

The SKF logo is centered on a white background. It consists of the letters 'SKF' in a bold, blue, sans-serif font. To the right of the 'F' is a small registered trademark symbol (®). The logo is framed by two red lines: a top line with rounded ends and a bottom line with a curved cutout on the left side.

SKF®

Опорно-поворотные устройства

Завод по производству опорно-поворотных устройств
SKF, Аваллон

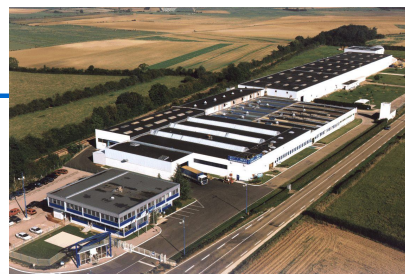


SKF®

Производственные мощности

Аваллон (Франция)

Деловой и инжиниринговый центр от 0,5 до 8 м



Далянь (Китай)
от 0,8 до 1,5 м
(2006)



Масса (Италия)
от 0,05 до 0,5 мм

Сан-Паулу (Бразилия)
OD < 3,2 м (в проекте)

Ахмадабад (Индия)
OD < 1,5 м (2010)
OD < 3,6 м (4 кв. 2011)

Что такое опорно-поворотное устройство (ОПУ)?

ОПУ обеспечивает качающееся или вращательное движение подвижной секции конструкции.

ОПУ, как правило, рассчитаны на высокие нагрузки и опрокидывающие моменты в тяжёлых условиях.

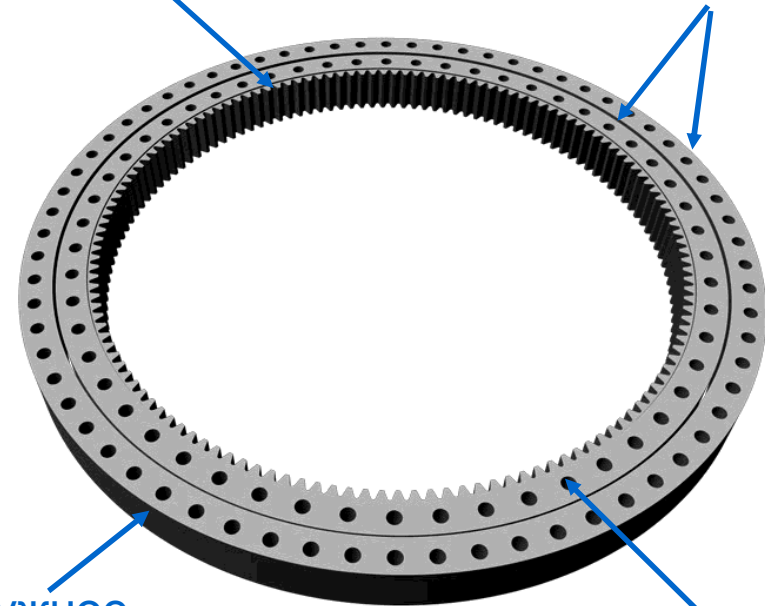
ОПУ критически важным компонентом, определяющим дальнейший срок службы и безопасность машин.

Зубчатое колесо
(наружн./внутр.)

Отверстия
под болты

Наружное
кольцо

Внутреннее
кольцо





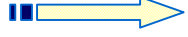
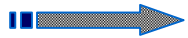
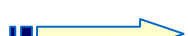
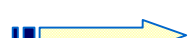




ОПУ SKF: Комплексное предложение!

ОПУ диаметром от 500 до 8000 мм (моноблочная конструкция) и диаметром до 15000 мм (сегментная конструкция).

- Проектирование и разработка выполнены, как в соответствии с собственными стандартами SKF, так и индивидуальными требованиями заказчика.
- Более 50 лет опыта в производстве ОПУ с обеспечением контроля качества собственных стандартов, так и индивидуальных требований заказчика.
- Система логистики SKF или специальные условия поставки (крупногабаритным транспортом).
- Сервисная поддержка SKF по всему миру.
- Сертификация ISO 9001, ISO 14001 и OHSAS 18001

ОПУ SKF – Основные факты

75 лет развития технологии и прогресса

- 1932  Основание
- 1965  Приобретение компанией SKF
- конец 70-х  Акцент на подшипники XXL
- конец 80-х  Акцент на подшипники с перекрёстными роликами
- 90-е  Введение системы контроля качества, сертификация ISO 9001
- 2003  Новое оборудование для производства ОПУ < 2000 мм
- 2005  Новое оборудование для производства ОПУ > 2000 мм
- 2007  Внедрение канала «Ветроэнергетика»
- 2008  канал "Ветроэнергетика", этап 2 (сверление + нарезание зубьев)
- 2011  Модернизация канала «Ветроэнергетика» канала для экскаваторной техники и тоннелепроходческих машин

Основные показатели SKF Avallon за 2012 г.

• Общее количество сотрудников	250 чел.
• Объем бизнеса	60 млн. Евро
• Объем производства ОПУ	8500 шт.



Области применения



Ветровые турбины



Тоннелепроход. машины



Экскаваторная техника



Лесозаготов. машины



Ж/Д транспорт



Портовые краны



Палубные краны



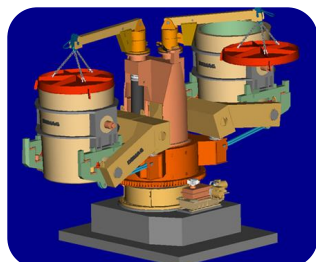
Передвижные краны



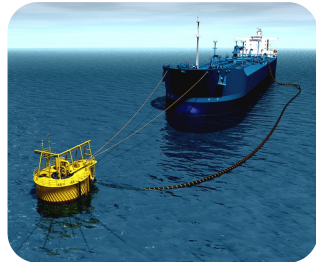
Водоочистные установки



Машины для розлива в бутылки



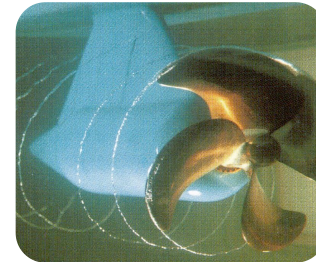
Металлургическое оборудование



Плавучие установки для добычи, хранения и отгрузки нефти



Отвалообразователь отгрузчик

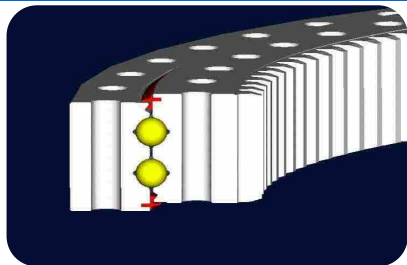


Гондола двигателя

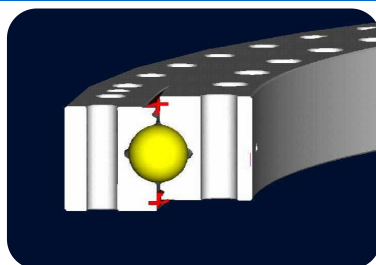


Военная техника

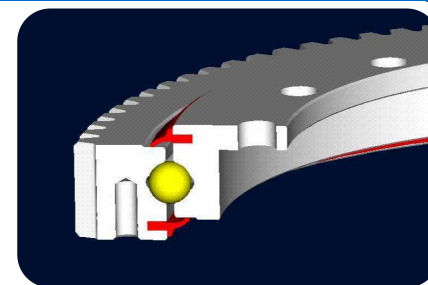
Типы конструкций ОПУ (1)



Двухрядные на базе шарикоподшипников



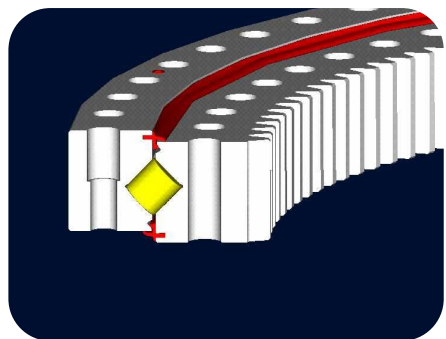
Однорядные на базе шарикоподшипников



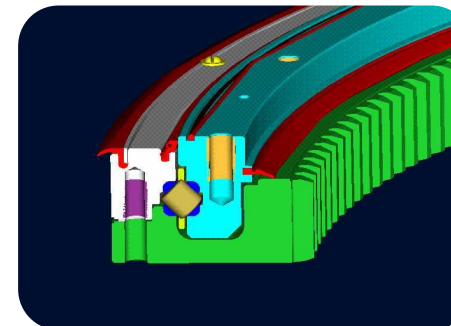
Конструкция с L – образным профилем



Типы конструкций ОПУ (2)



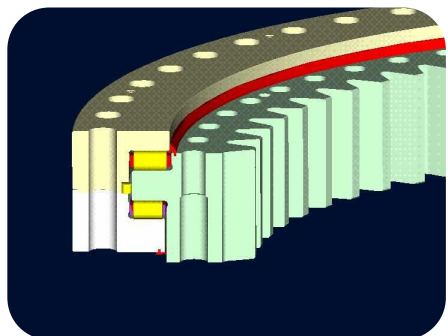
Однорядные на базе роликоподшипников



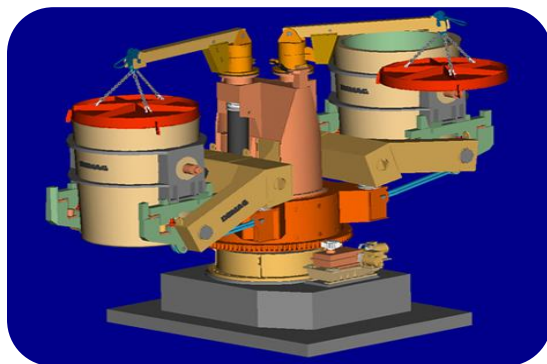
Специальная конструкция



Типы конструкций ОПУ (3)



Трёхрядные на базе
роликоподшипников



На базе комбинирования
ролико/шарикоподшипников

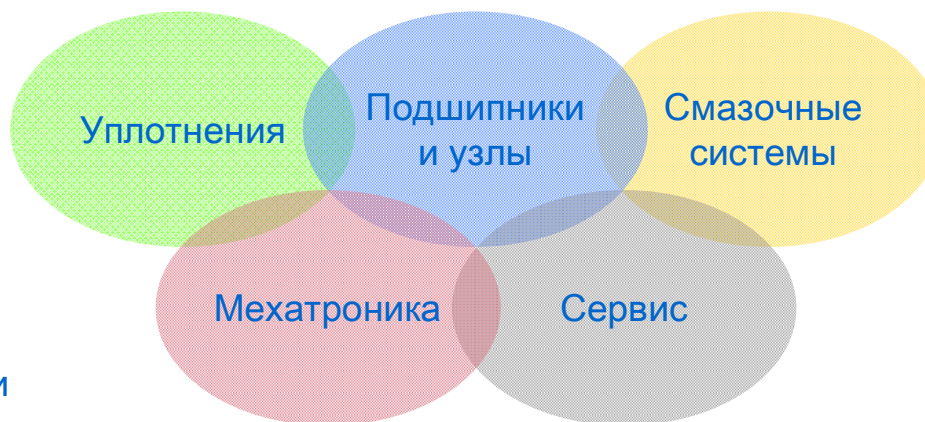
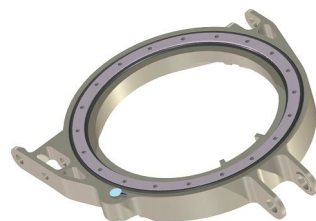
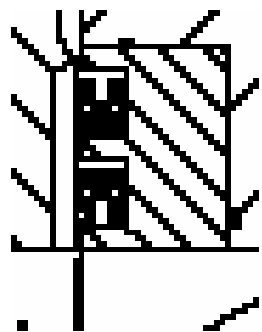


ОПУ SKF: 5 технологических платформ SKF

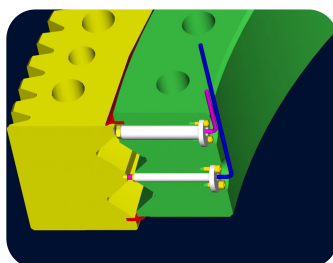
Включены вспомогательные части, если необходимо

Централизованные системы смазывания

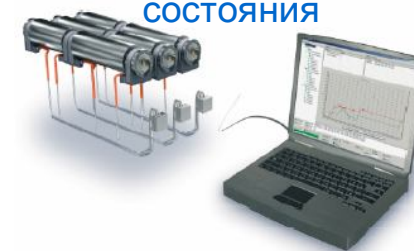
Уплотнения по индивидуальным требованиям



ОПУ со встроенными датчиками

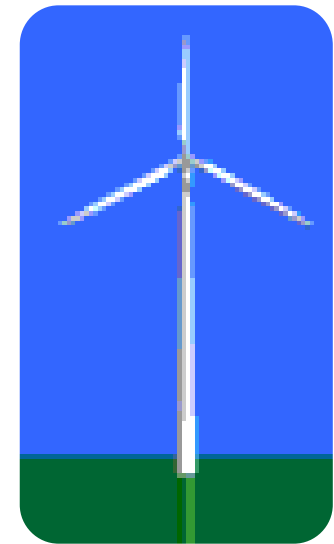
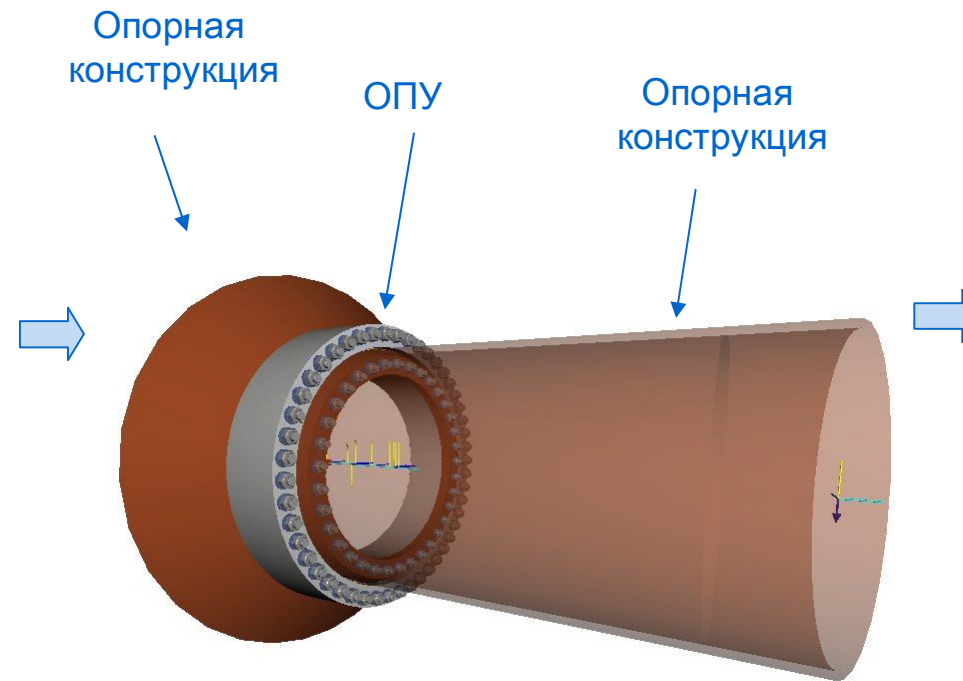
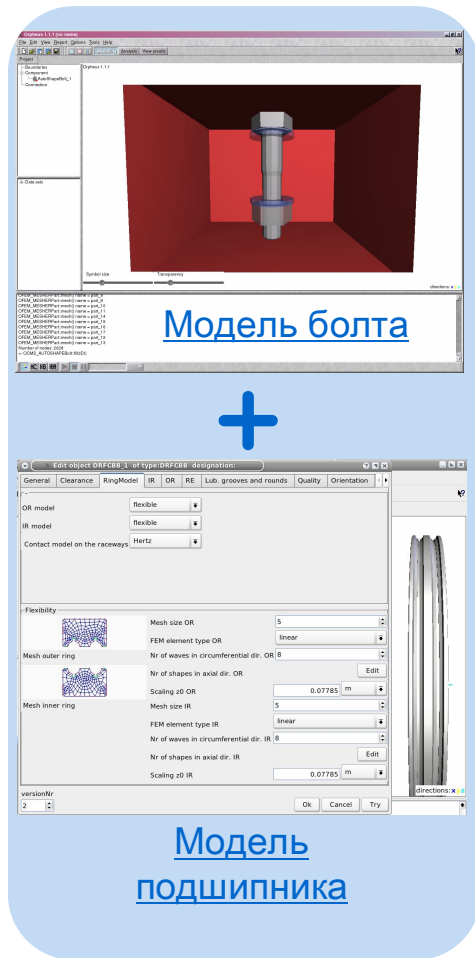


Системы мониторинга состояния



Современные методы моделирования

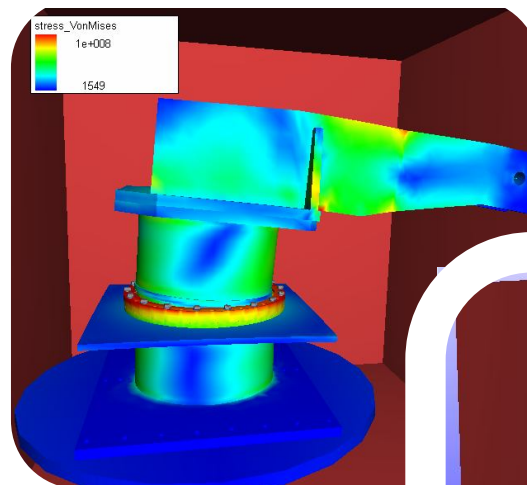
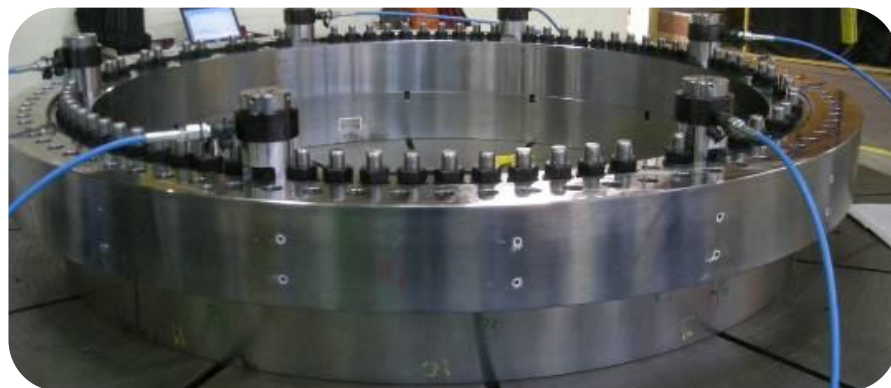
ОПУ SKF: Уникальные инженерные расчеты



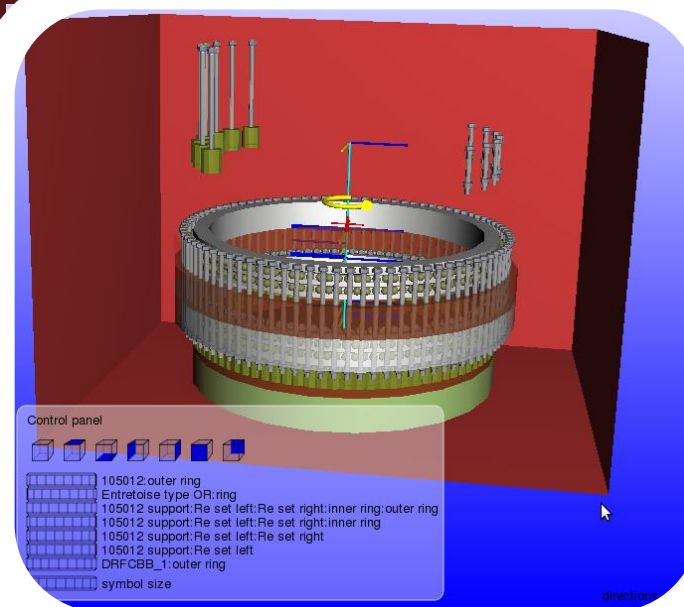
Пример оборудования

Проверочное и тестовое оборудование

Стенд для испытаний



Компьютерное моделирование



ОПУ SKF: Восстановление и ремонт в производственных условиях

Что Вы предпочитаете?



Провал



или



Длительная
работа



Восстановление ОПУ с целью экономии и повышения ресурса подшипника.

Решения, позволяющие сохранить и увеличить ресурс ОПУ.

Условия для восстановления: ОПУ > 3000 мм (в основном трехрядные на базе роликоподшипников)

Присутствие во всем мире через Фабрики Решений SKF
SKF SLB SF

Основные клиенты



JOHN DEERE



THALES

nexter

LOVAT



sofec



A BW Offshore company

LEITNER ropeways



ABB



SKF®

Экскурсия по заводу!

The SKF logo is centered on a white background. It consists of the letters 'SKF' in a bold, blue, sans-serif font. To the right of the 'F' is a small registered trademark symbol (®). The logo is framed by two red lines: a top line with rounded ends and a bottom line with a rounded end on the left and a straight end on the right.

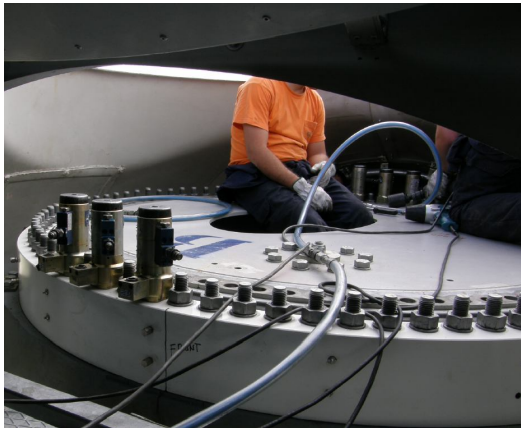
SKF®

1

Области применения

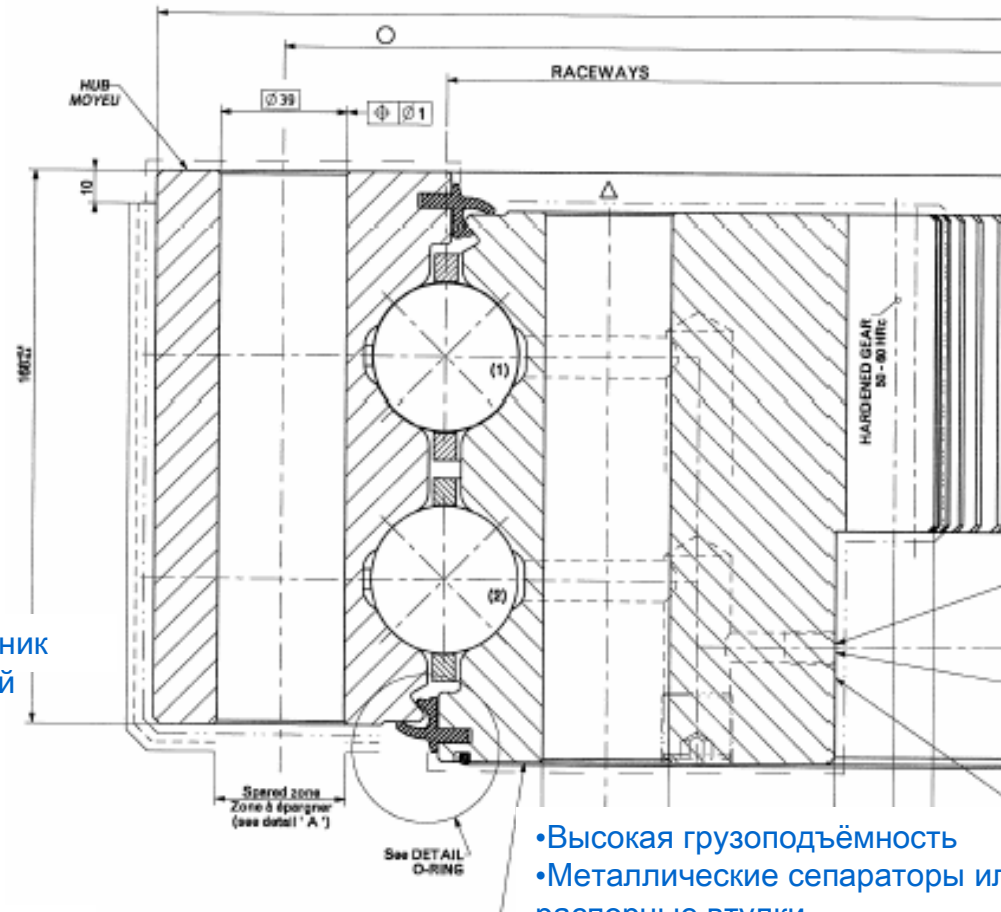
Области применения: Ветровая турбина

(подшипники лопастей и механизмов вращения)



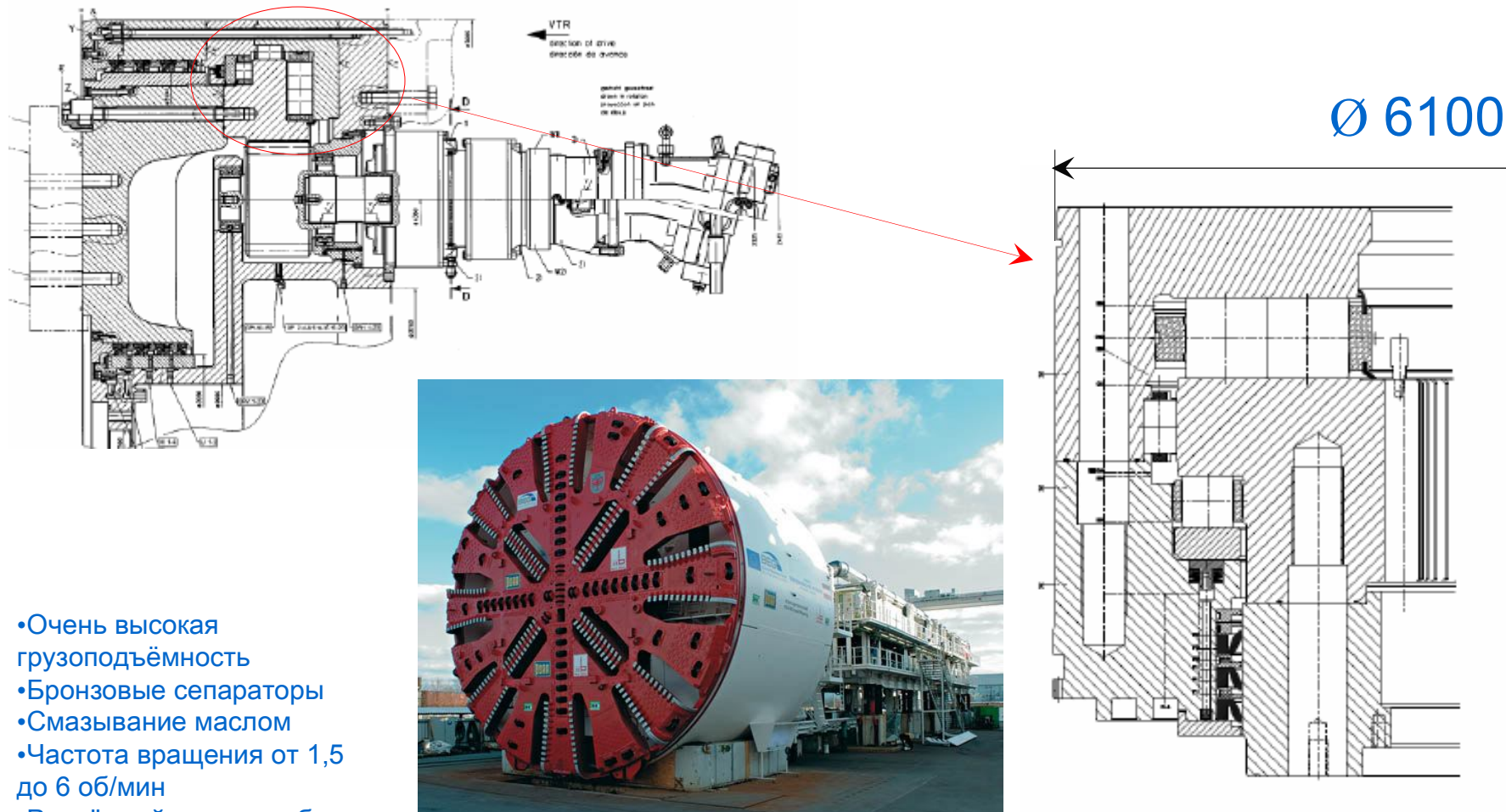
Подшипник лопастей

Подшипники механизма вращения



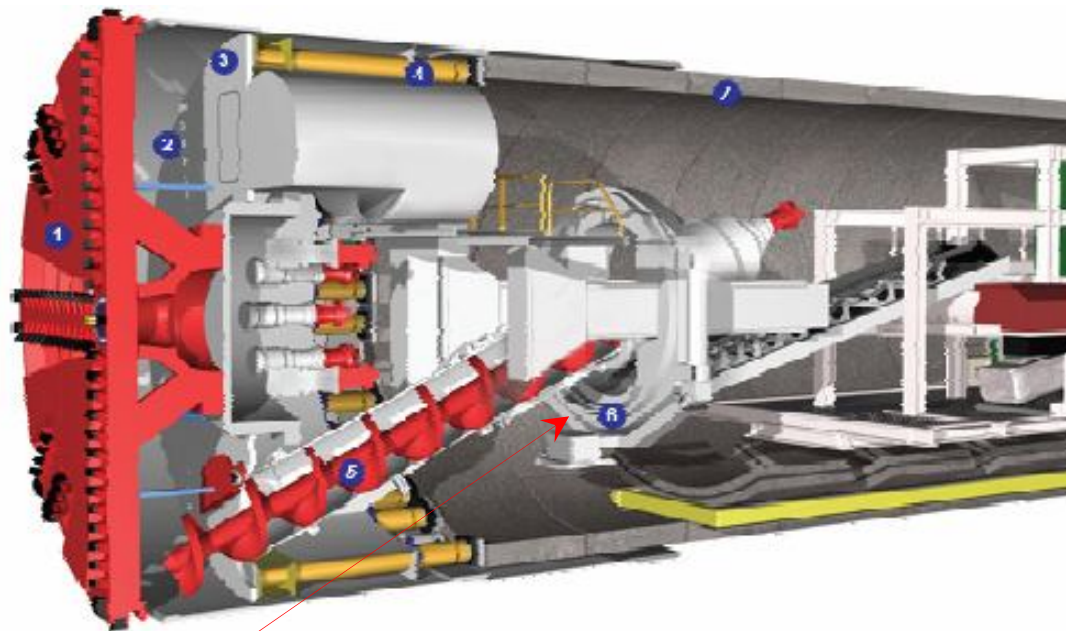
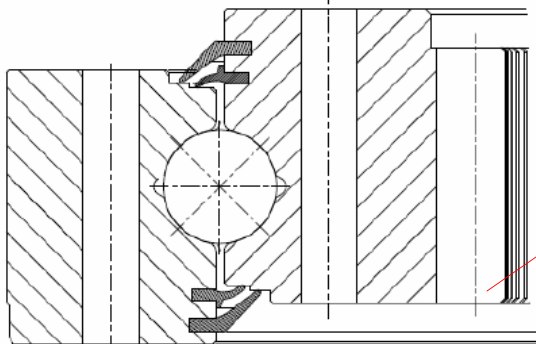
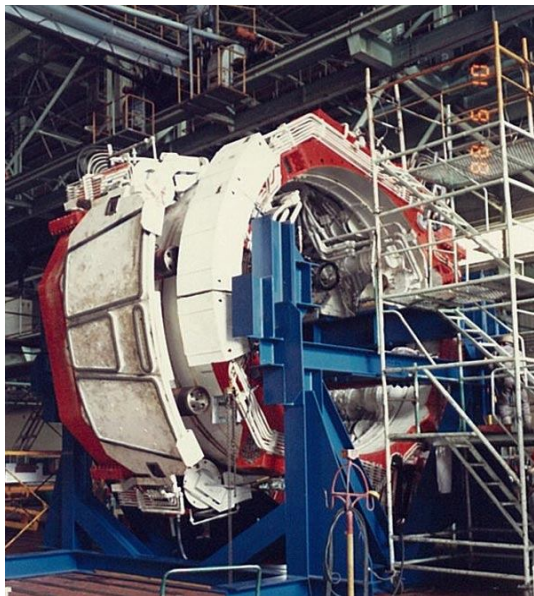
- Высокая грузоподъёмность
- Металлические сепараторы или распорные втулки
- Специальные уплотнения и пластичная смазка
- Расчётный срок службы 20 лет

Области применения: Тоннелепроходческая машина (буровая головка)



- Очень высокая грузоподъёмность
- Бронзовые сепараторы
- Смазывание маслом
- Частота вращения от 1,5 до 6 об/мин
- Расчётный срок службы 10000 часов

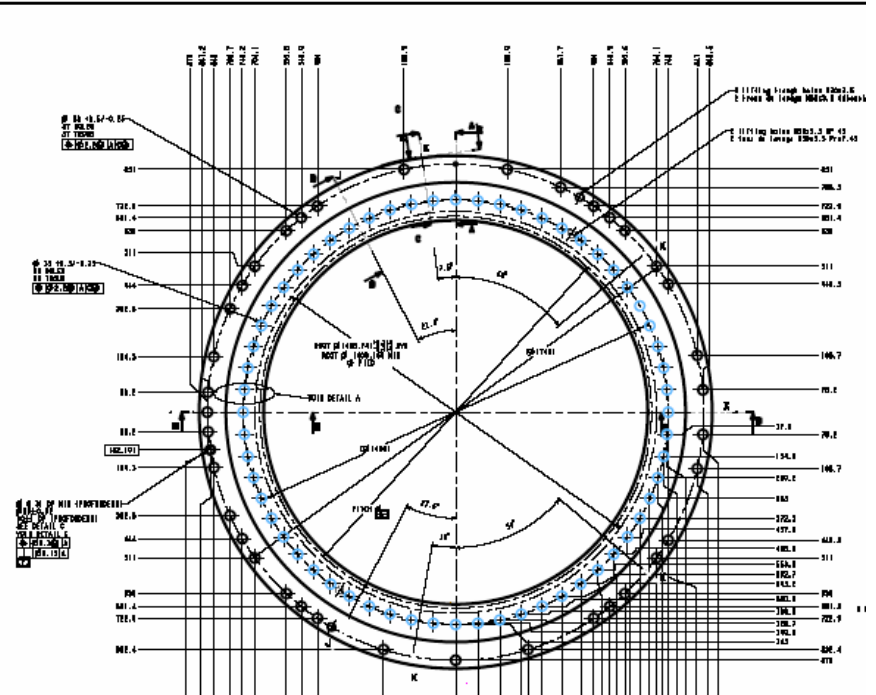
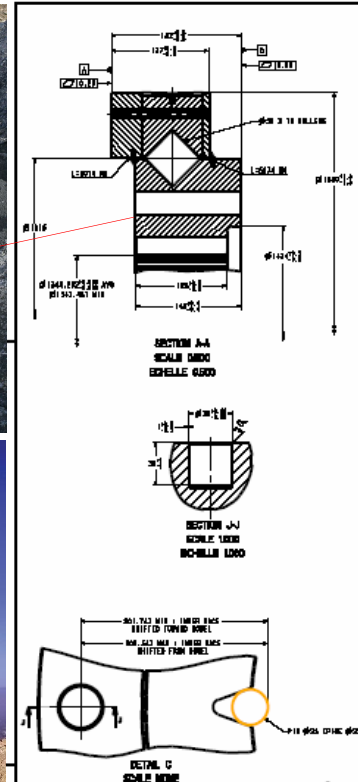
Области применения: Тоннелепроходческая машина (подшипник подъёмного устройства)



Определённые сегменты устанавливаются с помощью подъёмного устройства.

- Вертикальная ось
- Пластмассовые распорные втулки
- Частота вращения 1,5 об/мин
- Расчётный срок службы 500 000 циклов

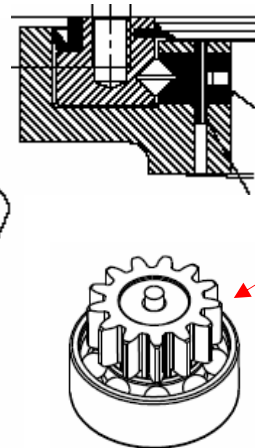
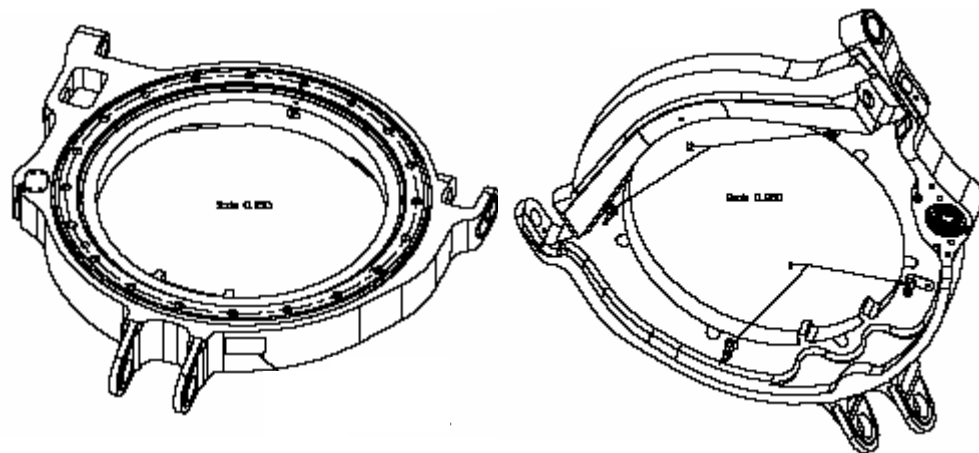
Области применения: Экскаватор



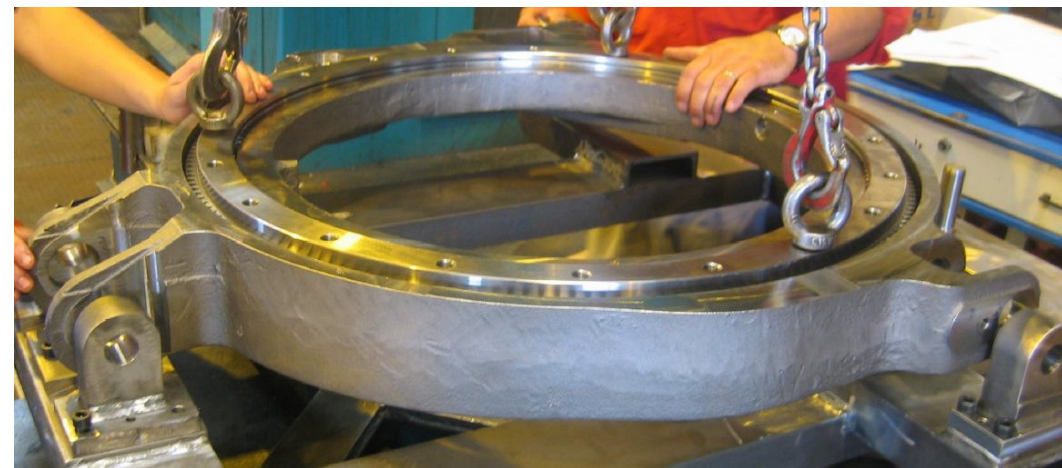
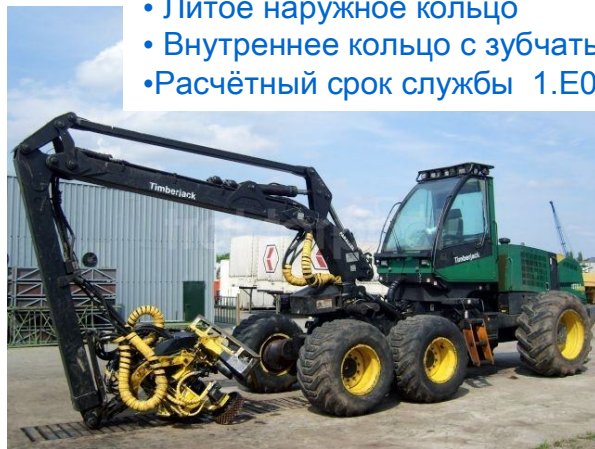
- Высокая динамическая грузоподъёмность
- Пластмассовые распорные втулки
- Предварительный натяг подшипников
- Расчётный срок службы от 1,5 до 3.E06 циклов

Области применения: Лесозаготовительные машины

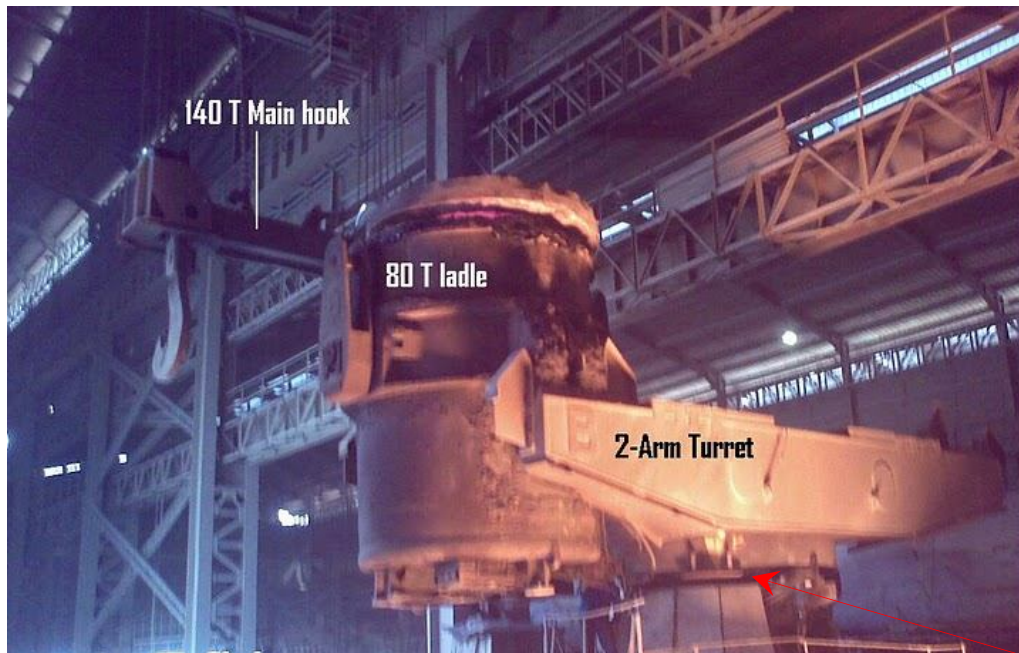
• Система смазывания – комплект VOGEL



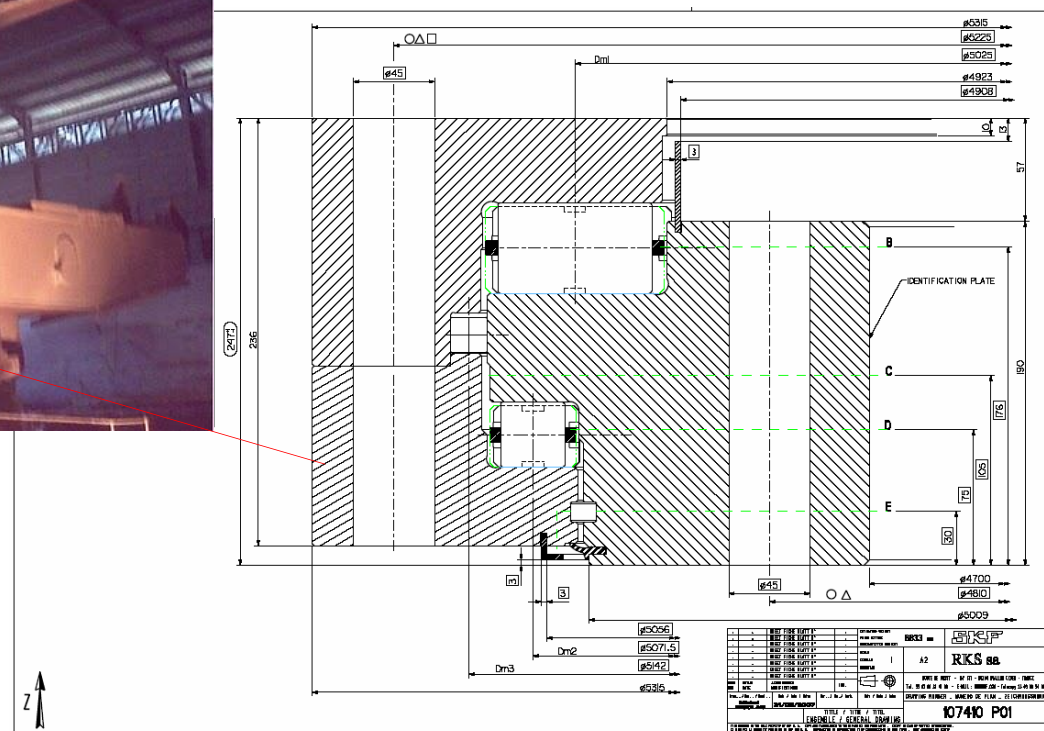
- Система смазывания – комплект VOGEL
- Шестерня запрессованная в подшипник
- Литое наружное кольцо
- Внутреннее кольцо с зубчатым венцом
- Расчётный срок службы 1.Е06 циклов



Области применения: Сталеразливочный стенд

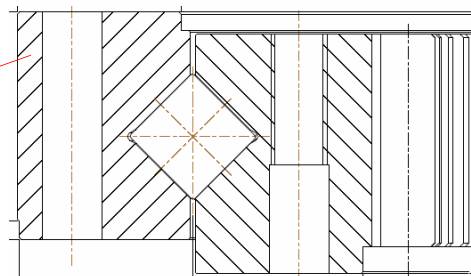


- Высокая грузоподъёмность
- Металлические сепараторы
- Защитные пластины
- Расчётный срок службы 100 000 оборотов



Области применения: Гондолы / тяговые двигатели

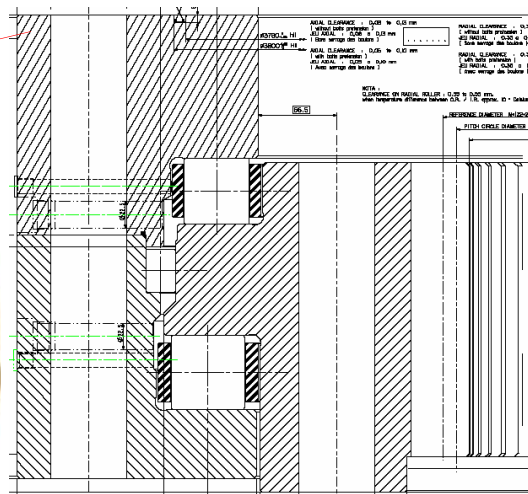
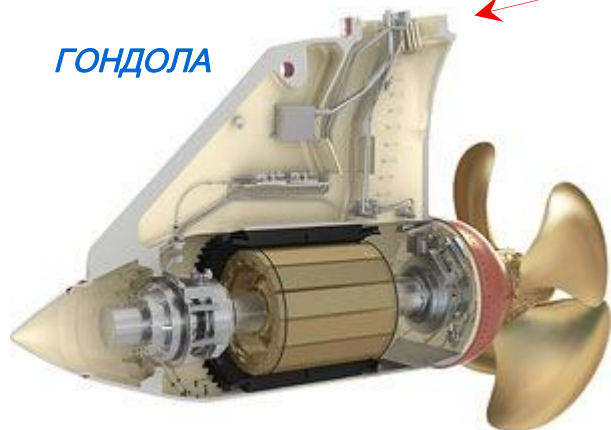
ТЯГОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ



- Высокая динамическая грузоподъемность
- Предварительный натяг подшипников
- Распорные втулки
- Без уплотнений
- Смазывание маслом
- Расчётный срок службы 48.E06 циклов



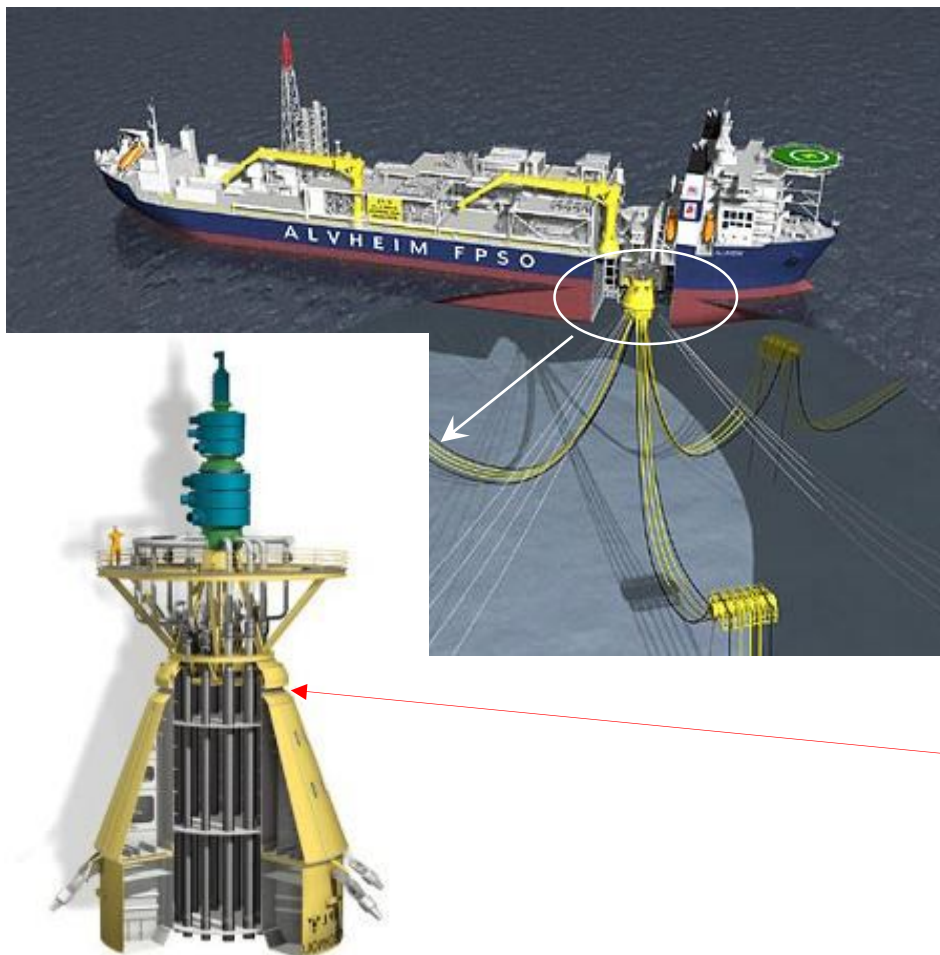
ГОНДОЛА



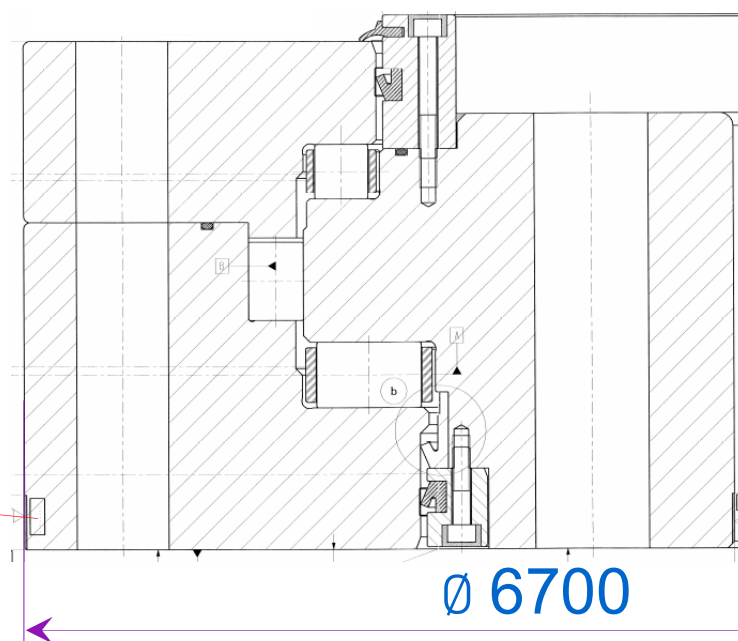
- Высокая грузоподъемность
- Пластиковые сепараторы
- Без уплотнений
- Смазывание маслом
- Расчётный срок службы 150.E06 циклов



Области применения: Плавающая установка для добычи, хранения и отгрузки нефти

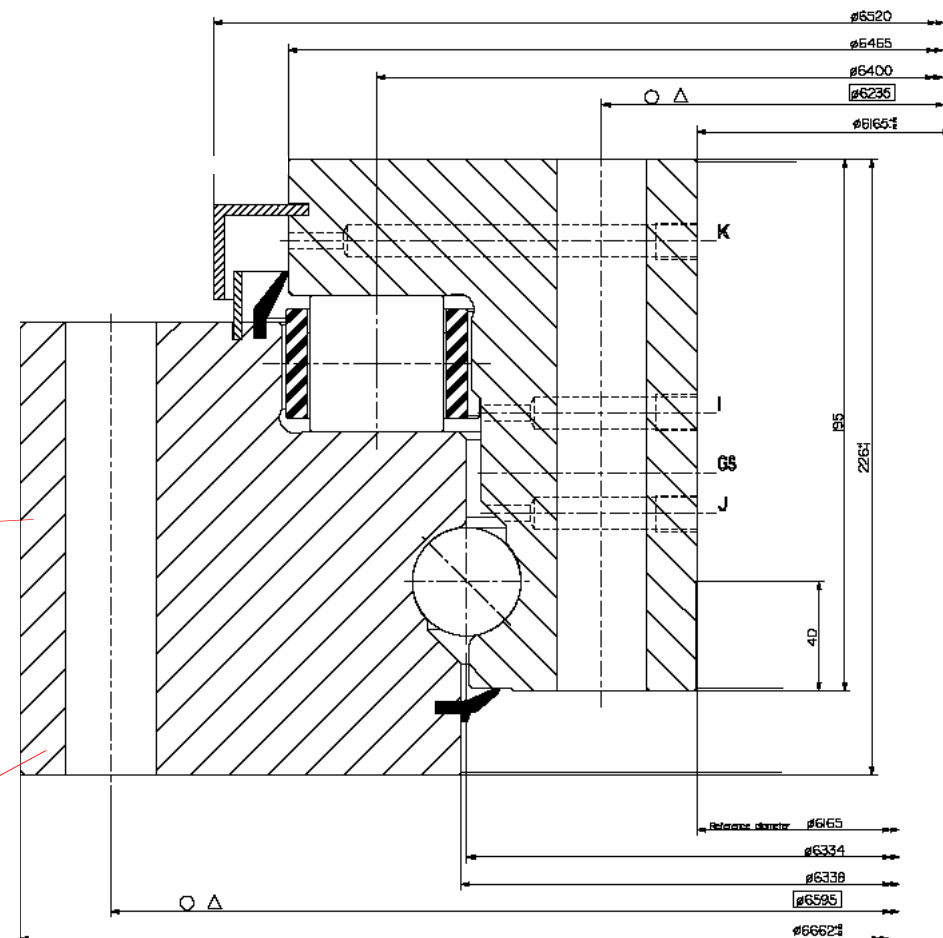


- Высокая грузоподъёмность
- Пластиковые сепараторы
- Специальные кольцевые уплотнения
- Материал, соответствующий требованиям органов по сертификации (DNV, LLOYD'S, API2C...).
- Расчётный срок службы 500 000 оборотов

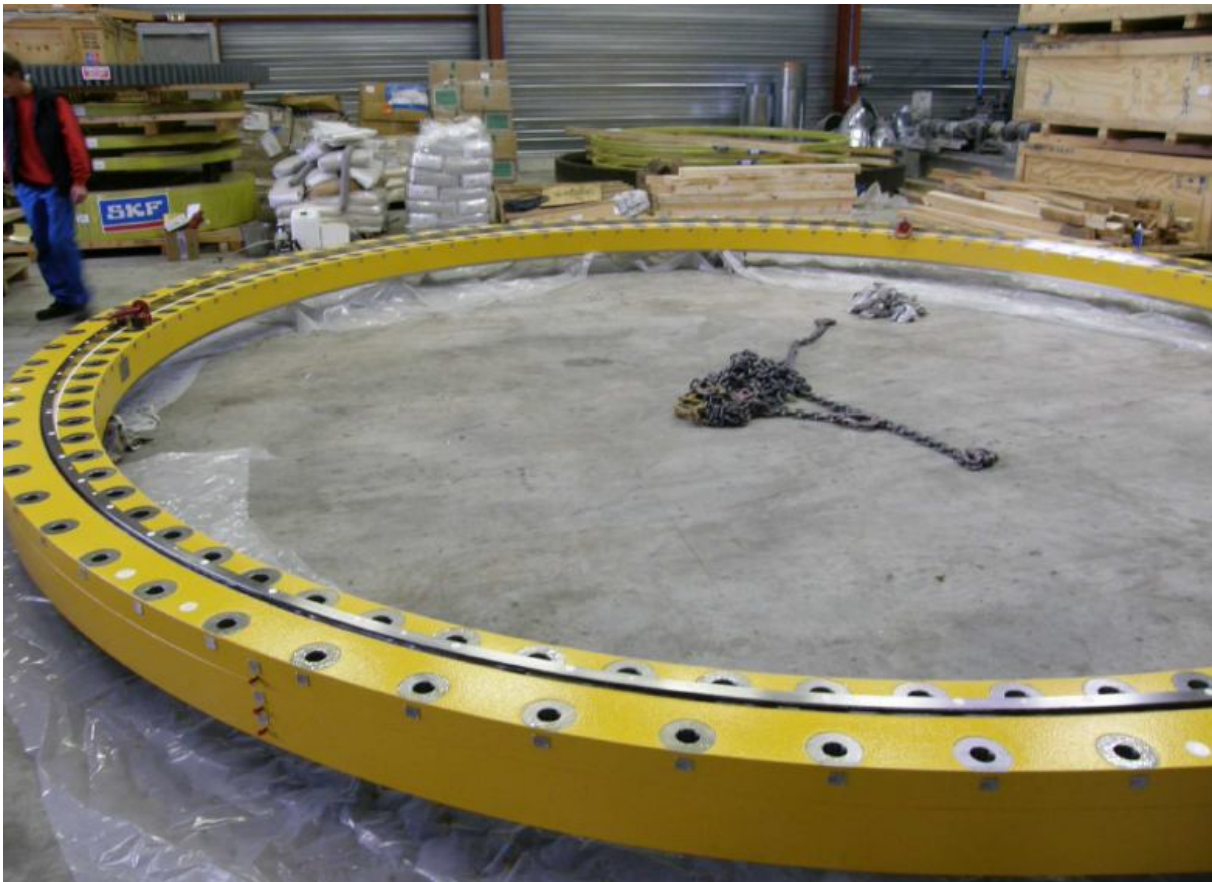


Области применения: Отвалообразователь/отгрузчик

- Высокая осевая грузоподъёмность
- Пластиковые сепараторы
- Уплотнения и защитные пластины
- С или без зубчатого венца
- Расчётный срок службы 1.E06 циклов



ОПУ, покрытое защитным слоем и окрашенное



Описание

Подготовка поверхности

Пескоструйная обработка

Грунтовочный слой
эпоксидной смолы

Финишное покрытие

Проверка адгезии

Защита неокрашенных
поверхностей

Самое большое ОПУ в мире



13,5 м → Разъёмное опорно-поворотное устройство турели нефтеналивного судна

2

Материал - Сталь

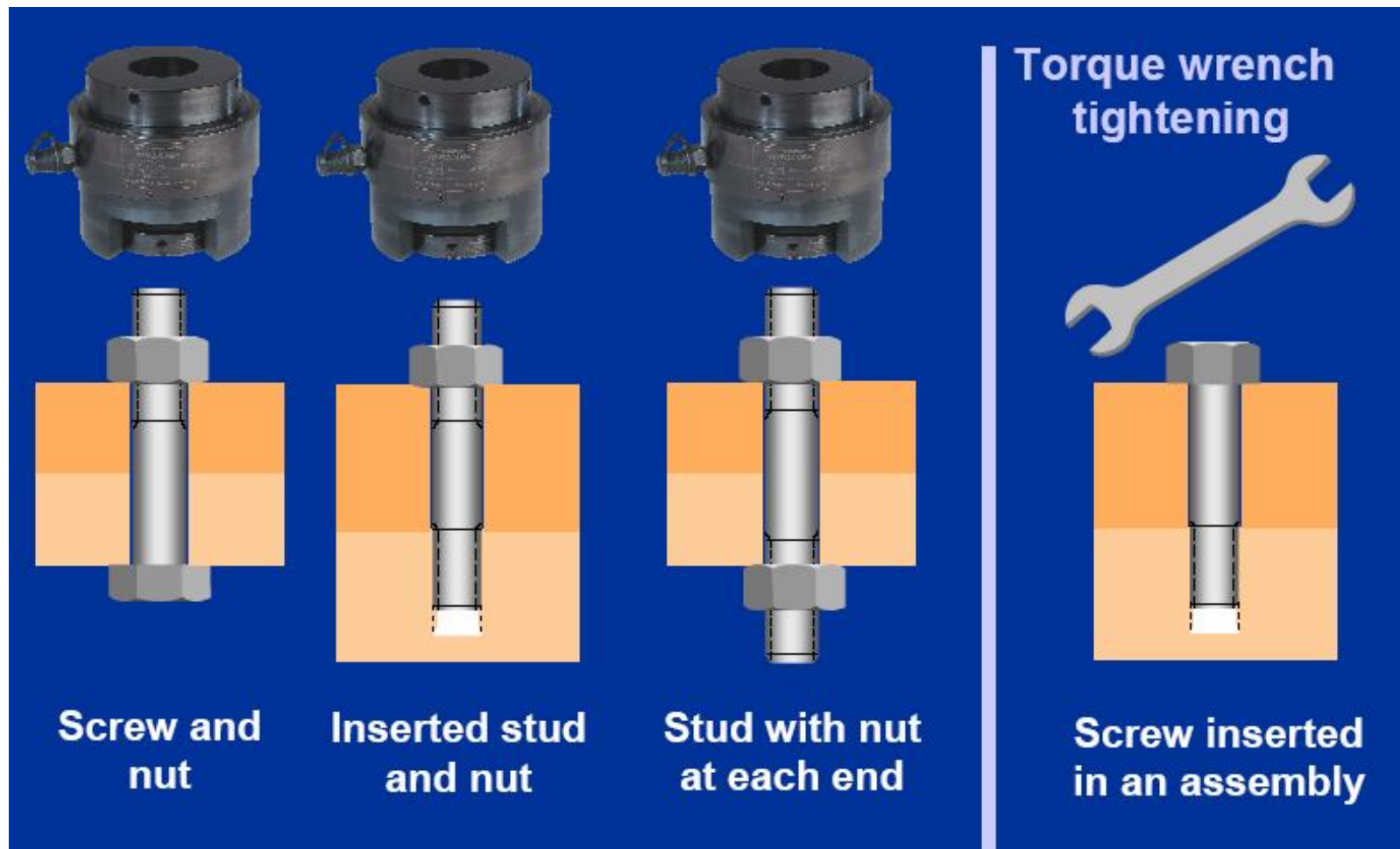
Дорожки качения: Материал

BEARINGS STEEL CODES		
SKF CODE	X	T
AFNOR	42C2	42CD4
DIN	42Cr2	42CrMo4V
BS	970 080 H46R	970 708 H42
SAE	1045	4142-9840
MECHANICAL PROPERTIES		
Tensile strength (Rm)	670 to 800 N/mm ²	800 to 1000 N/mm ²
Yield limit (Re)	> 400 N/mm ²	> 600 N/mm ²
Elongation (AL)	> 15 %	> 12 %
CHARPY test (tangential) +20°C (KCV)	Mini 20 Joules	Mini 20 Joules
Brinell hardness	180 to 235 HB	235 to 300 HB

3

Болтовое крепление


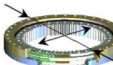
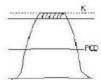


Болтовое соединение: сравнение динамометрического и гидравлического способов



4

Форма технического задания

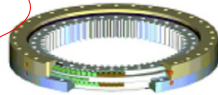
Форма технического задания: описание оборудования

Описание механизма, где применяется опорно-поворотное устройство						
						
Основные параметры опорно-поворотного устройства						
Основные размеры 	<input type="checkbox"/> Наружный диаметр, мм max. min. <input type="checkbox"/> Внутренний диаметр, мм max. min. <input type="checkbox"/> Высота, мм max. min. <input type="checkbox"/> Другие размеры (описание), мм <input type="checkbox"/> Требуется взаимозаменяемость <input type="checkbox"/> Размеры указаны на чертеже					
Зубчатое зацепление 	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;"> Зубчатое зацепление <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/> Наружное <input type="checkbox"/> Внутреннее </td> <td style="text-align: center;"> Параметры ведущей шестерни Количество шестерен: </td> </tr> <tr> <td> Число зубьев $z =$ Коэффициент смещения исходного контура $x =$ Модуль $m =$ Ширина венца, мм: Коэффициент высоты головки исходного контура $k =$ </td> <td> Число зубьев $z =$ Коэффициент смещения исходного контура $x =$ Коэффициент высоты головки исходного контура $k =$ Расположение шестерен по отношению друг к другу (угол), градусы: </td> </tr> </table>	Зубчатое зацепление <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/> Наружное <input type="checkbox"/> Внутреннее	Параметры ведущей шестерни Количество шестерен:	Число зубьев $z =$ Коэффициент смещения исходного контура $x =$ Модуль $m =$ Ширина венца, мм: Коэффициент высоты головки исходного контура $k =$	Число зубьев $z =$ Коэффициент смещения исходного контура $x =$ Коэффициент высоты головки исходного контура $k =$ Расположение шестерен по отношению друг к другу (угол), градусы:	
Зубчатое зацепление <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/> Наружное <input type="checkbox"/> Внутреннее	Параметры ведущей шестерни Количество шестерен:					
Число зубьев $z =$ Коэффициент смещения исходного контура $x =$ Модуль $m =$ Ширина венца, мм: Коэффициент высоты головки исходного контура $k =$	Число зубьев $z =$ Коэффициент смещения исходного контура $x =$ Коэффициент высоты головки исходного контура $k =$ Расположение шестерен по отношению друг к другу (угол), градусы:					
Болты	<table border="1"> <tr> <td>Количество:</td> <td>Диаметр на внутр. кольце, мм:</td> <td rowspan="2">Контроль усилия затяжки болтов <input type="checkbox"/> Гидроболты <input type="checkbox"/> Динамометрический ключ</td> </tr> <tr> <td>Количество:</td> <td>Диаметр на наружном кольце, мм:</td> </tr> </table>	Количество:	Диаметр на внутр. кольце, мм:	Контроль усилия затяжки болтов <input type="checkbox"/> Гидроболты <input type="checkbox"/> Динамометрический ключ	Количество:	Диаметр на наружном кольце, мм:
Количество:	Диаметр на внутр. кольце, мм:	Контроль усилия затяжки болтов <input type="checkbox"/> Гидроболты <input type="checkbox"/> Динамометрический ключ				
Количество:	Диаметр на наружном кольце, мм:					
Условия работы						
Требуемая долговечность 	Измеряется в <input type="checkbox"/> годах лет (при ежедневной работе часов) <input type="checkbox"/> часах часов (при циклов или оборотов в час) <input type="checkbox"/> циклах (оборотах) циклов или оборотов <input type="checkbox"/> иначе					
Другие характеристики 	<table border="1"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> Направление оси вращения <input type="checkbox"/> вертикальное <input type="checkbox"/> наклонное под углом к вертикали, градусов <input type="checkbox"/> горизонтальное </td> <td style="vertical-align: top;"> Условия вращения: <input type="checkbox"/> рабочий угол (°) min. max. <input type="checkbox"/> Скорость качания, об/мин: max. <input type="checkbox"/> Скорость вращения, об/мин: max. Движение: <input type="checkbox"/> постоянное <input type="checkbox"/> прерывистое </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <input type="checkbox"/> Сильное ударное или вибрационное воздействие (пожалуйста, опишите подробно) </td> </tr> </table>	Направление оси вращения <input type="checkbox"/> вертикальное <input type="checkbox"/> наклонное под углом к вертикали, градусов <input type="checkbox"/> горизонтальное	Условия вращения: <input type="checkbox"/> рабочий угол (°) min. max. <input type="checkbox"/> Скорость качания, об/мин: max. <input type="checkbox"/> Скорость вращения, об/мин: max. Движение: <input type="checkbox"/> постоянное <input type="checkbox"/> прерывистое	<input type="checkbox"/> Сильное ударное или вибрационное воздействие (пожалуйста, опишите подробно)		
Направление оси вращения <input type="checkbox"/> вертикальное <input type="checkbox"/> наклонное под углом к вертикали, градусов <input type="checkbox"/> горизонтальное	Условия вращения: <input type="checkbox"/> рабочий угол (°) min. max. <input type="checkbox"/> Скорость качания, об/мин: max. <input type="checkbox"/> Скорость вращения, об/мин: max. Движение: <input type="checkbox"/> постоянное <input type="checkbox"/> прерывистое					
<input type="checkbox"/> Сильное ударное или вибрационное воздействие (пожалуйста, опишите подробно)						
Условия работы						
Окружающие условия	Рабочая температура подшипника: max. °C, min. °C Окружающая температура: max. °C, min. °C Загрязнения: Требуется специальное уплотнение узла вследствие: <input type="checkbox"/> сильно загрязненной среды <input type="checkbox"/> высокой температуры <input type="checkbox"/> иных причин (опишите) Т° разницы температуры наружного и внутреннего колец °C <input type="checkbox"/> внутреннее кольцо горячее <input type="checkbox"/> наружное кольцо горячее					

Минимальная информация, необходимая перед выбором опорно-поворотного устройства.

Форма технического задания: Нагрузка

Нагрузки на подшипник



Тип нагрузки:

Наибольшие усилия действуют во время работы

Максимальные нагрузки с учетом ударных

Статические нагрузки	Осевая сила Fa (кН)	Радиальная сила Fr (кН)	Опрокидывающий момент Mt (кНм)
1			
2			
3			

Рабочие нагрузки	Осевая сила Fa (кН)	Радиальная сила Fr (кН)	Опрокидывающий момент Mt (кНм)	График нагружения % времени	Рабочий угол ϵ (°)	Скорость (об/мин)
1						
2						
3						
4						
5						
				100 %		

Рабочий угол ϵ

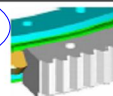
1 цикл = движение «туда и обратно» на угол ϵ

При $\epsilon = 360^\circ$ цикл равен одному обороту

Силы

Fa - равнодействующая осевых сил, - Fr равнодействующая радиальных сил
- Mt результирующий опрокидывающий момент от действия эксцентрично приложенных радиальных и/или осевых сил.

Нагрузки на зубчатое зацепление



Тип нагрузки:

Наибольшие усилия за время работы

Макс. статические рабочие нагрузки

Статические нагрузки	A (кНм)	B (кНм)	C (кН)
1			
2			
3			

Динамические нагрузки	Тип нагрузки			График нагружения % времени	Рабочий угол ϵ (°)	Скорость (об/мин)
	A (кНм)	B (кНм)	C (кН)			
1						
2						
3						
4						
5						
				100 %		

A = вращающий момент от приводной шестерни (от каждой, если несколько приводных шестерен)
B = вращающий момент на зубчатом зацеплении подшипника (общий, от всех приводных шестерен)

C = тангенциальная нагрузка (от каждой приводной шестерни)

Выбор типа опорно-поворотного устройства будет сделан с учётом нагрузок, воздействующих на центр подшипника. Необходимо обязательно проверить соответствие этого пункта этому правилу.

Общие термины, используемые для следующих параметров:

Статические нагрузки : Максимальные нагрузки, прилагаемые без вращения

Динамические нагрузки : Нагрузки, прилагаемые при вращении

Рабочий угол : Угол вращения при динамической нагрузке

На зубчатые передачи (шестерню или подшипник) может воздействовать крутящий момент или тангенциальная сила. К дорожкам качения должны применяться следующие параметры.

Общие термины, используемые для следующих параметров:

Статические нагрузки на зубчатые передачи : Максимальные нагрузки на зубчатые передачи, прилагаемые без вращения

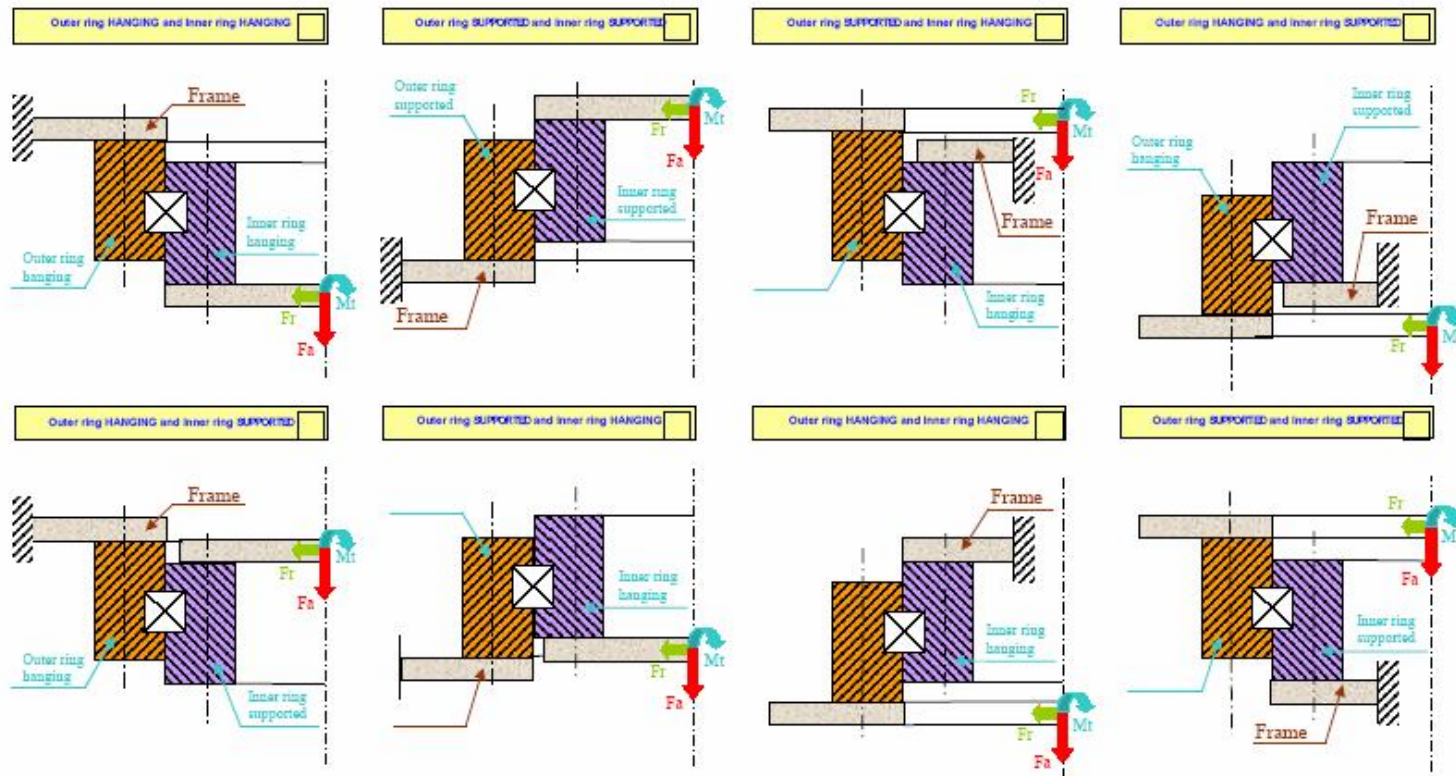
Динамические нагрузки на зубчатые передачи : Нагрузки на зубчатые передачи, прилагаемые при вращении

Рабочий угол : Как правило, то же самое, что и для дорожек качения



Форма технического задания: Расположение нагрузки

Please tick the correct position as planned:



На основании этой таблицы определяется, будет ли нагрузка поддерживаться опорно-поворотным устройством или подвешиваться к нему.

5

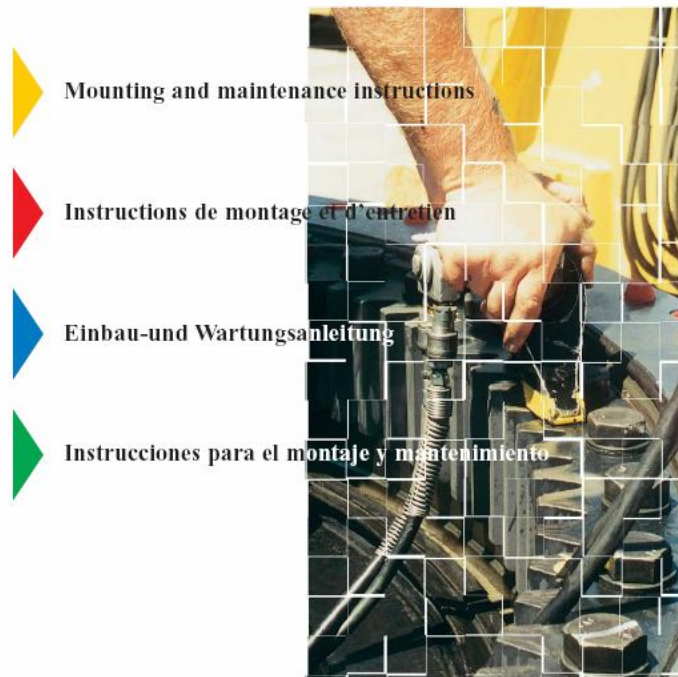
Документы

Инструментарий: Инструкции по монтажу и техобслуживанию. Руководство по затяжке болтов

SKF

Technical information 202

Slewing bearings



SKF

Linear Motion & Precision Technologies

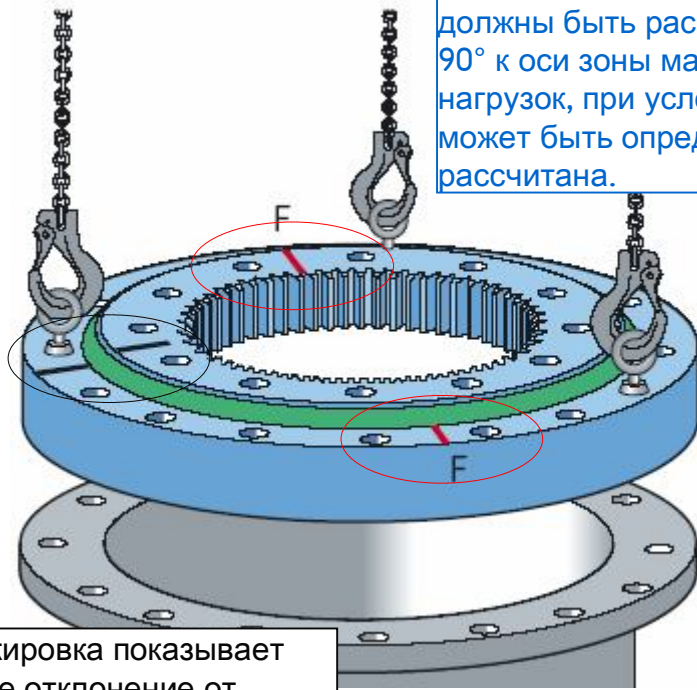
HYDROCAM Bolt Tensioners Industrial Tightening Systems



SKF®

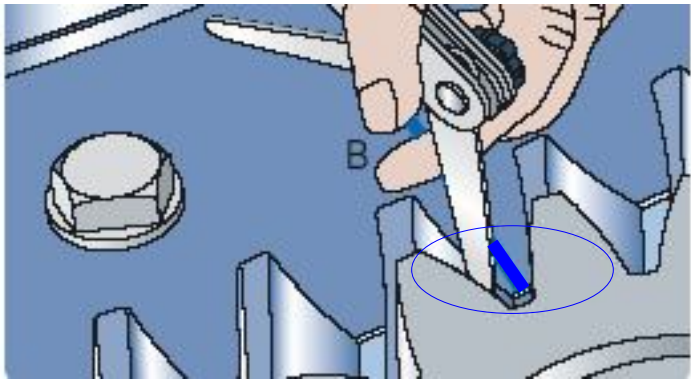
Маркировка опорно-поворотных устройств: см. Т1 202

Красная маркировка и буква "F" показывают "мягкие" зоны. Они должны быть расположены под углом 90° к оси зоны максимальной нагрузок, при условии, что эта ось может быть определена или рассчитана.



Чёрная маркировка показывает минимальное отклонение от круглости собранного опорно-поворотного устройства.

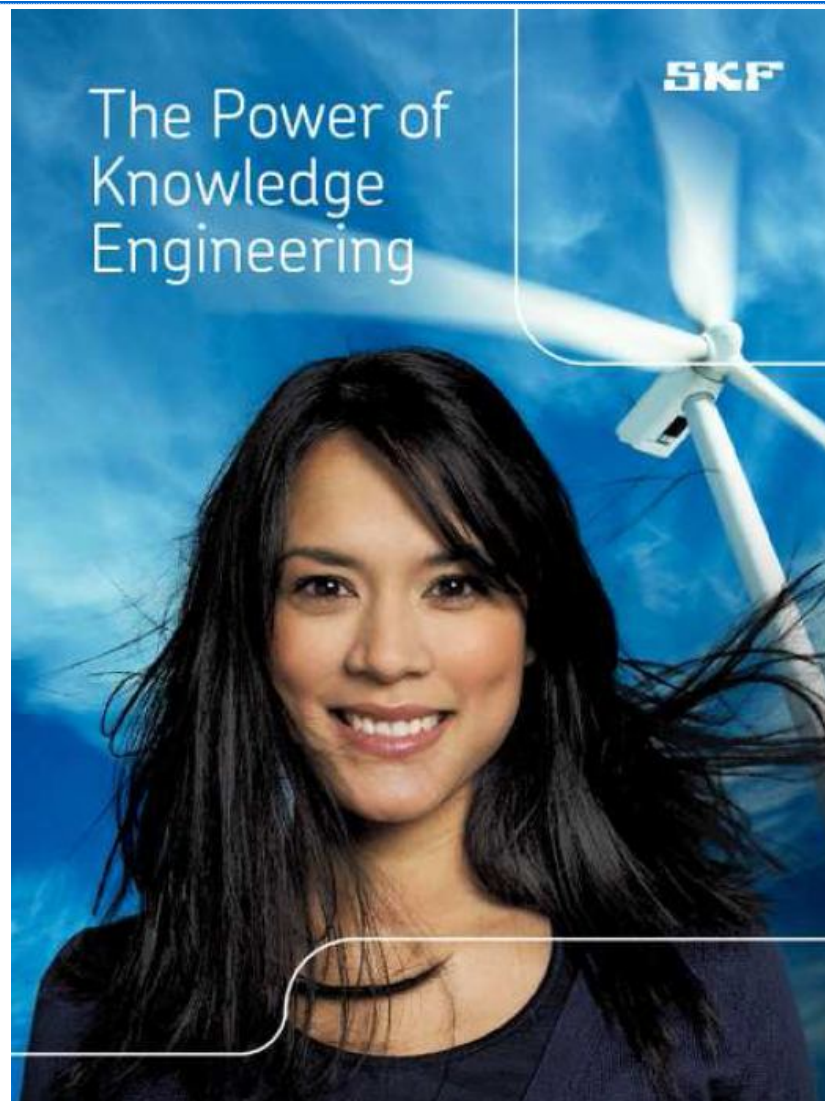
Синяя маркировка и буква "B" показывает зуб, по которому должен регулироваться боковой зазор.



6

Вопросы ?

Спасибо за Ваше внимание!



The SKF logo is centered on a white background. It consists of the letters 'SKF' in a bold, blue, sans-serif font. A small registered trademark symbol (®) is located to the right of the 'F'. The logo is framed by two red lines: a top line with rounded ends and a bottom line with a curved cutout on the left side.

SKF®