

Подшипники с перекрестными роликами

Подшипники с перекрестными роликами

| | | страница |
|---|--|----------|
| Общий обзор | Подшипники с перекрестными роликами..... | 898 |
| Основные свойства | Воспринимаемые нагрузки: радиальные, осевые и опрокидывающие моменты..... | 899 |
| | Окружная скорость | 900 |
| | Уплотнения | 900 |
| | Смазывание | 900 |
| | Рабочая температура | 900 |
| | Дополнительные обозначения | 900 |
| Рекомендации конструктору и обеспечение надежности | Статическая грузоподъемность | 900 |
| | Проверка по статической грузоподъемности | 901 |
| | Коэффициенты динамичности нагрузки..... | 904 |
| | Коэффициенты безопасности..... | 904 |
| | Динамическая грузоподъемность..... | 904 |
| | Расчет номинальной долговечности..... | 905 |
| | Грузоподъемность крепежных винтов | 907 |
| | Проверка статической грузоподъемности винтов | 908 |
| | Проверка динамической грузоподъемности винтов..... | 908 |
| | Допуски вала и корпуса..... | 909 |
| | Закрепление прижимными кольцами | 910 |
| | Крепежные винты..... | 912 |
| | Средства стопорения винтов | 912 |
| | Монтаж подшипников с перекрестными роликами | 914 |
| | Проверка работоспособности | 916 |
| Точность | | 916 |
| Таблицы размеров | Подшипники с перекрестными роликами..... | 918 |



Общий обзор Подшипники с перекрестными роликами

размерная серия 18



Подшипники с перекрестными роликами

Основные свойства

Подшипники с перекрестными роликами SX предназначены для точных применений. Размеры подшипников соответствуют размерной серии ISO 18 согласно DIN 616. Они состоят из наружных колец, внутренних колец, тел качения и сепараторов в виде пластмассовых сегментов. Наружное кольцо имеет разлом и удерживается в собранном состоянии тремя фиксирующими кольцами.

Подшипники с перекрестными роликами обладают высокой жесткостью, высокой точностью вращения и изготавливаются с нормальным или уменьшенным зазором, или с предварительным натягом. Подшипники с предварительным натягом имеют дополнительное обозначение VSP.

Наружное кольцо подшипника удобно фиксировать в сопряженной конструкции с помощью прижимного кольца.

Для особых случаев применения имеются коррозионностойкие подшипники со специальным покрытием Corrotect®.

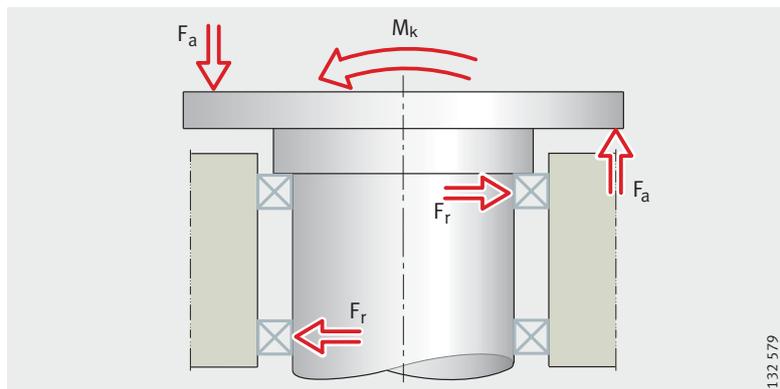


Воспринимаемые нагрузки: радиальные, осевые и опрокидывающие моменты

Благодаря X-образному расположению цилиндрических роликов, одиночные подшипники воспринимают осевые силы в обоих направлениях, а также радиальные силы, опрокидывающие моменты и любые комбинации этих нагрузок. Это позволяет сократить количество подшипников в опоре с двух до одного, *рис. 1 и рис. 2.*

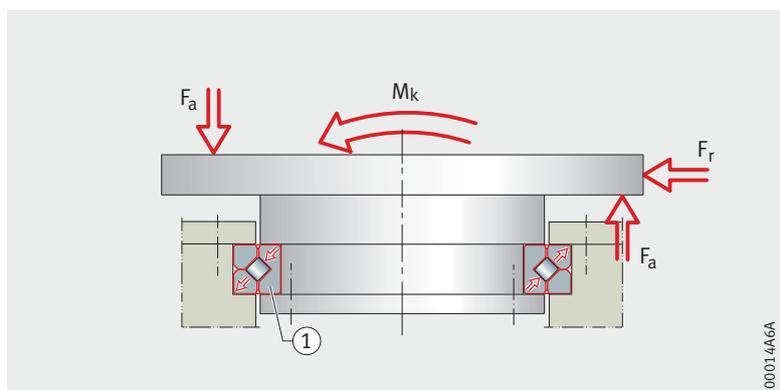
F_a = динамическая осевая нагрузка
 F_r = динамическая радиальная нагрузка
 M_k = динамическая нагрузка опрокидывающим моментом

Рисунок 1
Опора с двумя подшипниками



① подшипник с перекрестными роликами SX

Рисунок 2
Опора с одним подшипником с перекрестными роликами



Подшипники с перекрестными роликами

Окружная скорость Допустимая окружная скорость зависит от подшипника (с нормальным зазором или с предварительным натягом) и от смазывания (консистентной смазкой или маслом), см. табл.

| Окружная скорость | Нормальный зазор | Предварительный натяг | Окружная скорость |
|-------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| | Масла | – | до 8 м/с ($n \cdot D_M = 152\,800$) |
| | Консистентные смазки | – | до 4 м/с ($n \cdot D_M = 76\,400$) |
| | – | Масла | до 4 м/с ($n \cdot D_M = 76\,400$) |
| | – | Консистентные смазки | до 2 м/с ($n \cdot D_M = 38\,200$) |

Уплотнения Подшипники не имеют уплотнений. Уплотнение подшипникового узла может быть выполнено в сопрягаемой конструкции произвольным образом.

Смазывание Подшипники SX не имеют консервационного масляного покрытия. Они смазаны консистентной смазкой, но могут смазываться и маслом, см. брошюру KSX.
Для смазывания консистентной смазкой пригодны высококачественные литиевые смазки по DIN 51 825–KP2N–20, например Arcanol LOAD150 или LOAD220.
Для смазывания маслом пригодны масла CLP по DIN 51 517 или HLP по DIN 51 524 классов вязкости ISO-VG от 10 до 100.

Рабочая температура Подшипники с перекрестными роликами предназначены для рабочих температур от –30 °C до +80 °C.

Дополнительные обозначения Дополнительные обозначения поставляемых исполнений см. в табл.

| Поставляемые исполнения | Дополнительное обозначение | Описание | Исполнение |
|-------------------------|----------------------------|---|------------------------|
| | RR | Коррозионностойкое исполнение, с покрытием Corrotect® | Специальное, по заказу |
| | RLO | С малым зазором | Стандартное |
| | VSP | С предварительным натягом | |

Рекомендации конструктору и обеспечение надежности

Статическая грузоподъемность

Подшипники с перекрестными роликами с редкими вращательными и медленными поворотными движениями, медленно вращающиеся или нагруженные в неподвижном состоянии, подбираются в соответствии с их статической грузоподъемностью.

Правильность подбора статически нагруженного подшипника может быть проверена приближенным образом по статической грузоподъемности C_0 при помощи диаграмм предельных статических нагрузок.

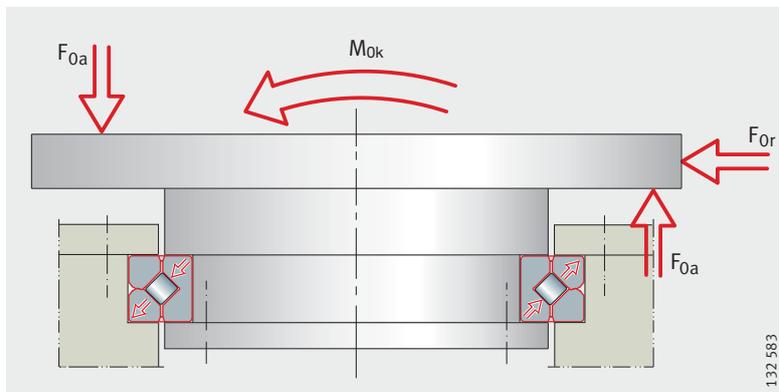
Проверка по статической грузоподъемности



Проверочный расчет может быть проведен, если известны действующие силы и выполнены все требования касательно прижимных колец, крепления, монтажа и смазывания, *рис. 3*. В случае более сложной нагрузки или отклонения от заданных условий следует обратиться к нам с запросом.

F_{0a} = статическая осевая нагрузка
 F_{0r} = статическая радиальная нагрузка
 M_{0k} = статическая нагрузка опрокидывающим моментом

Рисунок 3
 Действующие силы и моменты



Для проверки по статической грузоподъемности необходимо определить следующие эквивалентные значения:

- эквивалентную статическую нагрузку F_{0q} ;
- эквивалентную нагрузку опрокидывающим моментом M_{0q} .

Проверочный расчет возможен как при наличии, так и при отсутствии радиальной нагрузки.

Расчет эквивалентной статической нагрузки при отсутствии радиальной нагрузки

Если действуют только осевая нагрузка и опрокидывающий момент, то справедливо:

$$F_{0q} \triangleq F_{0a} \cdot f_A \cdot f_S$$

$$M_{0q} \triangleq M_{0k} \cdot f_A \cdot f_S$$

F_{0q} кН
 эквивалентная осевая нагрузка (статическая);
 F_{0a} кН
 статическая осевая нагрузка на подшипник;
 f_A –
 коэффициент динамичности нагрузки, см. табл., стр. 904;
 f_S –
 коэффициент безопасности, см. «Коэффициенты безопасности», стр. 904;
 M_{0q} кНм
 эквивалентная нагрузка опрокидывающим моментом (статическая);
 M_{0k} кНм
 статическая нагрузка опрокидывающим моментом.

По значениям F_{0q} и M_{0q} определяется точка нагрузки на диаграмме предельной статической нагрузки для дорожки качения, см. табл. размеров.

Дополнительно к проверке грузоподъемности дорожки качения необходимо проверить грузоподъемность крепежных винтов.

Диаграммы предельных статических нагрузок для дорожек качения и крепежных винтов приведены в таблицах размеров.



Точка нагрузки на диаграмме должна располагаться ниже предельной кривой (графика) для дорожки качения.

Подшипники с перекрестными роликами

Расчет эквивалентной статической нагрузки при наличии радиальной нагрузки



Радиальные нагрузки могут быть учтены только в том случае, если радиальная нагрузка F_{0r} меньше статической радиальной грузоподъемности C_{0r} по табл. размеров.

Эквивалентная статическая нагрузка на подшипник при наличии радиальной нагрузки вычисляется следующим образом:

- по формуле рассчитывается эксцентриситет нагрузки ϵ ;
- определяется коэффициент статической радиальной нагрузки f_{0r} .

Для этого необходимо:

- найти график F_{0r}/F_{0a} на *рис. 4* или на *рис. 5*, стр. 903,
- из отношения F_{0r}/F_{0a} и ϵ определить коэффициент статической радиальной нагрузки f_{0r} по *рис. 4* или по *рис. 5*, стр. 903;
- определить коэффициент динамичности нагрузки f_A , см. табл., стр. 904 и, если необходимо, коэффициент безопасности f_S ;
- рассчитать по формулам эквивалентную осевую нагрузку F_{0q} и эквивалентную нагрузку опрокидывающим моментом M_{0q} ;
- по значениям F_{0q} и M_{0q} определить точку нагрузки на диаграмме предельной статической нагрузки для дорожки качения, см. табл. размеров.



Точка нагрузки должна располагаться на диаграмме ниже предельной кривой для дорожки качения.

$$\epsilon = \frac{2000 \cdot M_{0k}}{F_{0a} \cdot D_M}$$

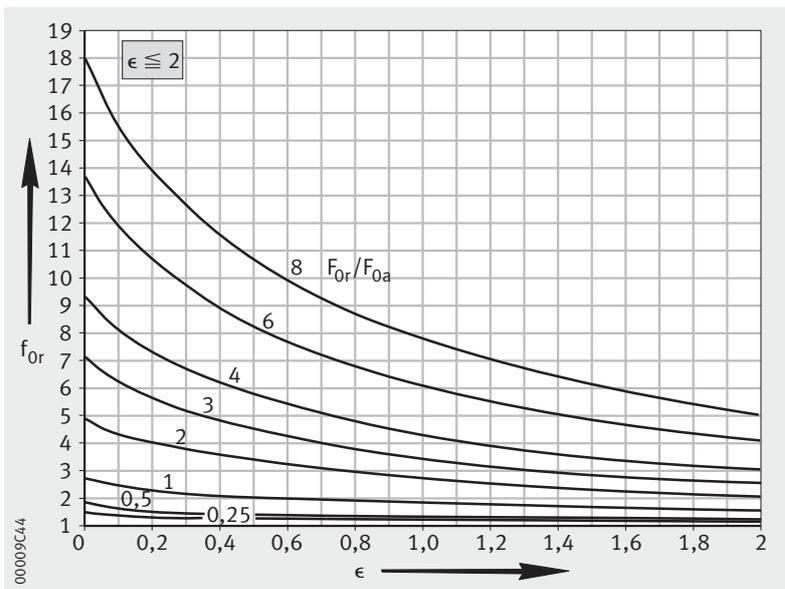
$$F_{0q} = F_{0a} \cdot f_A \cdot f_S \cdot f_{0r}$$

$$M_{0q} = M_{0k} \cdot f_A \cdot f_S \cdot f_{0r}$$

- ϵ — эксцентриситет нагрузки;
- M_{0k} кНм — статическая нагрузка опрокидывающим моментом;
- F_{0a} кН — статическая осевая нагрузка на подшипник;
- D_M мм — диаметр делительной окружности по телам качения, см. табл. размеров;
- F_{0q} кН — эквивалентная нагрузка на подшипник (статическая);
- f_A — коэффициент динамичности нагрузки, см. табл., стр. 904;
- f_S — коэффициент безопасности, см. «Коэффициенты безопасности», стр. 904;
- f_{0r} — коэффициент статической радиальной нагрузки, *рис. 4* или *рис. 5*, стр. 903;
- M_{0q} кНм — эквивалентная нагрузка опрокидывающим моментом (статическая).

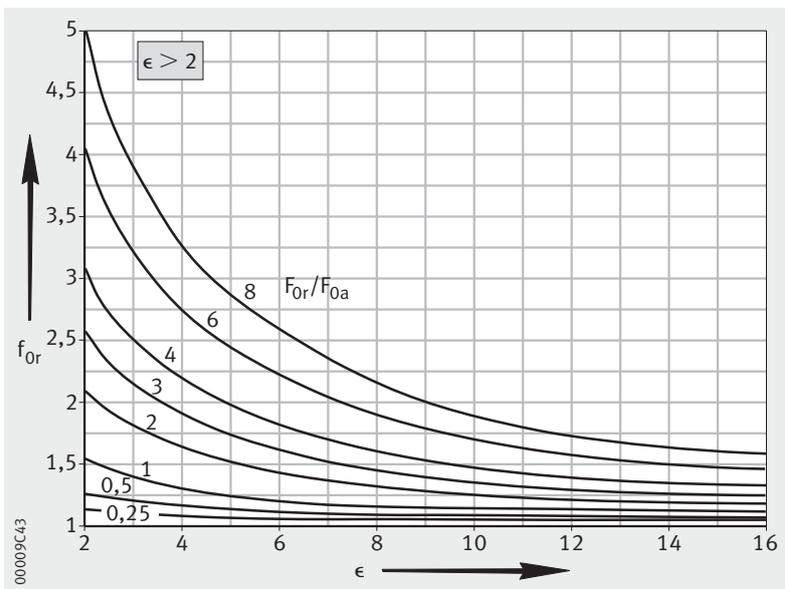
f_{0r} = коэффициент статической радиальной нагрузки
 ϵ = эксцентриситет нагрузки; $\epsilon \leq 2$

Рисунок 4
 Коэффициент статической радиальной нагрузки



f_{0r} = коэффициент статической радиальной нагрузки
 ϵ = эксцентриситет нагрузки; $\epsilon > 2$

Рисунок 5
 Коэффициент статической радиальной нагрузки



Подшипники с перекрестными роликами

Коэффициенты динамичности нагрузки



Коэффициенты динамичности нагрузки f_A из таблицы являются опытными значениями, полученными практическим путем. Они учитывают важнейшие требования при применении подшипника, например, характер и величину нагрузки на подшипник, жесткость, точность вращения. Если точно известны требования конкретного применения, значения коэффициентов могут быть изменены соответствующим образом.

Коэффициенты динамичности нагрузки $f_A < 1$ использовать не допускается.

Расчеты статического состояния для большого числа применений могут проводиться по статической нагрузке с коэффициентом, равным 1, например, расчеты подшипников редукторов и поворотных столов.

Кроме расчетов по статической грузоподъемности следует всегда производить также расчет долговечности, см. «Динамическая грузоподъемность».

Коэффициенты динамичности нагрузки f_A

| Применение | Требования, обусловленные спецификой применения | Коэффициент динамичности нагрузки f_A |
|-----------------------|---|---|
| Роботы | Жесткость | 1,25 |
| Антенны | Точность | 1,5 |
| Металлорежущие станки | Точность | 1,5 |
| Измерительная техника | Плавность хода | 2 |
| Медицинская техника | Плавность хода | 1,5 |

Коэффициенты безопасности



Коэффициент безопасности $f_S = 1$.

В общем случае применять коэффициент безопасности при расчете не требуется.

В особых случаях, например, при наличии спецификаций приемки, внутриводских предписаний, инструкций контролирующих органов следует учитывать соответствующие коэффициенты безопасности.

Динамическая грузоподъемность

Размеры подшипников с перекрестными роликами, нагруженных динамически, т. е. подшипников, преимущественно вращающихся в процессе эксплуатации, подбираются по их динамической грузоподъемности.

Правильность подбора динамически нагруженного подшипника может быть проверена приближенным образом по динамической грузоподъемности C и номинальной долговечности L или L_n .

Расчет номинальной долговечности

Формулы номинальной долговечности L и L_h действительны только в том случае, если:

- известны действующие нагрузки в соответствии с *рис. 6*;
- выполнены все требования относительно закрепления (кольца подшипников должны быть жестко / прочно закреплены в сопряженной конструкции), монтажа, смазывания и уплотнения;
- нагрузка и частота вращения при эксплуатации могут быть приняты постоянными. Если нагрузка и частота вращения непостоянны, то могут быть найдены эквивалентные значения, которые вызывают такую же усталость в подшипнике, как и реально действующие нагрузки, см. «Эквивалентные значения параметров переменных режимов работы», стр. 51;
- имеет место соотношение нагрузок $F_r/F_a \leq 8$.

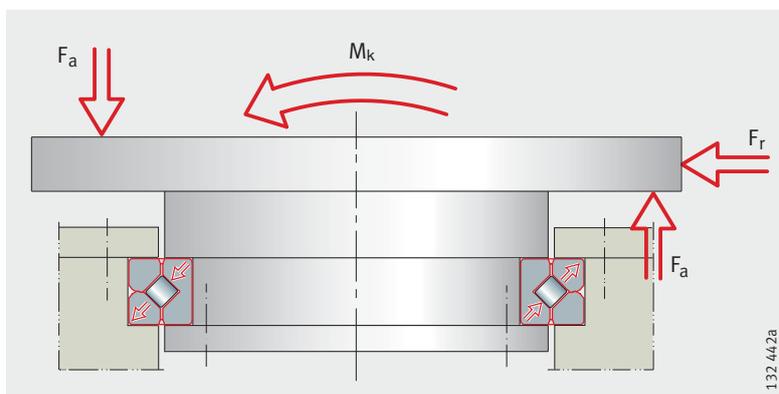


В случае более комплексного характера нагрузки, при соотношении $F_r/F_a > 8$ или отклонении от вышеназванных условий, следует обратиться к нам с запросом.



F_a = динамическая осевая нагрузка
 F_r = динамическая радиальная нагрузка
 M_k = динамическая нагрузка опрокидывающим моментом

Рисунок 6
 Действующие силы и моменты



Расчет долговечности подшипников при комбинированном нагружении

Для подшипников под действием комбинированной нагрузки, испытывающих осевую, радиальную и нагрузку опрокидывающим моментом, долговечность L и L_h вычисляется следующим образом:

- рассчитывается эксцентриситет нагрузки ϵ , см. формулу на стр. 906;
- рассчитывается отношение (F_r/F_a) динамической радиальной нагрузки F_r к динамической осевой нагрузке F_a ;
- из значений ϵ и F_r/F_a определяется коэффициент динамической нагрузки k_F , см. *рис. 7*, стр. 907;
- рассчитывается эквивалентная динамическая осевая нагрузка $P_{\text{осевая}} = k_F \cdot F_a$, см. формулу на стр. 906;
- при подстановке значения эквивалентной динамической осевой нагрузки $P_{\text{осевая}}$ и динамической осевой грузоподъемности C_a в формулу долговечности L или L_h вычисляется долговечность, см. формулу на стр. 906.

При режимах с поворотными движениями в формуле расчета долговечности L_h следует использовать найденную эквивалентную частоту вращения n , см. формулу на стр. 906.

Подшипники с перекрестными роликами

Расчет долговечности подшипников, нагруженных только радиальной силой

Для опорно-поворотных устройств, испытывающих только радиальную нагрузку, в формулах долговечности L и L_h используются следующие значения:

- вместо эквивалентной динамической осевой нагрузки $P_{\text{осевая}}$ – эквивалентная динамическая радиальная нагрузка $P_{\text{радиал}}$ (F_r),
– $P_{\text{радиал}} = F_r$;
- динамическая радиальная грузоподъемность C_r .

$$\epsilon = \frac{2000 \cdot M_k}{F_a \cdot D_M}$$

$$P_{\text{осевая}} = k_F \cdot F_a$$

$$L_{10} = \left(\frac{C_a}{P_{\text{осевая}}} \right)^p \text{ или } L_{10} = \left(\frac{C_r}{P_{\text{радиал}}} \right)^p$$

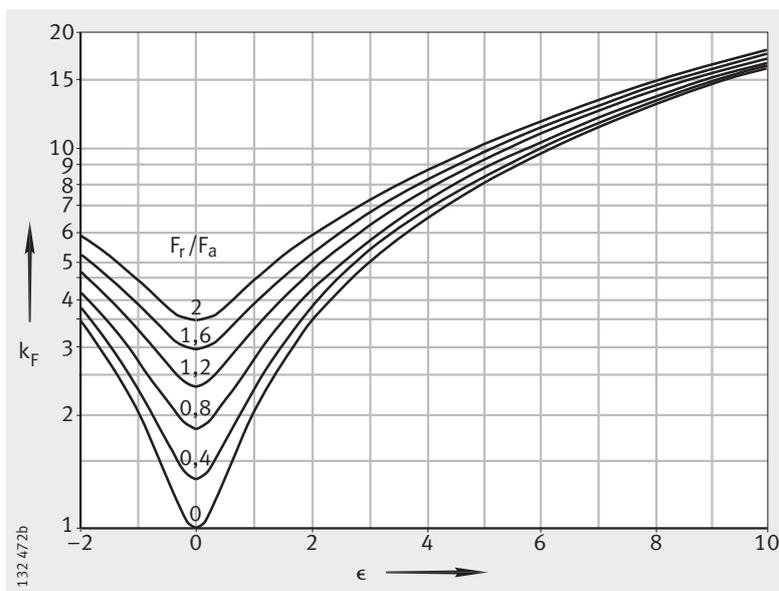
$$L_{10h} = \frac{16666}{n} \cdot \left(\frac{C_a}{P_{\text{осевая}}} \right)^p \text{ или } L_{10h} = \frac{16666}{n} \cdot \left(\frac{C_r}{P_{\text{радиал}}} \right)^p$$

$$n = n_{\text{osc}} \cdot \frac{\gamma}{90^\circ}$$

- ϵ – эксцентриситет нагрузки;
- M_k кНм динамическая нагрузка опрокидывающим моментом;
- F_a кН динамическая осевая нагрузка на подшипник;
- D_M мм диаметр делительной окружности по телам качения, см. табл. размеров;
- $P_{\text{осевая}}$ кН эквивалентная динамическая осевая нагрузка.
Для подшипников, нагруженных исключительно радиальной силой, следует применять $P_{\text{радиал}}$;
- k_F – коэффициент динамической нагрузки, см. рис. 7, стр. 907;
- L_{10} 10^6 оборотов номинальная долговечность в миллионах оборотов;
- C_a, C_r кН осевая или радиальная динамическая грузоподъемность, см. табл. размеров.
Для подшипников, нагруженных только радиальной силой, следует использовать C_r ;
- p – показатель степени в формуле долговечности; для роликовых подшипников с перекрестными роликами: $p = 10/3$;
- L_{10h} ч номинальная долговечность в часах работы;
- n мин^{-1} рабочая частота вращения;
- n_{osc} мин^{-1} частота осциллирующих движений;
- γ ° половинное значение угла поворота;
- $P_{\text{радиал}}$ кН эквивалентная динамическая радиальная нагрузка;
- F_r кН динамическая радиальная нагрузка.

k_F = коэффициент динамической нагрузки
 ϵ = эксцентриситет нагрузки

Рисунок 7
 Коэффициент динамической нагрузки



Грузоподъемность крепежных винтов

Дополнительно к проверке грузоподъемности дорожки качения необходимо произвести проверку грузоподъемности крепежных винтов. Основой для этого являются предписания главы «Проверка по статической грузоподъемности», стр. 901.

Грузоподъемность винтов может быть проверена, если:

- выполняются критерии согласно главе «Проверка по статической грузоподъемности», стр. 901;
- крепежные винты затянуты динамометрическим ключом в соответствии с инструкцией
 - коэффициент затяжки винтов $\alpha_A = 1,6$;
 - моменты затяжки см. по таблицам на стр. 912 и стр. 913;
- не превышены допустимые контактные напряжения;
- используются винты рекомендуемого размера, класса прочности и в рекомендуемом количестве.

Мера грузоподъемности

Грузоподъемность винтов определяется:

- графиками на диаграммах предельных статических нагрузок для крепежных винтов в таблицах размеров;
- максимально допустимой радиальной нагрузкой $F_{r\text{per}}$ (для силового замыкания трением).

Графики для крепежных винтов приведены на диаграммах предельных статических нагрузок для крепежных винтов. В основу данных графиков положены характеристики крепежных винтов класса прочности 10.9, затянутых на 90% предела текучести, включая долю напряжений при кручении.

Если применяются винты класса прочности 8.8 или 12.9, то эквивалентные статические нагрузки F_{0q} и M_{0q} см. «Статическая грузоподъемность», стр. 901, должны быть пересчитаны с применением следующих коэффициентов:

- класс прочности 8.8 ($F_{0q} \times 1,65$, $M_{0q} \times 1,65$);
- класс прочности 12.9 ($F_{0q} \times 0,8$, $M_{0q} \times 0,8$).



Подшипники с перекрестными роликами

Проверка статической грузоподъемности винтов

Статическая грузоподъемность винтов ограничена их пределом текучести.

Для применений с радиальной нагрузкой и без

Необходимо определить эквивалентные статические нагрузки подшипника F_{0q} и M_{0q} .

Затем по значениям F_{0q} и M_{0q} определяется точка нагрузки на диаграмме предельной статической нагрузки для крепежных винтов. Диаграммы приведены на стр. 918 и стр. 920.



Точка нагрузки должна располагаться ниже предельной кривой (графика) для соответствующих крепежных винтов.

Радиальная нагрузка и статическая грузоподъемность винтов

Если на кольца подшипника, не имеющие радиальной опоры центрированием, действуют радиальные нагрузки, то крепежные винты должны обеспечить неподвижность подшипниковых колец в сопряженной конструкции.

Для проверки необходимо:

- умножить значение радиальной нагрузки подшипника на коэффициент динамичности нагрузки f_d , см. табл., стр. 904;
- сравнить полученное значение с максимально допустимой радиальной нагрузкой $F_{r\ per}$.



Максимально допустимая радиальная нагрузка $F_{r\ per}$ для крепежных винтов зависит от их силового замыкания трением, а не от радиальной грузоподъемности подшипника.

Если радиальная нагрузка на подшипник выше, чем силовое замыкание трением, обеспечиваемое крепежными винтами, или имеются очень высокие радиальные нагрузки ($F_r/F_a > 4$), следует обратиться к нам с запросом.

Проверка динамической грузоподъемности винтов

Динамическая грузоподъемность крепежных винтов соответствует нагрузке предела усталости винта.

Динамическая грузоподъемность

На основании имеющихся динамических нагрузок определяются эквивалентные нагрузки F_{0q} и M_{0q} .

Вместо умножения на коэффициент динамичности нагрузки f_d , значение нагрузки следует умножить на следующий коэффициент:

- класс прочности 8.8 (коэффициент 1,8);
- класс прочности 10.9 (коэффициент 1,6);
- класс прочности 12.9 (коэффициент 1,5).

В завершение следует проверить грузоподъемность по диаграмме предельной статической нагрузки для крепежных винтов, см. табл. размеров.



Точка нагрузки должна располагаться ниже предельной кривой (графика) для соответствующих крепежных винтов.

Допуски вала и корпуса

Для обычных применений достаточно допуска K7 для корпуса и h7 для вала, см. табл.

Для прецизионных применений отверстие в корпусе следует исполнить с допуском K6, вал – с допуском h6, см. табл.

Допуски для вала

| Диапазон диаметров | | Номинальные отклонения размеров | | | |
|--------------------|-----|---------------------------------|------------|-------------|------------|
| > | ≤ | h6 | | h7 | |
| мм | мм | верхнее мкм | нижнее мкм | верхнее мкм | нижнее мкм |
| 65 | 80 | 0 | -19 | 0 | -30 |
| 80 | 100 | 0 | -22 | 0 | -35 |
| 100 | 120 | 0 | -22 | 0 | -35 |
| 120 | 140 | 0 | -25 | 0 | -40 |
| 140 | 160 | 0 | -25 | 0 | -40 |
| 160 | 180 | 0 | -25 | 0 | -40 |
| 180 | 200 | 0 | -29 | 0 | -46 |
| 200 | 225 | 0 | -29 | 0 | -46 |
| 225 | 250 | 0 | -29 | 0 | -46 |
| 250 | 280 | 0 | -32 | 0 | -52 |
| 280 | 315 | 0 | -32 | 0 | -52 |
| 315 | 355 | 0 | -36 | 0 | -57 |
| 355 | 400 | 0 | -36 | 0 | -57 |
| 400 | 450 | 0 | -40 | 0 | -63 |
| 450 | 500 | 0 | -40 | 0 | -63 |

**Допуски для отверстия корпуса**

| Диапазон диаметров | | Номинальные отклонения размеров | | | |
|--------------------|-----|---------------------------------|------------|-------------|------------|
| > | ≤ | K6 | | K7 | |
| мм | мм | верхнее мкм | нижнее мкм | верхнее мкм | нижнее мкм |
| 80 | 100 | +4 | -18 | +10 | -25 |
| 100 | 120 | +4 | -18 | +10 | -25 |
| 120 | 140 | +4 | -21 | +12 | -28 |
| 140 | 160 | +4 | -21 | +12 | -28 |
| 160 | 180 | +4 | -21 | +12 | -28 |
| 180 | 200 | +5 | -24 | +13 | -33 |
| 200 | 225 | +5 | -24 | +13 | -33 |
| 225 | 250 | +5 | -24 | +13 | -33 |
| 250 | 280 | +5 | -27 | +16 | -36 |
| 280 | 315 | +5 | -27 | +16 | -36 |
| 315 | 355 | +7 | -29 | +17 | -40 |
| 355 | 400 | +7 | -29 | +17 | -40 |
| 400 | 450 | +8 | -32 | +18 | -45 |
| 450 | 500 | +8 | -32 | +18 | -45 |
| 500 | 560 | 0 | -44 | 0 | -70 |
| 560 | 630 | 0 | -44 | 0 | -70 |

Подшипники с перекрестными роликами

Закрепление прижимными кольцами

Для фиксации подшипников SX с перекрестными роликами хорошо зарекомендовали себя прижимные кольца, см. *рис. 8*, стр. 911.



Следует всегда обеспечивать жесткую и равномерную опору колец по всей их окружности и ширине.

Не допускается выполнять прижимные кольца и соединительные фланцы с толщиной ниже минимальной толщины s .

Допускаются цековки согласно DIN 74, форма J для винтов согласно DIN 6 912. При более глубоких цековках толщина прижимного кольца s должна быть увеличена на величину дополнительной глубины цековки.

Присоединительные размеры см. в табл., стр. 911 и на *рис. 8*, стр. 911. Минимальная прочность прижимных колец – см. раздел «Минимальная прочность прижимных колец».

Глубина установочного отверстия для подшипника

Для того, чтобы прижимные кольца надежно фиксировали подшипник, глубина установочного отверстия для подшипника t должна соответствовать предписаниям, см. табл., стр. 911 и *рис. 8*, стр. 911.



Глубина установочного отверстия для подшипника влияет на зазор в подшипнике и сопротивление при вращении.

У подшипников с предварительным натягом (дополнительное обозначение VSP) сопротивление вращению, как правило, выше.

Если к сопротивлению при вращении предъявляются особые требования, глубина t должна быть согласована с действительной высотой кольца встраиваемого подшипника.

На практике зарекомендовало себя исполнение глубины t с равным или более узким допуском, чем у размера подшипника h по таблицам размеров. Все же для большей определенности в таких случаях рекомендуется провести собственные проверочные эксперименты.

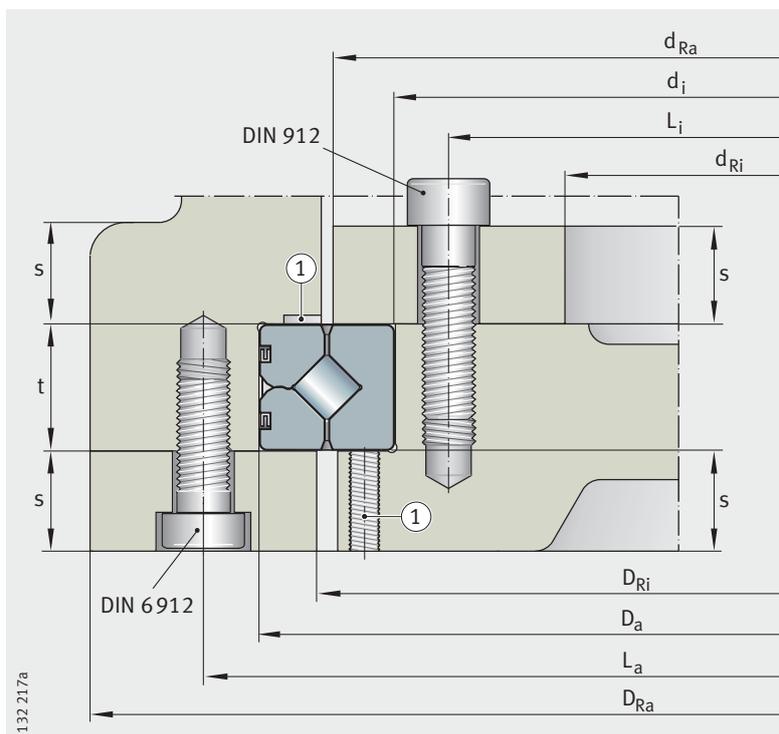
Минимальная прочность прижимных колец

Для винтов класса прочности 10.9 минимальная прочность материала под головками винтов или гаек должна составлять 500 Н/мм^2 . Для таких винтов подкладные шайбы не требуются.

В случае винтов класса прочности 12.9 минимальная прочность должна быть не менее 850 Н/мм^2 , либо под головки винтов следует устанавливать подкладные шайбы из улучшенной стали.

Присоединительные размеры

| Условное обозначение | Присоединительные размеры | | | | | | | | | |
|----------------------|---------------------------|---------------------|------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------------|---------------|
| | d_i h7 (h6) | D_a K7 (K6) | t | s мин. | d_{Ra} | d_{Ri} | D_{Ri} | D_{Ra} | L_i макс. | L_a мин. |
| SX011814 | 70 | 90 | $10^{+0,005}_{-0,015}$ | 8 | 78 | 42 | 82 | 118 | 60 | 100 |
| SX011818 | 90 | 115 | $13^{+0,005}_{-0,020}$ | 10 | 100 | 61 | 104 | 144 | 80 | 125 |
| SX011820 | 100 | 125 | $13^{+0,005}_{-0,020}$ | 10 | 110 | 71 | 114 | 154 | 90 | 135 |
| SX011824 | 120 | 150 | $16^{+0,005}_{-0,025}$ | 12 | 132 | 84 | 138 | 186 | 108 | 162 |
| SX011828 | 140 | 175 | $18^{+0,005}_{-0,030}$ | 14 | 154 | 94 | 160 | 221 | 124 | 191 |
| SX011832 | 160 | 200 | $20^{+0,02}_{-0,05}$ | 15 | 177 | 111 | 183 | 249 | 144 | 216 |
| SX011836 | 180 | 225 | $22^{+0,02}_{-0,05}$ | 17 | 199 | 121 | 205 | 284 | 160 | 245 |
| SX011840 | 200 | 250 | $24^{+0,02}_{-0,06}$ | 18 | 221 | 139 | 229 | 311 | 180 | 270 |
| SX011848 | 240 | 300 | $28^{+0,02}_{-0,06}$ | 21 | 269 | 166 | 274 | 374 | 216 | 324 |
| SX011860 | 300 | 380 | $38^{+0,04}_{-0,10}$ | 29 | 335 | 201 | 345 | 479 | 268 | 412 |
| SX011868 | 340 | 420 | $38^{+0,04}_{-0,10}$ | 29 | 375 | 241 | 385 | 519 | 308 | 452 |
| SX011880 | 400 | 500 | $46^{+0,04}_{-0,10}$ | 35 | 445 | 275 | 455 | 625 | 360 | 540 |
| SX0118/500 | 500 | 620 | $56^{+0,04}_{-0,10}$ | 42 | 554 | 350 | 566 | 700 | 452 | 668 |



① канавки, вспомогательные резьбы и прочие конструктивные элементы для демонтажа

Рисунок 8
Прижимные кольца,
глубина установочного отверстия,
присоединительные размеры

132.217a

Подшипники с перекрестными роликами

Крепежные винты



Для фиксирования колец подшипника или прижимных колец пригодны винты класса прочности 10.9, см. табл.

Отклонение от рекомендуемого размера, класса прочности или количества винтов существенно снижает грузоподъемность и срок службы подшипника.

При использовании винтов класса прочности 12.9 следует принять во внимание минимальную прочность прижимных колец или устанавливать подкладные шайбы из улучшенной стали.

Крепежные винты

| Подшипник с перекрестными роликами | Крепежные винты Класс прочности 10.9 | | Момент затяжки M _A Нм |
|--|---|------------|---|
| | Размер | Количество | |
| SX011814 | M5 | 18 | 7 |
| SX011818 | M5 | 24 | 7 |
| SX011820 | M5 | 24 | 7 |
| SX011824 | M6 | 24 | 11,7 |
| SX011828 | M8 | 24 | 27,8 |
| SX011832 | M8 | 24 | 27,8 |
| SX011836 | M10 | 24 | 55,6 |
| SX011840 | M10 | 24 | 55,6 |
| SX011848 | M12 | 24 | 98,4 |
| SX011860 | M16 | 24 | 247 |
| SX011868 | M16 | 24 | 247 |
| SX011880 | M20 | 24 | 481 |
| SX0118/500 | M24 | 24 | 831 |

Средства стопорения винтов

Обычно винты в достаточной мере зафиксированы от самопроизвольного отворачивания за счет корректной затяжки. Все же, при постоянных ударных нагрузках или вибрациях может потребоваться дополнительная фиксация винтов.



Для подшипников с перекрестными роликами пригодны не все стопорные элементы.

Не допускается использование упругих зажимных или пружинных шайб.

Общая информация по средствам стопорения винтов приведена в DIN 25 201, специальная информация по фиксации адгезивами – в DIN 25 203, издание 1992.

В случае их применения следует получить консультацию в соответствующих специализированных фирмах.

**Значения моментов M_A
для затяжки установочных винтов
с регулируемым моментом**

| Крепежный винт | Площадь напряженного поперечного сечения A_s мм ² | Площадь сечения стержня винта A_{d3} мм ² | Момент затяжки $M_A^{1)}$ в Нм для соответствующего класса прочности | | |
|----------------|--|--|--|------|------|
| | | | 8.8 | 10.9 | 12.9 |
| M4 | 8,78 | 7,75 | 2,25 | 3,31 | 3,87 |
| M5 | 14,2 | 12,7 | 4,61 | 6,77 | 7,92 |
| M6 | 20,1 | 17,9 | 7,8 | 11,5 | 13,4 |
| M8 | 36,6 | 32,8 | 19,1 | 28 | 32,8 |
| M10 | 58 | 52,3 | 38 | 55,8 | 65,3 |
| M12 | 84,3 | 76,2 | 66,5 | 97,7 | 114 |
| M14 | 115 | 105 | 107 | 156 | 183 |
| M16 | 157 | 144 | 168 | 246 | 288 |
| M18 | 192 | 175 | 229 | 336 | 394 |
| M20 | 245 | 225 | 327 | 481 | 562 |
| M22 | 303 | 282 | 450 | 661 | 773 |
| M24 | 353 | 324 | 565 | 830 | 972 |

1) M_A согласно директиве VDI 2 230 (июль 1986) для $\mu_K = 0,08$ и $\mu_G = 0,12$.

**Значения сил предварительного
натяга F_M при затяжке
установочных винтов
с регулируемым моментом**

| Крепежный винт | Площадь напряженного поперечного сечения A_s мм ² | Площадь сечения стержня винта A_{d3} мм ² | Сила предварительного натяга $F_M^{1)}$ в кН для соответствующего класса прочности | | |
|----------------|--|--|--|------|------|
| | | | 8.8 | 10.9 | 12.9 |
| M4 | 8,78 | 7,75 | 4,05 | 5,95 | 6,96 |
| M5 | 14,2 | 12,7 | 6,63 | 9,74 | 11,4 |
| M6 | 20,1 | 17,9 | 9,36 | 13,7 | 16,1 |
| M8 | 36,6 | 32,8 | 17,2 | 25,2 | 29,5 |
| M10 | 58 | 52,3 | 27,3 | 40,2 | 47 |
| M12 | 84,3 | 76,2 | 39,9 | 58,5 | 68,5 |
| M14 | 115 | 105 | 54,7 | 80,4 | 94,1 |
| M16 | 157 | 144 | 75,3 | 111 | 129 |
| M18 | 192 | 175 | 91,6 | 134 | 157 |
| M20 | 245 | 225 | 118 | 173 | 202 |
| M22 | 303 | 282 | 147 | 216 | 253 |
| M24 | 353 | 324 | 169 | 249 | 291 |

1) F_M согласно директиве VDI 2 230 (июль 1986) для $\mu_G = 0,12$.



Подшипники с перекрестными роликами

Монтаж подшипников с перекрестными роликами

Отверстия и кромки сопрягаемых деталей не должны иметь заусенцев. Опорные поверхности должны быть чистыми.

Посадочные и сопрягаемые поверхности колец подшипника следует слегка смазать маслом или консистентной смазкой.

Слегка смазать маслом резьбы крепежных винтов, чтобы исключить различие коэффициентов трения (не следует смазывать маслом или консистентной смазкой винты, фиксируемые адгезивами).



Следует убедиться в том, что все сопрягаемые детали и смазочные каналы свободны от чистящих средств, растворителей и промывочных эмульсий. Посадочные поверхности подшипников могут корродировать или дорожки и тела качения могут быть загрязнены.

Монтажные усилия следует прилагать только к монтируемому кольцу подшипника. Ни в коем случае не следует передавать усилия через тела качения или уплотнения. Запрещаются прямые удары по кольцам подшипника.

Фиксировать кольца подшипников следует одно за другим и без внешней нагрузки.

Наружное кольцо имеет разлом в радиальной плоскости и удерживается в замкнутом состоянии тремя фиксирующими кольцами ①, рис. 9, стр. 915. Прилагать к фиксирующим кольцам растягивающие усилия не допускается.

Закрепление наружного кольца подшипника

Монтаж кольца, рис. 9:

- установить или запрессовать подшипник ② наружным кольцом во внешнюю сопрягаемую конструкцию ③;
- установить наружное прижимное кольцо ④;
- установить крепежные винты ⑤ в прижимное кольцо и последовательно затянуть с предписанным моментом M_A
 - затягивать винты следует крест-накрест, чтобы не допустить существенных различий между силами затяжки винтов;
 - моменты затяжки M_A для крепежных винтов см. в таблицах на стр. 913.

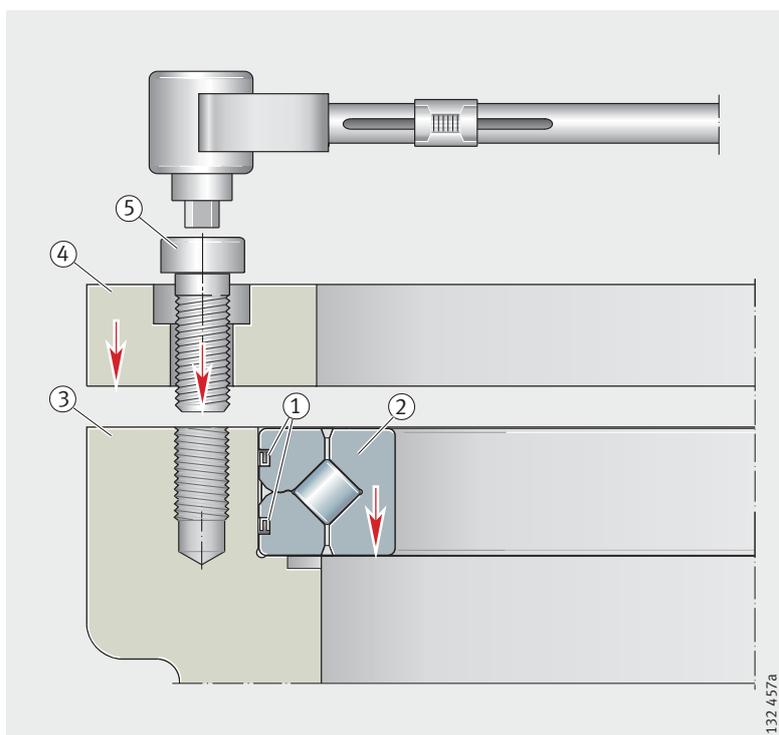


Рисунок 9
Закрепление наружного кольца подшипника

Подшипники с перекрестными роликами

Закрепление внутреннего кольца подшипника

Монтаж кольца, рис. 10:

- установить подшипник ② во внутреннюю сопрягаемую конструкцию ⑥;
- установить внутреннее прижимное кольцо ⑦;
- установить крепежные винты ⑧ в прижимное кольцо и последовательно затянуть с предписанным моментом M_A ;
 - затягивать винты следует крест-накрест, чтобы не допустить существенных различий между силами затяжки винтов.

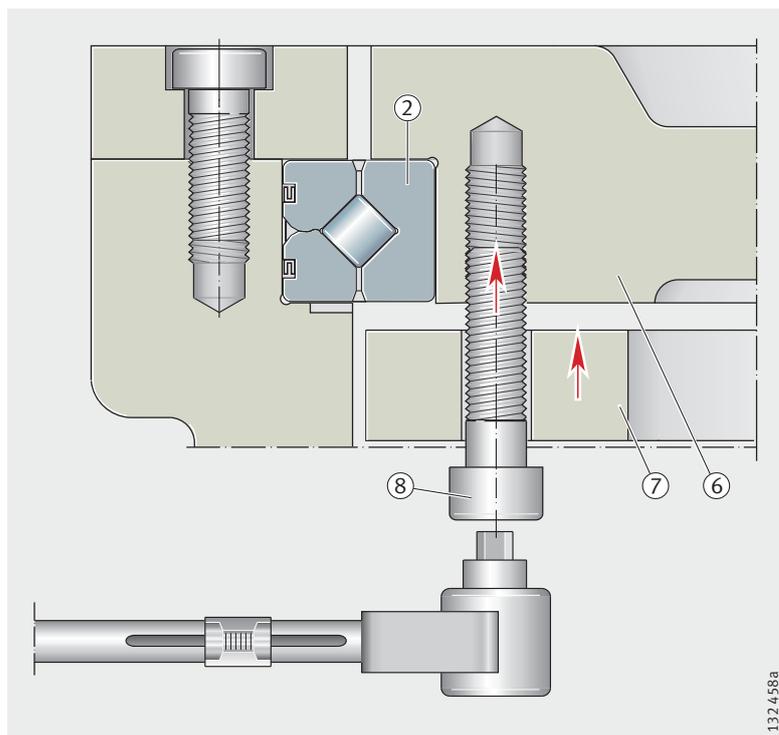


Рисунок 10

Закрепление внутреннего кольца подшипника

Проверка работоспособности



После окончания монтажа следует проконтролировать ход подшипника.

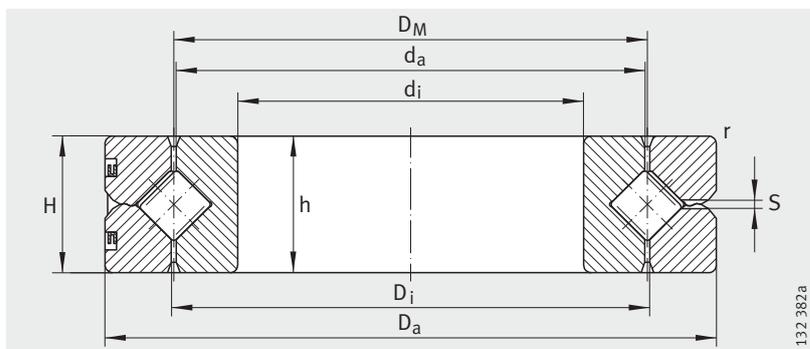
Если подшипник вращается неравномерно, с заеданиями, или температура подшипника увеличивается до несвойственно высоких значений, подшипник следует демонтировать, проверить и заново смонтировать в соответствии с вышеописанными указаниями по монтажу.

Точность

Допуски размеров и точности вращения подшипников базируются на DIN 620-2 и DIN 620-3 и лежат в области P6 и P5. Основные размеры соответствуют DIN 616 для размерной серии 18.



Подшипники с перекрестными роликами



SX

Таблица размеров · Размеры в мм

| Условное обозначение | Номер графика ¹⁾ | Масса m ≈ кг | Размеры | | | | | | | | | Точность вращения | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------|----------------|--|-----------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|-----------|-----------------|-------------------|--------|
| | | | D _M | d _i K6 | D _a h6 | H ²⁾ | h ²⁾ E8 | d _a | D _i | r мин. | S ³⁾ | Радиальная | Осевая |
| SX011814 | ① | 0,3 | 80 | 70 ^{+0,004} _{-0,015} | 90 _{-0,022} | 10±0,10 | 10 _{-0,01} | 79,5 | 80,5 | 0,6 | 1,2 | 0,010 | 0,010 |
| SX011818 | ② | 0,4 | 102 | 90 ^{+0,004} _{-0,018} | 115 _{-0,022} | 13±0,12 | 13 _{-0,01} | 101,5 | 102,5 | 1 | 1,2 | 0,010 | 0,010 |
| SX011820 | ③ | 0,5 | 112 | 100 ^{+0,004} _{-0,018} | 125 _{-0,025} | 13±0,12 | 13 _{-0,01} | 111,5 | 112,5 | 1 | 1,2 | 0,010 | 0,010 |
| SX011824 | ④ | 0,8 | 135 | 120 ^{+0,004} _{-0,018} | 150 _{-0,025} | 16±0,12 | 16 _{-0,01} | 134,4 | 135,5 | 1 | 1,5 | 0,010 | 0,010 |
| SX011828 | ⑤ | 1,1 | 157 | 140 ^{+0,004} _{-0,021} | 175 _{-0,025} | 18±0,12 | 18 _{-0,01} | 156,3 | 157,7 | 1,1 | 1,5 | 0,015 | 0,010 |
| SX011832 | ⑥ | 1,7 | 180 | 160 ^{+0,004} _{-0,021} | 200 _{-0,029} | 20±0,12 | 20 _{-0,025} | 179,2 | 180,8 | 1,1 | 1,5 | 0,015 | 0,010 |

1) Номер графика из диаграммы предельных статических нагрузок для дорожки качения и крепежных винтов.

2) H: монтажная высота подшипника,
h: высота отдельного кольца.

3) Смазочное отверстие: 3 отверстия равномерно распределены по окружности.

4) Радиальная грузоподъемность, в случае исключительно радиальной нагрузки.

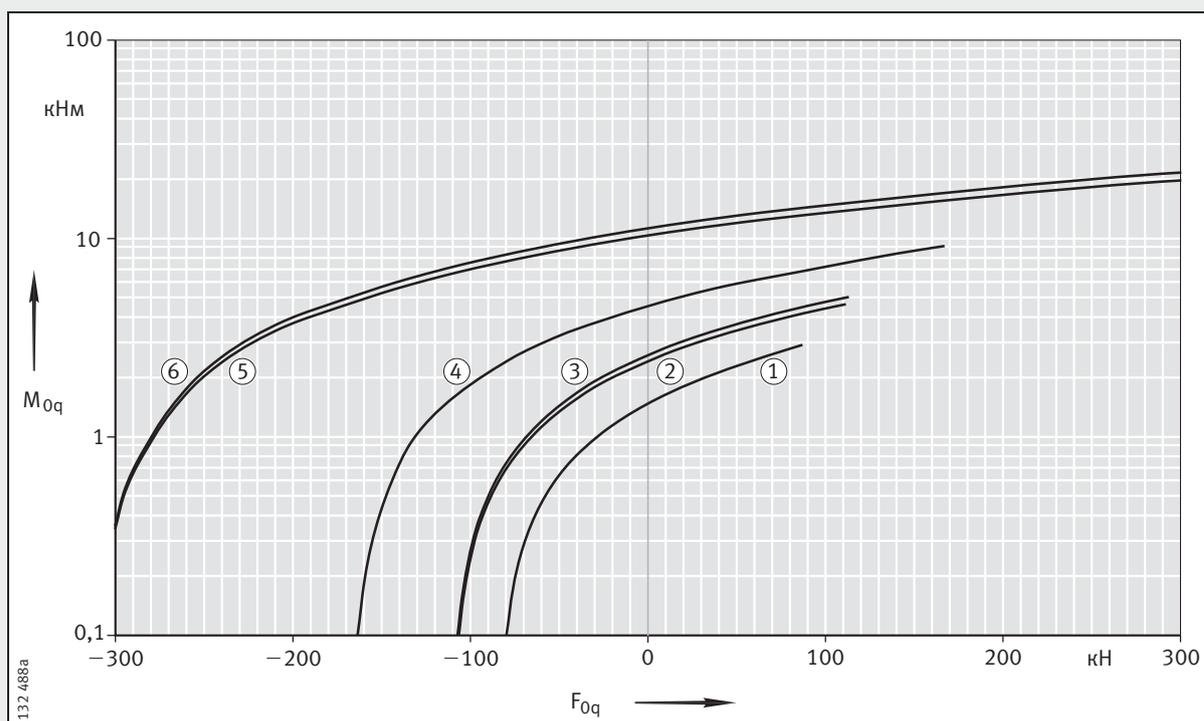
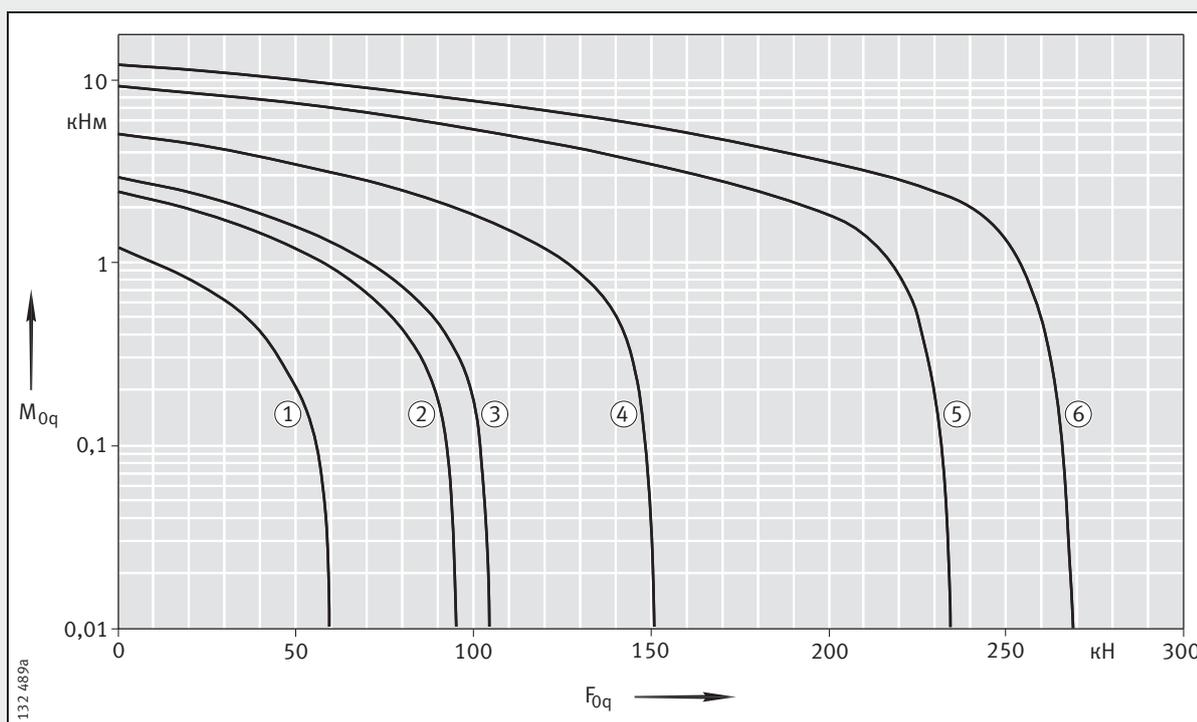


Диаграмма предельных статических нагрузок для крепежных винтов – прижимающая нагрузка

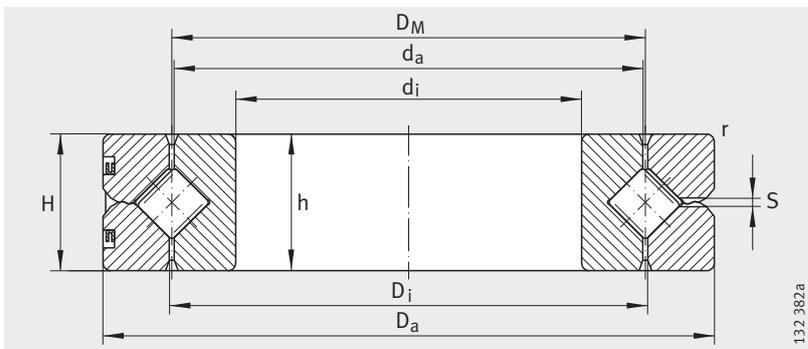


| Нормальный зазор | | | | Малый зазор RLO | | Предварительный натяг VSP | | Грузоподъемность | | | | Предельные частоты вращения | | | | Соответствует размерной серии ISO 18 |
|------------------|-------|--------------------------------|-------|------------------|-----------------------|---------------------------|-------|------------------|-------|--------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Радиальный зазор | | Осевой зазор при опрокидывании | | Радиальный зазор | Предварительный натяг | | | Осевая | | Радиальная ⁴⁾ | | При нормальном зазоре | | При натяге | | |
| мин. | макс. | мин. | макс. | | | | | макс. | макс. | дин. C _a | стат. C _{0a} | дин. C _r | стат. C _{0r} | n _G Масло | n _G Конс. смаз. | |
| | | | | | | мин. | макс. | кН | кН | кН | кН | мин ⁻¹ | мин ⁻¹ | мин ⁻¹ | мин ⁻¹ | |
| 0,003 | 0,015 | 0,006 | 0,03 | 0,003 | 0,006 | 0,003 | 0,015 | 15,4 | 51 | 11 | 20,4 | 1 910 | 955 | 955 | 475 | 618 14 |
| 0,003 | 0,015 | 0,006 | 0,03 | 0,003 | 0,006 | 0,003 | 0,015 | 25,5 | 91 | 18,3 | 36,5 | 1 500 | 750 | 750 | 375 | 618 18 |
| 0,005 | 0,020 | 0,010 | 0,04 | 0,004 | 0,008 | 0,005 | 0,020 | 27 | 102 | 19,4 | 40,5 | 1 360 | 680 | 680 | 340 | 818 20 |
| 0,005 | 0,020 | 0,010 | 0,04 | 0,004 | 0,008 | 0,005 | 0,020 | 38 | 146 | 27 | 59 | 1 130 | 565 | 565 | 280 | 618 24 |
| 0,005 | 0,020 | 0,010 | 0,04 | 0,004 | 0,008 | 0,005 | 0,020 | 63 | 240 | 45 | 96 | 975 | 485 | 485 | 240 | 618 28 |
| 0,005 | 0,020 | 0,010 | 0,04 | 0,004 | 0,008 | 0,005 | 0,020 | 68 | 275 | 48,5 | 111 | 850 | 425 | 425 | 210 | 618 32 |



132 489a
 Диаграмма предельных статических нагрузок для дорожки качения – прижимающая нагрузка

Подшипники с перекрестными роликами



SX

Таблица размеров (продолжение) · Размеры в мм

| Условное обозначение | Номер графика ¹⁾ | Масса m ≈ кг | Размеры | | | | | | | | | Точность вращения | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------|----------------|--|-----------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|-----------|-----------------|-------------------|--------|
| | | | D _M | d _i K6 | D _a h6 | H ²⁾ | h ²⁾ E8 | d _a | D _i | r мин. | S ³⁾ | Радиальная | Осевая |
| SX011836 | ⑦ | 2,3 | 202 | 180 ^{+0,004} _{-0,021} | 225 _{-0,029} | 22±0,13 | 22 _{-0,025} | 201,2 | 202,8 | 1,1 | 2 | 0,015 | 0,010 |
| SX011840 | ⑧ | 3,1 | 225 | 200 ^{+0,004} _{-0,024} | 250 _{-0,029} | 24±0,13 | 24 _{-0,025} | 224,2 | 225,8 | 1,5 | 2 | 0,015 | 0,010 |
| SX011848 | ⑨ | 5,3 | 270 | 240 ^{+0,005} _{-0,024} | 300 _{-0,032} | 28±0,13 | 28 _{-0,025} | 269,2 | 270,8 | 2 | 2 | 0,020 | 0,010 |
| SX011860 | ⑩ | 12 | 340 | 300 ^{+0,005} _{-0,027} | 380 _{-0,036} | 38±0,14 | 38 _{-0,05} | 339,2 | 340,8 | 2,1 | 2,5 | 0,020 | 0,010 |
| SX011868 | ⑪ | 13,5 | 380 | 340 ^{+0,007} _{-0,029} | 420 _{-0,040} | 38±0,14 | 38 _{-0,05} | 379,2 | 380,8 | 2,1 | 2,5 | 0,025 | 0,010 |
| SX011880 | ⑫ | 24 | 450 | 400 ^{+0,007} _{-0,029} | 500 _{-0,040} | 46±0,15 | 46 _{-0,05} | 449 | 451 | 2,1 | 2,5 | 0,030 | 0,010 |
| SX0118/500 | ⑬ | 44 | 560 | 500 ^{+0,008} _{-0,032} | 620 _{-0,044} | 56±0,16 | 56 _{-0,05} | 558,8 | 561,2 | 3 | 2,5 | 0,040 | 0,010 |

- 1) Номер графика из диаграммы предельных статических нагрузок для дорожки качения и крепежных винтов.
- 2) H: монтажная высота подшипника,
h: высота отдельного кольца.
- 3) Смазочное отверстие: 3 отверстия равномерно распределены по окружности.
- 4) Радиальная грузоподъемность, в случае исключительно радиальной нагрузки.

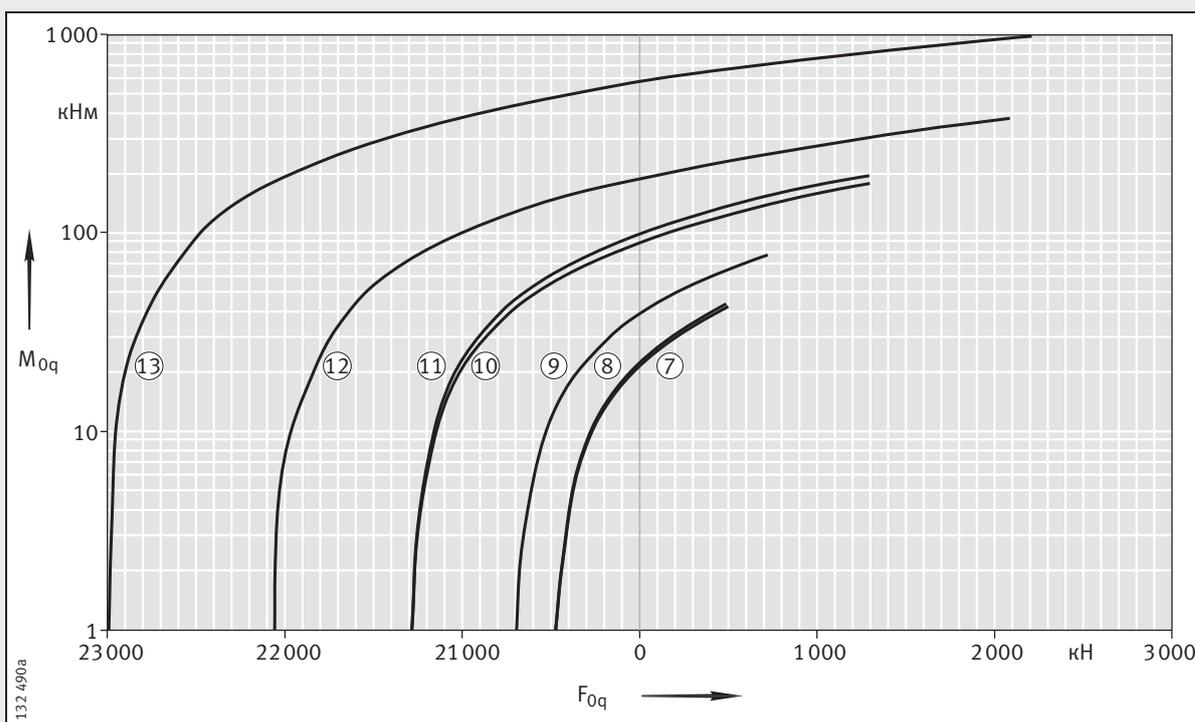


Диаграмма предельных статических нагрузок для крепежных винтов – прижимающая нагрузка



| Нормальный зазор | | | | Малый зазор RLO | | Предварительный натяг VSP | | Грузоподъемность | | | | Предельные частоты вращения | | | | Соответствует размерной серии ISO 18 |
|------------------|-------|--------------------------------|-------|------------------|-----------------------|---------------------------|-------|---------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Радиальный зазор | | Осевой зазор при опрокидывании | | Радиальный зазор | Предварительный натяг | | | Осевая | | Радиальная ⁴⁾ | | При нормальном зазоре | | При натяге | | |
| | | | | | | | | дин. C _a | стат. C _{0a} | дин. C _r | стат. C _{0r} | n _G Масло | n _G Конс. смаз. | n _G Масло | n _G Конс. смаз. | |
| мин. | макс. | мин. | макс. | макс. | макс. | мин. | макс. | кН | кН | кН | кН | мин ⁻¹ | мин ⁻¹ | мин ⁻¹ | мин ⁻¹ | |
| 0,005 | 0,025 | 0,010 | 0,05 | 0,005 | 0,010 | 0,005 | 0,025 | 96 | 380 | 69 | 153 | 755 | 375 | 375 | 185 | 618 36 |
| 0,005 | 0,025 | 0,010 | 0,05 | 0,005 | 0,010 | 0,005 | 0,025 | 102 | 425 | 72 | 170 | 680 | 340 | 340 | 170 | 618 40 |
| 0,010 | 0,030 | 0,020 | 0,06 | 0,005 | 0,010 | 0,005 | 0,025 | 148 | 640 | 105 | 255 | 565 | 280 | 280 | 140 | 618 48 |
| 0,010 | 0,040 | 0,020 | 0,08 | 0,005 | 0,010 | 0,005 | 0,025 | 243 | 1070 | 173 | 425 | 450 | 225 | 225 | 110 | 618 60 |
| 0,010 | 0,040 | 0,020 | 0,08 | 0,005 | 0,010 | 0,005 | 0,025 | 260 | 1220 | 185 | 485 | 400 | 200 | 200 | 100 | 618 68 |
| 0,010 | 0,050 | 0,020 | 0,10 | 0,005 | 0,010 | 0,005 | 0,025 | 385 | 1800 | 275 | 720 | 340 | 170 | 170 | 85 | 618 80 |
| 0,015 | 0,060 | 0,030 | 0,12 | 0,006 | 0,012 | 0,005 | 0,030 | 560 | 2750 | 395 | 1100 | 275 | 135 | 135 | 65 | 618/500 |

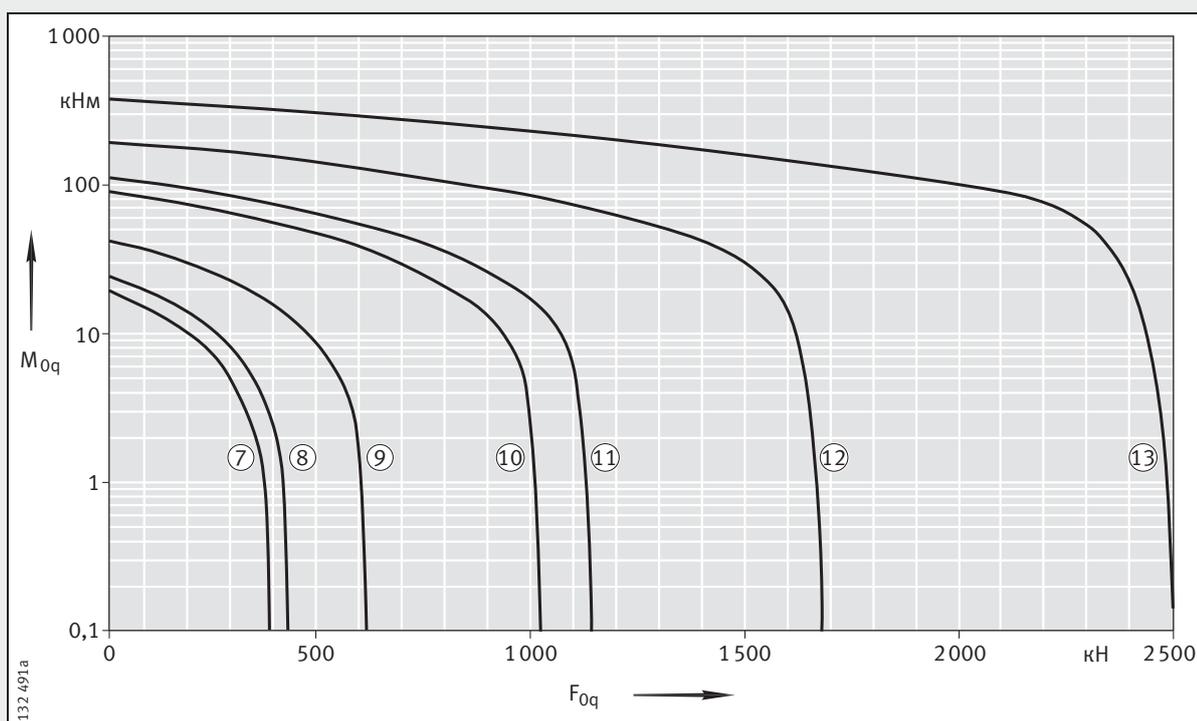


Диаграмма предельных статических нагрузок для дорожки качения – прижимающая нагрузка

