

Технические обозначения

Наименование и единицы измерения

$C_{ак}$	кН	Динамическая осевая грузоподъемность	m	мм	Модуль
$C_{акТ}$	кН	Динамическая осевая грузоподъемность несущей дорожки	M_k	кNm	момент опрокидывания, учитывающий влияние ударных нагрузок о коэффициенты безопасности, рассчитывается из радиальных и осевых нагрузок
$C_{акН}$	кН	Динамическая осевая грузоподъемность фиксирующей дорожки	$M_{Ю}$	кNm	эквивалентный момент опрокидывания для определенной точки нагрузки на диаграмме нагрузок
C_{rad}	кН	Динамическая радиальная грузоподъемность	M_W	Nm	сопротивление вращению при рабочих нагрузках
$C_{оак}$	кН	Статическая осевая грузоподъемность	M_{WA}	Nm	сопротивление вращению в ненагруженном состоянии
$C_{оакТ}$	кН	Статическая осевая грузоподъемность несущей дорожки	M_D	кNm	передача крутящего момента на зубчатое зацепление
$C_{оакН}$	кН	Статическая осевая грузоподъемность фиксирующей дорожки	n	min ⁻¹	скорость вращения
$C_{орad}$	кН	Статическая радиальная грузоподъемность	n_b	—	количество крепежных отверстий
D_L	мм	диаметр дорожки качения	n_{max}	min ⁻¹	максимальная скорость вращения
D_W	мм	Диаметр тел качения	n_{zul}	min ⁻¹	допустимая скорость вращения
f_a	—	Коэффициент применения	S_0	—	требуемый коэффициент статической безопасности дорожки качения
$F_{ак}$	кН	Осевая нагрузка, включающая все возникающие ударные нагрузки и требуемые коэффициенты запаса прочности, суммируется из всех осевых нагрузок	$S_{орad}$	—	существующий коэффициент безопасности дорожки качения
$F_{акD}$	кН	Эквивалентная осевая нагрузка	SF	—	коэффициент безопасности против усталостной нагрузки на основание зуба
F_{rad}	кН	Радиальная нагрузка, включающая все возникающие ударные нагрузки и требуемые коэффициенты запаса прочности, суммируется из всех радиальных нагрузок	x_1	—	смещение профиля зуба шестеренки
F_{radD}	кН	Эквивалентная радиальная нагрузка	x_2	—	смещение профиля зуба шестеренки
F_{radZ}	кН	Радиальная нагрузка на основание зуба	Z_1	—	количество зубьев шестеренки
$F_{rad max}$	кН	Предельное значение для проверки трения	Z_2	—	количество зубьев ОПУ
$F_{сп}$	кН	Усилие предварительной затяжки болтов	α_L	—	коэффициент затяжки болтов
F_z	кН	Фактическая нагрузка на основание зуба	δ_f	мм	боковой зазор зубчатого зацепления
$f_{z nom}$	кН	максимально допустимая нагрузка на основание зуба	δ_k	мм	увеличение зазора опрокидывания
$f_{z max}$	кН	Максимальная допустимая нагрузка на основание зуба до статического излома при воздействии разовой нагрузки	$\delta_{k zul}$	мм	максимально допустимое увеличение зазора опрокидывания
G	кг	Масса (вес)	δ_p	мм	максимально допустимое отклонение от плоскостности
H	мм	Конструкционная высота опорно-поворотного устройства	δ_v	мм	максимально допустимая деформация присоединительной конструкции
i	—	Передаточное отношение	δ_W	мм	максимально допустимое угловое отклонение

Функция

Конструкция и функция опорно-поворотных устройств

Опорно-поворотные устройства состоят из одного внутреннего и одного наружного кольца (1/2), интегрированной дорожки качения, опционально с внутренним или внешним зубчатым зацеплением (3). С верхней и с нижней стороны дорожка качения защищена функциональным уплотнением (4). Опорно-поворотные устройства сконструированы под смазывание консистентной смазкой, смазывание производится через смазочный ниппель (5).

В опорно-поворотном устройстве тела качения (6) передают нагрузки между внутренним и внешним кольцом. Несущая способность дорожки качения помимо других параметров определяется конструктивной формой подшипника, глубиной закалки, размером и количеством тел качения. Промежуточные элементы (7) удерживают тела качения на расстоянии друг от друга и препятствуют износу. При производстве тела качения заводятся через заправочную заглушку (8), которая закрывается затем разжимным штифтом (9). Передача усилия на соединительную конструкцию осуществляется через болты. Для этого во внутреннем и во внешнем кольцах предусмотрены сквозные или резьбовые отверстия (10).

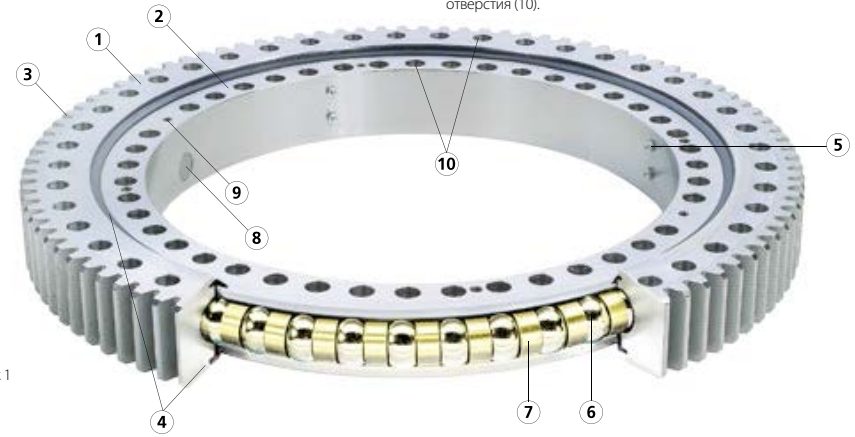


Рисунок 1

Распределение нагрузки

В зависимости от внешней нагрузки в обойме с телами качения устанавливается различное распределение нагрузки и угол контакта.

при осевой нагрузке все тела качения испытывают нагрузку в одном направлении

при радиальной нагрузке, нагрузку несет один сегмент обоймы с телами качения

при нагрузке на опрокидывание, нагрузку несет один сегмент с одной стороны и один сегмент на противоположной стороне дорожки качения

часто возникают комбинации из осевой нагрузки, радиальной нагрузки и нагрузки на опрокидывание (рисунок 2)

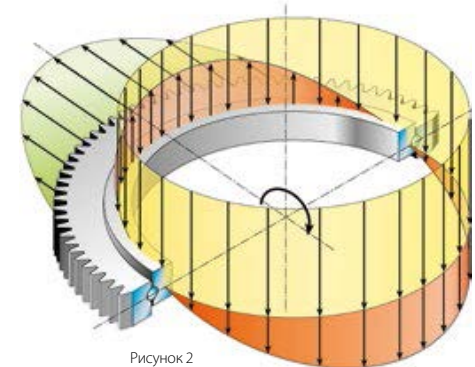


Рисунок 2

Технические обозначения

Осевые нагрузки могут иметь направление на сжатие или на растяжение.

Осевые нагрузки на растяжение и нагрузка поднимающегося сегмента при моменте опрокидывания должны передаваться на крепежные элементы (рисунок 3) **Внимание: В этом случае данные каталога не действительны!**

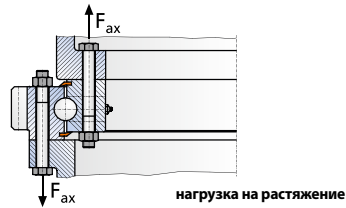


Рисунок 3

Радиальная нагрузка должна передаваться путем фрикционного соединения между опорно-поворотным устройством и присоединительной конструкцией.

Качественное болтовое соединение обеспечивает надежное функционирование опорно-поворотного устройства.

Болтовое соединение и зазор отклонения опорно-поворотного устройства должны регулярно проверяться.

Все данные каталога действительны только для нагрузки на сжатие согласно рисунку 4!

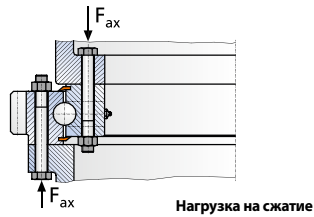


Рисунок 4

Зубчатое зацепление

Наши стандартные опорно-поворотные устройства выполнены с цилиндрическим зубчатым колесом с прямым зацеплением. Допустимые вращательные моменты приведены в таблице опорно-поворотных устройств.

Уплотнение

Полимерные уплотнения защищают опорно-поворотные устройства от проникновения обычных загрязнений, пыли и брызг. При сильных загрязнениях, потоках воды или механических нагрузках уплотнения должны быть защищены добавочными лабиринтами или дополнительными уплотнениями на присоединительных конструкциях. Функциональная способность и обеспечение срока службы опорно-поворотного устройства сильно зависят от того, попадают ли в него частицы грязи.

Применение высоконапорных струйных установок для чистки опорно-поворотных устройств не допустимо.

Рабочая температура

Опорно-поворотные устройства в стандартном исполнении могут выдерживать температурные нагрузки от -25°C до +70°C. При их использовании в более высоких или более низких температурных режимах просим проконсультироваться с нами.

Критерии выбора

Нижеприведённые критерии должны учитываться для правильного выбора опорно-поворотного устройства.

Положение оси вращения

Вертикальная: Могут использоваться опорно-поворотные устройства всех серий

Горизонтальная

и переменная: Горизонтальная ось вращения теоретически возможна для шариковых опорно-поворотных устройств при ограниченном числе оборотов, однако здесь требуется дополнительная проверка специалистами фирмы IMO.

Нагрузки

Внешние нагрузки, такие как осевая нагрузка, радиальная нагрузка и опрокидывающий момент, должны находиться ниже кривой статической предельных нагрузок. Обязательно ознакомьтесь с главами "Допустимая статическая нагрузка дорожки качения" и "Крепёжные элементы".

Удары, вибрации

Для соблюдения требований различных областей применения необходимо учитывать динамические коэффициенты для зубчатого зацепления и для системы дорожек качения.

Крутящий момент / нагрузка на зуб

Нагрузка на зуб, возникающая вследствие требуемого крутящего момента не должна превышать указанные в таблицах максимально допустимые значения. Пояснения к различным данным по крутящему моменту и нагрузке на зуб находятся в разделе "Зубчатое зацепление".

Число оборотов

Далее предоставлены максимально допустимые числа оборотов n_{zul} для различных исполнений:

Опорно-поворотные устройства серии 116:

$$n_{zul} = \frac{80000}{D_L}$$

Опорно-поворотные устройства серии 120, 125, 150, 920, 932, 840 и 850:

$$n_{zul} = \frac{40000}{D_L}$$

Опорно-поворотные устройства серии 320, 325, 332, 340, 350, 532 и 540:

$$n_{zul} = \frac{20000}{D_L}$$

Для опорно-поворотных устройств с точным исполнением или с более малым зазором в подшипнике действуют более низкие допустимые нормы. В этом случае обращайтесь к нашим специалистам.

Продолжительность режима работы

При применении опорно-поворотных устройств в непрерывном или длительном режиме работы, срок службы опорно-поворотного устройства, при необходимости зубчатого зацепления необходимо периодически проверять. В этом случае, свяжитесь, пожалуйста, с нашим отделом обслуживания клиентов.

Статическая несущая способность дорожки качения

Статическая несущая способность дорожки качения опорно-поворотного устройства зависит от:

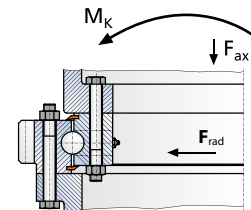
- Глубины закалки дорожки качения
- Числа и размера тел качения
- Конструкции
- Геометрии дорожки качения

Диаграмма предельных нагрузок отражает допустимое осевое усилие и допустимый опрокидывающий момент для соответственного типоразмера. С учетом требований и рекомендаций по безопасности любая нагрузка не должна превышать указанных предельных значений для определенного опорно-поворотного устройства.

Диаграммы предельных нагрузок действительны при следующих условиях:

- статическая нагрузка
- линия предельных нагрузок с фактором безопасности 1
- длина захвата болтом должна быть минимум в 5, максимум в 10 раз больше диаметра болта
- винтовая резьба вплоть до головки болта не допустима
- качество болтов 10.9
- должны быть использованы все крепежные отверстия
- осевая нагрузка на сжатие (распределение нагрузки согласно рис. 5)
- достаточно прочная и ровная присоединительная конструкция (см. инструкцию по монтажу и эксплуатации)
- учет указанного радиального усилия
- минимальная прочность присоединительной конструкции 500 Н/мм²
- учет всех пунктов инструкции по монтажу и эксплуатации (siehe Montage- und Betriebsanleitung)

Рисунок 5



Учитывая особенности различных областей применения, имеющиеся нагрузки должны быть скорректированы с учетом следующих факторов:

Приведенная ниже таблица содержит данные, на которые можно ориентироваться при первоначальном выборе и проверке подходящего опорно-поворотного устройства. Необходимо также учитывать технические требования заказчика, классификацию МКЗ, предписания по составлению расчетов и предъявление конструктивных данных классификационных обществ.

Область применения	Коэффициент эксплуатации f_a	Примечание
Строительные машины	1,25	обычный режим работы
Лесозаготовительные машины	1,50	суровые условия работы
Литейное производство	1,75	суровые условия работы
Рабочие подъемные площадки	1,30	обычный режим работы
Общее машиностроение	1,25	обычный режим работы
Общее машиностроение	1,50	тяжелая работа
Измерительная техника	2,00	точность
Работы, погрузочно-разгрузочные системы	1,50	точность
Рельсовые транспортные средства	1,50	суровые условия работы
Специальные транспортные средства	1,50	суровые условия работы
Подъемные	1,75	суровые условия работы
Судовые краны	1,10	обычный режим работы
Краны	1,25	обычный режим работы
Краны	1,45	тяжелая работа
Аллотризаторы и навесное оборудование	1,10	легкие удары
Ветрогенераторы	2,00	опасность волнообразного износа
Сваи	1,50	точность

Таблица 1: Коэффициент применения

При применении опорно-поворотных устройств в непрерывном или длительном режиме работы рекомендуем Вам проконсультироваться с нашими специалистами.

Коэффициент применения и необходимая статическая безопасность S_0 для имеющихся нагрузок должны быть учтены в следующих уравнениях:

Эквивалентное осевое усилие (для диаграммы предельных нагрузок):

$$F_{axD} = F_{ax} \cdot a \cdot o$$

Наряду с учетом имеющихся радиальных нагрузок соответственно, увеличивается момент опрокидывания, При этом при расчетах должны быть приняты во внимание и радиальные компоненты из зацепления.

Радиальная нагрузка из зацепления:

$$F_{radZ} = \frac{F_z}{\cos 20^\circ}$$

Эквивалентная радиальная нагрузка:

$$F_{radD} = (F_{rad} + F_{radZ}) \cdot a \cdot o$$

Эквивалентный опрокидывающий момент (для диаграмм предельных нагрузок):

$$M_{kD} = M_k \cdot a \cdot o \cdot radD \cdot \frac{D_L}{1000}$$

(серия 116, 120, 125, 150, 920, 932)

Это уравнение действительно только при:

$$(F_{rad} + F_{radZ}) \leq \frac{M_k}{D_L} \cdot ax$$

Технические обозначения

При превышении показателей диаграмма предельных нагрузок не действительна.
В этом случае, пожалуйста, обратитесь к нашим специалистам.

Для трехрядных роликовых опорно-поворотных устройств (типоразмер 320 до 350) радиальная нагрузка рассчитывается к статическому радиальному коэффициенту работоспособности и не должно учитываться M_{KD} .

$$M_{KD} = M_k \cdot a \cdot o \quad (\text{серии 320 bis 350})$$

$$S_{rad} = \frac{C_{grad}}{F_{rad} \cdot a \cdot o} \quad (\text{серии 320 bis 350})$$

Пример расчёта:

Применение: Поворотное устройство для строительной машины при нормальной эксплуатации, дополнительный запас прочности S_0 ($S_0 = 1$) не требуется.

Нагрузка: Осевая нагрузка 160 кН
Радиальная нагрузка 6 кН
Опрокидывающий момент 120 кНм

Опорно-поворотное устройство: предварительно выбрана серия 120
Типы 10-20 0941/0-02062

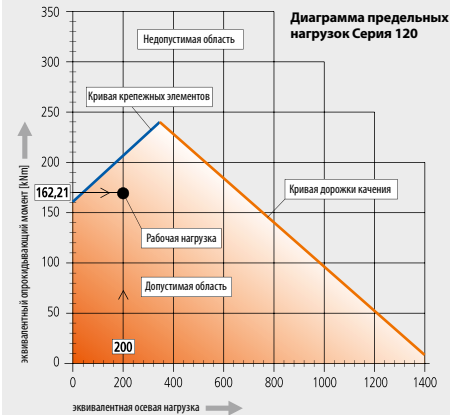
При коэффициенте эксплуатации, в 1,25 получаются следующие значения:

$$F_{axD}$$

$$F_{axdD}$$

$$M_{KD} = \frac{941}{1000}$$

Теперь при помощи диаграммы предельных нагрузок можно проверить, будет ли достаточной статическая прочность предварительно выбранного опорно-поворотного устройства.



Если уровень рабочей нагрузки лежит ниже линии предельных нагрузок, то статическая прочность выбранного опорно-поворотного устройства является достаточной. Если нагрузки возникают в основном в момент раскачивания, то выбранный вид устройства должен быть просчитан динамически на срок службы. В этом случае обратитесь к нашим специалистам.

Крепёжные элементы

Для достижения безопасной передачи имеющихся нагрузок помимо нагрузки на дорожку качения необходимо проверить также нагрузку на крепёжные элементы.

На диаграмме предельных статических нагрузок отображается кривая со следующими условиями:

Выполнение условий, как указано при рассмотрении допустимой статической несущей способности дорожки качения.

Диаграмма предельных нагрузок рассчитана для нагрузки на сжатие (см. рис. 4).

При нагрузке на растяжение болты дополнительно работают на растяжение. Пожалуйста, проконсультируйтесь с нашими специалистами.

Болты с классом прочности 10.9 затягиваются динамометрическим ключом ($aA = 1,6$) в соответствии с предписаниями. Моменты затяжки приведены в нашем руководстве по монтажу и эксплуатации. При наличии иных условий, пожалуйста, свяжитесь с нашими специалистами.

Болты от M30 должны затягиваться гидравлическим натяжным устройством на 90% предела растяжения – дополнительные сведения приведены в нашем руководстве по монтажу и эксплуатации.

В опорно-поворотных устройствах со сквозными отверстиями необходимо использовать метрические болты максимального размера с основной резьбой.

Статическая несущая способность крепежных элементов

Расчет уровня рабочей нагрузки, как с радиальным усилием, так и без него, определяется аналогично проверке статической несущей способности дорожки качения.

В случае, если соответствующая нагрузка лежит ниже уровня предельной нагрузки в статической диаграмме предельных нагрузок, то болтовое соединение считается статически достаточно соразмерным.

Динамическая несущая способность крепежных элементов

Чаще всего достаточно статического определения параметров болтового соединения. В случаях, когда число циклов нагружения на опорно-поворотное устройство очень велико, необходима динамическая перепроверка. В этих случаях обратитесь к нашим специалистам.

Фрикционное болтовое соединение

При воздействии на опорно-поворотное устройство радиальных нагрузок важно, чтобы данные усилия передавались на болты без усилия на срез. Для этого проверяют, может ли радиальная нагрузка передаваться через фрикционное соединение между присоединительной конструкцией и опорно-поворотным устройством.

$$F_{grad\ max} = \frac{n_b \cdot sp}{18,8}$$

Если фактическая радиальная нагрузка превышает предельное значение, пожалуйста, свяжитесь с нашими специалистами.

Меры по повышению радиальной нагрузки:

- Центрирование
- Установочные штифты
- Склеивание
- О других способах проконсультируйтесь с нашими специалистами

Для опорно-поворотных устройств с различным количеством или размером болтов во внутреннем и внешнем кольце необходимо рассчитывать допустимую радиальную нагрузку для обоих колец, причём меньшее значение является определяющим.

Фрикционное соединение присутствует, когда $F_{grad\ max}$ больше фактической радиальной нагрузки.

фиксация болтов

Должным образом затянутое болтовое соединение не требует фиксации. (см. Директиву Союза немецких инженеров 2230 Издание 2003)

Сопротивление кручению

На сопротивление кручению опорно-поворотных устройств влияет множество факторов, как, например:

- жесткость и ровность присоединительной конструкции
- нагрузка и распределение нагрузок
- число оборотов и рабочая температура
- исполнение системы дорожек качения
- количество и момент трения уплотнений
- пластичная смазка и степень заполнения
- производственные допуски
- и другие факторы

С помощью нижеприведенных уравнений можно приблизительно рассчитать сопротивление вращению ненагруженного опорно-поворотного устройства:

Опорно-поворотные устройства серий 116, 120, 125, 150, 920 и 932 с минимальным зазором в подшипнике больше нуля

$$M_{wA} = \frac{D_L^2}{2000}$$

Опорно-поворотные устройства серий 116, 120, 125, 150, 920 и 932 с минимальным зазором в подшипнике равным нулю

$$M_{wA} = \frac{D_L^2}{2000}$$

Опорно-поворотные устройства серий 116, 120, 125, 150, 920 и 932 с предварительным натягом

$$M_{wA} = \frac{D_L^2}{2000}$$

Опорно-поворотные устройства серий 320, 325, 332, 340 и 350, с минимальным зазором в подшипнике больше нуля

$$M_{wA} = \frac{D_L^2}{2000}$$

Опорно-поворотные устройства серий 532 и 540 с минимальным зазором в подшипнике больше нуля

$$M_{wA} = \frac{D_L^2}{2000}$$

Опорно-поворотные устройства серий 840 и 850 с минимальным зазором в подшипнике больше нуля

$$M_{wA} = \frac{D_L^2}{2000}$$

С помощью нижеприведенных уравнений можно приблизительно рассчитать сопротивление кручению опорно-поворотного устройства под нагрузкой:

$$M_w = k \cdot l_{rad} + D_L \cdot a_x + M_{wA}$$

Зубчатое зацепление

Исполнение зубчатого зацепления

Опорно-поворотные устройства могут быть выполнены с прямозубым цилиндрическим колесом в соответствии с DIN 3960, DIN 3962 и DIN 3967 на выбор.

В зависимости от серии опорно-поворотного устройства зубчатое зацепление бывает нормализованным или улучшенным. При необходимости в более высоких крутящих моментах или в соответствующем сроке эксплуатации возможно производство зубчатых зацеплений в улучшенном или закалённом исполнении. По запросу возможно изготовление зубчатых зацеплений в особом исполнении.

Допустимые усилия на зуб $f_z\ norm$ и $f_z\ max$

Данные приведены в таблице размеров, определены как нагрузка на зуб и относятся к ножке зуба. Значения для $f_z\ max$ рассчитаны с запасом прочности на разрыв в 2, значения для $f_z\ norm$ рассчитаны для предела усталости ножки зуба с $SF = 1$. Шестерня при этом рассматривается как закалённая и шлифованная с $z1=17$ и $x1=0,5$. Для серий 120 и 920 запас прочности на разрыв составляет 1,5, значения для $f_z\ norm$ рассчитаны с $SF = 0,85$ и находятся в пределах усталостной прочности.

При обычных односторонних подшипниках ведущей шестерни статический запас прочности не должен быть меньше 1,5. При использовании ведущей шестерни с меньшим количеством зубьев и смещением исходного контура, просим обратиться к нашим специалистам.

Требуемое окружное усилие зубчатого зацепления может быть рассчитано из фактического или требуемого крутящего момента:

$$F_z = \frac{d}{...}$$

В зависимости от того, рассчитывается ли F_z из крутящего момента на опорно-поворотном соединении или на шестерне, необходимо определить соответствующее количество зубьев и соответствующий крутящий момент.

При необходимости в подробном расчете, например, срока службы и т.п., пожалуйста, обратитесь к нашим специалистам.

Технические обозначения

Ведущая шестерня

Допустимые усилия на зубьях (окружное усилие зубчатого зацепления) рассчитаны для шестерни с $z_1=17$ и $x_1=0,5$. При отсутствии особых требований к передаточному отношению ведущая шестерня может быть выполнена с данными параметрами зубчатого зацепления. Ширина венца ведущей шестерни всегда должна быть шире зубчатого зацепления опорно-поворотного устройства. Разница в ширине зубьев должна составлять примерно 1 модуль. Если в ведущей шестерне число зубьев меньше 17, то необходимо проверить зубчатое зацепление математически. При очень высоких усилиях на зубьях мы рекомендуем фланкирование головок зубьев ведущей шестерни и бочкообразное исполнение, обратитесь для этого к нашим специалистам. Рекомендуемое для зубчатого зацепления шестерни качество 8e26 или лучше.

Боковой зазор зубьев

Боковой зазор зубьев настраивается в самом высоком месте зубчатого зацепления. Он зависит от модуля зубчатого зацепления и рассчитывается по следующей формуле:

Регулируемый боковой зазор зубьев

δ_f

Для регулировки бокового зазора область зубчатого зацепления с максимальным отклонением отмечена зелёным цветом. В этом месте необходимо регулировать боковой зазор.

Динамические коэффициенты

В областях применения, связанных с ударными нагрузками, необходимо учесть соответствующие динамические коэффициенты при определении максимального крутящего момента.

Срок эксплуатации

Предполагаемый срок эксплуатации зубчатого зацепления существенно зависит от условий эксплуатации. Сюда среди прочего относятся:

- крутящий момент
- частота вращения выходного вала
- продолжительность включения
- окружающая температура
- смазка и т.п.

Приводная мощность

Принципиально привод не должен обладать слишком маленькими размерами, поскольку сопротивление вращению опорно-поворотного устройства может воздействовать сильнее в зависимости от распределения нагрузки, суммы нагрузок, исполнения присоединительной конструкции, зазора в подшипнике и многих других факторов.

Если рассчитан необходимый крутящий момент привода из сопротивления вращению опорно-поворотного устройства, то при расчёте приводной мощности необходимо исходить из удвоенного расчётного значения. Точно также необходимо учитывать надбавки к ускорению и замедлению подвижных масс и в зависимости от области применения, потребность в дополнительной мощности.

Смазка

Для обеспечения бесперебойного функционирования и длительного срока эксплуатации необходимо достаточное и регулярное смазывание. Консистентная смазка при этом выполняет следующие функции:

Для дорожки качения:

- сокращает трение и износ роликового контакта
- защита от коррозии
- смазка уплотнений
- дополнительное уплотняющее воздействие смазочного слоя
- низкий момент сил трения

Для зубчатого зацепления:

- более лёгкий ход
- незначительный износ
- сокращает шум при работе
- увеличивает срок эксплуатации
- уменьшает выделение тепла

Первичная смазка

Опорно-поворотные устройства IMO поставляются уже смазанными. В качестве стандартной смазки используется высококачественная комплексная литевая мыльная пластичная смазка на нефтяной основе с антизадирными присадками в соответствии с DIN 51825, KP2P-20.

Интервалы смазывания

В зависимости от частоты и условий эксплуатации необходимо регулярно через определенные промежутки времени осуществлять дополнительную смазку. Кроме того, принципиально важно следить за тем, чтобы применяемая смазка была совместима с первичной смазкой и материалом уплотнителя. В частности, нужно обращать внимание на то, чтобы для смазки обязательно применялись те смазочные материалы, которые указаны в договорном чертеже.

При использовании иных смазочных материалов необходимо проверить, совместима ли данная смазка с первичной смазкой. В данном случае обратитесь, пожалуйста, к производителю смазочных материалов.

Мы просим Вас обязательно следовать нашей инструкции по монтажу и эксплуатации. Помимо регулярной смазки в процессе эксплуатации необходимо осуществлять дополнительную смазку опорно-поворотного устройства до и после длительного простоя. Смазку необходимо осуществлять и после чистки оборудования.

ВНИМАНИЕ:

Чистку опорно-поворотных устройств нельзя производить при помощи аппаратов высокого давления. Под давлением воды через щелки и зазоры в опорно-поворотном устройстве может попасть грязь и вода, которые невозможно в последующем удалить даже путем обильной последующей смазки. Тем самым резко снижается срок службы опорно-поворотного устройства.

Смешиваемость

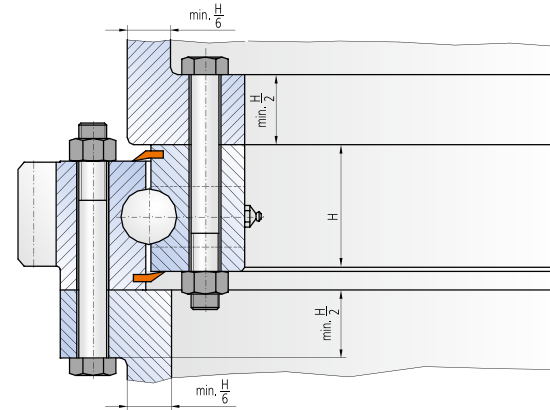
Консистентная смазка на различном базовом масле и мыле не должны смешиваться. Смешиваемость различных смазочных материалов должна быть подтверждена изготовителями смазочных веществ.

Хранение смазочных веществ

Смазочные вещества имеют свойство стартать даже в неиспользованном состоянии. После 3 лет применяемая смазка должна быть использована или заменена.

Исполнение присоединительных конструкций

Надежная передача имеющихся нагрузок и бесперебойная эксплуатация опорно-поворотных устройств достигается кроме прочего благодаря точно рассчитанным размерам присоединительной конструкции. При этом для обеспечения надежного функционирования опорно-поворотного устройства присоединительная конструкция должна выполнять по меньшей мере следующие требования:



достаточная прочность (смотри инструкцию по монтажу и эксплуатации)
плоскостность в соответствии с инструкцией по монтажу и эксплуатации
отсутствие жетских точек (например по причине поперечно проходящих несущих конструкций)
монтажная плоскость должна быть по меньшей мере обточена
предпочтительна чашеобразная конструкция
использование всех крепёжных болтов
использование болтов рекомендуемого качества
минимальная прочность присоединительной конструкции 500 Н/мм²

В зависимости от максимальной нагрузки и эксплуатации присоединительные конструкции могут быть исполнены в различной форме.
В случае, если применяется присоединительная конструкция чашечной формы, толщина фланца должна составлять минимум 50% монтажной высоты опорно-поворотного устройства.
Толщина стенок должна составлять около 1/3 толщины фланца.
При эксплуатации в критических, с точки зрения веса, условиях, толщина фланца может быть уменьшена только в том случае, если предусмотрены соответствующие элементы для повышения жесткости и выполнены предписания касательно допустимого отклонения от плоскостности и угла (плоскостного и углового отклонения), а также деформации под нагрузкой. Данные для этих случаев приведены в инструкции по монтажу и эксплуатации.

Технические основы

5 шагов выбора опорно-поворотного устройства:

Шаг 1: Определение нагрузки

На первом этапе осуществляется полный сбор данных нагрузок и частоты оборотов. При этом необходимо принять во внимание величину, направление, характер и длительность нагрузки в период эксплуатации. Важно учесть также нагрузки, которые возникают в экстремальных ситуациях, как, например, ветровые нагрузки, выравнивающие нагрузки, возможные наклонные положения и т.д.

Внимание: В данной разработке учтены только статические нагрузки. Динамические нагрузки должны быть обязательно проверены нашими специалистами. Кроме того, необходимо учесть ударные нагрузки и необходимые факторы безопасности.

устройство другого модельного ряда. Если заданная частота вращения превышает предельное значение, необходимо выбрать типоразмер поменьше или другой модельный ряд с более высокими предельными значениями.

Шаг 4: Проверка болтового соединения

При помощи диаграммы предельных нагрузок проверяется, находится ли расчетная нагрузка ниже кривой болтового соединения. Расчетная нагрузка должна включать в себя коэффициент ударной нагрузки и требуемый коэффициент безопасности с учетом радиального усилия. Если расчетная нагрузка выходит за линию диаграммы, необходимо выбрать следующий размер или устройство другого модельного ряда. Кроме того, в соответствии с уравнением на стр. 62 необходимо проверить наличие фрикционного замыкания.

выбор оптимального модельного ряда	модельный ряд														специальное исполнение		
	920	932	120	116	125	150	320	325	332	340	350	840	850	532		540	
прочные конструкции	++	++	++	++	++	++	○	○	○	○	○	+	+	+	+	++	++2)
грубая производственная конструкция	++	++	++	+	+	+	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	++2)
вибрации	+	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+	++	++	++	++	+	++2)
высокая нагрузка	-	-	-	-	-	○	++	++	++	++	++	+	+	+	++	++	++2)
долгий срок службы	-	-	-	-	-	-	++	++	++	++	++	○	○	+	+	+	++2)
минимальный люфт	+1)	+1)	○	○	○	○	+	+	+	+	+	○	○	+	+	+	++2)
максимальное сопротивлениеращению при нагрузке	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	○	○	+	+	+	++2)
равномерное сопротивлениеращению при нагрузке	-	-	-	-	-	-	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+	++2)
высокая скорость вращения	○	○	○	++	+	+	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	++2)
маленький диаметр	++	○	++	++	+	○	-	-	-	-	-	○	+	++	++	++	++2)
большой диаметр	-	-	-	-	○	○	○	○	+	++	++	+	+	++	++	++	++2)
высокая осевая нагрузка	-	○	○	-	○	+	++	++	++	++	++	+	+	++	++	++	++2)
высокий момент опрокидывания	-	○	○	-	○	+	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+	++2)
высокая точность	-	-	-	-	○	○	++	++	++	++	++	○	○	+	+	+	++2)
высокая жесткость	-	-	-	-	○	○	++	++	++	++	++	○	○	+	+	+	++2)

расшифровка обозначений
 - не подходит
 ○ условно подходит
 ○ средне подходит
 + хорошо подходит
 ++ очень хорошо подходит

Примечания
 1) смотреть таблицу размеров
 2) соответствует действующим требованиям

Шаг 2: Выбор типа конструкции

В зависимости от назначения и предъявляемых требований подходит та или иная конструкционная серия. Для оптимального выбора подходящей серии, используйте, пожалуйста, приведенную ниже таблицу.

Шаг 3: Статическая проверка дорожки качения

При помощи диаграммы предельных нагрузок необходимо проверить, превышают ли имеющиеся усилия и предусмотренные факторы безопасности допустимые нагрузки на дорожку качения.

Расчетная нагрузка с учетом динамического коэффициента, требуемой безопасности и с учетом радиального усилия должна находиться в допустимых пределах траектории дорожки качения, а имеющаяся частота вращения не должна превышать предельные значения. Если расчетная нагрузка выходит за траекторию, необходимо выбрать более крупногабаритное устройство или

Шаг 5: Статическая проверка зубчатого зацепления

С максимальным усилием на зуб необходимо проверить, достаточны ли рассчитанные параметры зацепления. Если максимальное усилие на зуб рассчитано исходя из момента силы трения ниже максимальной нагрузки, то до сравнения с данными таблицы, это значение необходимо удвоить. Если присутствует ускорение или замедление вращения под нагрузкой, то необходимо учитывать соответствующие моменты вращения.

Если все значения выбранного опорно-поворотного устройства находятся в допустимых пределах, то данное ОПУ можно использовать. В заключение Ваш выбор должен быть подтвержден нашими специалистами.

При длительном или непрерывном режиме работы, мы рекомендуем Вам обратиться к нашим специалистам для расчета срока службы устройств.

Пример со статическими нагрузками:

Область применения: кран для нормальных условий эксплуатации

Нагрузка:

Осевая нагрузка	$F_{ax} = 268 \text{ kN}$
Радиальная нагрузка	$F_{rad} = 47 \text{ kN}$
Опрокидывающий момент	$M_L = 670 \text{ kNm}$
Усилие на зуб	$F_z = 63 \text{ kN}$
Макс. число оборотов	$n = 1.3 \text{ 1/min}$

Особые требования:

Исполнение с внутренним зубчатым зацеплением, особая точность не обязательна. Макс. наружный (внешний) диаметр 1550 мм коэффициент дополнительной безопасности $S_D = 1.1$

Согласно таблицы значений f_s для кранов, работающих при нормальных условиях $f_s = 1.25$, тем самым мы получаем: предварительный выбор: серия 125, позиция 10 12-25 1355/1-03260 с $D_A = 1355 \text{ мм}$ $D_A = 1455 \text{ мм}$

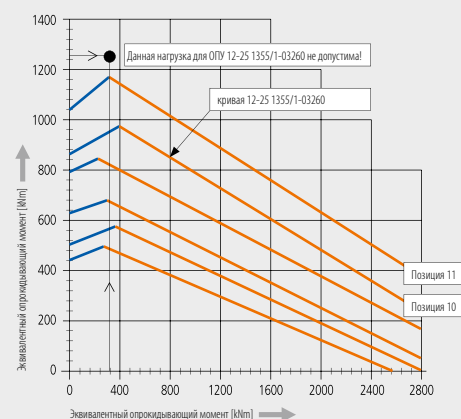
$$F_{axD} = 268 \cdot 1.25 \cdot 1.1 = 368.50 \text{ kN}$$

$$F_{radD} = \left(47 + \frac{63}{\cos 20^\circ}\right) \cdot 1.25 \cdot 1.1 = 156.8 \text{ kN}$$

$$M_{kD} = 670 \cdot 1.25 \cdot 1.1 + 1.73 \cdot 156.8 \cdot \frac{1355}{1000} = 1289 \text{ kNm}$$

точка нагрузки на диаграмме предельных нагрузок

Диаграмма предельных нагрузок ОПУ серии 125



Согласно диаграмме предельных нагрузок предварительно выбранный тип не подходит. В этой серии больше нет подходящих опорно-поворотных устройств. Новым предварительным выбором для максимального наружного диаметра до 1550 мм является 3-рядное роликовое опорно-поворотное устройство типа 32-20 1250/2-06700 с $D_A = 1461 \text{ мм}$.

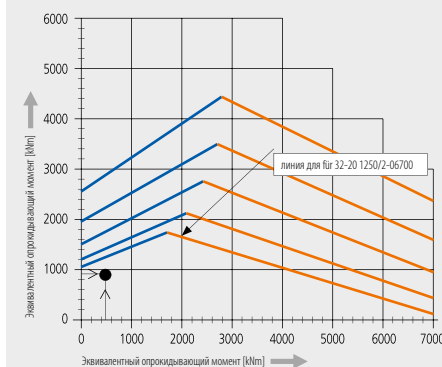
$$F_{axD} = 268 \cdot 1.25 \cdot 1.1 = 368.50 \text{ kN}$$

$$F_{radD} = \left(47 + \frac{63}{\cos 20^\circ}\right) \cdot 1.25 \cdot 1.1 = 156.8 \text{ kN}$$

$$M_{kD} = 670 \cdot 1.25 \cdot 1.1 = 921.3 \text{ kNm} \text{ Без радиального усилия!}$$

В серии 320 радиальное усилие в M_{kD} не учитывается, а рассчитывается по отношению к радиальному коэффициенту грузоподъемности.

Диаграмма предельных нагрузок ОПУ серии 320



Выбранное опорно-поворотное устройство 32-20 1250/2-06700 находится в допустимых пределах.

Статическая безопасность данного модельного ряда ($S_{oad} = 587 \text{ kN}$) ниже радиальной нагрузки и радиальных факторов усиления на зуб:

$$S_{oad} = \frac{587}{\left(47 + \frac{63}{\cos 20^\circ}\right) \cdot 1.1 \cdot 1.25} = 3.7$$

Допустимое усилие на зуб $f_{z,max}$ составляет 187 кН и явно превышает заданное усилие на зуб F_z von 63 кН.

Die zulässige Drehzahl beträgt bei dieser Type:

$$n_{zul} = 20000 / 1250 = 16 \text{ 1/min}^{-1}$$

и явно превышает заданное число оборотов в 1.3 мин⁻¹

Таким образом проверка окончена. Выбор устройства с указанием нагрузок отправляется на подтверждение в ИМО.

Пожалуйста, соблюдайте нашу инструкцию по монтажу и эксплуатации.

Соблюдение инструкции является непрямым условием для работоспособности и безопасности нашего продукта и оказывает значительное влияние на продолжительность его службы. Актуальную версию инструкции по монтажу и эксплуатации того или иного продукта Вы найдете на странице www.imo.de. По желанию инструкция будет выслана Вам в бумажной форме.