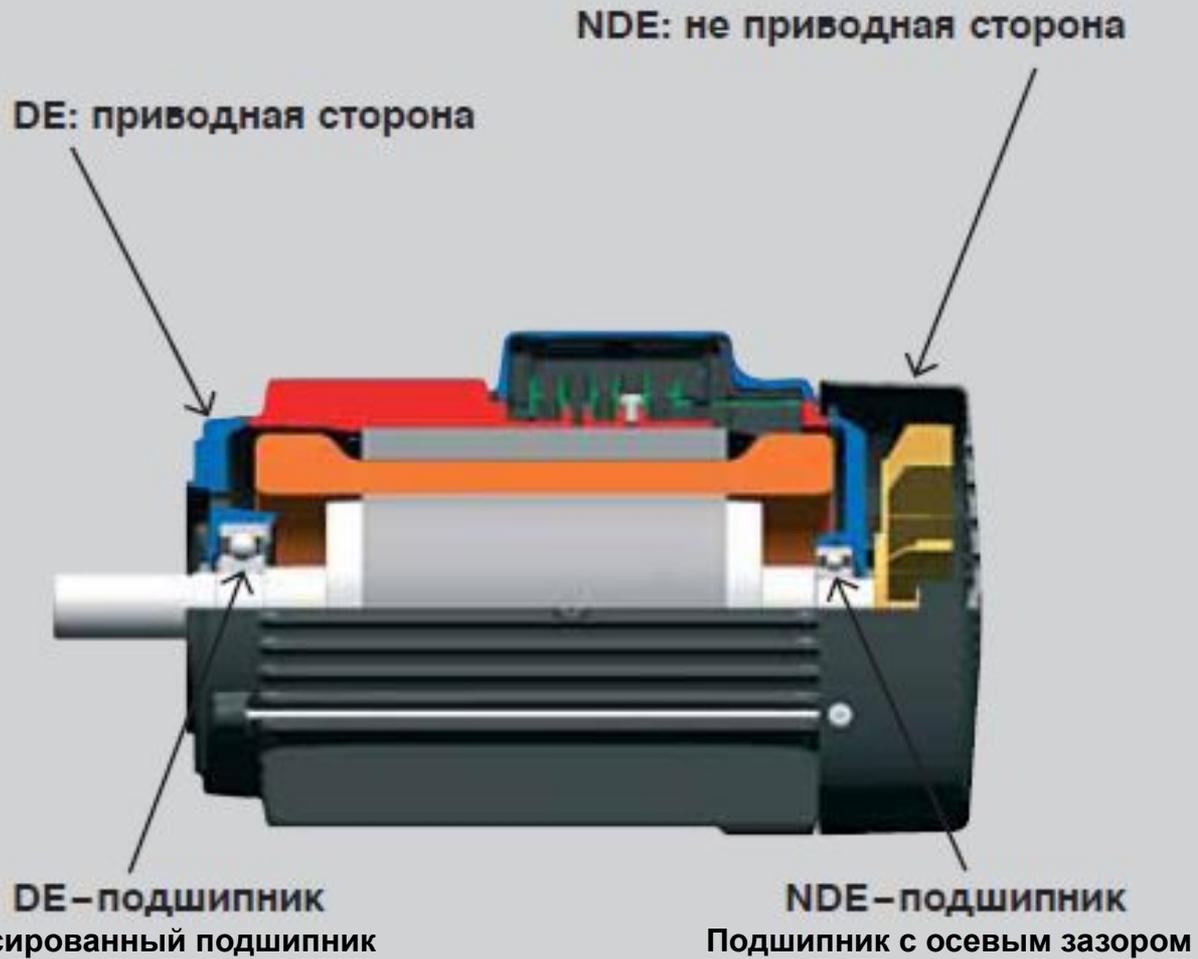


ПОДШИПНИКИ

SERVICE ANYWHERE YOU ARE



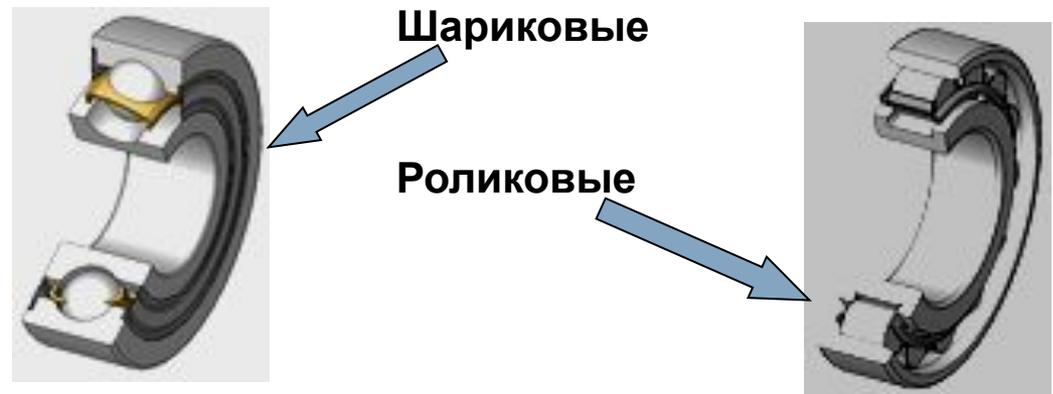
Подшипник — это техническое устройство, являющееся частью опоры, которое поддерживает вал, ось или иную конструкцию, фиксирует положение в пространстве, обеспечивает вращение, качание или линейное перемещение (для линейных подшипников) с наименьшим сопротивлением, воспринимает и передаёт нагрузку на другие части конструкции.



Основные типы подшипников

- подшипники скольжения
- подшипники качения

Классификация подшипников качения осуществляется на основе следующих признаков:
По виду тел качения.



• По типу воспринимаемой нагрузки.

- Радиальные;
- Радиально-упорные;
- Упорные.

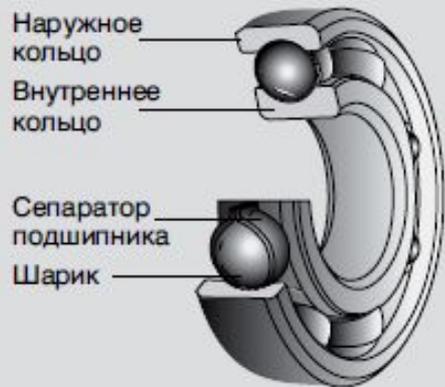
• По числу рядов тел качения.

- Однорядные;
- Двухрядные;
- Многорядные.

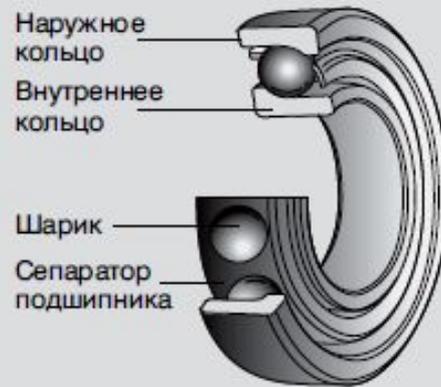


Различные типы шариковых и роликовых подшипников

SERVICE ANYWHERE YOU ARE



Шарикоподшипник с глубокими дорожками качения



Радиально-упорный шарикопод



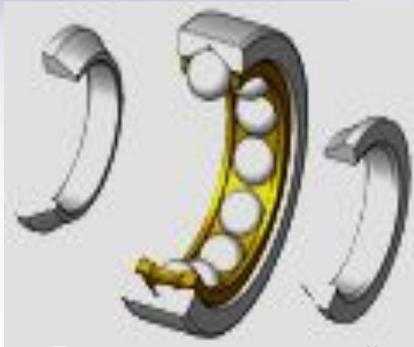
Роликоподшипник



Игольчатый роликоподшипник

Различные типы шариковых и роликовых подшипников

SERVICE ANYWHERE YOU ARE



Радиально-упорный шариковый подшипник с четырёхточечным контактом



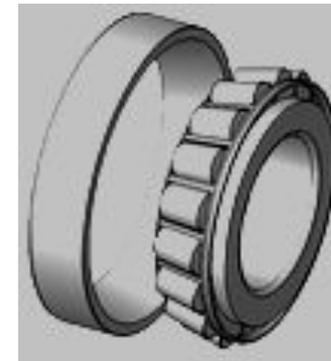
Радиальный роликовый подшипник



Радиальный шариковый подшипник



Самоустанавливающийся двухрядный радиальный роликовый подшипник с бочкообразными роликами(сферический)



Радиально-упорный роликовый подшипник

Типовое обозначение подшипников

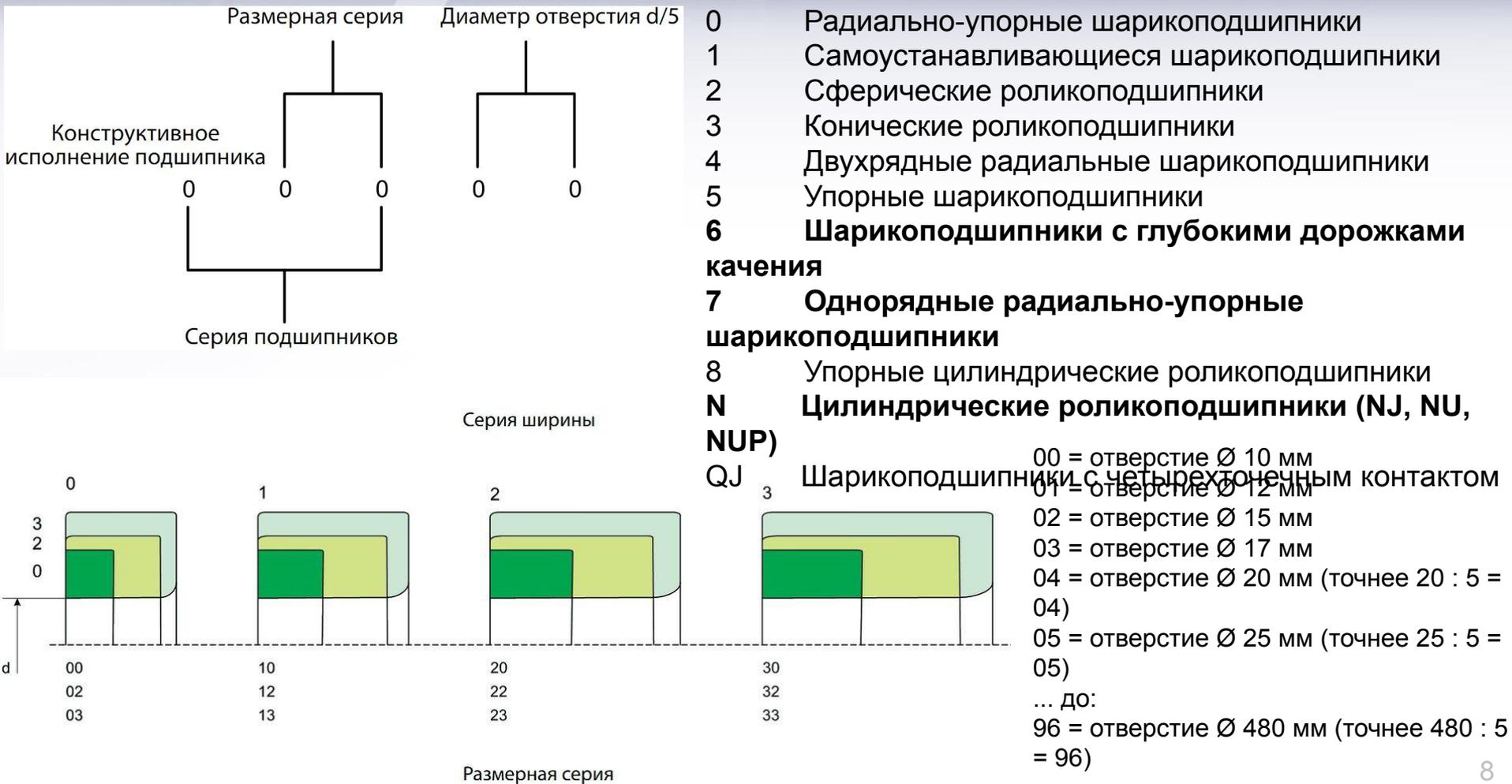

 SERVICE ANYWHERE YOU ARE

Расшифровка типового обозначения подшипника

		7	3	05	B	ZZ	C3	L683
Основной код	1	← Модель подшипника						
	2	← Номер диаметра расточенного отверстия						
	3	← Код угла контакта (радиально-упорные подшипники)						
Дополнительный код	4	← Код уплотнения / защитного экрана						
	5	← Код внутреннего зазора (шарикоподшипники с глубокими дорожками качения)						
	6	← Код смазки						

Типовое обозначение подшипников

SERVICE ANYWHERE YOU ARE



Типовое обозначение подшипников

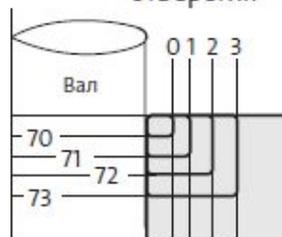
SERVICE ANYWHERE YOU ARE

1 Обозначение модели подшипника

Модель подшипника	Обозначение типа	Тип подшипника		Тип подшипника
		ряд ширин	ряд диаметров	
60 62 63	6	(1) (0) (0)	0 2 3	шарикоподшипники с глубокими дорожками
70 72 73	7	(1) (0) (0)	0 2 3	радиально-упорные шарикоподшипники
NU10 NU2 NU22 NU3 NU23 NU4	NU	1 (0) 2 (0) 2 (0)	0 2 2 3 3 4	роликоподшипники

Типоразмер

Номер диаметра расточенного отверстия



2 Номер диаметра расточенного отверстия

Номер диаметра расточенного отверстия	Диаметр расточенного отверстия d мм	Комментарий
04	20	Номер диаметра расточенного отверстия представляет собой двузначное число, полученное делением диаметра расточенного отверстия на 5. Чтобы получить величину диаметра расточенного отверстия в мм, двузначный код нужно умножить на 5.
05	25	
06	3	
⋮	⋮	
⋮	⋮	
⋮	⋮	
88	440	Пример: 7305 => 05] 5 = 25 Диаметр расточенного отверстия под подшипник = 25
92	460	
96	480	

3 Код угла контакта

Код	Номинальный угол контакта	Тип подшипника
A	30°	Радиально-упорные шарикоподшипники
B	40°	
C	15°	

Типовое обозначение подшипников

SERVICE ANYWHERE YOU ARE

4 Код уплотнения / защитного экрана

Код	Описание
LLB	Уплотнение из синтетического каучука (бесконтактного типа)
LLU	Уплотнение из синтетического каучука (контактного типа)
ZZ	Защитный экран
ZZA	Съёмный защитный экран

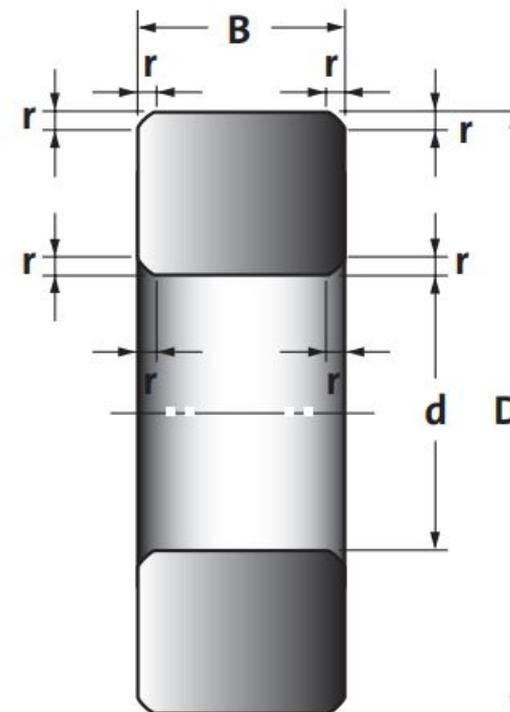
Тип уплотнения зависит от выбора производителя

5 Код внутреннего зазора

Код	Пояснение
C2	Радиальный внутренний зазор меньше стандартного
C3	Радиальный внутренний зазор больше стандартного
C4	Радиальный внутренний зазор больше C3

6 Код смазки

Пример из каталогов производителей подшипников:
L683 = NTN код для Klüberquiet BQH 72-102



Габаритные размеры радиально-упорных подшипников

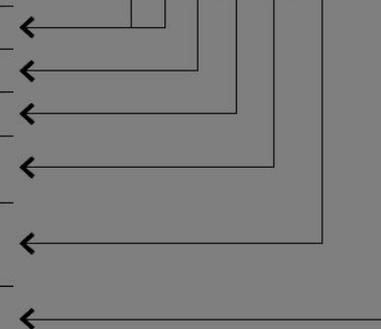
Типовое обозначение подшипников

SERVICE ANYWHERE YOU ARE

Расшифровка типового обозначения подшипника

Основной код	1	Модель подшипника
	2	Номер диаметра расточенного отверстия
	3	Код угла контакта (радиально-упорные подшипники)
Дополнительный код	4	Код уплотнения / защитного экрана
	5	Код внутреннего зазора (шарикоподшипники с глубокими дорожками качения)
	6	Код смазки

7 3 05 B ZZ C3 L683



1 Обозначение модели подшипника

Модель подшипника	Обозначение типа	Типоразмер		Тип подшипника
		ряд ширины	ряд диаметров	
60 62 63	6	(1) (0) (0)	0 2 3	шарикоподшипники с глубокими дорожками
70 72 73	7	(1) (0) (0)		радиально-упорные шарикоподшипники
NU10 NU2 NU22 NU3 NU23 NU4	NU	1 (0) 2 (0) 2 (0)	0 2 2 3 3 4	роликподшипники



2 Номер диаметра расточенного отверстия

Номер диаметра расточенного отверстия	Диаметр расточенного отверстия d мм	Комментарий
04	20	Номер диаметра расточенного отверстия представляет собой двузначное число, полученное делением диаметра расточенного отверстия на 5. Чтобы получить величину диаметра расточенного отверстия в мм, двузначный код нужно умножить на 5.
05	25	
06	3	
...	...	
...	...	Пример: 7305 => 05] 5 = 25 Диаметр расточенного отверстия под подшипник = 25
88	440	
92	460	
96	480	

3 Код угла контакта

Код	Номинальный угол контакта	Тип подшипника
A	30°	Радиально-упорные шарикоподшипники
B	40°	
C	15°	



Расшифровка типового обозначения подшипника

		7 3 05 B ZZ C3 L683					
Основной код	1	Модель подшипника	←	←	←	←	←
	2	Номер диаметра расточенного отверстия	←	←	←	←	←
	3	Код угла контакта (радиально-упорные подшипники)	←	←	←	←	←
Дополнительный код	4	Код уплотнения / защитного экрана	←	←	←	←	←
	5	Код внутреннего зазора (шарикоподшипники с глубокими дорожками качения)	←	←	←	←	←
	6	Код смазки	←	←	←	←	←

4 Код уплотнения / защитного экрана

Код	Описание
LLB	Уплотнение из синтетического каучука (бесконтактного типа)
LLU	Уплотнение из синтетического каучука (контактного типа)
ZZ	Защитный экран
ZZA	Съёмный защитный экран

Тип уплотнения зависит от выбора производителя

5 Код внутреннего зазора

Код	Пояснение
C2	Радиальный внутренний зазор меньше стандартного
C3	Радиальный внутренний зазор больше стандартного
C4	Радиальный внутренний зазор больше C3

6 Код смазки

Пример из каталогов производителей подшипников:
L683 = NTN код для Klüberquiet BQH 72-102



- Электродвигатели Grundfos оснащены высококачественными подшипниками следующих производителей:
- **SKF**
- **NSK**
- **NTN**
- **FAG (INA)**



SERVICE ANYWHERE YOU ARE

GRUNDFOS 

Made in EU



Type MMG160L2-42FF300D IEC 60034 3~Mot No 300296030001 H

Th.Cl. F(B) IP55 86kg TP111 Made by AEG

50Hz: Δ/γ 18,5kW 380-415/660-690V 34,5/19,9A60Hz: Δ/γ 18,5kW 380-480/660-690V2930 min⁻¹ cos ϕ 0.87

60Hz: 27.6-34.5/19.9A 3530-3560/min 0.9-0.89pf P/N 81615728

Bearing DE/NDE: 7309B/62092Z Grease: UNIREX N3 ESSO

Protector type PTC 160°C, Release temperature 155°C, Ready temperature 145 °C

After 4000h 9 ccm grease

0106



7309BA

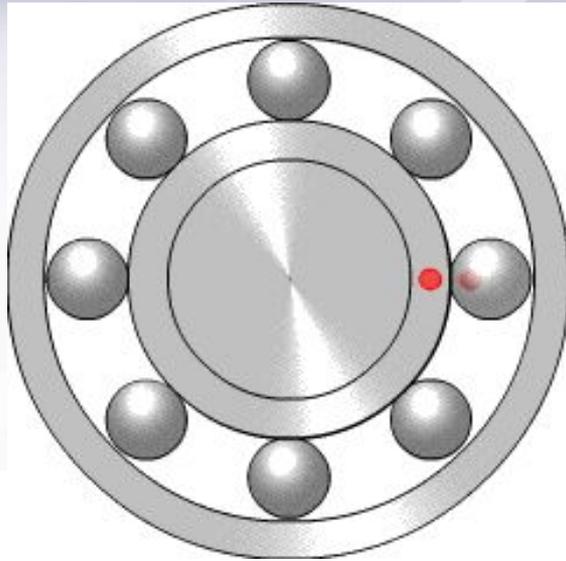
73- радиально-упорный шарикоподшипник

09•5=45 – диаметр расточенного отверстия под подшипник

В – код угла контакта

Зазор в подшипниках

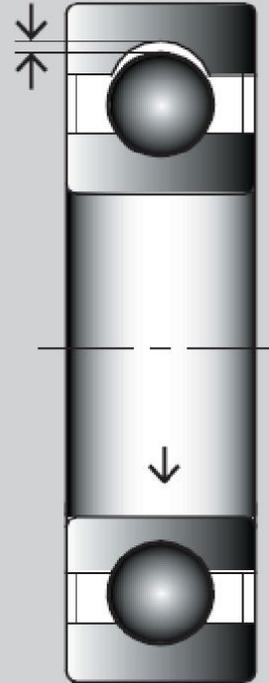
SERVICE ANYWHERE YOU ARE



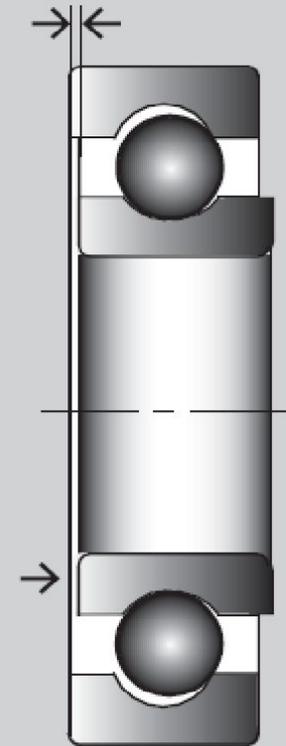
- C2
- CN, Стандартный зазор
- C3
- C4
- C5

5 классов радиальных внутренних зазоров

Радиальное допустимое перемещение кольца является радиальным внутренним зазором, а осевое допустимое перемещение—осевым внутренним зазором. Как правило, осевой внутренний зазор в 6–10 раз больше радиального внутреннего зазора.



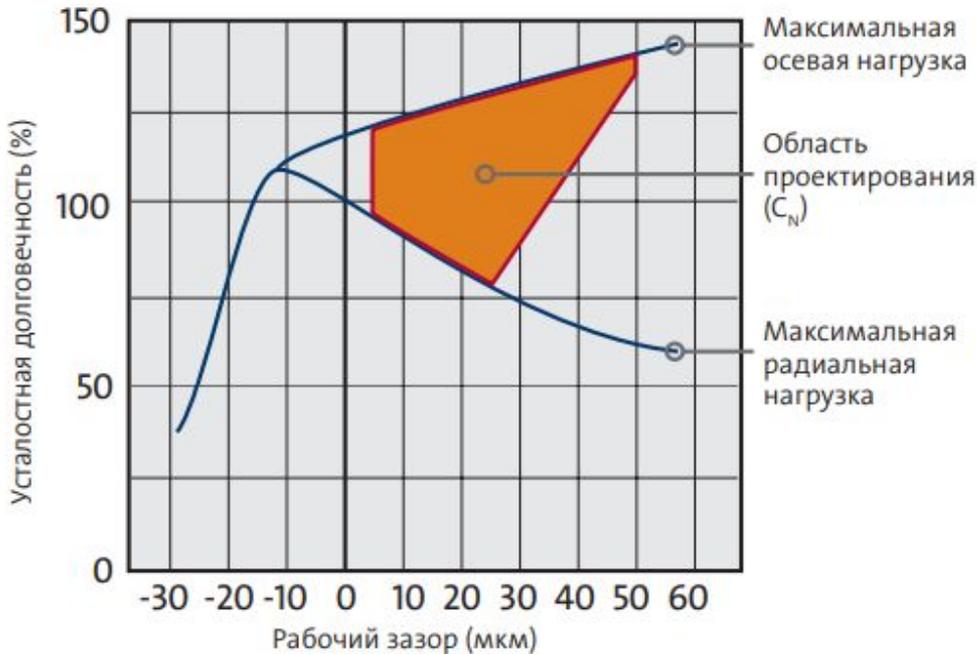
Радиальный внутренний зазор



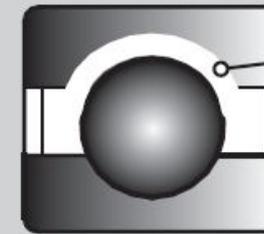
Осевой внутренний зазор

Зазор в подшипниках

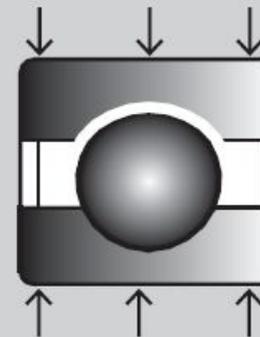
SERVICE ANYWHERE YOU ARE



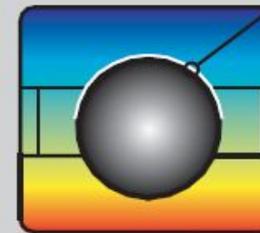
Соотношение между ресурсом и рабочим зазором шарикоподшипников с глубокими дорожками качения (принцип устройства)



Первоначальный зазор



Монтаж в вал и во фланец сокращает зазор



Рабочий зазор в области проектирования согласно диаграмме, приведённой выше

← Температура наружного кольца
Дельта Т (ΔT) = 10-15 К

← Температура внутреннего кольца

Типы подшипников и рекомендуемый зазор

SERVICE ANYWHERE YOU ARE

Типы насосов	Осевые нагрузки	Типы подшипников и рекомендуемый зазор	
		Сторона привода	Сторона без привода
CR (макс. 3 кВт) низконапорные TP	От умеренных до значительных усилий. Нагрузка "вытягивает" вал из электродвигателя	Зафиксированный шарикоподшипник с глубокими дорожками качения (C4)	Шарикоподшипник с глубокими дорожками качения (C3)
CR от 4 кВт и больше	Сильное тяговое усилие. Нагрузка "вытягивает" вал из электродвигателя	Зафиксированный радиально-упорный подшипник	Шарикоподшипник с глубокими дорожками качения (C3)
NB, CV высоконапорные TP	Умеренные усилия. Нагрузка "вытягивает" вал из электродвигателя	Зафиксированный шарикоподшипник с глубокими дорожками качения (C3)	Шарикоподшипник с глубокими дорожками качения (C3)
NK, CPH	Малые усилия (упругая муфта)	Зафиксированный шарикоподшипник с глубокими дорожками качения (C3)	Шарикоподшипник с глубокими дорожками качения (C3)
CR SF	Нагрузка "вдавливает" вал в электродвигатель	Шарикоподшипник с глубокими дорожками качения (C4)	Зафиксированный радиально-упорный подшипник

Насосы высокого давления и конструкция подшипников электродвигателя

Насосы высокого давления составляют часть широкого ряда изделий компании Grundfos. Разница между насосом высокого давления и насосом с обычным давлением заключается в том, что комплект камер в насосе высокого давления перевернут, что обеспечивает защиту торцевого уплотнения вала от действия давления. Под действием гидравлических осевых нагрузок насос высокого давления не вырывает вал из электродвигателя, а вталкивает его в электродвигатель.

В отличие от стандартных насосов блок подшипников перевернут, чтобы воспринимать давление от насоса. Подшипник на стороне без привода (NDE) устанавливается как зафиксированный радиально-упорный подшипник, который воспринимает давление, а подшипник на стороне привода (DE) устанавливается как плавающий шарикоподшипник с глубокими дорожками качения.



Предварительный натяг

SERVICE ANYWHERE YOU ARE

Натяг подшипникового узла фиксируется пружинной шайбой, которая устанавливается против неподвижной опоры. Зафиксированным может быть как шарикоподшипник с глубокими дорожками качения, так и радиально-упорный подшипник.

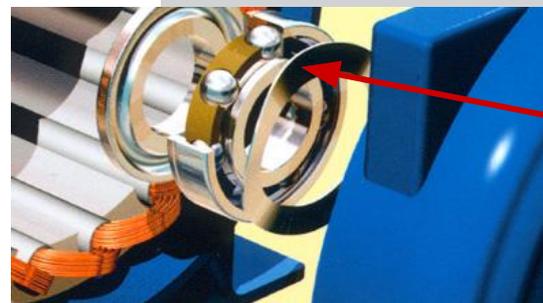
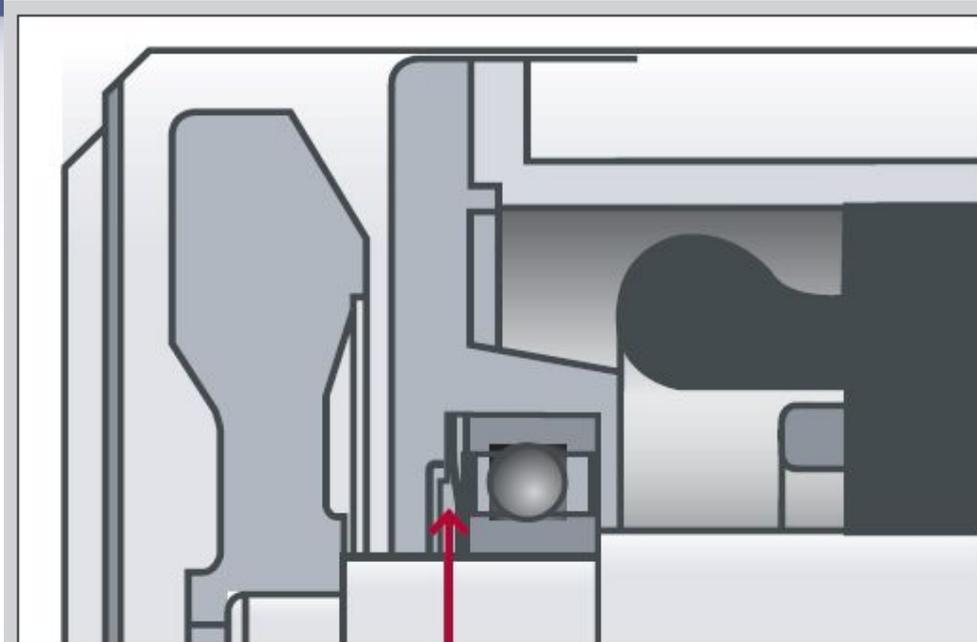
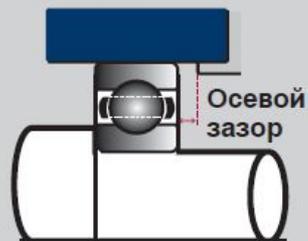
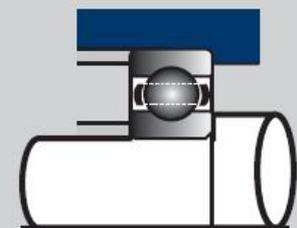
Предварительный натяг необходим для:

- Точности установки и точности перемещения
- Предотвращения появления шумов, вибрации и эксцентricности вала
- Предотвращения заедания и регулирования вращения элементов качения

Компоновка подшипников

Зафиксированный подшипник

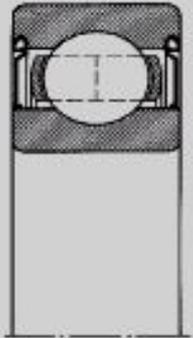
Плавающий подшипник



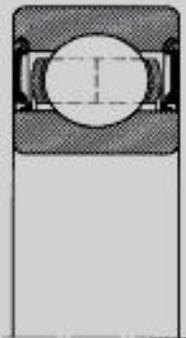
Пружина, обеспечивающая предварительный натяг

Уплотнение

SERVICE ANYWHERE YOU ARE



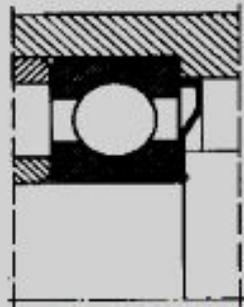
Шарикоподшипник с глубокими дорожками качения с металлическими стыковыми накладками
Известен как тип ZZ



Шарикоподшипник с глубокими дорожками качения с резиновыми манжетами



Установка подшипника с упругой металлической уплотнительной шайбой



Установка подшипника с упругим металлическим уплотнением



Щелевое уплотнение



Лабиринтное уплотнение



Осевое манжетное уплотнение

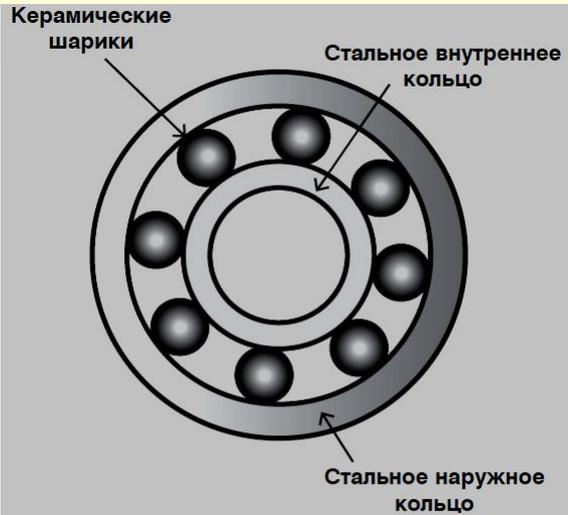
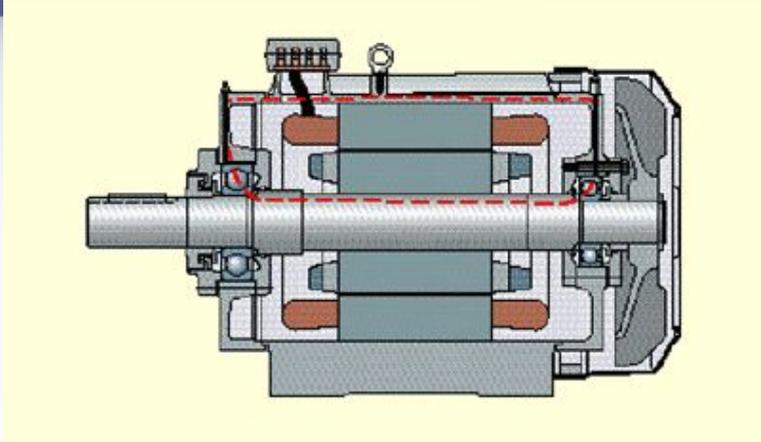


Радиальное манжетное уплотнение

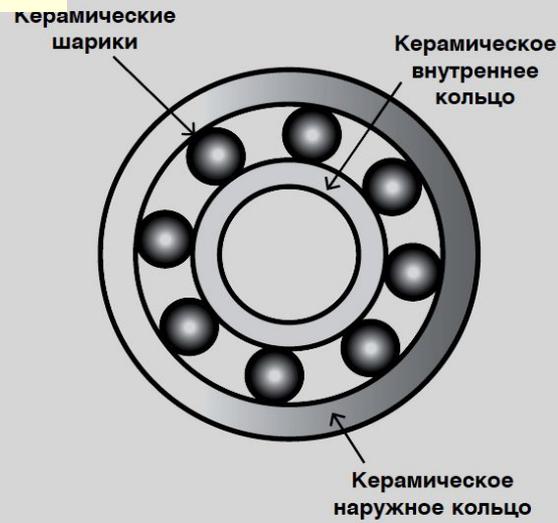
Уплотнение может быть как из антифрикционного металла, так и из обычного эластомера

ИЗОЛИРОВАННЫЕ ПОДШИПНИКИ

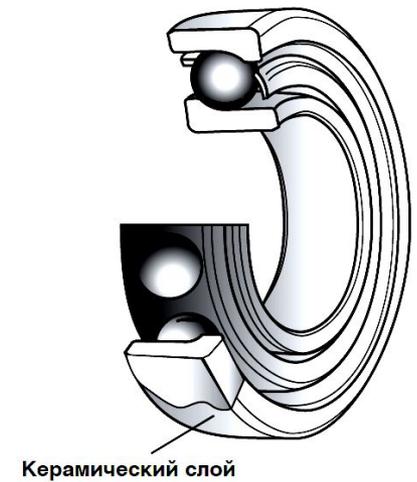
SERVICE ANYWHERE YOU ARE



Гибридные подшипники



Полностью керамические подшипники



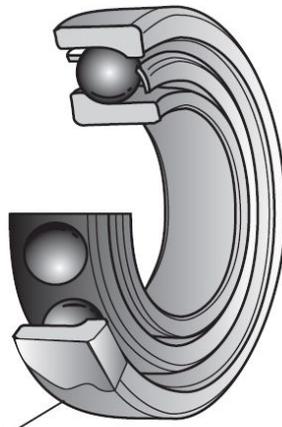
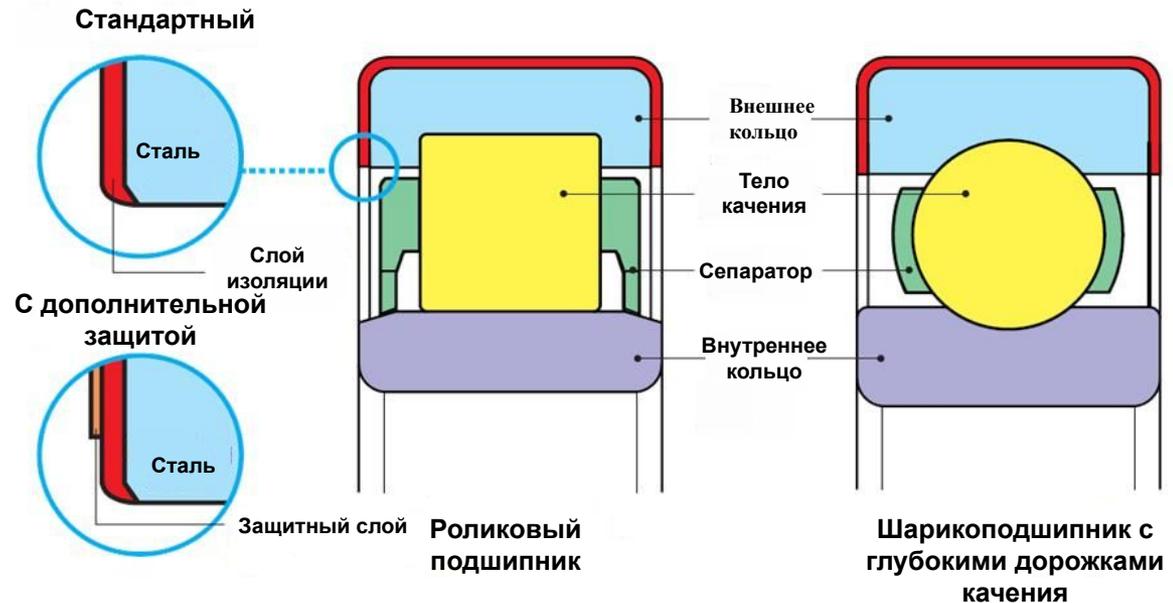
Изолированные подшипники – подшипники с керамическим покрытием

ИЗОЛИРОВАННЫЕ ПОДШИПНИКИ

SERVICE ANYWHERE YOU ARE



Рекомендуется установка в двигателях, начиная с типоразмера 225 (мощность 45 кВт) при работе с ПЧ



Керамический слой

Изолирующее покрытие – оксид алюминия, выдерживает напряжение пробоя изоляции до 1000 В

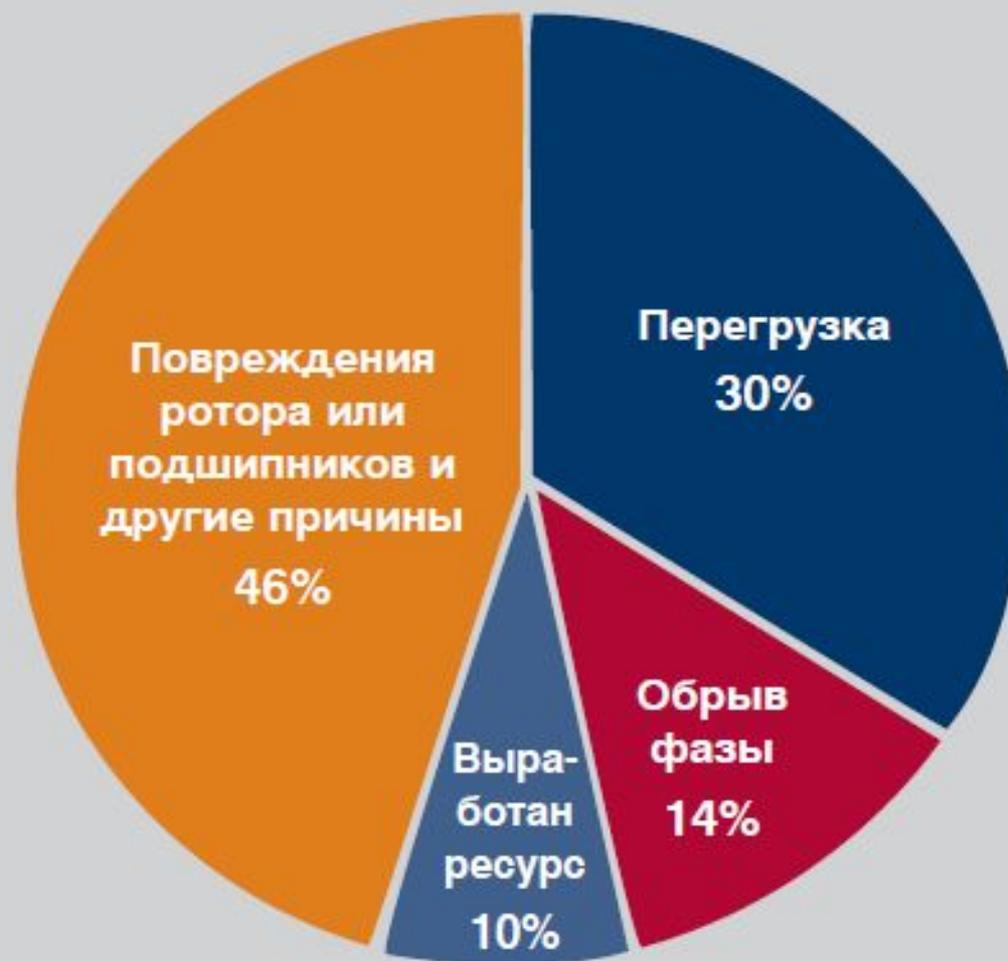
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕРЫ

SERVICE ANYWHERE YOU ARE

двигатель 4 ! кВт.



Основные причины отказа электродвигателя



Основные причины поломок подшипников

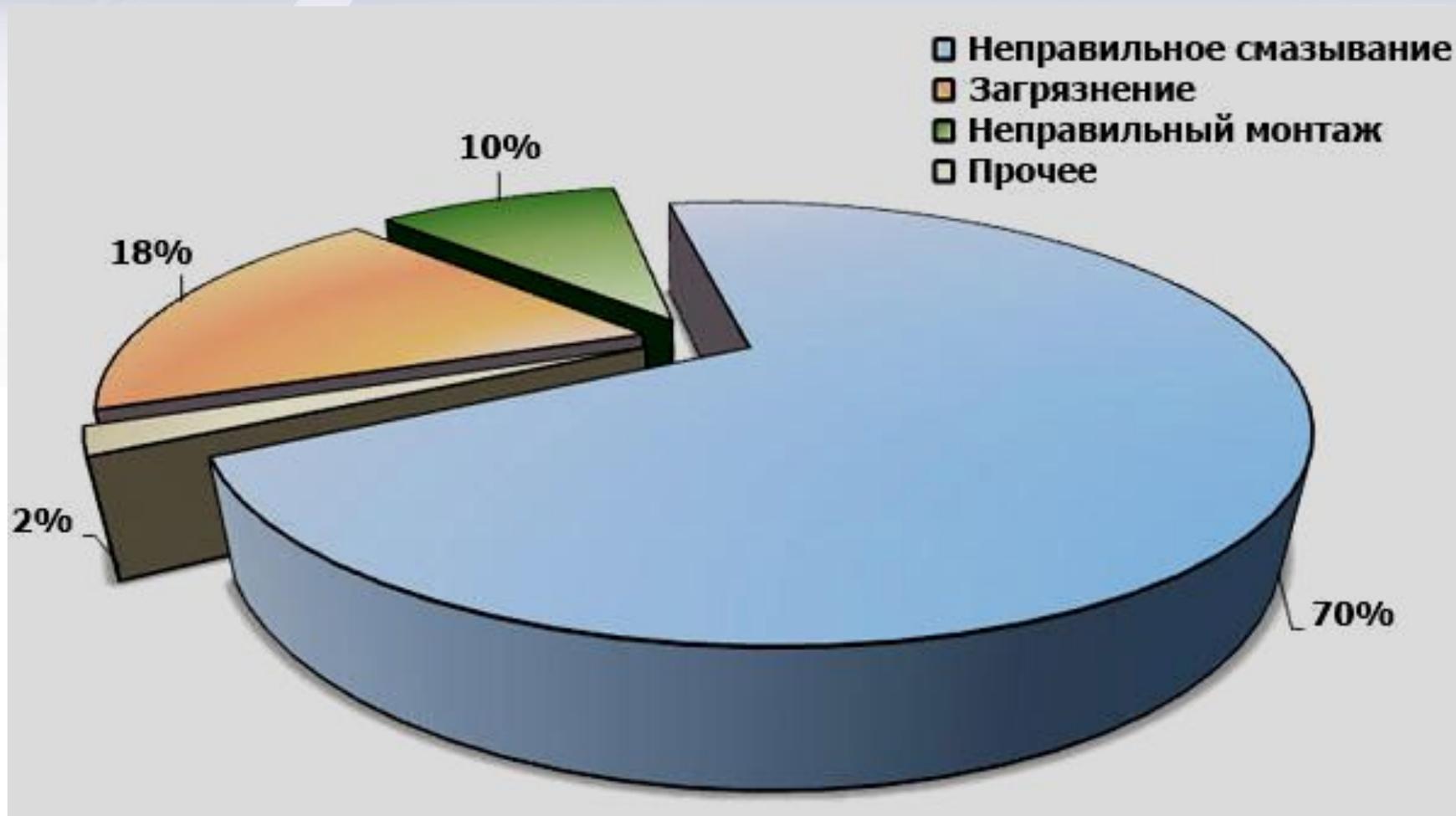
SERVICE ANYWHERE YOU ARE



Причины разрушения подшипников качения. Только около 1% подшипников качения полностью отработывают предполагаемый срок службы.

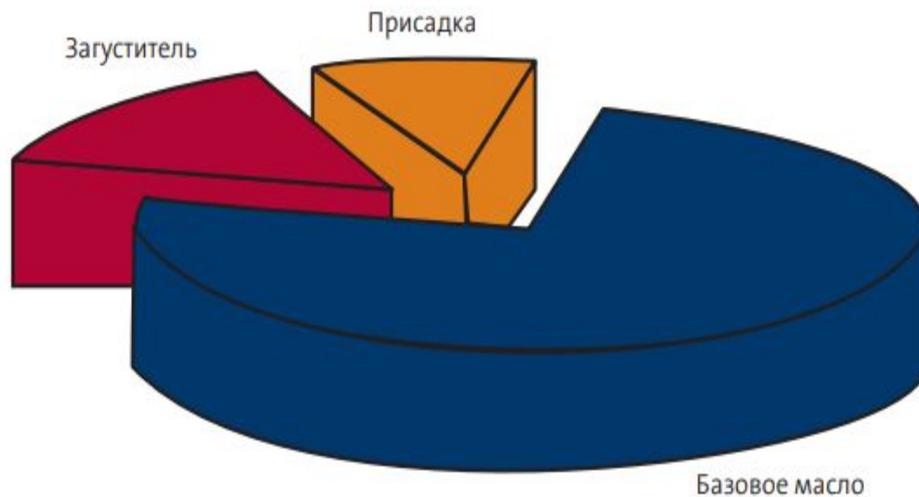
Основные причины поломок подшипников

SERVICE ANYWHERE YOU ARE



Смазочные материалы

SERVICE ANYWHERE YOU ARE



Состав консистентной смазки

- С консистентной смазкой легче обращаться, чем с жидкой.
- Консистентная смазка действует как уплотнение и препятствует проникновению загрязняющих веществ в подшипник.
- Удобство — некоторые подшипники имеют заводскую герметизацию и смазку, и не требуют технического обслуживания.
- Рентабельность — с герметизированными и смазанными подшипниками многие детали электродвигателя становятся ненужными. Не требуются крышки для подшипников, прессмасленки и др.

Смазочные материалы

SERVICE ANYWHERE YOU ARE

Для закрытых подшипников с постоянной консистентной смазкой

Консистентная смазка Chevron SRI-2	Полимоочевинный загуститель
Kluberquiet BQH 72-102	Полимоочевинный загуститель

Для открытых подшипников с заменяемой смазкой

EXXON UNIREX N3	Литиевый загуститель
EXXON UNIREX N2	Литиевый загуститель
Консистентная смазка Shell Alvania G3	Литиевый загуститель

Смазка подшипников электродвигателя

SERVICE ANYWHERE YOU ARE

GRUNDFOS

Made in EU



Type MMG160L2-42FF300D IEC 60034 3~Mot No 300296030001 H

Th.Cl. F(B) IP55 86kg TP111 Made by AEG

50Hz:Δ/γ 18,5kW 380-415/660-690V 34,5/19,9A

60Hz:Δ/γ 18,5kW 380-480/660-690V

2930 min⁻¹ cosφ 0.87

60Hz: 27.6-34.5/19.9A 3530-3560/min 0.9 0.89pf P/N 81615728

Bearing DE/NDE:7309B/62092 Grease: UNIREX N3 ESSO

Protector type PTC160°C, Release temperature 155°C, Ready temperature 145°C

After 4000h 9 ccm grease

0106



Основные физико-химические характеристики

Классы вязкости UNIREX N 2 и UNIREX N 3

ESSO UNIREX N	2	3	Метод испытания
NLGI-класс пластичной смазки	2	3	DIN 51818
Пенетрация перемешанной смазки	0,1 мм	280	235 DIN ISO 2137
Эксплуатационная область температур	°C	от -30 до +155	от -20 до +165 DIN 51825
Загуститель		литиевое комплексное мыло	
Температура каплепадения	°C	300	DIN ISO 2176
Поведение по отношению к воде	ранг оценки при температуре испытания	1-80	DIN 51807, часть 2
Испытание на SKF-машине для испытания смазок для подшипников качения, ходовое испытание В	°C	140	160 DIN 51806
Испытание в четырехшариковом аппарате трения для оценки смазочных свойств, предельная нагрузка, вызывающая сваривание	Н	2400	DIN 51350, ч. 4
- метод D: диаметр шарового сегмента	мм	0,7	DIN 51350, ч. 5
- метод E: диаметр шарового сегмента	мм	2,0	1,7 DIN 51350, ч. 5
Испытание на машине трения Тимкена, нагрузка	Н	39	52 DIN E 51434, часть 3
FAG - прибор FE 9 для испытания смазок для подшипников качения			DIN 51821
- испытание 02-A/1500/6000-120	F ₁₀ h F ₅₀ h	-	600 1000
- испытание 02-A/1500/6000-150	F ₁₀ h F ₅₀ h	123 147	100 175
- испытание 02-A/1500/6000-160	F ₁₀ h F ₅₀ h	65 86	60 100
Давление течения при -20 °C	гПа	1000	1400 DIN 51805
Устойчивость к окислению, падение давления через 100 ч, при 100 °C	кПа	30	DIN 51808
Антикоррозионные свойства по методу SKF-Emcor	степень коррозии	0 и 0	DIN 51802
Коррозионное воздействие на медь	степень коррозии	1 при 140	DIN 51811
Содержание твердых веществ >25 мкм	мг/кг	< 20	DIN 51813 (мод.)
Содержание воды	массовая доля %	< 0,1	DIN ISO 3733
Выделение масла при нормальном испытании - 7 суток при 40 °C	массовая доля %	2	1 DIN 51817
Поведение по отношению к уплотняющему материалу SRE-NBR 28 и 34, через 7 суток +/- 2 часа, отн. изменение объема при 100 +/- 1 °C	%	+9 и +6	+7 и +4 DIN 53538, часть 3, DIN 53521
Кинематическая вязкость при 40 °C	мм ² /с (сСт)	115	DIN 51562, часть 1
Эксплуатационные свойства		K 2 P-30	K 3 P-20 DIN 51825
Обозначение		K 2 P-30	K 3 P-20 DIN 51502

Смазочные материалы

SERVICE ANYWHERE YOU ARE



Shell Alvania Greases G1, G2 и G3 представляют собой высококачественные, не содержащие нитритов, индустриальные смазки на основе минерального масла, загущенного смешанным литиево-кальциевым мылом гидроксистеариновой кислоты, содержащие пакет присадок для улучшения противоизносных, антиокислительных и консервационных свойств.

Типичные физико-химические характеристики

Shell Alvania Grease	G1	G2	G3
Класс по NLGI	1	2	3
Тип мыла	Гидроксистеарат лития		
Тип базового масла	Минеральное	Минеральное	Минеральное
Кинематическая вязкость, мм ² /с при 40°C при 100°C (IP 71/ASTM-D445)	100.0 11	100.0 11	100.0 11
Пенетрация при 25 °C после перемешивания, 0.1 мм (IP 50/ASTM-D217)	310-340	265-295	220-250
Температура каплепадения, °C (IP 132 ASTM-D256-76)	180-185	180-185	180-185
Хранение - 6 месяцев при 40°C	Выдерживает		



Смазочные материалы

SERVICE ANYWHERE YOU ARE

Обычно количество свежей смазки определено в инструкции по смазке (на фирменной табличке насоса или электродвигателя). Однако, если такой информации там нет, можно приблизительно рассчитать необходимое количество консистентной смазки по следующей формуле:

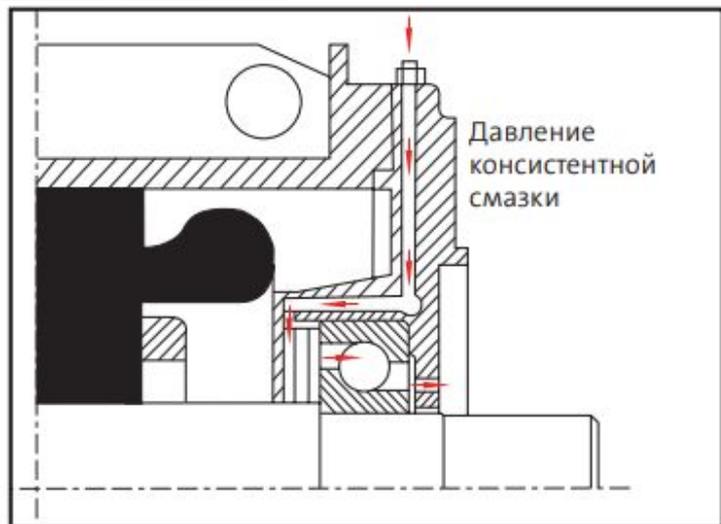
$$G = 0.005 \cdot D \cdot B$$

G = Количество консистентной смазки (г)

D = Наружный диаметр подшипника (мм)

B = Ширина подшипника (мм)

Смазочные материалы



В некоторых руководствах по замене смазки количество смазки указывается как объём (CC, CCM или см³), а не как масса (г). Соотношение массы и объёма для смазки подшипников:

$$\text{Масса} = 1,1 \cdot \text{объём}$$

$$[\text{г}] = 1,1 \cdot [\text{см}^3]$$

Смазочные материалы

SERVICE ANYWHERE YOU ARE

Средний срок службы подшипников в часах при эксплуатации двигателя вертикальной компоновки* с 90-100% отдачей мощности.

<i>Кол-во полюсов</i>	<i>Температура окружающей среды 25°C</i>			
	<i>Габарит двигателя</i>			
	71-80	90-100	112-132	160-200
2	36000	20000	10000	7000
4	45000	40000	20000	14000
	<i>Температура окружающей среды 40°C</i>			
	<i>Габарит двигателя</i>			
	71-80	90-100	112-132	160-200
2	18000	10000	5000	3500
4	36000	20000	10000	7000

*) Средний срок службы подшипников в двигателях горизонтальной компоновки больше в 1,4 раза.

Смазочные материалы

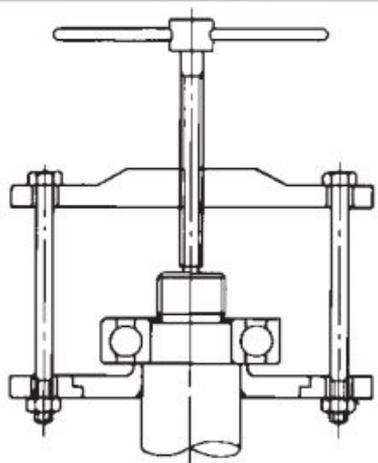
Периодичность замены подшипников,
заполненных смазкой на весь срок службы =
 $= 2 \cdot$ период между смазками подшипников
с заменяемой смазкой

ПРИМЕЧАНИЕ:

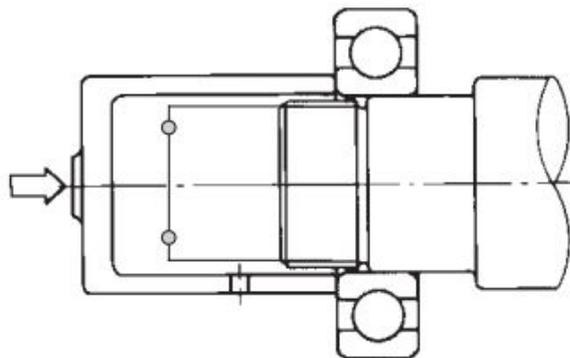
- Очень важно, чтобы подшипники, заполненные смазкой на весь срок службы, заменялись подшипниками с таким же смазочным материалом. Электродвигатели Grundfos поставляются с завода с консистентной смазкой (Kluberquiet VQH 72–102), устойчивой к высоким температурам.
- Максимальный интервал замены необслуживаемых подшипников **40 000 часов**.

Замена подшипников

SERVICE ANYWHERE YOU ARE

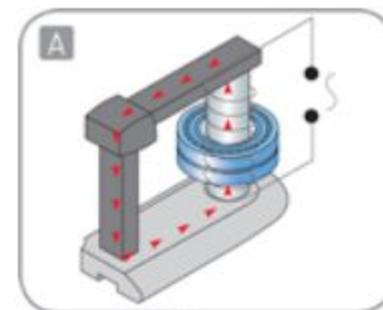


Выпрессовка подшипника

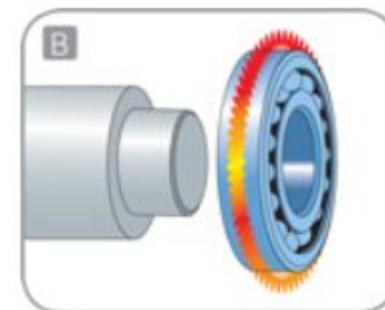


Установка нового подшипника

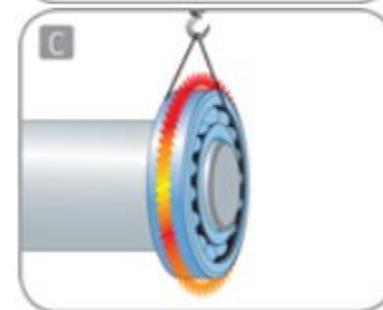
Обычно, температуры нагрева подшипников 90-110°C достаточно для нормального монтажа. Запрещено нагревать подшипник до температуры более 125°C, так как это может привести к изменению структуры металла.



A Принцип индукционного нагрева



B Монтаж нагретого подшипника



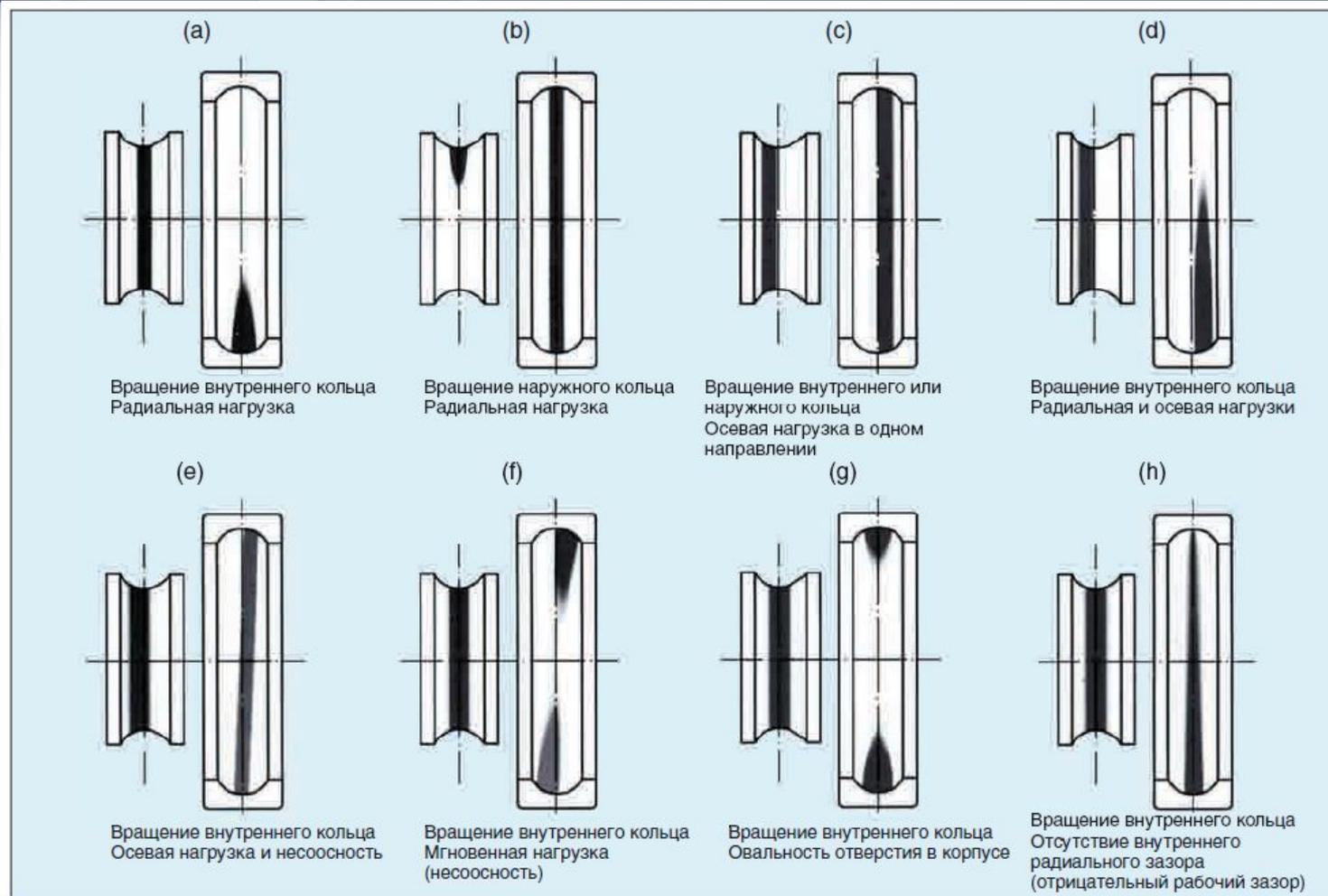
C Подъем нагретого подшипника



D Запрещено нагревать подшипник на открытом огне

Анализ повреждений подшипников

SERVICE ANYWHERE YOU ARE





SERVICE ANYWHERE YOU ARE

