мин⁻¹



2 Консистентная смазка для высокой скорости вращения

Подбирая разные типы загустителя консистентной смазки, нам удалось сократить выделение тепла подшипником в широком температурном диапазоне.

Испытываемые подшипники: $\varnothing 35 \times \varnothing 62 \times 14$
Скорость вращения: 3000 мин⁻¹



3 Устойчивые к заеданию шарики из термообработанной стали для высоких скоростей вращения

Стальные шарики с твердым нитридным слоем на поверхности повышают устойчивость к заеданию.

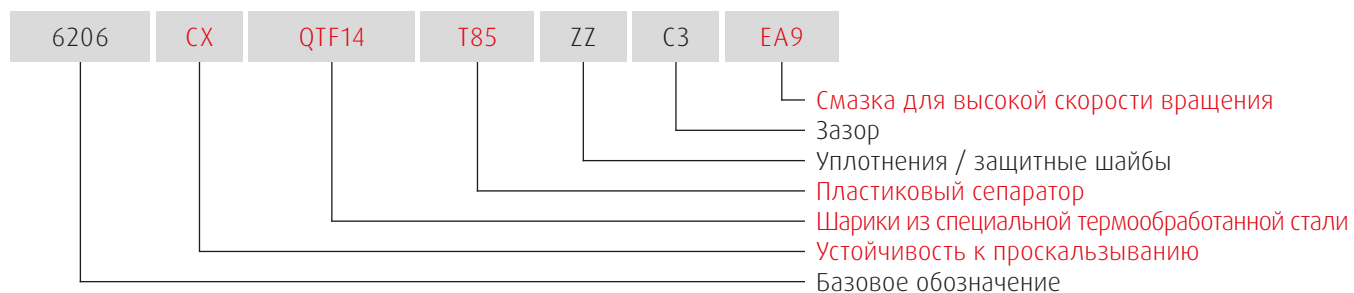


Различия в структуре поверхности шарика



ДАННЫЕ

Пример обозначения подшипника



Обозначение	Габаритные размеры (мм)			Предельные скорости (мин ⁻¹)		Констр. с устойчивыми к заеданию термообработ. шариками
	Диам. отверстия	Наруж. диам.	Ширина	n	n' (констр. с устойчивыми к заеданию термообработ. шариками)	
6005	25	47	12	19000	20000	QTF14
6205		52	15	16000	18000	QTF14
6006	30	55	13	16000	18000	QTF14
6206		62	16	14000	15000	QTF14
6007	35	62	14	14000	15000	QTF14
6207		72	17	12000	13000	QTF14
6008	40	68	15	13000	14000	QTF14
6208		80	18	11000	—	—
6009	45	75	16	12000	13000	QTF14
6209		85	19	10000	11000	QTF14
6010	50	80	16	11000	12000	QTF14
6210		90	20	9000	10000	QTF14
6011	55	90	18	9500	10000	QTF14

*Для пластиковых сепараторов подшипников электродвигателей ТС используется T85 (полиамид 4,6).

*За информацией о подшипниках, применяемых в редукторах, пожалуйста, обращайтесь в NSK.



Подшипники с пластиковыми сепараторами

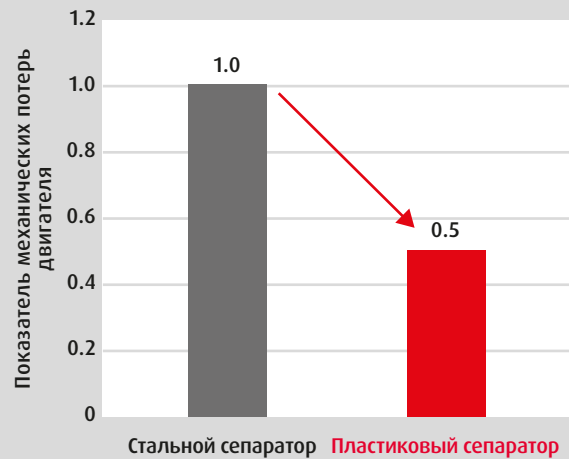
Пластиковые сепараторы легче стальных, имеют превосходные самосмазочные характеристики и низкий коэффициент трения. Поэтому они выделяют мало тепла и отлично подходят для эксплуатации при высоких скоростях вращения. Кроме того, поскольку для них требуется меньше консистентной смазки, они эффективно снижают крутящий момент и загрязнение подшипника.

Особенности

1 Снижение энергозатрат электродвигателя

Пластиковые сепараторы позволяют уменьшить механические потери в электродвигателях более чем на 50% по сравнению со стальными сепараторами.

Двигатель: 5 кВт, 2 полюса, 200 В, 50 Гц
Температура: 25 °С



2 Увеличенные интервалы ТО двигателя

Пластиковые сепараторы значительно повышают срок службы подшипников при эксплуатации на высоких скоростях.

Испытываемые подшипники: $\varnothing 35 \times \varnothing 15 \times 11$
Скорость вращения: 20 000 мин⁻¹
Температура: 120 °С

Подшипники со стальными сепараторами

Подшипники с пластиковыми сепараторами



3 Можно использовать в магнитных средах

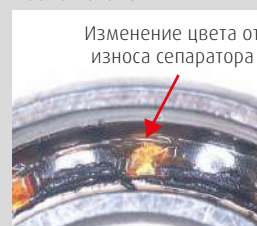
На стальные сепараторы воздействуют силы магнитного поля, что приводит к аномальному трению, которое сокращает срок службы подшипника. Пластиковые сепараторы с такой проблемой не сталкиваются, поэтому обеспечивают надежную и более продолжительную работу в магнитных средах, например в серводвигателях.

Испытываемые подшипники: $\varnothing 12 \times \varnothing 21 \times 5$
Несоосность: 0,3 град.
Скорость вращения: 1800 мин⁻¹
Преднагтя: 20 Н
Окружающая температура: 40 °С
Продолжительность испытания: 2 недели
Магнитная индукция: 3500 Гс

Перед эксплуатационным испытанием



После испытания



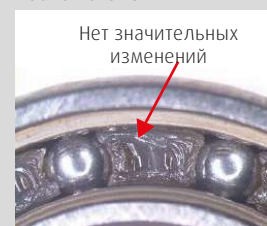
Изменение цвета от износа сепаратора

Стальной сепаратор

Перед эксплуатационным испытанием



После испытания

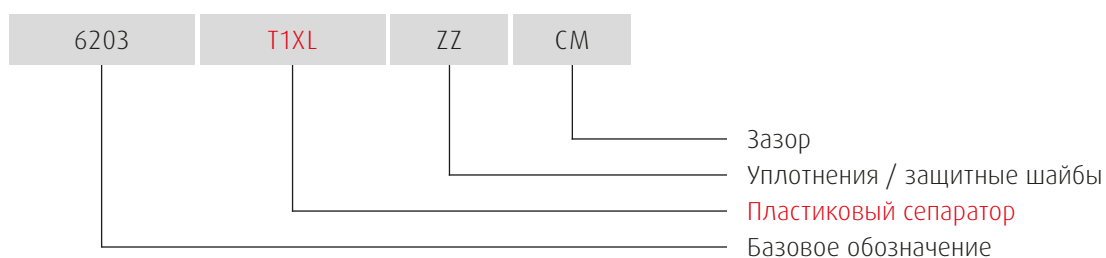


Нет значительных изменений

Пластиковый сепаратор

ДАННЫЕ

Пример обозначения подшипника



Обозначение	Пластиковый сепаратор	Габаритные размеры (мм)		
		Диам. отверстия	Наруж. диам.	Ширина
6000	T1X	10	26	8
6200	T1XL		30	9
6300*	T1X		35	11
6001	T1XL	12	28	8
6201	T1XL		32	10
6301	T1X		37	12
6002	T1XL	15	32	9
6202	T1XL		35	11
6302	T1X		42	13
6003	T1XL	17	35	10
6203	T1XL		40	12
6303	T1X		47	14
6004	T1X	20	42	12
6204	T1XL		47	14
6304	T1XL		52	15

Обозначение	Пластиковый сепаратор	Габаритные размеры (мм)		
		Диам. отверстия	Наруж. диам.	Ширина
6005	T1XL	25	47	12
6205	T1XL		52	15
6305	T1X		62	17
6006	T1X	30	55	13
6206	T1X		62	16
6306	T1X		72	19
6007	T1X	35	62	14
6207	T1X		72	17
6307	T1X		80	21
6008	T1X	40	68	15
6208	T1XA		80	18
6308	T1XA		90	23

*Пластиковый сепаратор не выпускается серийно. Пожалуйста, обратитесь в NSK за дополнительной информацией.

• В подшипниках для промышленных электродвигателей используются пластиковые сепараторы T1X, T1XL и T1XA (полиамид 6,6).

• Максимальная рабочая температура сепараторов из полиамида обычно не более 120 °С.



Подшипники с керамическими шариками

Легкие керамические материалы обеспечивают великолепную изоляцию, термостойкость, долговечность и незначительное тепловое расширение. Использование керамических шариков позволяет многократно увеличить срок службы, а также предотвратить прохождение электрического тока через подшипник, не допуская возникновения электрической эрозии.

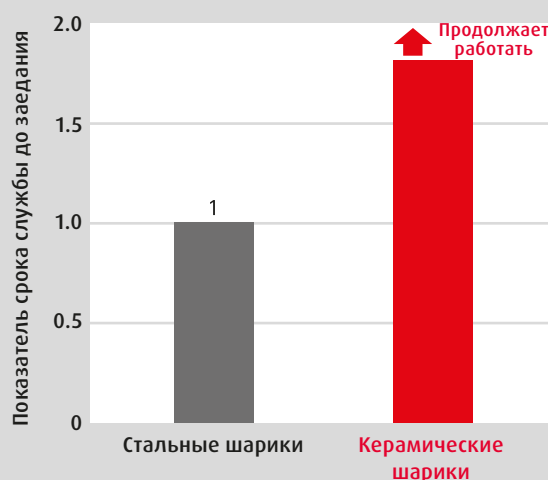
Особенности

Электродвигатели, «не требующие ТО»

Использование керамических шариков вместо стальных позволяет избежать заедания и тем самым увеличивает срок службы подшипников.

1

Испытываемые подшипники: $\varnothing 8 \times \varnothing 22 \times 7$
Смазка: масло 10 мг
Скорость вращения: 1800 мин⁻¹
Температура: 100 °С



Отсутствие электрической эрозии

Благодаря изоляции тел качения электрический ток не может проходить через подшипник, что позволяет предотвратить электрическую эрозию.

Испытание на возникновение электрической эрозии

Испытываемые подшипники: $\varnothing 8 \times \varnothing 22 \times 7$ с консистентной смазкой
Скорость вращения: 1500 мин⁻¹
Поданное напряжение: стальные шарики 3 В, керамические шарики 50 В



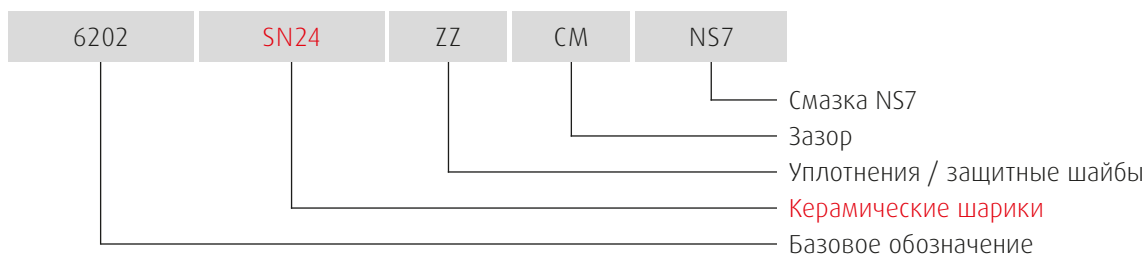
Поверхность качения после испытания



2

ДАННЫЕ

Пример обозначения подшипника



Обозначение	Габаритные размеры (мм)		
	Диам. отверстия	Наруж. диам.	Ширина
608	8	22	7
6000	10	26	8
6200		30	9
6001	12	28	8
6201		32	10
6002	15	32	9
6202		35	11
6302		42	13
6003	17	35	10
6203		40	12
6004	20	42	12
6204		47	14
6205	25	52	15
6305		62	17

Обозначение	Габаритные размеры (мм)		
	Диам. отверстия	Наруж. диам.	Ширина
6206	30	62	16
6306		72	19
6207	35	72	17
6307		80	21
6208	40	80	18
6308		90	23
6209	45	85	19
6309		100	25
6010	50	80	16
6310		110	27
6211	55	100	21
6311		120	29
6012	60	95	18
6214	70	125	24



Устойчивые к проскальзыванию подшипники

Проскальзывание может происходить в электродвигателях транспортных средств при высоких скоростях или в крупных двигателях с большими неравномерными нагрузками.

Устойчивые к проскальзыванию подшипники NSK значительно снижают вероятность проскальзывания за счет уменьшения величины зазора между наружным кольцом и корпусом.

Так как их габаритные размеры идентичны стандартным подшипникам, нет необходимости модифицировать корпус при замене подшипников, что упрощает сборку.

Особенности

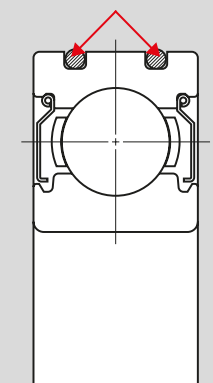
Специальная конструкция, предотвращающая проскальзывание

Устойчивые к проскальзыванию подшипники имеют два уплотнительных кольца, размещенных на наружном кольце, и помогают предотвратить проскальзывание, за счет ограничения величины зазора между наружным кольцом и корпусом.

Не требуется никакой специальной механической обработки. Эти подшипники можно использовать с теми же корпусами, что и стандартные.



Уплотнительные кольца



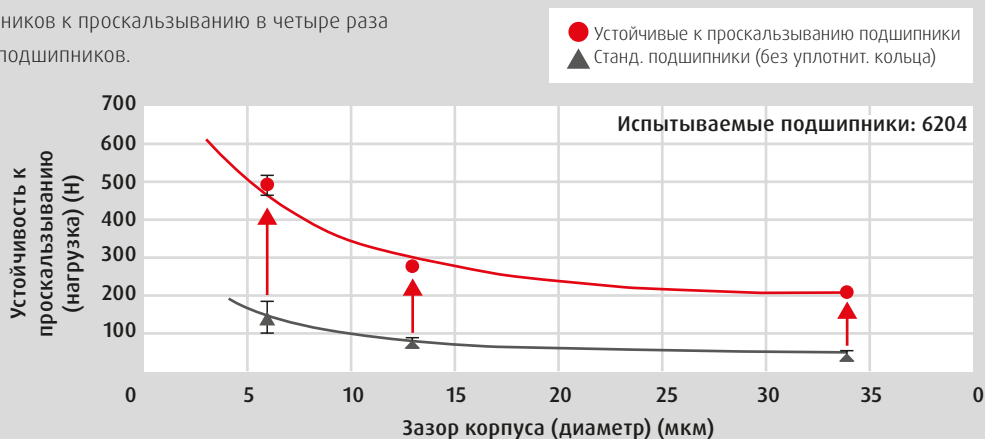
Конструкция устойчивого к проскальзыванию подшипника

1

Можно использовать при высоких скоростях и неравномерных нагрузках

Тесты на проскальзывание показали, что уменьшение зазора между корпусом и подшипником приводит к уменьшению вероятности проскальзывания.

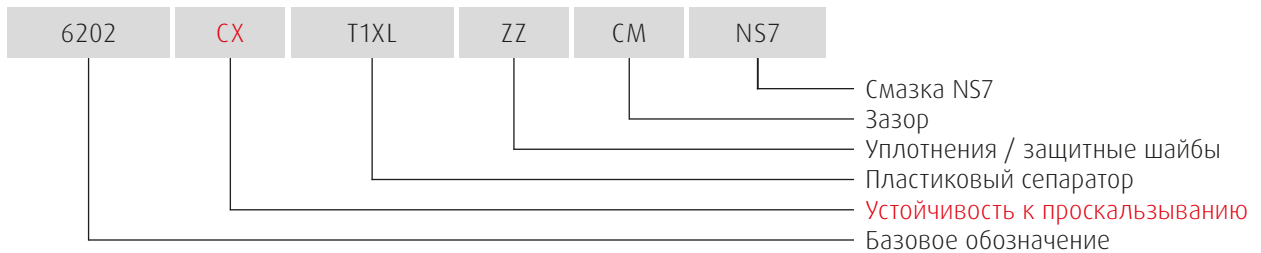
Устойчивость этих подшипников к проскальзыванию в четыре раза выше, чем у стандартных подшипников.



2

ДАННЫЕ

Пример обозначения подшипника



Обозначение	Габаритные размеры (мм)		
	Диам. отверстия	Наруж. диам.	Ширина
6000	10	26	8
6200		30	9
6300		35	11
6001	12	28	8
6201		32	10
6301		37	12
6002	15	32	9
6202		35	11
6302		42	13
6003	17	35	10
6203		40	12
6303		47	14
6004	20	42	12
6204		47	14
6304		52	15
6005	25	47	12
6205		52	15
6305		62	17
6006	30	55	13
6206		62	16
6306		72	19
6007	35	62	14
6207		72	17
6307		80	21
6008	40	68	15
6208		80	18
6308		90	23

Обозначение	Габаритные размеры (мм)		
	Диам. отверстия	Наруж. диам.	Ширина
6009	45	75	16
6209		85	19
6309		100	25
6010	50	80	16
6210		90	20
6310		110	27
6011	55	90	18
6211		100	21
6311		120	29
6012	60	95	18
6212		110	22
6312		130	31
6013	65	100	18
6213		120	23
6313		140	33
6014	70	110	20
6214		125	24
6314		150	35
6015	75	115	20
6215		130	25
6016		80	125
6216	140		26
6017	85		130
6217		150	28
6018		90	140
6019	95	145	24
6020	100	150	24

• Если на внешнюю поверхность подшипника наносится масло или консистентная смазка, используйте минеральное или синтетическое углеводородное масло (например, NSK EA2).
 • В стандартном исполнении уплотнительные кольца выполнены из нитрильного каучука (диапазон рабочих температур от -30 до 120 °C). Пожалуйста, обратитесь в NSK за информацией об эксплуатации в особых условиях, например при высоких температурах.



Серия NSKHPS с высокими эксплуатационными характеристиками Радиальные шариковые подшипники для электродвигателей с высоким КПД и обычных электродвигателей

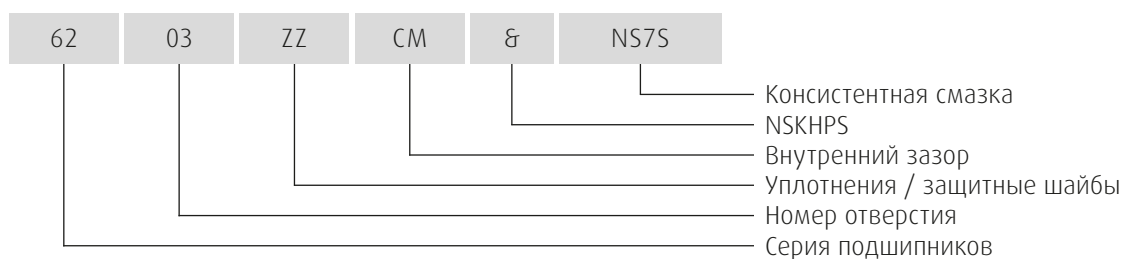
Поскольку электродвигатели становятся все меньше и легче, подшипники также должны быть более компактными, надежными и способными выдерживать высокие нагрузки. В ответ на эти тенденции NSK предлагает NSKHPS – новую линейку подшипников с высокими эксплуатационными характеристиками.

От стандартных подшипников радиальные шариковые подшипники серии NSKHPS отличаются более продолжительным (на 15%) сроком службы и более высокой (на 15%) предельной скоростью.

Широкий ассортимент линейки NSKHPS включает в себя все наиболее распространенные типы подшипников.

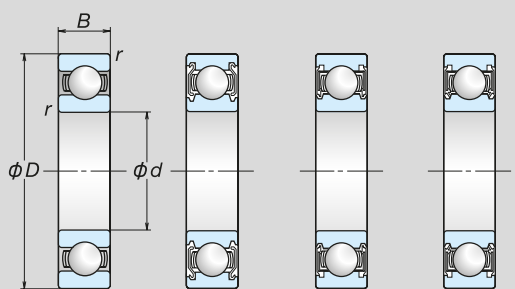
ДААННЫЕ

Пример обозначения подшипника



62	Серия подшипников	60, 62, 63: однорядные радиальные шариковые подшипники
03	Номер отверстия	Номер отверстия указывает на диаметр отверстия. 00: 10 мм; 01: 12 мм; 02: 15 мм; 03: 17 мм; 04 и более: номер отверстия × 5 (мм)
ZZ	Уплотнения / защитные шайбы	ZZ: защитные шайбы с обеих сторон DDU: контактные прорезиненные уплотнения с обеих сторон VV: бесконтактные прорезиненные уплотнения с обеих сторон
CM	Внутренний зазор	Не указано: зазор CN* C3: зазор больше CN C4: зазор больше C3 CM: для электродвигателей*
&	NSKHPS	подшипники NSKHPS
NS7S	Консистентная смазка	NS7: NS Hi-Lube

*Зазор CM можно использовать вместо зазора CN (но нельзя наоборот).



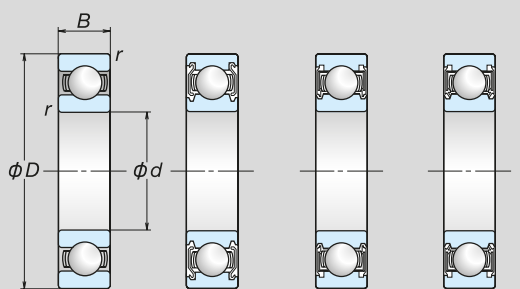
Открытый
С защитными шайбами ZZ
С бесконтактными уплотнениями VV
С контактными уплотнениями DDU

Динамическая эквивалентная нагрузка $P = X F_r + Y F_a$

$\frac{f_0 F_a}{C_{0r}}$	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
		X	Y	X	Y
0.172	0.19	1	0	0.56	2.30
0.345	0.22	1	0	0.56	1.99
0.689	0.26	1	0	0.56	1.71
1.03	0.28	1	0	0.56	1.55
1.38	0.30	1	0	0.56	1.45
2.07	0.34	1	0	0.56	1.31
3.45	0.38	1	0	0.56	1.15
5.17	0.42	1	0	0.56	1.04
6.89	0.44	1	0	0.56	1.00

Статическая эквивалентная нагрузка $P_0 = 0.6 F_r + 0.5 F_a$
При $F_r > 0.6 F_r + 0.5 F_a$, считать $P_0 = F_r$.

Обозначение					Габаритные размеры (мм)			Базовая грузоподъемность (кН)		Коэф.	Предельные скорости (мин ⁻¹)			
											Консист. смазка	Масло		
Открытые	С защ. шайбами	Закрытые	NSKHP5	d	D	B	Г (МИН.)	C _r	C _{0r}	f ₀		Открытые ZZ VV	DDU	Открытые
6200	ZZ	VV	DDU	⊗	10	30	9	0.6	5 350	2 390	13.2	28 000	18 000	34 000
6300	ZZ	VV	DDU	⊗		35	11	0.6	8 500	3 450	11.2	26 000	17 000	30 000
6001	ZZ	VV	DDU	⊗	12	28	8	0.3	5 350	2 370	13.0	32 000	18 000	38 000
6201	ZZ	VV	DDU	⊗		32	10	0.6	7 150	3 050	12.3	26 000	17 000	32 000
6301	ZZ	VV	DDU	⊗	15	37	12	1.0	10 200	4 200	11.1	24 000	16 000	28 000
6002	ZZ	VV	DDU	⊗		32	9	0.3	5 850	2 830	13.9	26 000	15 000	32 000
6202	ZZ	VV	DDU	⊗		35	11	0.6	8 000	3 750	13.2	22 000	14 000	28 000
6302	ZZ	VV	DDU	⊗	17	42	13	1.0	12 000	5 450	12.3	19 000	13 000	24 000
6003	ZZ	VV	DDU	⊗		35	10	0.3	6 300	3 250	14.4	24 000	13 000	28 000
6203	ZZ	VV	DDU	⊗		40	12	0.6	10 100	4 800	13.2	20 000	12 000	24 000
6303	ZZ	VV	DDU	⊗	20	47	14	1.0	14 300	6 650	12.4	17 000	11 000	20 000
6004	ZZ	VV	DDU	⊗		42	12	0.6	9 850	5 000	13.8	20 000	11 000	24 000
6204	ZZ	VV	DDU	⊗		47	14	1.0	13 400	6 600	13.1	17 000	11 000	20 000
6304	ZZ	VV	DDU	⊗	25	52	15	1.1	16 700	7 900	12.4	16 000	10 000	19 000
6005	ZZ	VV	DDU	⊗		47	12	0.6	10 600	5 850	14.5	18 000	9 500	22 000
6205	ZZ	VV	DDU	⊗		52	15	1.0	14 700	7 850	13.9	15 000	9 000	18 000
6305	ZZ	VV	DDU	⊗	30	62	17	1.1	21 600	11 200	13.2	13 000	8 000	16 000
6006	ZZ	VV	DDU	⊗		55	13	1.0	13 900	8 300	14.7	15 000	8 000	18 000
6206	ZZ	VV	DDU	⊗		62	16	1.0	20 400	11 300	13.8	12 000	7 500	15 000
6306	ZZ	VV	DDU	⊗	35	72	19	1.1	28 000	15 000	13.3	11 000	6 700	13 000
6007	ZZ	VV	DDU	⊗		62	14	1.0	16 800	10 300	14.8	13 000	6 700	15 000
6207	ZZ	VV	DDU	⊗		72	17	1.1	27 000	15 300	13.8	11 000	6 300	13 000
6307	ZZ	VV	DDU	⊗	40	80	21	1.5	35 000	19 200	13.2	10 000	6 000	12 000
6008	ZZ	VV	DDU	⊗		68	15	1.0	17 600	11 500	15.3	12 000	6 000	14 000
6208	ZZ	VV	DDU	⊗		80	18	1.1	30 500	17 900	14.0	9 500	5 600	12 000
6308	ZZ	VV	DDU	⊗	45	90	23	1.5	43 000	24 000	13.2	9 000	5 300	11 000
6009	ZZ	VV	DDU	⊗		75	16	1.0	22 000	15 200	15.3	10 000	5 300	12 000
6209	ZZ	VV	DDU	⊗		85	19	1.1	33 000	20 400	14.4	9 000	5 300	11 000
6309	ZZ	VV	DDU	⊗	50	100	25	1.5	55 500	32 000	13.1	7 500	4 800	9 500
6010	ZZ	VV	DDU	⊗		80	16	1.0	22 900	16 600	15.6	9 500	4 800	11 000
6210	ZZ	VV	DDU	⊗		90	20	1.1	37 000	23 200	14.4	8 000	4 800	10 000
6310	ZZ	VV	DDU	⊗	110	27	2.0	65 000	38 500	13.2	7 100	4 300	8 500	



Открытый
С защитными шайбами ZZ
С бесконтактными уплотнениями VV
С контактными уплотнениями DDU

Динамическая эквивалентная нагрузка $P = XF_r + YF_a$

$\frac{f_0 F_a}{C_{0r}}$	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
		X	Y	X	Y
0.172	0.19	1	0	0.56	2.30
0.345	0.22	1	0	0.56	1.99
0.689	0.26	1	0	0.56	1.71
1.03	0.28	1	0	0.56	1.55
1.38	0.30	1	0	0.56	1.45
2.07	0.34	1	0	0.56	1.31
3.45	0.38	1	0	0.56	1.15
5.17	0.42	1	0	0.56	1.04
6.89	0.44	1	0	0.56	1.00

Статическая эквивалентная нагрузка

$$P_0 = 0.6 F_r + 0.5 F_a$$

При $F_r > 0.6 F_r + 0.5 F_a$, считать $P_0 = F_r$.

Обозначение					Габаритные размеры (мм)				Базовая грузоподъемность (кН)		Коэф.	Предельные скорости (мин ⁻¹)		
												Консист.	смазка	Масло
Открытые	С защ. шайбами	Закрытые	NSKHPS	d	D	B	r (мин.)	C _r	C _{0r}	f ₀	Открытые ZZ VV			
6011	ZZ	VV	DDU	⊗	55	90	18	1.1	29 700	21 200	15.3	8 500	4 500	10 000
6211	ZZ	VV	DDU	⊗		100	21	1.5	45 500	29 300	14.3	7 500	4 300	9 000
6311	ZZ	VV	DDU	⊗		120	29	2.0	75 000	44 500	13.1	6 700	4 000	8 000
6012	ZZ	VV	DDU	⊗	60	95	18	1.1	31 000	23 200	15.6	8 000	4 000	9 500
6212	ZZ	VV	DDU	⊗		110	22	1.5	55 000	36 000	14.3	6 700	3 800	8 000
6312	ZZ	VV	DDU	⊗		130	31	2.1	86 000	52 000	13.1	6 000	3 600	7 100
6013	ZZ	VV	DDU	⊗	65	100	18	1.1	32 000	25 200	15.8	7 500	4 000	9 000
6213	ZZ	VV	DDU	⊗		120	23	1.5	60 000	40 000	14.4	6 300	3 600	7 500
6313	ZZ	VV	DDU	⊗		140	33	2.1	97 500	60 000	13.2	5 600	3 400	6 700
6014	ZZ	VV	DDU	⊗	70	110	20	1.1	40 000	31 000	15.6	7 100	3 600	8 500
6214	ZZ	VV	DDU	⊗		125	24	1.5	65 500	44 000	14.5	6 000	3 400	7 100
6314	ZZ	VV	DDU	⊗		150	35	2.1	109 000	68 000	13.2	5 300	3 200	6 300
6015	ZZ	VV	DDU	⊗	75	115	20	1.1	41 500	33 500	15.8	6 700	3 400	8 000
6215	ZZ	VV	DDU	⊗		130	25	1.5	69 500	49 500	14.7	5 600	3 200	6 700
6315	ZZ	VV	DDU	⊗		160	37	2.1	119 000	77 000	13.2	4 800	2 800	6 000
6016	ZZ	VV	DDU	⊗	80	125	22	1.1	50 000	40 000	15.6	6 300	3 200	7 100
6216	ZZ	VV	DDU	⊗		140	26	2.0	76 500	53 000	14.6	5 300	3 000	6 300
6316	ZZ	VV	DDU	⊗		170	39	2.1	129 000	86 500	13.3	4 500	2 800	5 600
6017	ZZ	VV	DDU	⊗	85	130	22	1.1	52 000	43 000	15.8	6 000	3 000	7 100
6217	ZZ	VV	DDU	⊗		150	28	2.0	88 000	62 000	14.5	4 800	2 800	6 000
6317	ZZ	VV	DDU	⊗		180	41	3.0	139 000	97 000	13.3	4 300	2 600	5 000
6018	ZZ	VV	DDU	⊗	90	140	24	1.5	61 000	50 000	15.6	5 600	2 800	6 300
6218	ZZ	VV	DDU	⊗		160	30	2.0	101 000	71 500	14.5	4 500	2 600	5 600
6318	ZZ	VV	DDU	⊗		190	43	3.0	150 000	107 000	13.3	4 000	2 400	4 800
6019	ZZ	VV	DDU	⊗	95	145	24	1.5	63 500	54 000	15.8	5 300	2 600	6 000
6219	ZZ	VV	DDU	⊗		170	32	2.1	114 000	82 000	14.4	4 300	2 600	5 000
6319	ZZ	VV	DDU	⊗		200	45	3.0	160 000	119 000	13.3	3 400	2 400	4 300
6020	ZZ	VV	DDU	⊗	100	150	24	1.5	63 000	54 000	15.9	5 000	2 600	6 000
6220	ZZ	VV	DDU	⊗		180	34	2.1	128 000	93 000	14.4	4 000	2 400	4 800
6021	ZZ	VV	DDU	⊗	105	160	26	2.0	76 000	66 000	15.8	4 500	2 400	5 600
6221	ZZ	VV	DDU	⊗		190	36	2.1	140 000	105 000	14.4	3 800	2 200	4 500
6022	ZZ	VV	DDU	⊗	110	170	28	2.0	89 000	73 000	15.5	4 500	2 200	5 300
6024	ZZ	VV	DDU	⊗	120	180	28	2.0	92 500	80 000	15.7	4 000	2 200	4 800



Серия NSKHPS с высокими эксплуатационными характеристиками

Цилиндрические роликовые подшипники для обычных двигателей

Поскольку электродвигатели становятся все меньше и легче, подшипники также должны становиться более компактными, надежными и способными выдерживать высокие нагрузки.

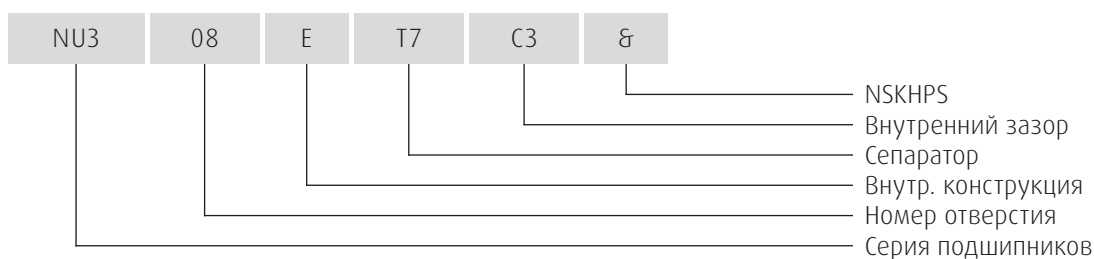
В ответ на эти тенденции NSK предлагает NSKHPS – новую линейку подшипников с высокими эксплуатационными характеристиками.

От стандартных подшипников цилиндрические роликовые подшипники серии NSKHPS отличаются более продолжительным (на 60%) сроком службы и более высокой (на 15%) предельной скоростью.

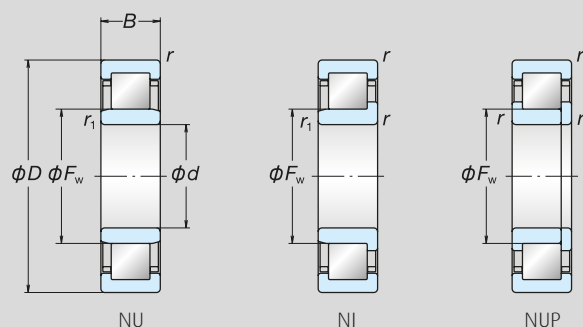
Широкий ассортимент линейки NSKHPS включает в себя все наиболее распространенные типы подшипников.

ДААННЫЕ

Пример обозначения подшипника



NU3	Серия подшипников	NU2, NU22, NU3, NU23 NJ2, NJ22, NJ3, NJ23 : цилиндрические роликовые подшипники NUP2, NUP22, NUP3, NUP23
08	Номер отверстия	Номер отверстия указывает на диаметр отверстия. Номер отверстия × 5 (мм)
E	Внутр. конструкция	E: высокая грузоподъемность
T7	Сепаратор	W: сепаратор из штампованной стали M: латунный сепаратор T: полиамидный сепаратор T7: сепаратор из полимера L-PPS
C3	Внутренний зазор	Не указано: зазор CN C3: зазор больше CN C4: зазор больше C3
&	NSKHPS	Подшипники NSKHPS



Обозначение*					Габаритные размеры (мм)						Базовая грузоподъемность (кН)		Предельные скорости (мин ⁻¹)		Допустимое осевое смещение S (мм)	
Баз. номер и код внутр. конструкции	Сепаратор				NSK HPS	d	D	B	r (МИН.)	r1 (МИН.)	Fw	Cr	Cor	Консист. смазка		Масло
	W	M	T	T7												
NU205E	*	*	*	*	⊗	25	52	15	1	0.6	31.5	33 500	27 700	12 000	14 000	1.2
NU2205E		*	*	*	⊗		52	18	1	0.6	31.5	40 000	34 500	12 000	14 000	1.2
NU305E	*	*	*	*	⊗		62	17	1.1	1.1	34	48 000	37 500	10 000	12 000	1.2
NU2305E		*	*	*	⊗		62	24	1.1	1.1	34	65 500	56 000	9 000	11 000	1.2
NU206E	*	*	*	*	⊗	30	62	16	1	0.6	37.5	45 000	37 500	9 500	12 000	1.2
NU2206E		*	*	*	⊗		62	20	1	0.6	37.5	56 500	50 000	9 500	12 000	1.2
NU306E	*	*	*	*	⊗		72	19	1.1	1.1	40.5	61 000	50 000	8 500	10 000	1.2
NU2306E		*	*	*	⊗		72	27	1.1	1.1	40.5	86 000	77 500	8 000	9 500	1.2
NU207E	*	*	*	*	⊗	35	72	17	1.1	0.6	44	58 000	50 000	8 500	10 000	1.2
NU2207E		*	*	*	⊗		72	23	1.1	0.6	44	71 000	65 500	8 500	10 000	2.2
NU307E	*	*	*	*	⊗		80	21	1.5	1.1	46.2	76 500	65 500	7 500	9 500	1.2
NU2307E		*	*	*	⊗		80	31	1.5	1.1	46.2	107 000	101 000	6 700	8 500	1.2
NU208E	*	*	*	*	⊗	40	80	18	1.1	1.1	49.5	64 000	55 500	7 500	9 000	1.2
NU2208E		*	*	*	⊗		80	23	1.1	1.1	49.5	83 000	77 500	7 500	9 000	1.2
NU308E	*	*	*	*	⊗		90	23	1.5	1.5	52	95 500	81 500	6 700	8 000	1.2
NU2308E		*	*	*	⊗		90	33	1.5	1.5	52	131 000	122 000	6 000	7 500	1.2
NU209E	*	*	*	*	⊗	45	85	19	1.1	1.1	54.5	72 500	66 500	6 700	8 000	1.2
NU2209E		*	*	*	⊗		85	23	1.1	1.1	54.5	87 500	84 500	6 700	8 500	1.2
NU309E	*	*	*	*	⊗		100	25	1.5	1.5	58.5	112 000	98 500	6 000	7 500	1.4
NU2309E		*	*	*	⊗		100	36	1.5	1.5	58.5	158 000	153 000	5 300	6 700	1.4
NU210E	*	*	*	*	⊗	50	90	20	1.1	1.1	59.5	79 500	76 500	6 300	7 500	1.7
NU2210E		*	*	*	⊗		90	23	1.1	1.1	59.5	96 000	97 000	6 300	8 000	1.2
NU310E	*	*	*	*	⊗		110	27	2	2	65	127 000	113 000	5 000	6 000	1.4
NU2310E		*	*	*	⊗		110	40	2	2	65	187 000	187 000	5 000	6 300	1.9
NU211E	*	*	*	*	⊗	55	100	21	1.5	1.1	66	99 000	98 500	5 600	7 100	1.2
NU2211E		*	*	*	⊗		100	25	1.5	1.1	66	117 000	122 000	5 600	7 100	1.2
NU311E	*	*	*	*	⊗		120	29	2	2	70.5	158 000	143 000	4 500	5 600	1.4
NU2311E		*	*	*	⊗		120	43	2	2	70.5	231 000	233 000	4 500	5 600	1.4

* : Доступный сепаратор ★ Также доступны подшипники в исполнениях NJ и NUP. Пожалуйста, обратитесь в NSK за дополнительной информацией.

Обозначение*						Габаритные размеры (мм)					Базовая грузоподъемность (кН)		Предельные скорости (мин ⁻¹)		Допустимое осевое смещение S (мм)	
Баз. номер и код внутр. конструкции	Сепаратор				NSK HPS	d	D	B	r (мм)	r ₁ (мм)	Fw	C _r	C _{or}	Консист. смазка		Масло
	W	M	T	T7												
NU212E	*	*	*	*	⊗	60	110	22	1.5	1.5	72	112 000	107 000	5 300	6 300	1.2
NU2212E		*	*	*	⊗		110	28	1.5	1.5	72	151 000	157 000	5 300	6 300	1.2
NU312E		*	*	*	⊗		130	31	2.1	2.1	77	169 000	157 000	4 800	5 600	1.5
NU2312E		*	*	*	⊗		130	46	2.1	2.1	77	251 000	262 000	4 300	5 300	1.5
NU213E	*	*	*	*	⊗	65	120	23	1.5	1.5	78.5	124 000	119 000	4 800	5 600	1.4
NU2213E		*	*	*	⊗		120	31	1.5	1.5	78.5	171 000	181 000	4 800	6 000	1.4
NU313E		*	*	*	⊗		140	33	2.1	2.1	82.5	204 000	191 000	4 300	5 300	1.5
NU2313E		*	*	*	⊗		140	48	2.1	2.1	82.5	263 000	265 000	3 800	4 800	1.5
NU214E		*	*	*	⊗	70	125	24	1.5	1.5	83.5	136 000	137 000	5 000	6 300	1.4
NU2214E		*	*	*	⊗		125	31	1.5	1.5	83.5	179 000	194 000	4 500	5 600	1.4
NU314E		*	*	*	⊗		150	35	2.1	2.1	89	231 000	222 000	4 000	5 000	1.5
NU2314E		*	*	*	⊗		150	51	2.1	2.1	89	310 000	325 000	3 600	4 500	1.5
NU215E		*	*	*	⊗	75	130	25	1.5	1.5	88.5	150 000	156 000	4 800	6 000	1.4
NU2215E		*	*	*	⊗		130	31	1.5	1.5	88.5	186 000	207 000	4 300	5 300	1.4
NU315E		*	*	*	⊗		160	37	2.1	2.1	95	271 000	263 000	3 800	4 800	1.4
NU2315E		*	*	*	⊗		160	55	2.1	2.1	95	370 000	395 000	3 400	4 300	4.4
NU216E		*	*	*	⊗	80	140	26	2	2	95.3	160 000	167 000	4 500	5 300	1.4
NU2216E		*	*	*	⊗		140	33	2	2	95.3	214 000	243 000	4 000	5 000	1.4
NU316E		*	*	*	⊗		170	39	2.1	2.1	101	289 000	282 000	3 600	4 300	1.5
NU2316E		*	*	*	⊗		170	58	2.1	2.1	101	400 000	430 000	3 200	4 000	1.5
NU217E		*	*	*	⊗	85	150	28	2	2	100.5	192 000	199 000	4 300	5 000	1.3
NU2217E		*	*	*	⊗		150	36	2	2	100.5	250 000	279 000	3 800	4 500	1.3
NU317E		*			⊗		180	41	3	3	108	360 000	330 000	3 400	4 000	2.0
NU2317E		*			⊗		180	60	3	3	108	485 000	485 000	3 000	3 800	1.6
NU218E		*	*	*	⊗	90	160	30	2	2	107	205 000	217 000	4 000	4 800	1.4
NU2218E		*	*	*	⊗		160	40	2	2	107	274 000	315 000	3 600	4 300	1.9
NU318E		*			⊗		190	43	3	3	113.5	390 000	355 000	3 200	3 800	1.5
NU2318E		*			⊗		190	64	3	3	113.5	535 000	535 000	2 800	3 400	3.1
NU219E		*	*		⊗	95	170	32	2.1	2.1	112.5	249 000	265 000	3 800	4 500	1.4
NU2219E		*	*		⊗		170	43	2.1	2.1	112.5	325 000	370 000	3 400	4 000	1.4
NU319E		*			⊗		200	45	3	3	121.5	410 000	385 000	3 000	3 600	1.5
NU2319E		*			⊗		200	67	3	3	121.5	565 000	585 000	2 600	3 400	1.6
NU220E		*			⊗	100	180	34	2.1	2.1	119	305 000	305 000	3 600	4 300	1.4
NU2220E		*			⊗		180	46	2.1	2.1	119	410 000	445 000	3 200	3 800	1.4
NU320E		*			⊗		215	47	3	3	127.5	465 000	425 000	2 800	3 400	1.8
NU2320E		*			⊗		215	73	3	3	127.5	700 000	715 000	2 400	3 000	1.8
NU221E		*			⊗	105	190	36	2.1	2.1	125	320 000	310 000	3 400	4 000	1.4
NU321E		*			⊗		225	49	3	3	133	525 000	480 000	2 600	3 200	1.8
NU222E		*			⊗	110	200	38	2.1	2.1	132.5	360 000	365 000	3 200	3 800	1.4
NU2222E		*			⊗		200	53	2.1	2.1	132.5	470 000	515 000	2 800	3 400	1.4
NU322E		*			⊗		240	50	3	3	143	555 000	525 000	2 600	3 000	3.8
NU2322E		*			⊗		240	80	3	3	143	830 000	880 000	2 200	2 800	3.3

Технические данные

1. Шум и вибрация подшипников

Диагностика по шуму и вибрации

Классификация шумов и вибраций

Шумы и вибрации сопровождают вращение подшипников качения. Частота и амплитуда таких шумов и вибраций меняется в зависимости от типа подшипника, особенностей монтажа, условий эксплуатации и т. д. Шумы и вибрации подшипников качения можно разделить на следующие четыре основных категории, каждая из которых дополнительно делится на несколько подкатегорий, как указано далее в таблице 1. Однако границы между группами размыты. Даже если какие-либо типы шумов или вибраций характерны для подшипников, их громкость может быть связана с производственными процессами.

С другой стороны, некоторые виды шумов и вибраций, даже если они возникают при производстве, невозможно устранить в обычных условиях. Записывая шумы и вибрации вращающейся машины и анализируя их, можно сделать вывод о причинах их возникновения. Как изображено на рисунках на следующей странице, механически исправный подшипник имеет стабильную форму сигнала. Однако подшипник с повреждением, таким как царапины, имеет форму сигнала с высокими пиками, указывающими на шумы с большой амплитудой с регулярными интервалами (см. рис. 1 и 2).

Таблица 1 – Классификация шумов и вибраций в подшипниках качения

	Тип шума	Вибрация	Особенности	
Конструктивные	Звук дорожки качения	Свободная вибрация кольца дорожки качения	Непрерывный шум: основной неизбежный шум, который издают все подшипники	
	Щелкающий звук роликов/шариков	Свободные вибрации кольца дорожки качения и сепаратора	Равномерный звук с определенной периодичностью: характерен для крупных подшипников и горизонтальных валов, радиальных нагрузок и низких оборотов	
	Скрежет	Свободная вибрация кольца дорожки качения	Прерывистый или постоянный: обычно характерен для крупных цилиндрических роликовых подшипников и при радиальных нагрузках, использовании консистентной смазки на определенных скоростях	
	Шум сепаратора	Брякающий звук	Свободная вибрация сепаратора	Равномерный звук с определенной периодичностью: издают подшипники всех типов
		Низкий глухой звук	Вибрация сепаратора	Прерывистый или постоянный: возникает при использовании определенных консистентных смазок
	Стук	Свободная вибрация сепаратора	Определенная периодичность: нерегулярный, возникающий при радиальных нагрузках и в начале вращения	
Грохотание	Вибрация из-за прохождения тел качения	Постоянный: наблюдается в подшипниках всех типов при радиальных нагрузках		
Производственные	Дребезжание	Вибрация из-за волнистости	Внутреннее кольцо	Постоянный звук
			Наружное кольцо	
			Тело качения	Непрерывный для роликов, периодический для шариков
Связ. с обращением с подшипниками	Шум из-за дефекта	Вибрация, вызванная дефектом	Внутреннее кольцо	Равномерный звук с определенной периодичностью
			Наружное кольцо	
			Тело качения	
Прочие	Шум из-за загрязнения	Вибрация, вызванная загрязнением	Нерегулярный	
	Шум уплотнения	Свободная вибрация уплотнения	Возникает при контактном уплотнении	
	Шум смазки	—	Нерегулярный	
	Грохотание	Биение	f_r	Непрерывный
			f_c	Непрерывный
$f_r - 2f_c$			Непрерывный	

n : положительное целое число (1, 2, 3...) Z : количество тел качения f_{RIN} : собственная частота кольца в режиме радиальных изгибных колебаний (Гц)
 f_{M} : собственная частота в режиме угловых колебаний по инерции наружного кольца в пружинной системе (Гц)
 f_r : частота вращения внутреннего кольца (Гц) f_c : частота орбитального вращения тел качения (Гц)

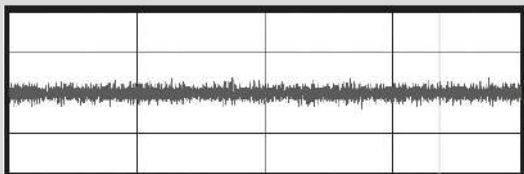


Рис.1 – Форма звукового сигнала исправного подшипника



Рис. 2 – Форма звукового сигнала подшипника с царапинами

Когда повреждена поверхность дорожки качения внутреннего кольца

Диаметр отверстия: 100 мм

Метод записи и анализа: анализ огибающей звукового сигнала, записанного микрофоном на тестовой установке

Число оборотов: 50 мин⁻¹



Пример результатов анализа

Частотный анализ			Источник	Способы устранения
БПФ исходной волны		БПФ огибающ. (осн. волна)		
Радиальное (угловое) направление	Осевое направление			
f_{rIN}, f_{MI}	f_{AiN}, f_{AM}	—	Селективный резонанс от волнистости (трение качения)	Повысить жесткость вокруг подшипников, обеспечить достаточный радиальный зазор, использовать масло высокой вязкости и высококачественные подшипники
f_{rIN}, f_{MI}	f_{AiN}, f_{AM}	Zf_c	Соударения тел качения с внутренним кольцом или сепаратором	Уменьшить радиальный зазор, обеспечить преднатяг, использовать масло высокой вязкости
$(\approx f_{R2N}, f_{R3N})$	—	?	Самовозбуждающаяся вибрация, обусловленная трением скольжения на поверхности качения	Уменьшить радиальный зазор, обеспечить преднатяг, заменить консистентную смазку, заменить на более подходящие подшипники
Собственная частота сепаратора		f_c	Соударения сепаратора с телами качения или кольцами	Обеспечить преднатяг, использовать масло высокой вязкости, сократить погрешности монтажа
Собственная частота сепаратора		?	Самовозбуждающаяся вибрация, обусловленная трением на направляющей поверхности сепаратора	Сменить марку консистентной смазки, заменить на более подходящий сепаратор
Собственная частота сепаратора		Zf_c	Соударения сепаратора с телами качения, обусловленное сопротивлением консистентной смазки	Уменьшить радиальный зазор, обеспечить преднатяг, использовать смазку низкой вязкости
Zf_c	—	—	Смещение внутреннего кольца из-за прохождения тел качения	Уменьшить радиальный зазор, обеспечить преднатяг
$nZf_i \pm f_i (nZ \pm 1 \text{ пиков})$	$nZf_i (nZ \text{ пиков})$	—	Волнистость дорожки качения внутреннего кольца, неровности внешней поверхности вала	Использовать высококачественные подшипники, повысить точность обработки вала
$nZf_c (nZ \pm 1 \text{ пиков})$	$nZf_c (nZ \text{ пиков})$	—	Волнистость дорожки качения наружного кольца, неровности отверстия корпуса	Использовать высококачественные подшипники, повысить точность обработки отверстия корпуса
$2nf_b \pm f_c (2n \text{ пиков})$	$2nf_b (2n \text{ пиков})$	—	Волнистость тел качения	Использовать высококачественные подшипники
f_{rIN}, f_{MI}	f_{AiN}, f_{AM}	Zf_i	Бороздки, вмятины, ржавчина, отслаивание на дорожке качения внутреннего кольца	Заменить подшипник и аккуратно обращаться с подшипником
		Zf_c	Бороздки, вмятины, ржавчина, отслаивание на дорожке качения наружного кольца	Заменить подшипник и аккуратно обращаться с подшипником
		$2f_b$	Бороздки, вмятины, ржавчина, отслаивание на телах качения	Заменить подшипник и аккуратно обращаться с подшипником
f_{rIN}, f_{MI}	f_{AiN}, f_{AM}	Нерегул.	Проникновение загрязнений	Промыть подшипник, улучшить уплотнение
Собственная частота уплотнения		(f_r)	Самовозбуждающаяся вибрация, обусловленная трением в области контакта уплотнения	Заменить уплотнение, заменить консистентную смазку
?	?	Нерегул.	Смазка или пузыри смазки раздавливаются между телами и дорожками качения	Заменить консистентную смазку
f_r	—	—	Разная толщина профиля внутреннего кольца	Использовать высококачественные подшипники
f_c	—	—	Разница в размерах и неравномерное распределение тел качения	Использовать высококачественные подшипники
$f_r - 2f_c$	—	—	Нелинейная вибрация, обусловленная различной жесткостью из-за различия в шариках	Использовать высококачественные подшипники

f_{AiN} : собственная частота кольца в режиме осевых изгибных колебаний (Гц)

f_{AM} : собственная частота в режиме осевых колебаний по массе наружного кольца в пружинной системе (Гц)

f_i : $f_i = f_r - f_c$ (Hz) f_b : частота вращения тела качения вокруг своего центра (Гц)

2. Консистентная смазка для двигателей

Таблица характеристик смазки

Наименование	Загуститель	Базовое масло	Температура каплепадения (°C)	Рабочая пенетрация	Рабочая температура (°C)	Вязкость базового масла (мм ² /с) (40 °C)
NS7	Литиевое мыло	Сложный эфир + дизэфир	192	250	от -40 до +130	24.1
ENS	Мочевина	Полиолэфир	>260	264	от -40 до +160	30.5
EA7	Мочевина	Полиальфаолефин	>260	243	от -40 до +160	46
EA9	Мочевина	Полиальфаолефин	>260	314	от -40 до +140	47
LGU	Мочевина	Полиальфаолефин	>260	201	от -40 до +120	95.8
KPM	ПТФЭ	Перфторполиэфир	Нет	290	от -20 до +200	420

3. Уравнения срока службы консистентной смазки

Срок службы консистентной смазки закрытых шариковых подшипников

Когда смазка используется в однорядных радиальных шариковых подшипниках, ее срок службы можно рассчитать с помощью уравнения (1), уравнения (2) или рис. 3.
(Универсальная консистентная смазка¹)

$$\log t = 6.54 - 2.6 \frac{n}{N_{\max}} - \left(0.025 - 0.012 \frac{n}{N_{\max}}\right) T \quad \dots\dots\dots(1)$$

(Консистентная смазка широкого применения²)

$$\log t = 6.12 - 1.4 \frac{n}{N_{\max}} - \left(0.018 - 0.006 \frac{n}{N_{\max}}\right) T \quad \dots\dots\dots(2)$$

Где t : средний срок службы консистентной смазки (ч)

n : скорость (мин⁻¹)

N_{max} : предельная скорость при использовании консистентной смазки (мин⁻¹)
(значения для исполнений ZZ и VV указаны в таблицах подшипников)

T : рабочая температура °C

Уравнение (1), уравнение (2) и рис. 3 применимы при следующих условиях:

(а) Скорость n

$$0.25 \leq \frac{n}{N_{\max}} \leq 1$$

Когда $\frac{n}{N_{\max}} < 0.25$, считать $\frac{n}{N_{\max}} = 0.25$

(б) Рабочая температура T

Для универсальной смазки¹ 70 °C ≤ T ≤ 110 °C

Для смазки широкого применения² 70 °C ≤ T ≤ 130 °C

Когда T < 70 °C, считать T = 70 °C

(с) Нагрузки подшипников

Нагрузки подшипников должны составлять не более 1/10 от базовой грузоподъемности C_g.

¹ Консистентные смазки на основе минерального масла (например, на основе литиевого мыла) часто используются при температурах от -10 до 110 °C.

² Консистентные смазки на основе синтетического масла используются в широком температурном диапазоне от -40 до 130 °C.

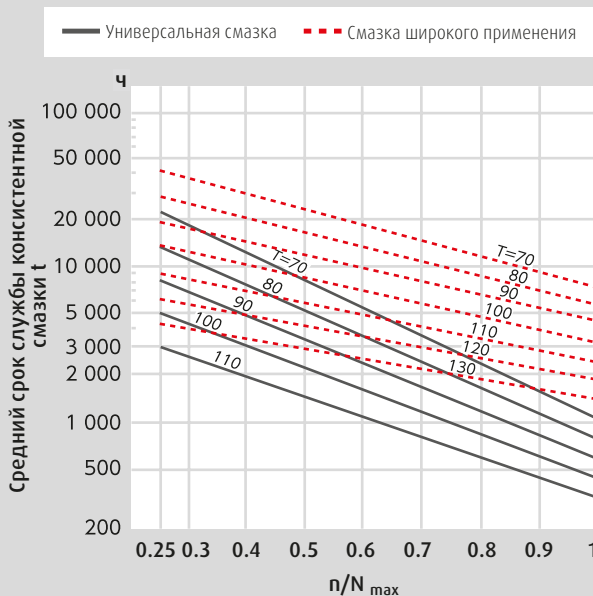


Рис. 3. Срок службы консистентной смазки закрытых шариковых подшипников

4. Радиальный внутренний зазор

Радиальный внутренний зазор в радиальных шариковых подшипниках

Ед. изм.: мкм

Номинальный диаметр отверстия d (мм)		Зазор									
		C2		CN		C3		C4		C5	
свыше	до вкл.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
только 10		0	7	2	13	8	23	14	29	20	37
10	18	0	9	3	18	11	25	18	33	25	45
18	24	0	10	5	20	13	28	20	36	28	48
24	30	1	11	5	20	13	28	23	41	30	53
30	40	1	11	6	20	15	33	28	46	40	64
40	50	1	11	6	23	18	36	30	51	45	73
50	65	1	15	8	28	23	43	38	61	55	90
65	80	1	15	10	30	25	51	46	71	65	105
80	100	1	18	12	36	30	58	53	84	75	120
100	120	2	20	15	41	36	66	61	97	90	140
120	140	2	23	18	48	41	81	71	114	105	160
140	160	2	23	18	53	46	91	81	130	120	180
160	180	2	25	20	61	53	102	91	147	135	200
180	200	2	30	25	71	63	117	107	163	150	230
200	225	2	35	25	85	75	140	125	195	175	265
225	250	2	40	30	95	85	160	145	225	205	300
250	280	2	45	35	105	90	170	155	245	225	340
280	315	2	55	40	115	100	190	175	270	245	370
315	355	3	60	45	125	110	210	195	300	275	410
355	400	3	70	55	145	130	240	225	340	315	460
400	450	3	80	60	170	150	270	250	380	350	510
450	500	3	90	70	190	170	300	280	420	390	570
500	560	10	100	80	210	190	330	310	470	440	630
560	630	10	110	90	230	210	360	340	520	490	690
630	710	20	130	110	260	240	400	380	570	540	760
710	800	20	140	120	290	270	450	430	630	600	840

Примечание - Значения, полученные в ходе измерений, необходимо корректировать на величину увеличения зазора в результате измерительных нагрузок. Для зазора C2 меньшее из значений используется для минимального зазора, большее - для максимального.

Ед. изм.: мкм

Номин. diam. отверстия d (мм)		Измерительная нагрузка (Н) {кгс}		Величина поправки радиального зазора				
свыше	до вкл.			C2	CN	C3	C4	C5
вкл. 10	18	24.5	2.5	3-4	4	4	4	4
18	50	49	5	4-5	5	6	6	6
50	280	147	15	6-8	8	9	9	9

Примечание - По поводу значений более 280 мм, пожалуйста, обращайтесь в NSK.

Радиальные внутренние зазоры в подшипниках для электродвигателей

Радиальные шариковые подшипники для электродвигателей Ед. изм.: мкм

Номин. diam. отверстия d (мм)		Зазор		Примечания	
		СМ	СМ	Рекомендуемая посадка	Рекомендуемая посадка
свыше	до вкл.	мин.	макс.	Вал	Отверстие корпуса
10 (incl)	18	4	11	js5 (j5)	
18	30	5	12	k5	H6, 7 ⁽¹⁾ или JS6, 7 (J6, J7) ⁽²⁾
30	50	9	17		
50	80	12	22		
80	100	18	30		
100	120	18	30	m5	
120	160	24	38		

⁽¹⁾ Применимо к наружным кольцам, которые требуют движения в осевом направлении.

⁽²⁾ Применимо к наружным кольцам, которые не требуют движения в осевом направлении.

Примечание - Увеличение радиального внутреннего зазора, вызванное измерительной нагрузкой, эквивалентно величине поправки для зазора CN, указанной в предыдущей таблице.

Цилиндрические роликовые подшипники для электродвигателей Ед. изм.: мкм

Номин. diam. отверстия d (мм)		Зазор				Примечания	
		Взаимозамен. СТ		Невзаимозамен. СМ		Рекомендуемая посадка	
свыше	до вкл.	мин.	макс.	мин.	макс.	Вал	Отверстие корпуса
24	40	15	35	15	30	k5	
40	50	20	40	20	35		
50	65	25	45	25	40	m5	H6, 7 ⁽¹⁾ или JS6, 7 (J6, J7) ⁽²⁾
65	80	30	50	30	45		
80	100	35	60	35	55		
100	120	35	65	35	60		
120	140	40	70	40	65		
140	160	50	85	50	80		
160	180	60	95	60	90	n6	
180	200	65	105	65	100		

⁽¹⁾ Применимо к наружным кольцам, которые требуют движения в осевом направлении.

⁽²⁾ Применимо к наружным кольцам, которые не требуют движения в осевом направлении.

5. Примеры повреждений подшипников в электродвигателях

Заедание

Характер повреждения	Вероятные причины	Профилактические меры
Если случается внезапный перегрев при вращении, происходит изменение цвета подшипника. Если эксплуатация продолжается, кольца дорожек качения, тела качения и сепаратор размягчаются, расплавляются и деформируются по мере накопления повреждения.	<ul style="list-style-type: none"> -Недостаточное смазывание -Избыточная нагрузка (избыточный преднатяг) -Чрезмерная скорость вращения -Недостаточный внутренний зазор -Проникновение воды или загрязнения -Недостаточная точность обработки вала и корпуса, большой изгиб вала 	<ul style="list-style-type: none"> •Проверить смазочный материал и способ смазывания •Еще раз проверить пригодность выбранного типа подшипника •Проверить преднатяг, зазор подшипника и посадку •Улучшить механизм уплотнения •Проверить точность обработки вала и корпуса •Улучшить технологию монтажа



Фото 1

Деталь: внутреннее кольцо радиально-упорного шарикоподшипника

Признак: изменение цвета дорожки качения, оплавление с интервалом, соответствующим шагу шариков

Причина: избыточный преднатяг



Фото 2

Деталь: наружное кольцо с фото 1

Признак: изменение цвета дорожки качения, оплавление с интервалом, соответствующим шагу шариков

Причина: избыточный преднатяг



Фото 3

Деталь: шарики и сепаратор с фото 1

Признак: сепаратор поврежден оплавлением, шарики изменили цвет и покрыты частицами расплавленного материала

Причина: избыточный преднатяг



Фото 4

Деталь: внутренняя часть радиального шарикоподшипника

Признак: критическое уменьшение объема смазки, коксование

Причина: недостаточное смазывание



Фото 5

Деталь: внутренняя часть радиального шарикоподшипника

Признак: повреждение сепаратора, критическое уменьшение объема смазки, коксование

Причина: недостаточное смазывание



Фото 6

Деталь: цилиндрический роликовый подшипник

Признак: заедание ролика на поверхности дорожки качения

Причина: недостаточный внутренний зазор привел к выделению тепла при движении внутреннего кольца и роликов при высоких скоростях и низкой нагрузке

Проскальзывание

Характер повреждения	Возможные причины	Профилактические меры
Происходит в подшипниках, когда имеет место относительное скольжение посадочных поверхностей. В результате поверхность выглядит отполированной иногда с задирами и участками износа.	-Недостаточный натяг или свободная посадка -Недостаточная затяжка втулки	•Проверить натяг посадки, не допускать вращения •Отрегулировать затяжку втулки •Проверить точность обработки вала и корпуса •Создать натяг в осевом направлении •Обеспечить натяг кольца •Нанести адгезив на посадочную поверхность •Нанести слой монтажной пасты на посадочную поверхность



Фото 7

Деталь: внутреннее кольцо сферического роликового подшипника

Признак: проскальзывание, сопровождающееся образованием задиры на поверхности отверстия

Причина: посадка с недостаточным натягом



Фото 8

Деталь: наружное кольцо сферического роликового подшипника

Признак: проскальзывание по всей окружности наружной поверхности

Причина: свободная посадка между наружным кольцом и корпусом

Электрическая эрозия

Характер повреждения	Возможные причины	Профилактические меры
<p>Когда через подшипник проходит электрический ток, происходит дуговой разряд и выгорание тонкой масляной пленки в точках контакта между телами и дорожками качения. Точки контакта локально оплавляются, образуя рифленую или гофрированную поверхность, заметные невооруженным глазом. Увеличение этих канавок демонстрирует кратерообразные углубления, указывающие на расплавление электрической дугой.</p>	<p>-Разность электрических потенциалов между внутренним и наружным кольцами</p> <p>-Высокочастотная разность потенциалов, образуемая приборами или подложками, используемыми вблизи подшипника</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Проектировать электрические цепи таким образом, чтобы избежать прохождения электрического тока через подшипники • Изолировать подшипник



Фото 9

Деталь: внутреннее кольцо цилиндрического роликового подшипника

Признак: характерный опоясывающий след электрической эрозии со следами точечного выкрашивания на поверхности дорожки качения



Фото 10

Деталь: шарики радиального шарикоподшипника

Признак: потемнение всей поверхности шарика

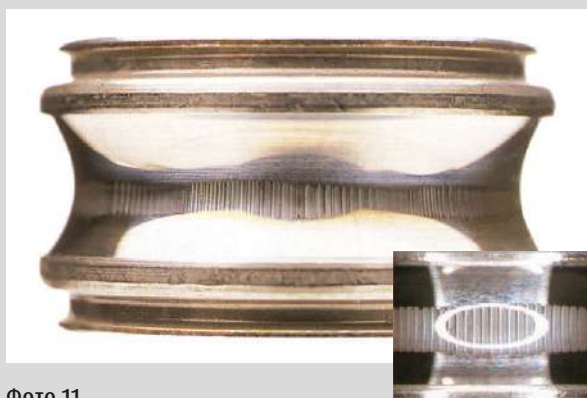


Фото 11

Деталь: внутреннее кольцо радиального шарикоподшипника

Признак: рифление на поверхности дорожки качения (высокая частота)

Увеличен. изобр.



Фото 12

Деталь: наружное кольцо радиального шарикоподшипника

Признак: рифление на поверхности дорожки качения (высокая частота)

Запрос на подшипники для электродвигателя

Пожалуйста, обратитесь в ближайшее подразделение NSK со следующей информацией.

◆ Базовые параметры

Параметры двигателя	Применение		
	Скорость вращения		
	Мощность	Макс. : _____ кВт ; рабочая: _____ кВт	
	Положение	<input type="checkbox"/> Горизонтальное <input type="checkbox"/> Вертикальное <input type="checkbox"/> Наклонное (угол наклона): _____ °	
	Окружающая температура	В диапазоне от _____ до _____ °С ; рабочая: _____ °С	
	Способ охлаждения	<input type="checkbox"/> Водное <input type="checkbox"/> Масляное <input type="checkbox"/> Воздушное ; <input type="checkbox"/> Другое _____	
		Подшипник приводной стороны	Подшипник неприводной стороны
Параметры подшипника	Обозначение		
	Размеры	Диам. отверстия ϕ _____ × Наружн. диаметр ϕ _____ × Ширина _____ мм	Диам. отверстия ϕ _____ × Наружн. диаметр ϕ _____ × Ширина _____ мм
	Тип смазывания	<input type="checkbox"/> Консистентная смазка (марка: _____) ; <input type="checkbox"/> масло (марка: _____)	
	Тип уплотнения / защ. шайбы	<input type="checkbox"/> Открытый <input type="checkbox"/> С защ. шайбами (ZZ) <input type="checkbox"/> Закрытый (VV/DDU/DDW)	
	Нагрузка	Осевая F_a : _____ Н ; радиальная F_r : _____ Н	
		Масса ротора: _____ кг ; сила бокового магнитного поля: _____ Н	
	Температура подш.	Мин. : _____ °С ; макс. : _____ °С ; рабочая : _____ °С	
Требуемый срок службы	_____ часов (или) _____ лет		
Параметры посадки	Посадка	Корпус	от _____ до _____ мм
		Вал	от _____ до _____ мм
	Диам. отверстия вала	ϕ _____ мм (0 для сплошных валов)	ϕ _____ мм (0 для сплошных валов)
	Материал вала		
	Материал корпуса		
	Преднатяг подшипника	<input type="checkbox"/> Отсутствует ; <input type="checkbox"/> с преднатягом: тип (<input type="checkbox"/> пружина / <input type="checkbox"/> прокладка / <input type="checkbox"/> другое _____) : расположение (<input type="checkbox"/> с приводной стороны / <input type="checkbox"/> с неприводной стороны)	

◆ Чтобы проанализировать нагрузку на подшипник, пожалуйста, предоставьте схему расположения и размеры.

Схема расположения двигателя	Соответствующие размеры Расстояние между центрами подшипников: _____ мм Расстояние от центра нагрузки до центра переднего подшипника: _____ мм Расстояние от центра нагрузки до центра заднего подшипника: _____ мм
------------------------------	--

Офисы продаж NSK – Европа, Ближний Восток и Африка

Россия

NSK Polska Sp. z o.o.
Russian Branch
Office 1 703, Bldg 29,
18th Line of Vasilievskiy Ostrov,
Saint-Petersburg, 199178
Tel. +7 812 3325071
Fax +7 812 3325072
info-ru@nsk.com

Ближний Восток

NSK Bearings Gulf Trading Co.
JAFZA View 19, Floor 24 Office 2/3
Jebel Ali DOWntown,
PO Box 262163
Dubai, UAE
Tel. +971 (0) 4 804 8205
Fax +971 (0) 4 884 7227
info-me@nsk.com

Великобритания

NSK UK Ltd.
Northern Road, Newark
Nottinghamshire NG24 2JF
Tel. +44 (0) 1636 605123
Fax +44 (0) 1636 643276
info-uk@nsk.com

Германия, Австрия, Бенилюкс, Швейцария, Скандинавия

NSK Deutschland GmbH
Harkortstraße 15
40880 Ratingen
Tel. +49 (0) 2102 4810
Fax +49 (0) 2102 4812290
info-de@nsk.com

Испания

NSK Spain, S.A.
C/ Tarragona, 161 Cuerpo Bajo
2ª Planta, 08014 Barcelona
Tel. +34 93 2892763
Fax +34 93 4335776
info-es@nsk.com

Италия

NSK Italia S.p.A.
Via Garibaldi, 215
20024 Garbagnate
Milanese (MI)
Tel. +39 02 995 191
Fax +39 02 990 25 778
info-it@nsk.com

Турция

NSK Rulmanları Orta Doğu Tic. Ltd. Şti.
Cevizli Mah. D-100 Güney Yan Yol
Kuruş Kule İş Merkezi No:2 Kat:4
Kartal - İstanbul
Tel. +90 216 5000 675
Fax +90 216 5000 676
turkey@nsk.com

Франция

NSK France S.A.S.
Quartier de l'Europe
2, rue Georges Guynemer
78283 Guyancourt Cedex
Tel. +33 (0) 1 30573939
Fax +33 (0) 1 30570001
info-fr@nsk.com

Центральная, Восточная Европа и СНГ

NSK Polska Sp. z o.o.
Warsaw Branch
Ul. Migdałowa 4/73
02-796 Warszawa
Tel. +48 22 645 15 25
Fax +48 22 645 15 29
info-pl@nsk.com

Южно-Африканская Республика

NSK South Africa (Pty) Ltd.
25 Galaxy Avenue
Linbro Business Park
Sandton 2146
Tel. +27 (011) 458 3600
Fax +27 (011) 458 3608
nsk-sa@nsk.com

Посетите наш веб-сайт: www.nskeurope.ru
Global NSK: www.nsk.com

