

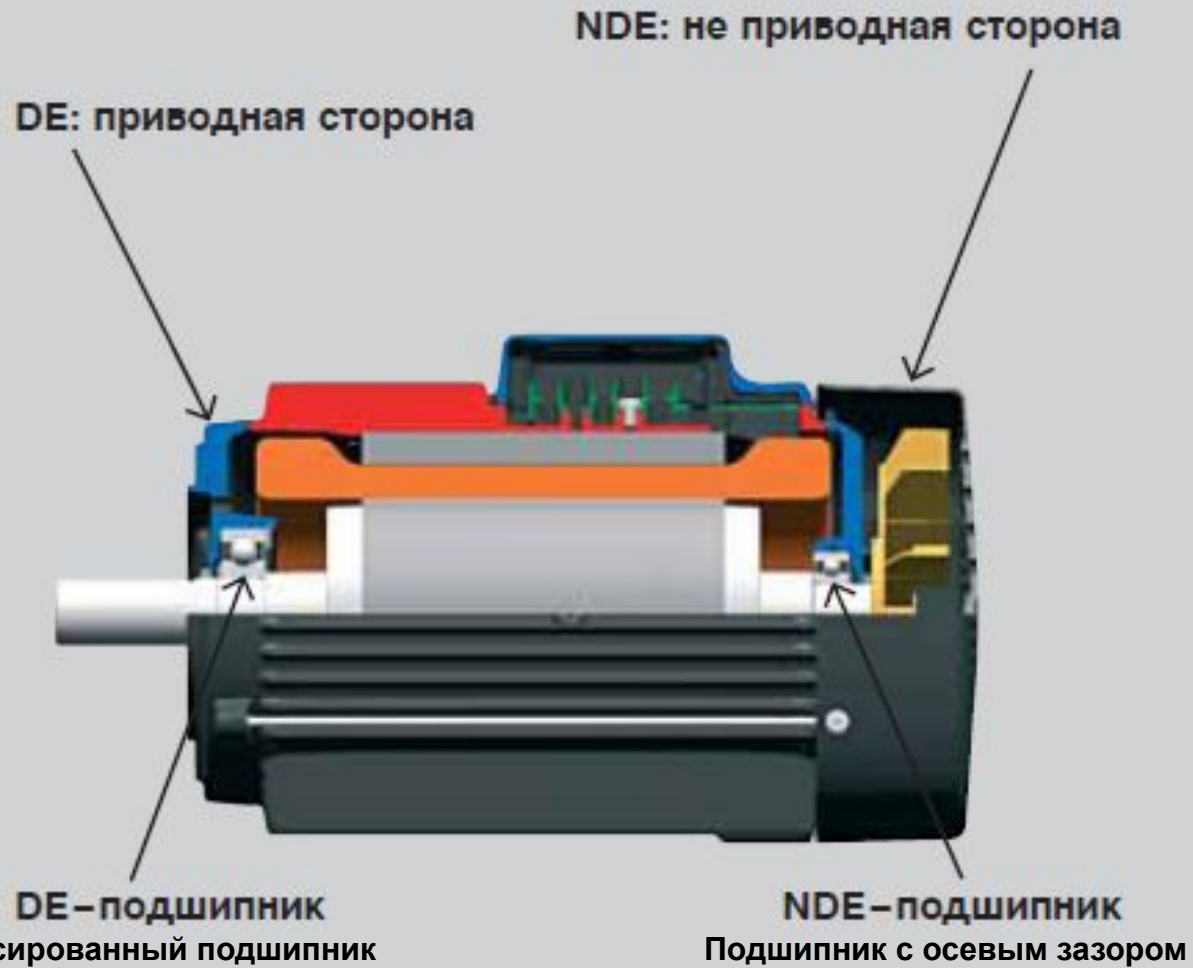
# ПОДШИПНИКИ

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.



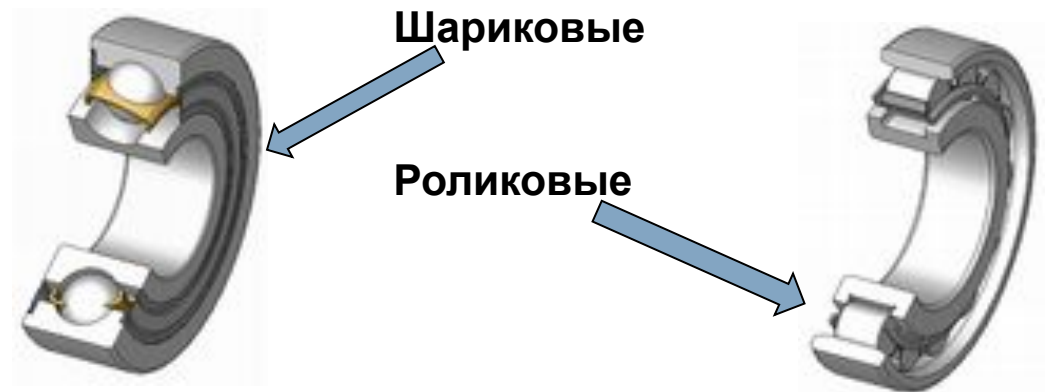


# Основные типы подшипников

SERVICE ANYWHERE YOU ARE

- Подшипники качения
- Подшипники скольжения
- Газостатические подшипники
- Газодинамические подшипники
- Гидростатические подшипники
- Гидродинамические подшипники
- Магнитные подшипники

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





## • По типу воспринимаемой нагрузки.

- Радиальные;
- Радиально-упорные;
- Упорные.

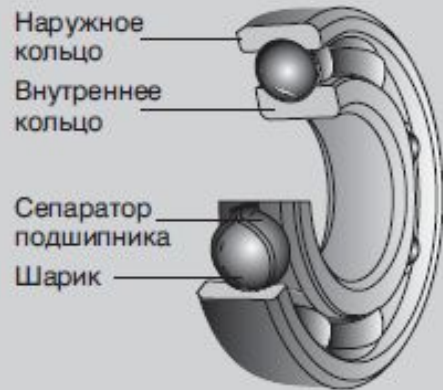
## • По числу рядов тел качения.

- Однорядные;
- Двухрядные;
- Многорядные.

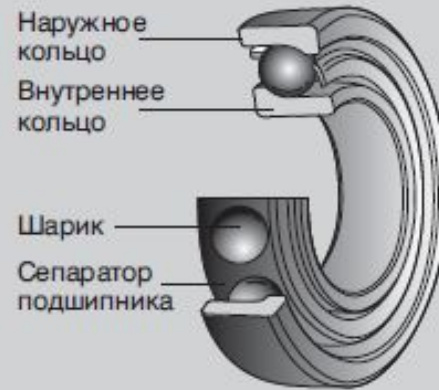


# Различные типы шариковых и роликовых подшипников

SERVICE ANYWHERE YOU ARE



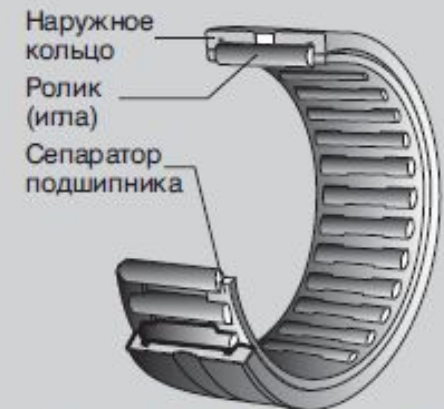
Шарикоподшипник  
с глубокими дорожками качения



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

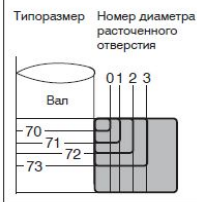
## Расшифровка типового обозначения подшипника

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

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	30	
⋮	⋮	
⋮	⋮	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°	



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	←	←	←	←	←	←

#### 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:  $\Delta/\gamma$  18,5kW 380-415/660-690V 34,5/19,9A60Hz:  $\Delta/\gamma$  18,5kW 380-480/660-690V2930 min<sup>-1</sup> cos $\phi$  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



**73-** радиально-упорный шарикоподшипник

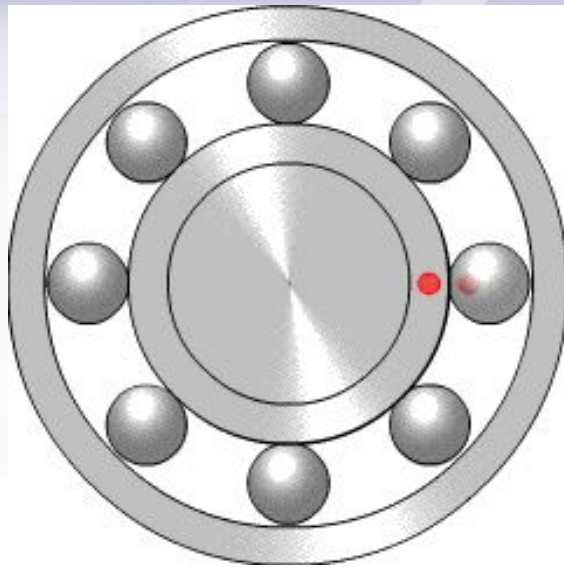
**09•5=45** – диаметр расточенного отверстия под подшипник

**В** – код угла контакта



# Зазор в подшипниках

SERVICE ANYWHERE YOU ARE

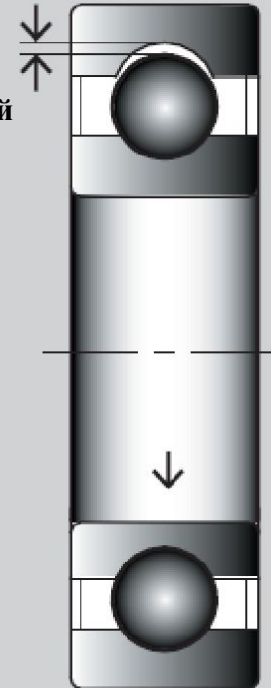


- C2
- CN, Стандартный зазор
- C3
- C4
- C5

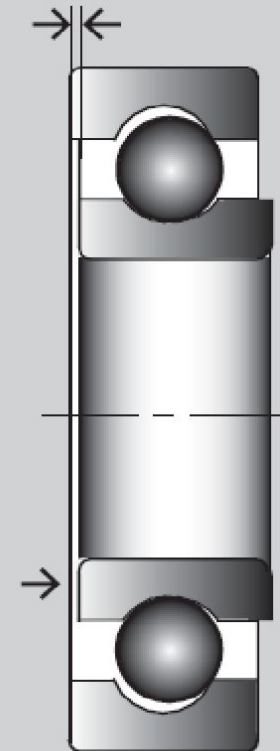
5 классов радиальных внутренних зазоров

Принцип работы подшипников качения таков, что одно из колец (наружное или внутреннее) всегда остаётся подвижным, даже если другое зафиксировано. Зазор представляет собой допустимое перемещение для кольца. Выделяют два вида зазоров: радиальный внутренний зазор и осевой внутренний зазор.

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

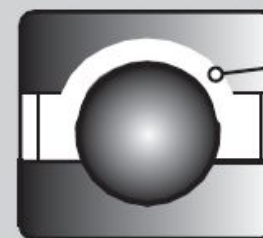
**C2 является наименьшим допустимым зазором, а C5 – наибольшим, по отношению к внутреннему диаметру подшипника. Радиальный внутренний зазор – это промежуток между верхним шариком и наружным кольцом.**

# Зазор в подшипниках

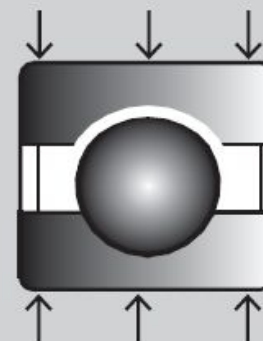
SERVICE ANYWHERE YOU ARE

Первоначальный зазор – это фактическая величина зазора подшипника перед установкой, он обозначается, например, как: С3 или С4. Рабочий зазор – это фактическая величина зазора после установки подшипника и во время эксплуатации, когда на него влияет перепад температур. Рабочий зазор влияет на подшипник во время эксплуатации, а именно на уровень производимого шума, вызывает усталостную нагрузку подшипника и его нагрев.

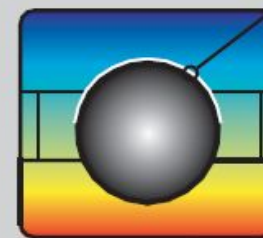
Благодаря плотной посадке и разности температур подшипники с зазором С3 обычно используются в электродвигателях переменного тока. Подшипники с зазором С4 часто используются в электродвигателях насосов как DE-подшипники (подшипники со стороны привода). Это объясняется тем, что подшипник с зазором С4 может воспринимать большие осевые нагрузки, чем подшипник с зазором С3. Поэтому ресурс подшипников с зазором С4 больше в тех областях применения, где прилагаются, в основном, осевые нагрузки, – например, в небольших многоступенчатых насосах.



Первоначальный зазор



Монтаж в вал и во фланец сокращает зазор



Рабочий зазор в области проектирования согласно диаграмме, приведенной выше

← Температура наружного кольца  
Дельта Т ( $\Delta T$ ) = 10-15 К

← Температура внутреннего кольца



# Типы подшипников и рекомендованный зазор

SERVICE ANYWHERE YOU ARE

Типы насосов	Осевые нагрузки	Типы подшипников и рекомендованный 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.

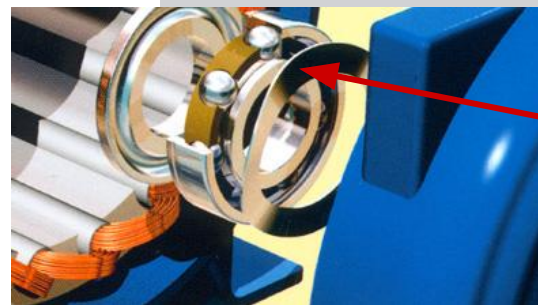
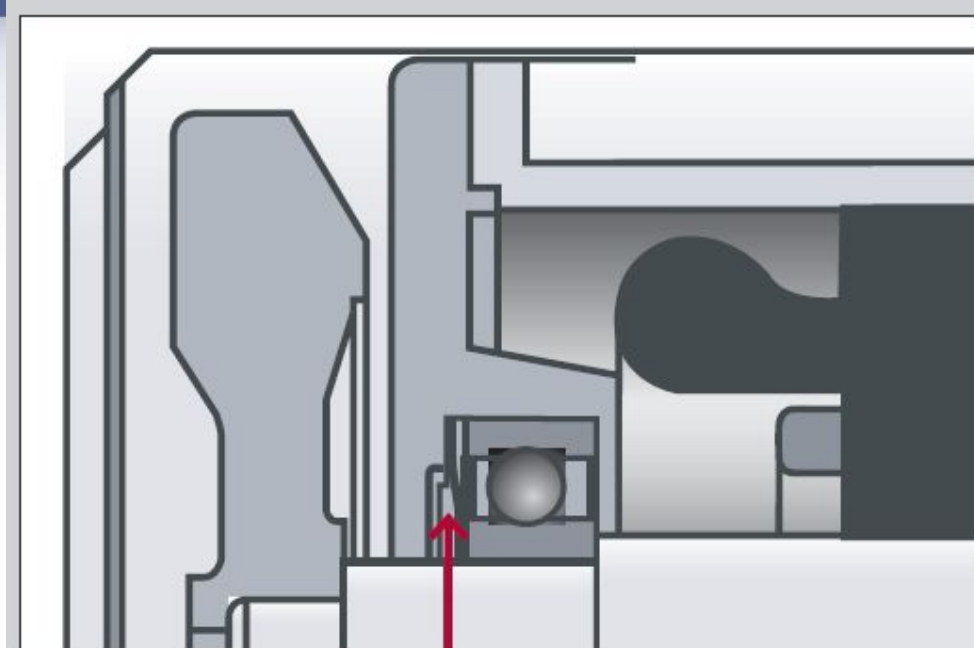
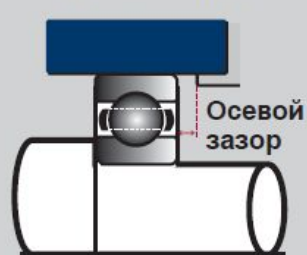
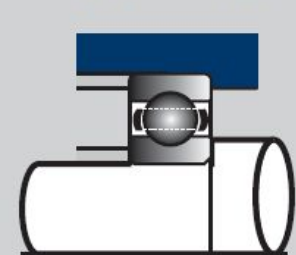
Предварительный натяг необходим для:

- 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

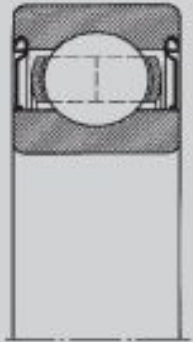


Пружина, обеспечивающая предварительный натяг

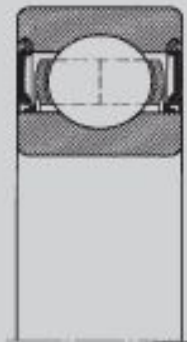


## Уплотнение

SERVICE ANYWHERE YOU ARE



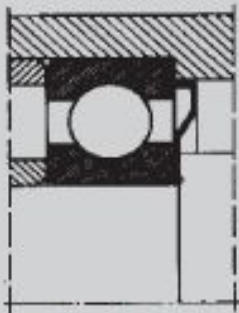
Шарикоподшипник с глубокими дорожками качения с металлическими стыковыми накладками  
Известен как тип ZZ



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



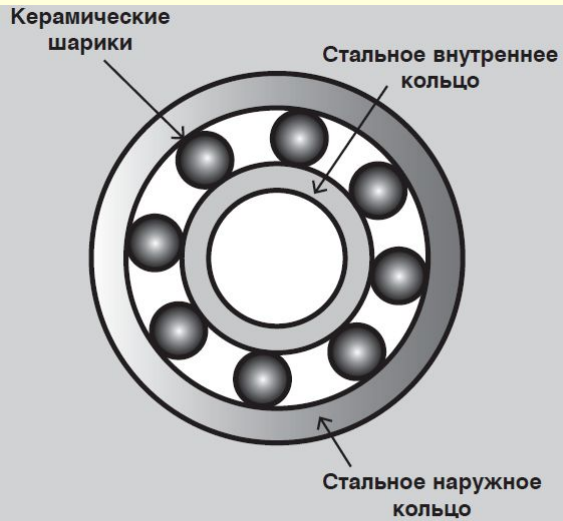
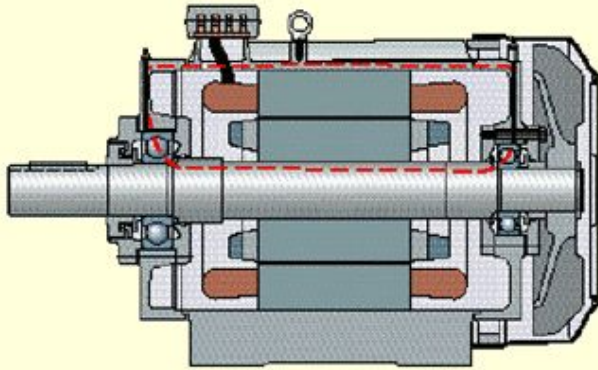
Радиальное манжетное уплотнение

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

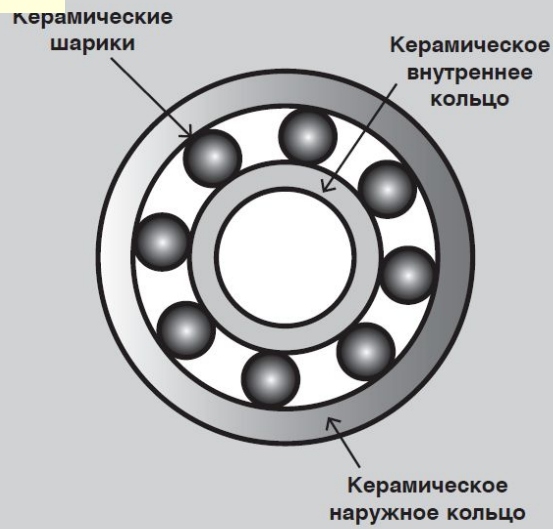


# ИЗОЛИРОВАННЫЕ ПОДШИПНИКИ

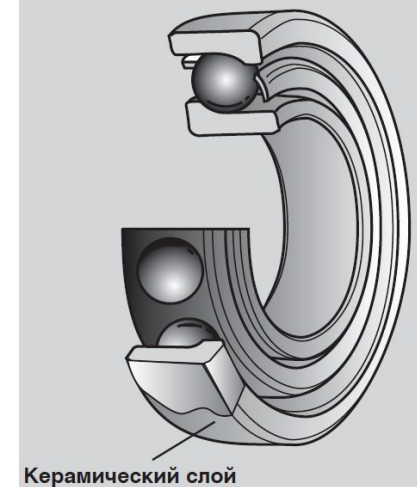
SERVICE ANYWHERE YOU ARE



Гибридные подшипники



Полностью керамические подшипники



Изолированные подшипники – подшипники с керамическим покрытием

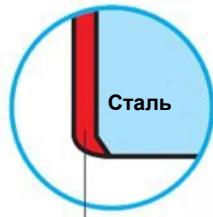
# ИЗОЛИРОВАННЫЕ ПОДШИПНИКИ

SERVICE ANYWHERE YOU ARE

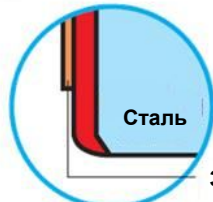


Применяются в двигателях >45  
КВт. при работе с ЧП

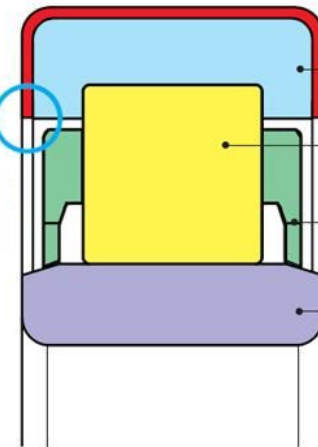
Стандартный



С дополнительной защитой



Слой изоляции



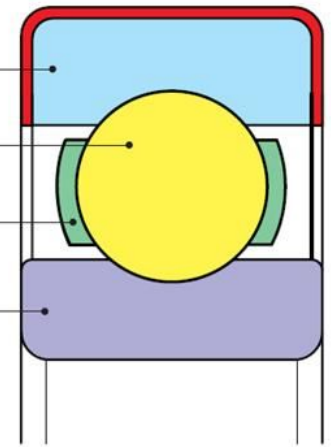
Роликовый подшипник

Внешнее кольцо

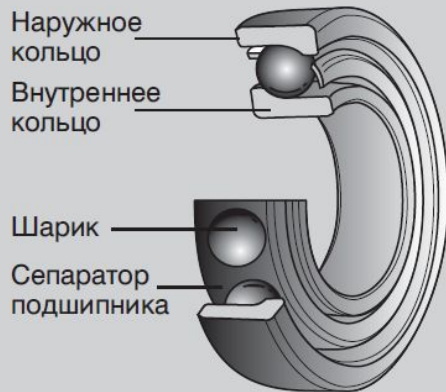
Тело качения

Сепаратор

Внутреннее кольцо



Шарикоподшипник с глубокими дорожками качения





# ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕРЫ

SERVICE ANYWHERE YOU ARE

двигатель 4 ! кВт.



# Основные причины отказа электродвигателя

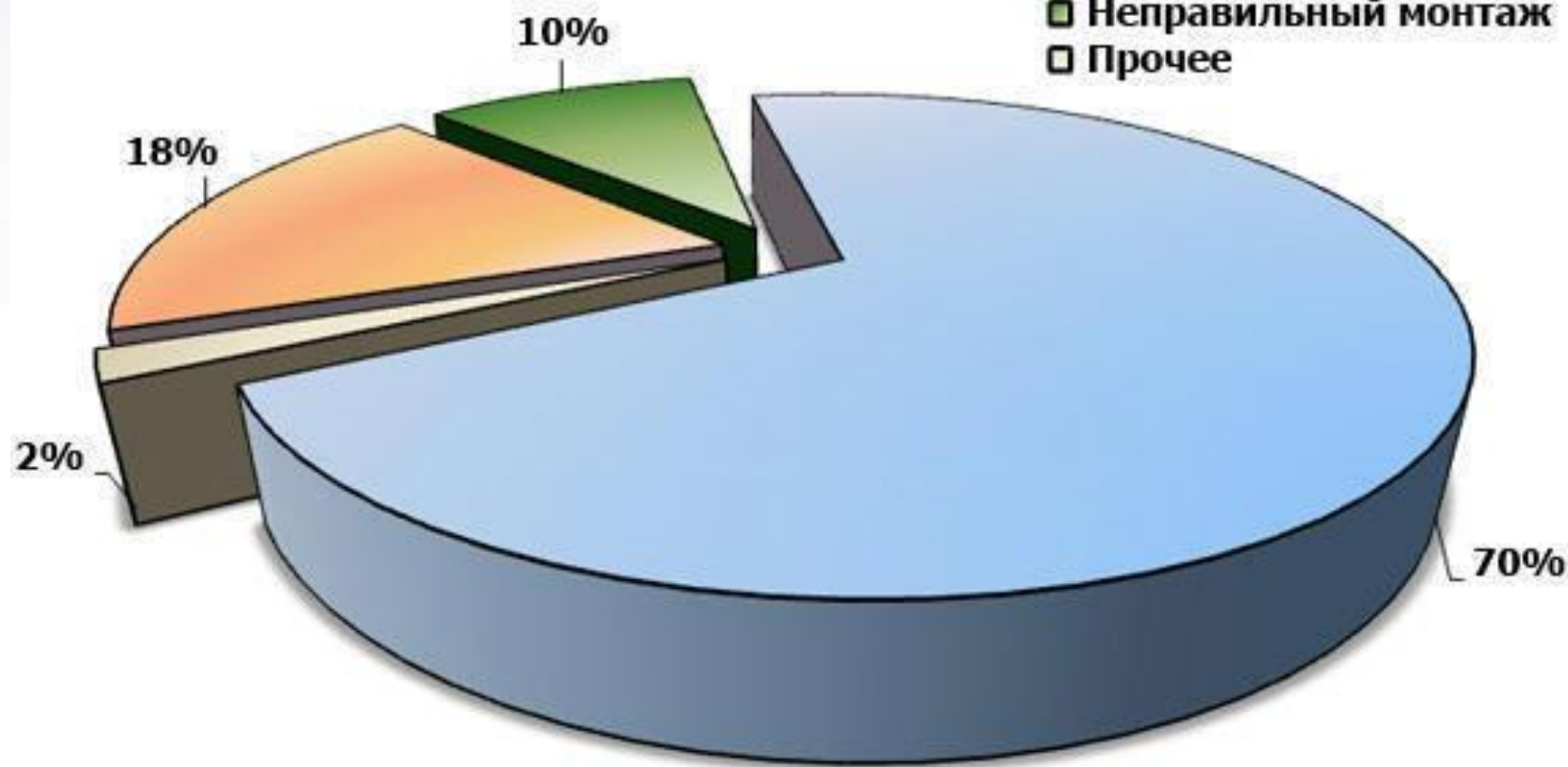




# Основные причины поломок подшипников

SERVICE ANYWHERE YOU ARE

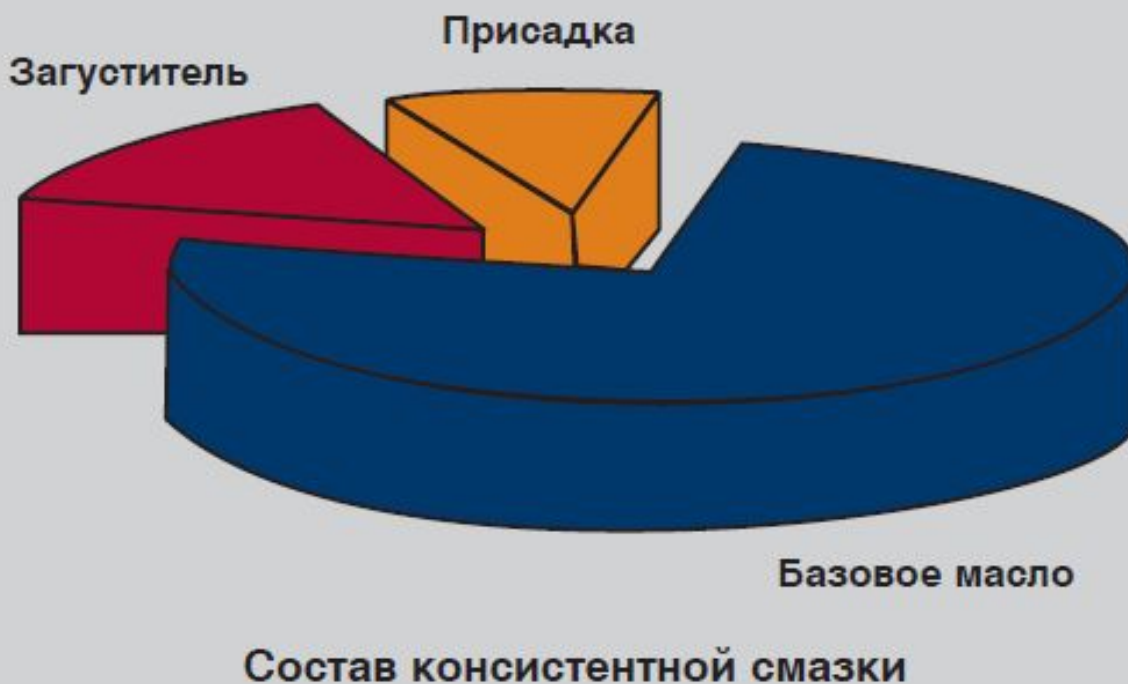
- ❑ Неправильное смазывание
- ❑ Загрязнение
- ❑ Неправильный монтаж
- ❑ Прочее



# Смазочные материалы

SERVICE ANYWHERE YOU ARE

В среднем подшипники электродвигателя нагреваются больше, чем другие подшипники. Они получают двойную тепловую нагрузку: теплота от трения вращения и тепловые потери от обмоток электродвигателя и сердечника ротора. Это значит, что для подшипников электродвигателя требуется консистентная смазка с хорошей теплостойкостью или их необходимо регулярно смазывать. Все поставщики подшипников предлагают большой выбор консистентной смазки, которая подходит именно для подшипников электродвигателя.





# 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<sup>-1</sup> 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	280	235	DIN ISO 2137
Эксплуатационная область температур	от -30 до +155 от -20 до +165		DIN 51825
Загуститель	литиевое комплексное мыло		
Температура каплепадения	300		DIN ISO 2176
Поведение по отношению к воде	ранг оценки при температуре испытания		DIN 51807, часть 2
Испытание на SKF-машине для испытания смазок для подшипников качения, ходовое испытание В	140	160	DIN 51806
Испытание в четырехшариковом аппарате трения для оценки смазочных свойств, предельная нагрузка, вызывающая сваривание	2400		DIN 51350, ч. 4
- метод D: диаметр шарового сегмента	0,7		DIN 51350, ч. 5
- метод E: диаметр шарового сегмента	2,0	1,7	DIN 51350, ч. 5
Испытание на машине трения Тимкена, нагрузка	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 <sub>10</sub> <sup>h</sup> F <sub>50</sub> <sup>h</sup>	- 600 1000	
- испытание 02-A/1500/6000-150	F <sub>10</sub> <sup>h</sup> F <sub>50</sub> <sup>h</sup>	123 147	100 175
- испытание 02-A/1500/6000-160	F <sub>10</sub> <sup>h</sup> F <sub>50</sub> <sup>h</sup>	65 86	60 100
Давление течения при -20 °C	1000		1400
Устойчивость к окислению, падение давления через 100 ч, при 100 °C	30		DIN 51808
Антикоррозионные свойства по методу SKF-Emcor	степень коррозии		0 и 0
Коррозионное воздействие на медь	степень коррозии		1 при 140
Содержание твердых веществ >25 мкм	мг/кг		< 20
Содержание воды	массовая доля %		< 0,1
Выделение масла при нормальном испытании - 7 суток при 40 °C	массовая доля %		2
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
Кинематическая вязкость при 40 °C	мм <sup>2</sup> /с (сСт)		115
Эксплуатационные свойства	К 2 P-30		К 3 P-20
Обозначение	К 2 P-30		К 3 P-20



# 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 <sup>2</sup> /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

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

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





SERVICE ANYWHERE YOU ARE

