

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	2
КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ ОП	3
МАРКИ СТАЛЕЙ ДЛЯ ОП	4
СХЕМА НАГРУЖЕНИЙ ОП	4
ВЫБОР ОП ПО ТИПОРАЗМЕРУ И ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ	5
НАГРУЗОЧНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ОП	7
ПРИМЕР ВЫБОРА ОП	8
ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ БОЛТЫ	10
ЗАКАЛКА	11
ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОП	12
ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ	13
МОНТАЖ	13
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	16
ОДНОРЯДНЫЕ РОЛИКОВЫЕ ОП С КРЕСТООБРАЗНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ РОЛИКОВ	19
ОДНОРЯДНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ОП С 4^х ТОЧЕЧНЫМ КОНТАКТОМ	25
ТРЕХРЯДНЫЕ РОЛИКОВЫЕ ОП	31
ЗАКАЗ ОП	36
ПРИЛОЖЕНИЯ	39

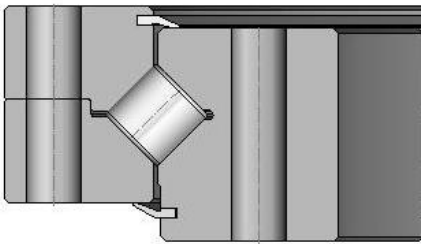
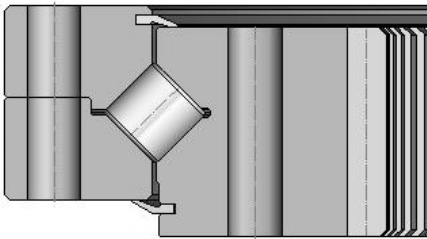
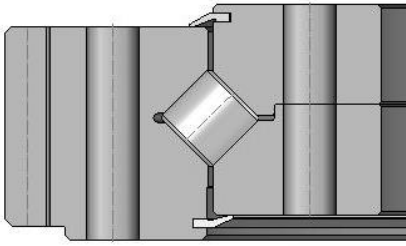
Введение

ООО «ИМЗ АВТОКРАН» более 40 лет специализируется на выпуске опор поворотных (ОП) с наружным диаметром от 600 до 3000 мм.

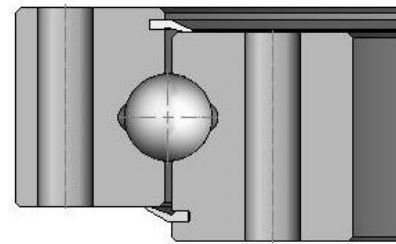
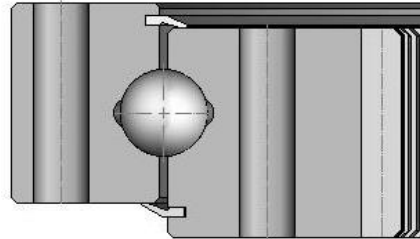
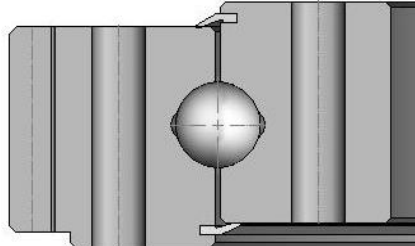
Разнообразные технические и экономические требования определяют конструкцию шариковых и роликовых ОП. Инженеры завода в соответствии с запросами потребителя определяют оптимальную конструкцию ОП практически для любой техники с поворотным рабочим органом.

Конструктивные схемы ОП

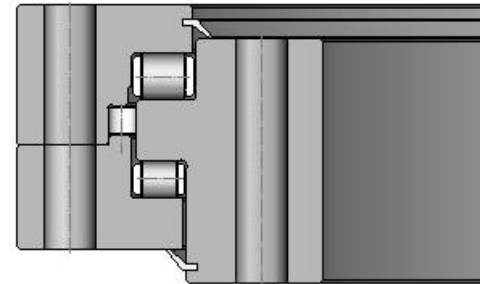
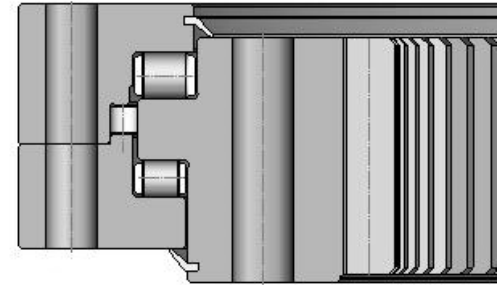
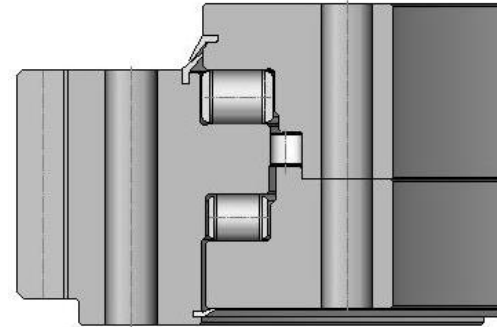
Однорядные роликовые ОП с крестообразным расположением роликов



Однорядные шариковые ОП с четырех точечным контактом



Трехрядные роликовые ОП



- с внешним зацеплением
 - с внутренним зацеплением
 - без зубчатого зацепления
- Подъемно-транспортная техника, общее машиностроение.

- с внешним зацеплением
 - с внутренним зацеплением
 - без зубчатого зацепления
- Подъемно-транспортная техника, судовые и железнодорожные краны, общее машиностроение.

Марки сталей для ОП

Исходя из результатов прочностного и жесткостного расчетов и желания потребителя в конструкциях ОП могут применяться нормализованные углеродистые или термоулучшенные легированные стали указанные в таблице 1.

Таблица 1

Марка стали	Нормативный документ	Предел текучести σ_T , Н/мм ²
Сталь 55, 60	ГОСТ 1050	370
Сталь 46Cr4	DIN 550	420
Сталь 40X, 45XН, 50XН, 5XНМ, 42XНЗМФА	ГОСТ 4543	650
Сталь 42CrMo4, 46CrMo4	DIN 550	700

Схема нагружений ОП

ОП устанавливается на различных машинах в качестве базового подшипникового узла, воспринимающего одновременно осевую, радиальную нагрузки и опрокидывающий момент.

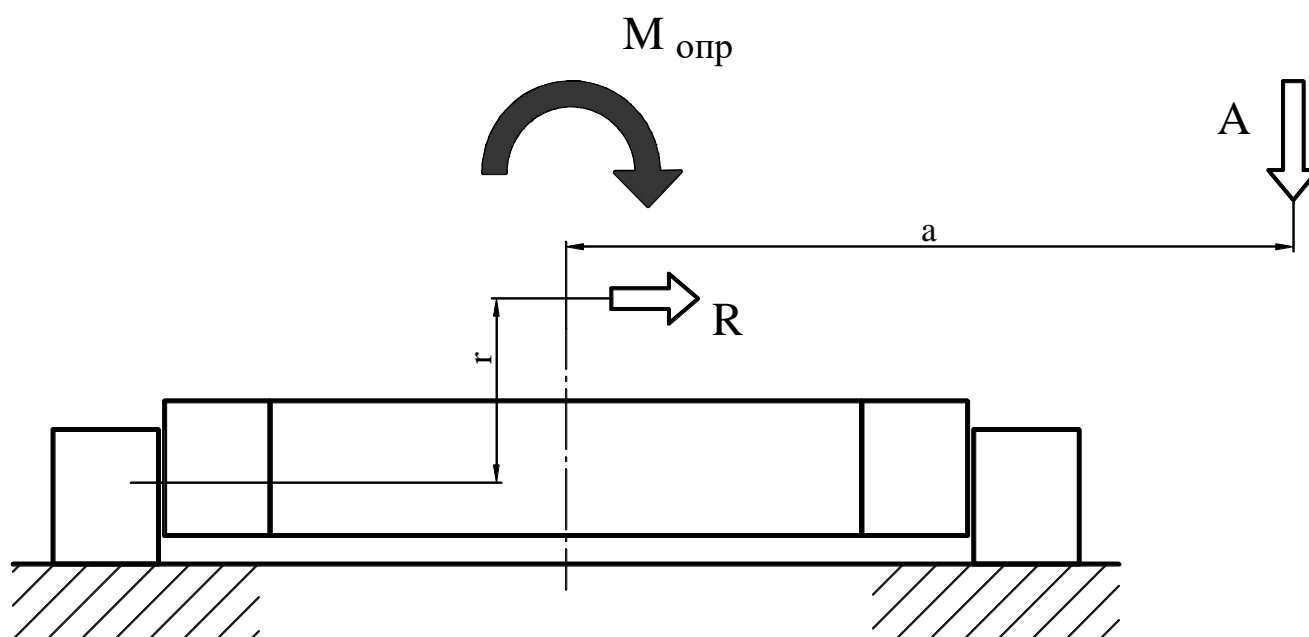


Рисунок 1 – Схема нагружений ОП

Как правило, ОП устанавливается на плоскость сверху. В любых других случаях установки ОП графиками несущей способности болтов, приведенными в настоящем каталоге, пользоваться нельзя.

Все рекомендации по увеличению количества, диаметра и класса прочности присоединительных болтов Вы сможете получить после проведения дополнительных расчетов по Вашей схеме установки ОП.

Выбор ОП по типоразмеру и грузоподъемности

Для ОП предложенных в настоящем каталоге приведены графики несущей способности ОП в статике и графики несущей способности присоединительных болтов класса прочности 10.9.

Необходимые сведения для выбора ОП

Максимальные внешние нагрузки, действующие на ОП:

- опрокидывающий момент M_{\max} , кН·м;
- осевая сила A_{\max} , кН;
- радиальная сила R_{\max} , кН;
- окружное усилие на зуб ОП, номинальное и максимальное, $P_{\text{ном}}$, P_{\max} , кН;
- частота вращения n , об/мин;

Условия работы

- температурный режим от + ____ до – ____ °С;
- наличие агрессивных сред и повышенной запыленности.

Циклограмма нагружений ОП с процентовкой по времени.

Схема установки ОП на изделие.

Требования к сопрягаемым с ОП металлоконструкциям.

Основное влияние на надежность и долговечность ОП оказывают сопрягаемые металлоконструкции.

Так как детали ОП имеют форму кольца (относительно малые поперечные сечения по сравнению с их диаметром), ОП должны устанавливаться на жесткие металлоконструкции устойчивые к перекручиванию и исключают деформацию.

На наш взгляд, самым удачным техническим решением в подъемно-транспортной технике стали вписанные в сопрягаемые с ОП металлоконструкции так называемые «воротниковые фланцы». Параметры фланцев определяются так, чтобы они подпирали кольца ОП по всей ширине, а цилиндрическую часть располагают так, чтобы она проходила точно через диаметр расположения тел качения, что обеспечивает наилучшую кинематику в процессе работы ОП.

Рекомендуемые схемы установки ОП приведены на рисунке 2.

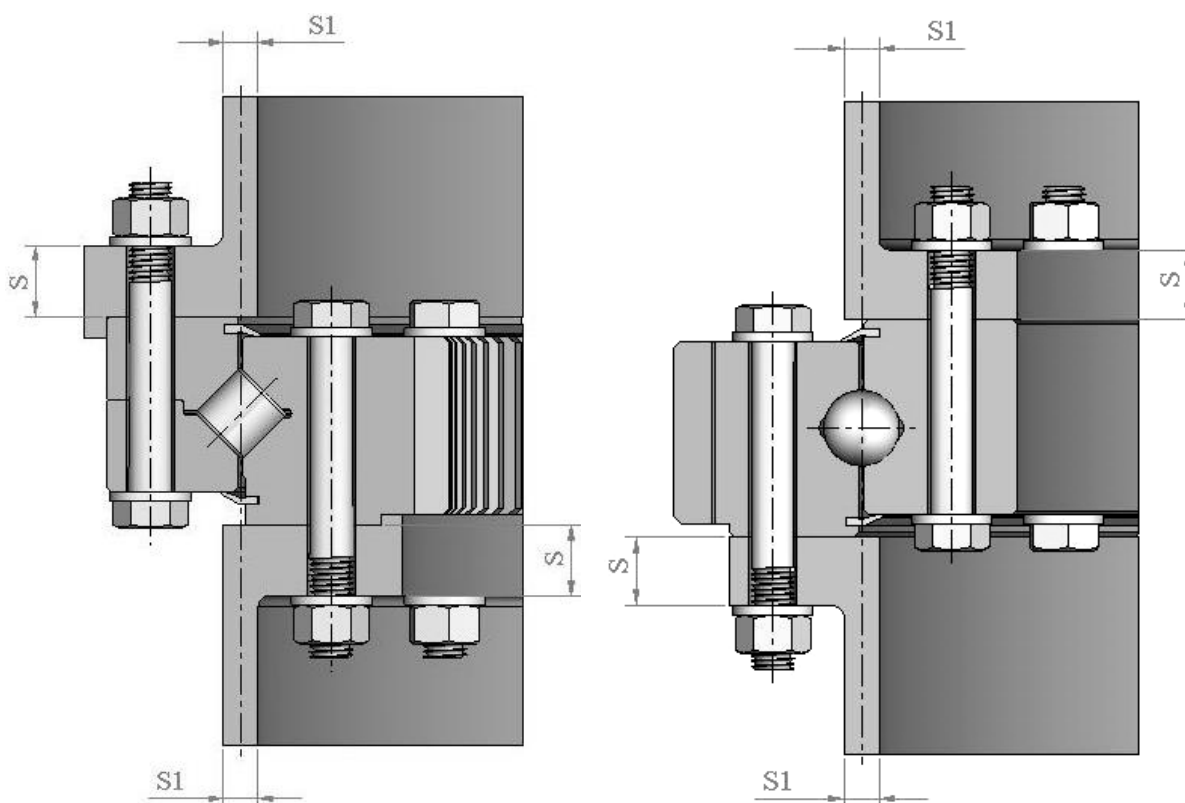


Рисунок 2 – Схемы установки ОП

Минимальная толщина фланца определяется по формуле 1

$$S_{\min} = 1,6 \cdot D_{\phi} \quad (1)$$

Минимальная толщина цилиндрической части фланца определяется по формуле

2

$$S1_{\min} = 0,8 \cdot D_{\phi} \quad (2)$$

где: D_{ϕ} – диаметр присоединительных болтов.

Определение нагрузок

Что бы определить грузоподъемность выбранного ОП необходимо полученные расчетным путем максимальные нагрузки, с учетом 25 % испытательной нагрузки, умножить на нагрузочный коэффициент (см. таблицу 2).

При выборе ОП в положении статики моментная и осевая нагрузки определяются следующим образом:

Для шариковых ОП

$$A_{\max} = (A + 5,05 \cdot R) \cdot f_{cman} \quad (3)$$

$$M_{\max} = M \cdot f_{cman} \quad (4)$$

Для ОП с крестообразным расположением роликов

$$A_{\max} = (A + 2,1 \cdot R) \cdot f_{cman} \quad (5)$$

$$M_{\max} = M \cdot f_{cman} \quad (6)$$

где: A – осевая нагрузка, кН;
 R – радиальная нагрузка, кН;
 M – опрокидывающий момент, кН·м;
 f_{stat} – нагрузочный коэффициент.

Для трехрядных роликовых ОП радиальная нагрузка не оказывает влияния на построение графика несущей способности дорожек качения.

Опора считается в статике, если точка с координатами M_{max} и A_{max} находится под кривой графика несущей способности дорожек качения и присоединительных болтов.

Нагрузочные коэффициенты для расчета ОП

Для статического расчета ОП необходимо учитывать максимальные внешние нагрузки, включающие в себя испытательные нагрузки.

Статические коэффициенты можно уменьшать только по предварительному письменному согласованию с ООО «ИМЗ АВТОКРАН».

Таблица 2

Случаи применения ОП	f_{stat}
Автомобильные краны	
штучный груз	1,10
с грейфером	1,25
Башенные краны	1,25
Поворотные краны с грейфером или магнитом	
Судовые краны	1,45
Портальные краны	
Валопакетирующие машины	
Погрузчики с обратной лопатой	1,45
Гидравлические экскаваторы с объемом ковша до 1,5 м ³	
Вся техника в металлургической промышленности	1,75

Пример выбора ОП

Рассмотрим выбор ОП на примере башенного крана.

Испытательная нагрузка в статике равна 1,25.

Нагрузочный коэффициент $f_{stat} = 1,25$.

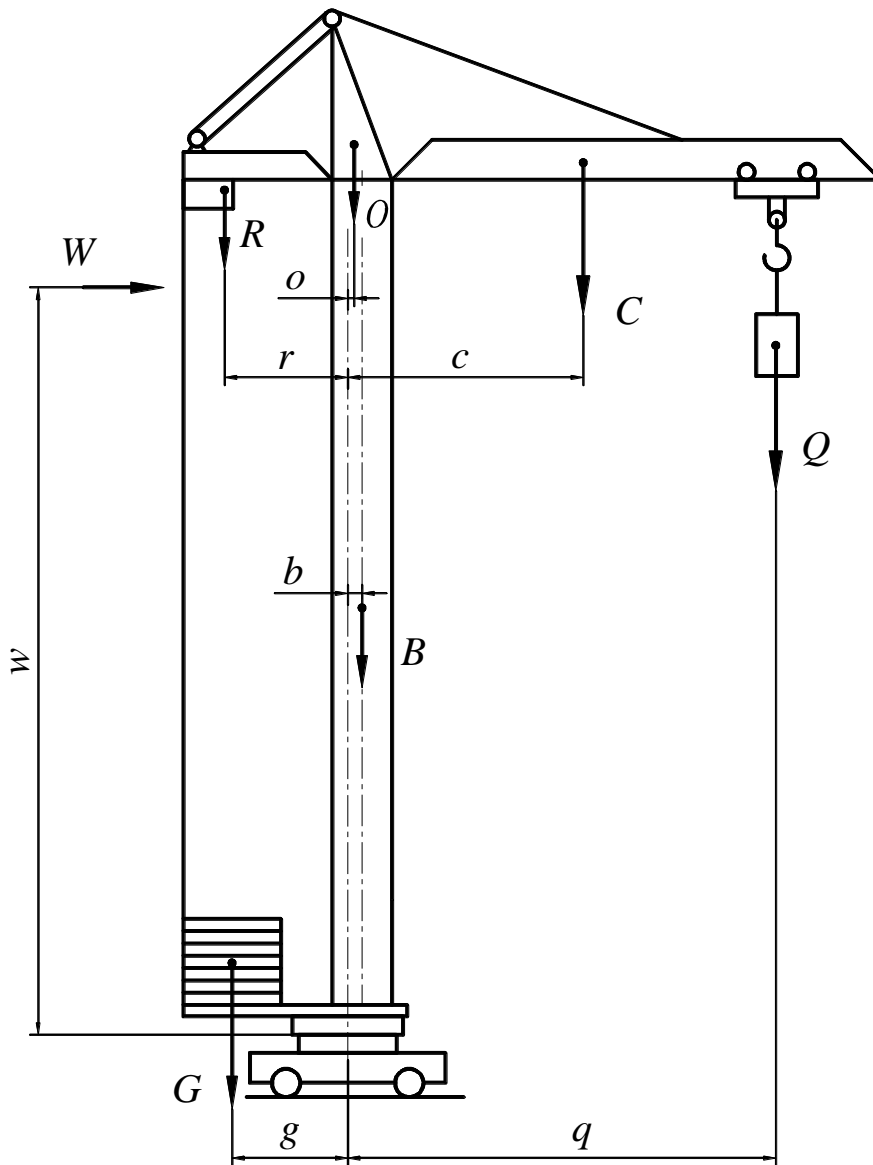


Рисунок 3 – Схема нагрузки на ОП в башенном кране.

Определяем максимальные нагрузки, действующие на ОП, включая ветровую нагрузку:

$$A_{\max} = Q + C + B + O + R + G = 1492 \text{ кН}$$

$$M_{\max} = Q \cdot q + C \cdot c + B \cdot b + O \cdot o + W \cdot w - R \cdot r - G \cdot g = 2431 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Определяем максимальные испытательные нагрузки, без учета ветровой нагрузки:

$$A'_{\max} = 1,25 \cdot Q' + C + B + O + R + G = 1519 \text{ кН}$$

$$M'_{\max} = 1,25 \cdot Q' \cdot q + C \cdot c + B \cdot b + O \cdot o - R \cdot r - G \cdot g = 2203 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Полученные нагрузки умножаем на нагрузочный коэффициент $f_{\text{stat}} = 1,25$:

$$A''_{\max} = 1,25 \cdot A'_{\max} = 1899 \text{ кН}$$

$$M''_{\max} = 1,25 \cdot M'_{\max} = 2753 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

С учетом требований заказчика по габаритам металлоконструкций была выбрана ОП-2330.1.2.16.3.Р У1.

На графике несущей способности указанной ОП строим точку с координатами A''_{\max}, M''_{\max}

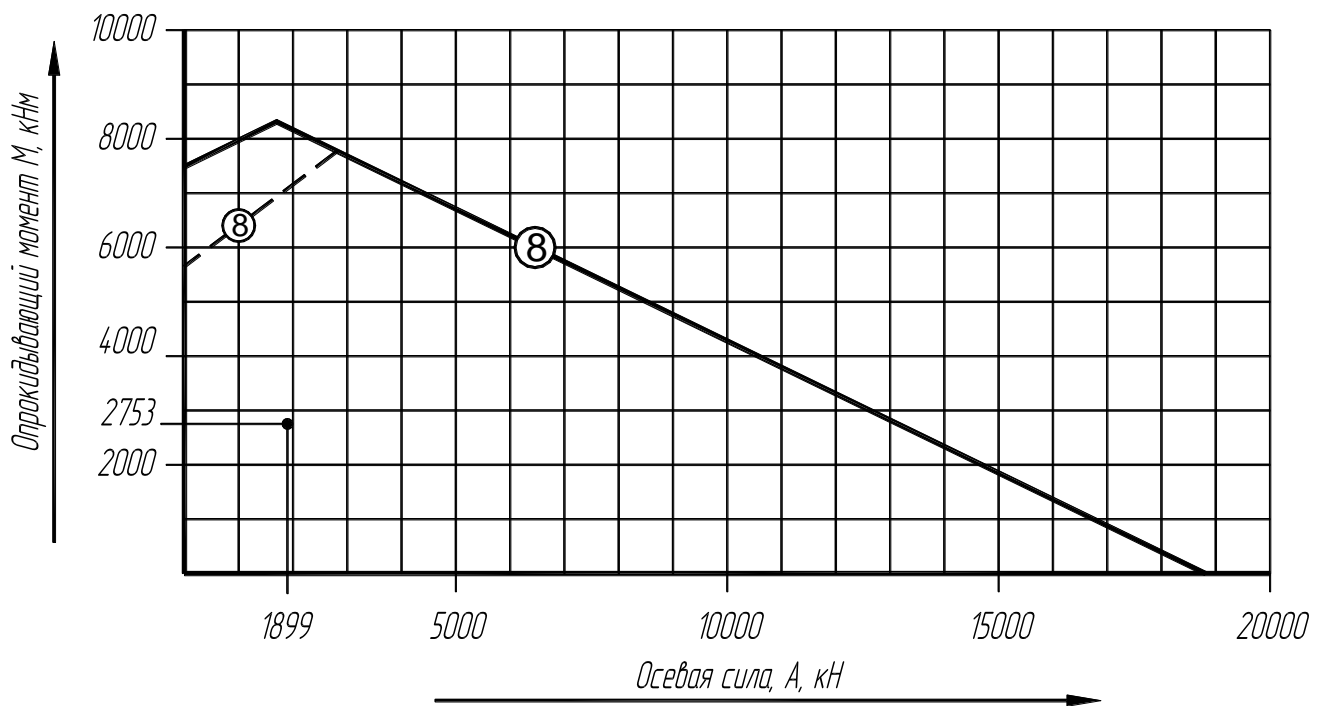


Рисунок 4 – График несущей способности ОП-2330.1.2.16.3.Р У1

Условие статики выполнено точка с максимальными нагрузками лежит под линией несущей способности дорожек качения и болтов.

Присоединительные болты

Надежность работы ОП в значительной мере зависит от диаметра, количества и качества (класса прочности) присоединительных болтов, а так же от постоянного контроля за их затяжкой.

Количество болтов должно быть достаточным, чтобы неукоснительно выполнялось условие $P_{зат} > P_{отр}$ где: $P_{зат}$ – усилие затяжки болтов, $P_{отр}$ – отрывающая рабочая нагрузка.

Соединение ОП с металлоконструкциями «болт-гайка». Механические свойства присоединительных болтов должны быть не ниже класса прочности 10.9, а гаек – класса 10.

Для обеспечения надежности соединения ОП с рамами изделия в процессе эксплуатации и при испытаниях целесообразно применение контргаек, а также шайб, установленных под головки болтов и гайки. Шайбы должны быть изготовлены из стали, имеющей предел текучести не менее 900 МПа. Поверхность шайб, контактирующая с головками болтов и гайками, должна иметь шероховатость Ra 2,5, не более.

При заворачивании болта в резьбовое отверстие рамы изделия, если конструктивные особенности не позволяют применить соединение «болт-гайка», должна быть обеспечена равнопрочность резьбового соединения.

Закалка

Закалка дорожек качения

Все ОП представленные в настоящем каталоге имеют дорожки качения, подвергнутые индуктивной закалке.

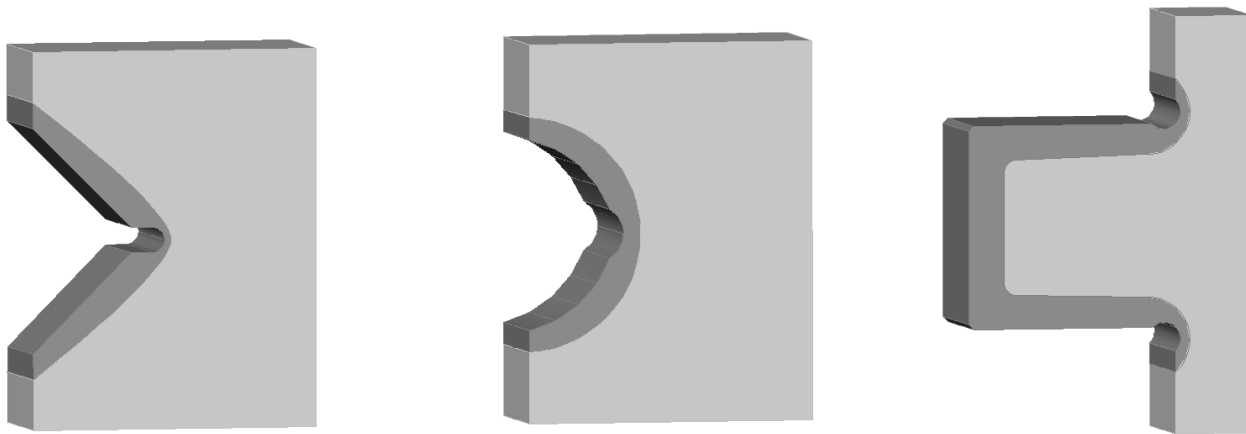


Рисунок 5 – Закалка дорожек качения

Твердость поверхностного слоя дорожек качения 56...60 HRC, глубина закаленного слоя от 2,5 до 5 мм и определяется из условий работы ОП.

Закалка зубьев и впадин

Необходимость закалки зубьев определяется в результате расчета окружных усилий действующих на зуб в процессе работы

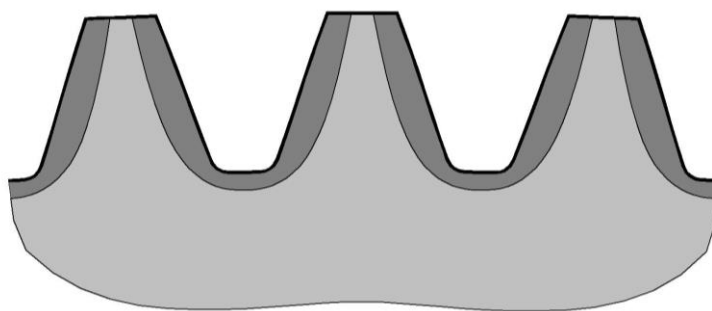


Рисунок 6 – Закалка зубьев и впадин

Твердость поверхности зубьев и впадин может быть:

- для нормализованной углеродистой стали – 38...45 HRC;
- для улучшенной легированной стали – 38...45 HRC и 45...52 HRC.

Глубина закаленного слоя не менее 2 мм, но не более 0,3 модуля.

Выходные параметры ОП

Выходные параметры ОП, в зависимости от конструкции и исполнения по несущей способности, приведены в таблицах 3 и 4.

Выходные параметры однорядных роликовых и шариковых ОП

Таблица 3

Габаритный диаметр ОП, мм	Осевой зазор, не более, мм		Момент сопротивления вращению без нагрузки, Н·м, не более	
	исполнение 1 и 2	исполнение 3	исполнение 1 и 2	исполнение 3
От 600 до 1400	0,15	0,2	400	400
От 1400 до 1900			800	1300
От 1900 до 2500		0,3	1200	3000

Выходные параметры трехрядных роликовых ОП

Таблица 4

Габаритный диаметр ОП, мм	Осевой зазор, не более, мм	Момент сопротивления вращению без нагрузки, Н·м, не более
От 1000 до 2000	0,10	1500
От 2000 до 3000		3500

По желанию заказчика ОП могут поставляться с предварительным натягом, величина которого должна оговариваться договором на поставку ОП в разделе «Условия поставки» при этом величина момента сопротивления вращению без нагрузки может увеличиваться на 25%.

Транспортировка и хранение

Транспортировка ОП должна проводиться только в горизонтальном положении. Следует избегать ударов в радиальном направлении. ОП габаритом 3000 и 3038 мм могут транспортироваться на специальной автомобильной платформе типа «панелевоз».

Срок хранения ОП до установки на изделие:

- на открытых складах под крышей до 6 месяцев;
- в закрытых помещениях до 1 года.

Хранение ОП должно осуществляться в горизонтальном положении.

В случае, когда срок хранения от отгрузки ОП до монтажа превышает срок хранения ОП, установленный настоящим каталогом, потребитель обязан подвергнуть наружные поверхности ОП консервации. Консервантом внутренней полости служит рабочая смазка.

Монтаж

ОП должна устанавливаться на обработанных поверхностях рам. Шероховатость поверхностей рам, сопрягаемых с ОП, должна быть не более Ra 20.

На опорных поверхностях не допускаются забоины, потеки металла от сварки и другие дефекты, приводящие к отклонениям от плоскостности.

Отклонение от плоскостности опорных поверхностей, контактирующих с ОП, после механической обработки должно быть не более 0,0001 габаритного диаметра ОП. Общее отклонение от плоскостности поверхностей при действии максимально допустимых нагрузок должно быть не более 0,0005 габаритного диаметра ОП.

Перед установкой ОП все посадочные поверхности необходимо очистить от заусенцев, остатков краски, смазки и т.п. Правильность установки ОП должна быть проверена щупом.

Количество установленных присоединительных болтов должно соответствовать количеству отверстий в ОП.

При установке ОП на изделие должно быть обеспечено надежное стопорение от самоотвинчивания присоединительных болтов.

ОП необходимо установить и закрепить так, чтобы обеспечить расположение знака

" V " (место начала-конца термообработки) на кольцах (кольце) опоры в зоне минимальных рабочих нагрузок (в плоскости, перпендикулярной продольной оси машины).

Величина бокового зазора (см. рисунок 7) зубчатого зацепления должна быть $(0,03 - 0,04) \cdot m$:

- для ОП с внешним зацеплением на наибольшем диаметре;
- для ОП с внутренним зацеплением на наименьшем диаметре.

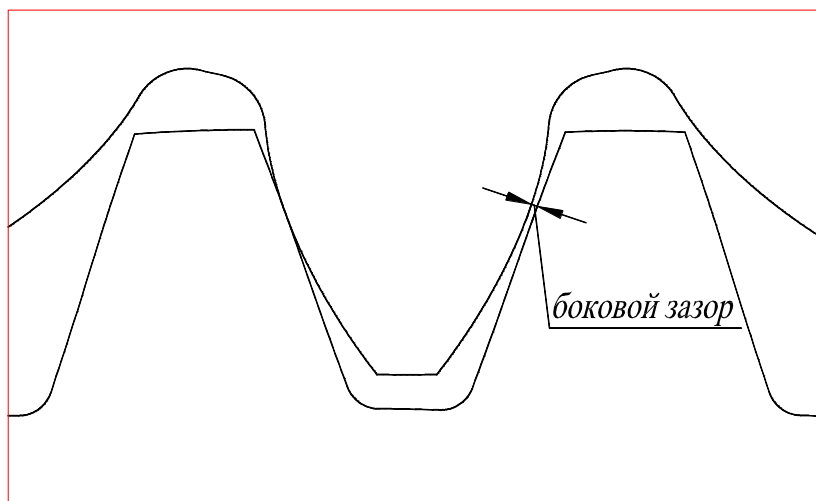


Рисунок 7 – Боковой зазор

Общая линия контакта выходной шестерни механизма поворота и венца ОП должна быть не менее 80% общей ширины зубчатого венца ОП.

Затяжку болтов производить крест-накрест или «звездой Давида» (см. рисунок 8), обеспечивая усилие затяжки и момент затяжки на ключе в соответствии с таблицей 5.

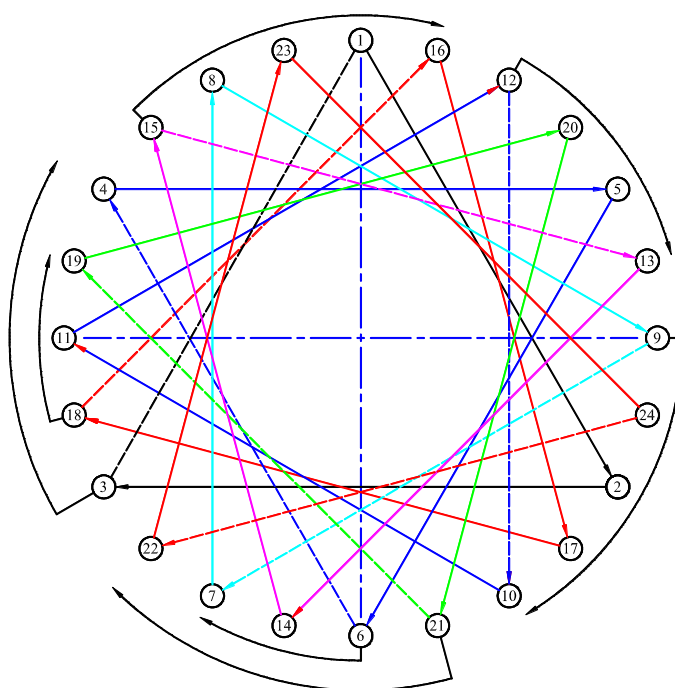


Рисунок 8 – Схема последовательности затяжки болтов «звездой Давида»

Таблица 5

Класс прочности болта	10.9		12.9	
Предел текучести материала болта σ_T , МПа	900		1080	
Диаметр болта, мм	Усилие затяжки F, Н	Момент затяжки на ключе M, Н·м	Усилие затяжки F, Н	Момент затяжки на ключе M, Н·м
M16	102000	265	123000	320
M20	160000	520	192000	620
M24	230000	900	276000	1080
M27	302000	1350	363000	1620
M30	368000	1800	442000	2160
M36	540000	Не рассчитывается	653000	Не рассчитывается
M56	1350000		1632000	
Примечание – указанные значения напряжения соответствуют 70% от максимального значения предела текучести материала болта.				

Для болтов более M30 моменты затяжки не даны, т.к. из-за большого коэффициента трения в резьбе типовой расчет болтового соединения будет не точным, поэтому для затяжки болтов больших диаметров рекомендуем использовать механические приспособления натяжения, гидравлические гайковерты и т.п. выпускаемые фирмами GEDORE, P&S Vorspannsysteme AG, ITN и др.

После проведения потребителем приемо-сдаточных испытаний необходимо:

- пополнить смазкой внутреннюю полость ОП;
- проверить затяжку болтов;
- замерить начальный рабочий зазор, который характеризуется линейным перемещением кольца относительно венца, возникающим под действием минимальной и максимальной рабочей нагрузки.

Начальный рабочий зазор измеряется в двух положениях стрелы – вдоль и поперек оси изделия. Результаты замеров заносится в эксплуатационный документ изделия. Схема измерения величины рабочего зазора изображена на рисунке 3. Измерения производят в двух точках (под стрелой и под противовесом) индикаторами часового типа или плоскопараллельными концевыми мерами длин.

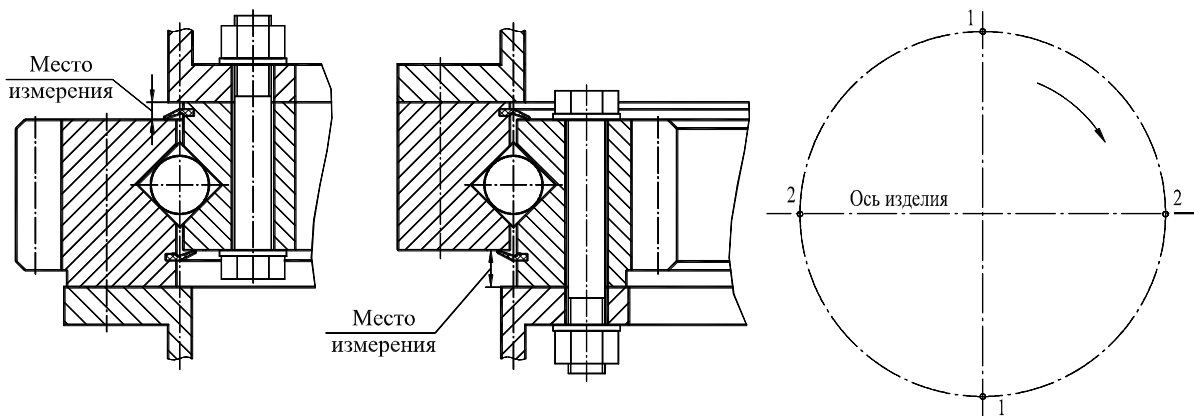


Рисунок 9 – Схема измерения рабочего зазора

Техническое обслуживание

Техническое обслуживание ОП должно включать:

- проверку затяжки присоединительных болтов;
- операцию пополнения смазкой внутренней полости ОП и нанесение смазки на рабочие поверхности зубьев зацепления;
- проверку рабочего зазора ОП.

Проверка затяжки болтов должна производиться путем приложения к каждому из них момента, последовательно повышаемого до величины, указанной в таблице 5.

Первая проверка затяжки болтов должна быть проведена перед началом ввода изделия в эксплуатацию, следующая – после двух – трех смен работы изделия, последующие – в процессе каждого технического обслуживания изделия, но не реже, чем через 240 часов работы.

Если усилие затяжки одного или более болтов ниже 80% от рекомендуемого усилия, необходимо заменить его, а также оба соседних болта. Если в результате проверки обнаружено, что 20% всех болтов имеет усилие затяжки ниже 80% установленного значения, то все болты должны быть заменены.

Для смазки внутренней полости ОП и рабочих поверхностей зубьев зацепления необходимо применять смазку марки Литол-24 МЛи 4/12-3. Допускается применение других равноценных смазок на литиевой основе

Для рабочих поверхностей зубьев зацепления допускается применение смазки Циатим-203 ИЛи 5/9-2.

Смешивание смазочных материалов не допускается!

Пополнение смазкой внутренней полости ОП следует производить через пресс-масленки при вращении кольца ОП до появления новой смазки из под манжетных уплотнений.

Периодичность пополнения смазкой внутренней полости ОП определяется условиями эксплуатации и может быть включена в плановое техническое обслуживание изделия, но не реже, чем через 50 часов работы для роликовых ОП и 100 часов работы для шариковых ОП. Более короткие периоды между операциями пополнения смазки должны соблюдаться при работе изделия в следующих условиях:

- высокой относительной влажности;
- при большом воздействии пыли и грязи;
- в условиях резкого изменения температуры;
- при непрерывной работе.

Проверка величины рабочего зазора осуществляется в соответствии с 7.14.

Максимально допустимый рабочий зазор в ОП

Новые ОП имеют начальный рабочий зазор, гарантирующий хорошую кинематику и надежность в работе. Однако, во время эксплуатации рабочий зазор в ОП увеличивается. Износ дорожек качения, потеря «геометрии» тел качения приводит к увеличению момента сопротивления вращению и к ненормальному зубчатому зацеплению венца ОП с шестерней механизма поворота.

Эксплуатация ОП, в которой величина рабочего зазора превысит значения, приведенные в таблицах 6 и 7 не допустима.

Таблица 6 – Максимально допустимые величины рабочих зазоров для шариковых ОП
Размеры в миллиметрах

Диаметр дорожки качения	Диаметр шариков		
	25,4	34,925	44,45
500 ... 1100	1,4	1,7	2,0
1100 ... 1500		1,7	2,2
1500 ... 1800			2,7

Таблица 7 – Максимально допустимые величины рабочих зазоров для роликовых ОП
Размеры в миллиметрах

Диаметр дорожки качения	Диаметр роликов			
	24	30	36	42
500 ... 1100	0,45			
1100 ... 1500		0,55	0,60	
1500 ... 1800			0,65	0,75
1800 ... 2700			0,8	0,85

Если значения рабочего зазора у шариковой ОП превышают табличные, то её следует заменить.

Если значения рабочего зазора у роликовой ОП превышают 0,4 мм, то необходимо удалить один комплект регулирующих прокладок. После удаления последнего ряда регулирующих прокладок максимально допустимое значение рабочего зазора в соответствии с таблицей 7.

**Однорядные роликовые ОП
с крестообразным расположением роликов**

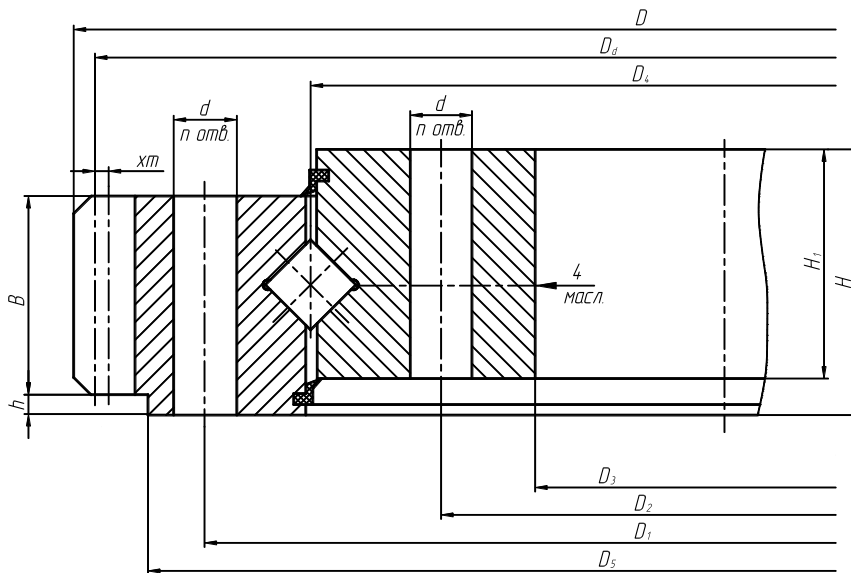


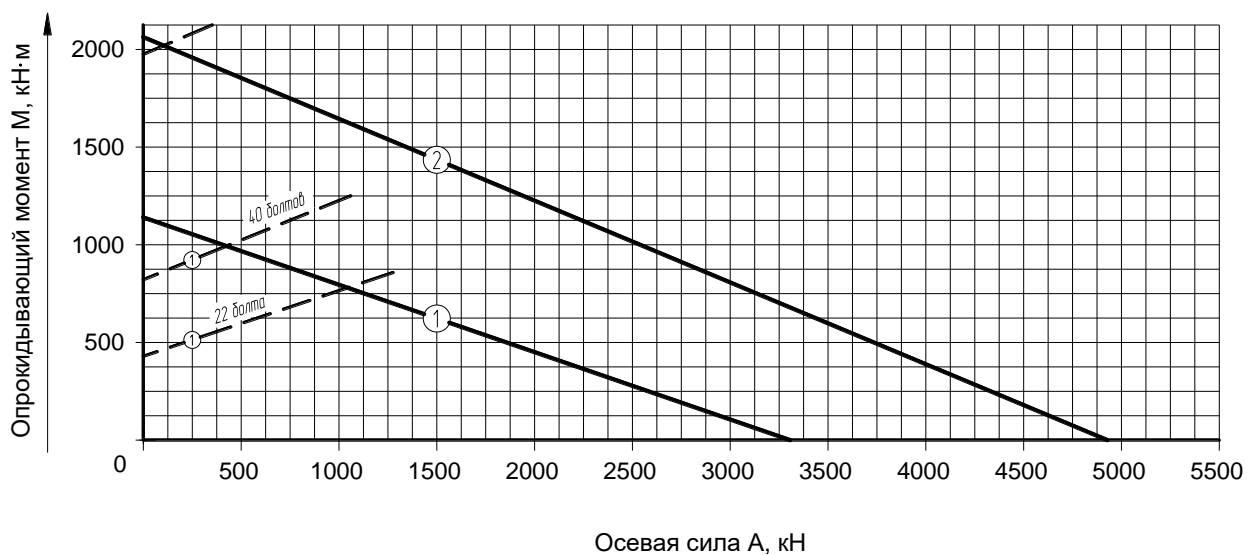
Рисунок 10 – Роликовая ОП с внешним зацеплением

Примечание – рисунок не определяет конструкцию

Таблица 8

Размеры в миллиметрах

Обозначение ОП	D	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	h	H	H_1	d	n , шт.	$d_{\text{ролика}}$	Параметры зубчатого зацепления						Масса, кг, не более	Номер графика	
													D_d	Модуль m	Число зубьев z	x_m	B	Окружное усилие на зуб, кН			
																		$P_{\text{ном}}$			$P_{\text{мах}}$
ОП-1451.3.1.8.3.Р У1	1451	1360	1195	1135	1278	1330	6	100	90	22	24	30	1440	8	180	-2,4	84	28,1	56,2	395	1
ОП-1451.2.1.8.3.Р У1	1451	1360	1195	1135	1278	-	-	100	90	22	40	30	1440	8	180	-2,4	90	29,4	58,8	397	1
ОП-1451.2.1.12.2.Р У1	1459	1360	1195	1135	1278	-	-	100	90	22	40	30	1440	12	120	0	90	111	222	397	1
ОП-1604.2.1.10.3.Р У1	1604	1500	1280	1230	1390	1550	40	126	110	30	48	42	1570	10	157	+7,5	75	30,3	60,6	580	2



- — — — — График несущей способности присоединительных болтов класса прочности 10.9
- График несущей способности ОП при радиальной силе $R=0$

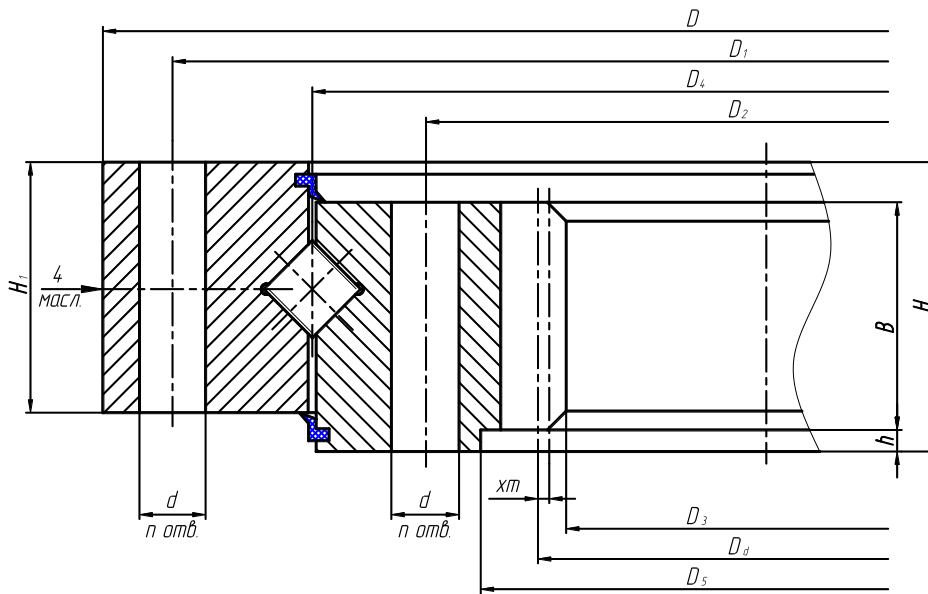


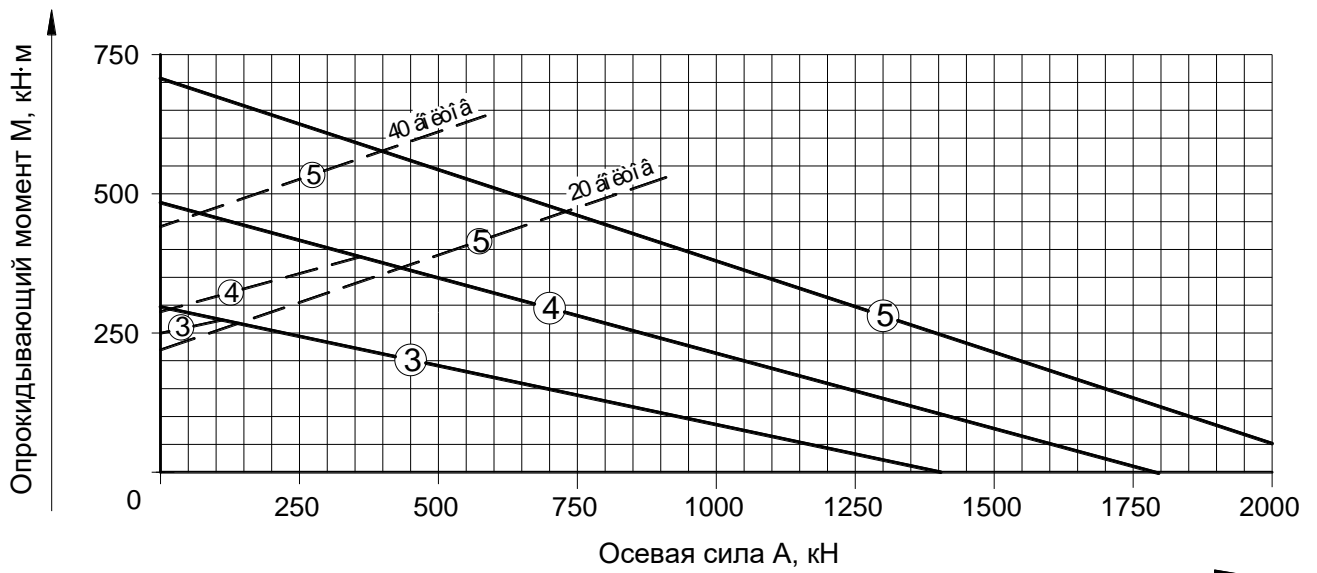
Рисунок 11 – Роликовая ОП с внутренним зацеплением

Примечание – рисунок не определяет конструкцию

Таблица 9

Размеры в миллиметрах

Обозначение ОП	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	h	H	H ₁	d	n, шт.	d _{ролика}	Параметры зубчатого зацепления					P _{ном}	P _{max}	Масса, кг, не более	Номер графика		
													D _d	Модуль m	Число зубьев z	xт	B					Окружное усилие на зуб, кН	
																						P _{ном}	P _{max}
ОП-805.2.2.8.3.Р У1	805	770	640	565	705	615	5	72	62	18	36	24	576	8	72	+2,4	57	21	42	102	3		
ОП-1000.1.2.8.3.Р У1	1000	968	836	744	902	-	-	75	68	18	32	24	752	8	94	+2,4	71	25	50	162	4		
ОП-1000.2.2.10.3.Р У1	1000	968	836	740	902	805	5	80	68	18	32	24	750	10	75	+3,0	71	65	130	175	4		
ОП-1190.3.2.8.3.Р У1	1190	1150	1020	936	1086	985	6	66	60	18	20	24	944	8	118	+2,4	53	18,7	37,4	171	5		
ОП-1190.2.2.8.3.Р У1	1190	1150	1020	936	1086	985	6	66	60	18	40	24	944	8	118	+2,4	53	18,7	37,4	171	5		



- График несущей способности присоединительных болтов класса прочности 10.9
 ——— График несущей способности ОП при радиальной силе R = 0

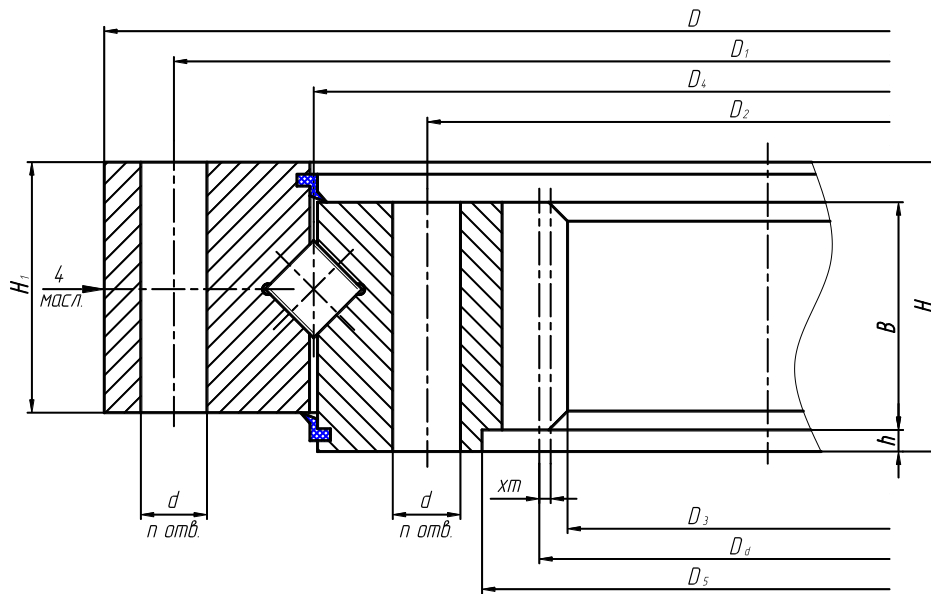
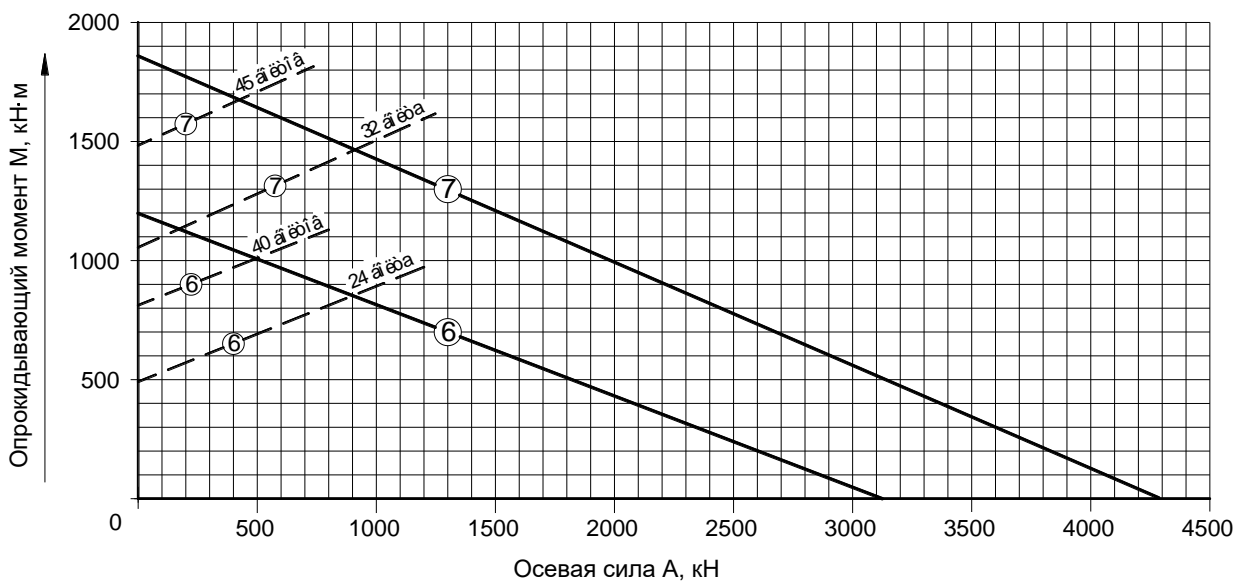


Рисунок 12 – Роликовая ОП с внутренним зацеплением
Примечание – рисунок не определяет конструкцию

Таблица 10

Размеры в миллиметрах

Обозначение ОП	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	h	H	H ₁	d	n, шт.	d _{ролика}	Параметры зубчатого зацепления						P _{ном}	P _{max}	Масса, кг, не более	Номер графика	
													D _d	Модуль m	Число зубьев z	xm	B	Окружное усилие на зуб, кН					
																		P _{ном}					P _{max}
ОП-1400.3.2.8.3.Р У1	1400	1360	1195	1088	1278	1165	6	95	80	22	24	30	1096	8	137	+2,4	80	28	56	353	6		
ОП-1400.2.2.8.3.Р У1	1400	1360	1195	1088	1278	—	—	95	80	22	40	30	1096	8	137	+2,4	80	28	56	354	6		
ОП-1400.3.2.12.2.Р У1	1400	1360	1195	1092	1278	1165	6	95	80	22	24	30	1104	12	92	+3,6	86	73	146	344	6		
ОП-1400.2.2.12.2.Р У1	1400	1360	1195	1092	1278	—	—	95	80	22	40	30	1104	12	92	+3,6	86	73	146	341	6		
ОП-1400.2.2.10.3.Р У1	1400	1360	1195	1088	1278	1165	6	95	80	22	40	30	1100	10	110	+3,0	80	40	80	340	6		
ОП-1600.3.2.12.2.Р У1	1600	1545	1350	1212	1446	1315	6	115	98	26	32	36	1224	12	102	+3,6	96	86,8	173,6	605	7		
ОП-1600.2.2.12.2.Р У1	1600	1545	1350	1212	1446	1315	6	115	98	26	45	36	1224	12	102	+3,6	96	86,8	173,6	600	7		
ОП-1600.3.2.14.2.Р У1	1600	1545	1350	1218	1446	1315	6	115	98	26	32	36	1232	14	88	+4,2	96	100,7	201,4	590	7		
ОП-1600.2.2.14.2.Р У1	1600	1545	1350	1218	1446	1315	6	115	98	26	45	36	1232	14	88	+4,2	96	100,7	201,4	585	7		



--- График несущей способности присоединительных болтов класса прочности 10.9
— График несущей способности ОП при радиальной силе R = 0

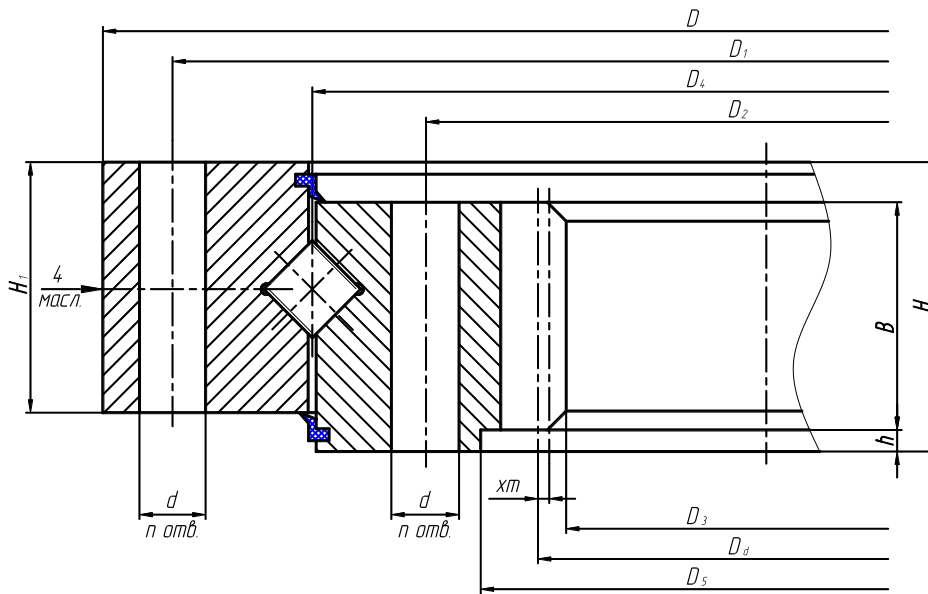
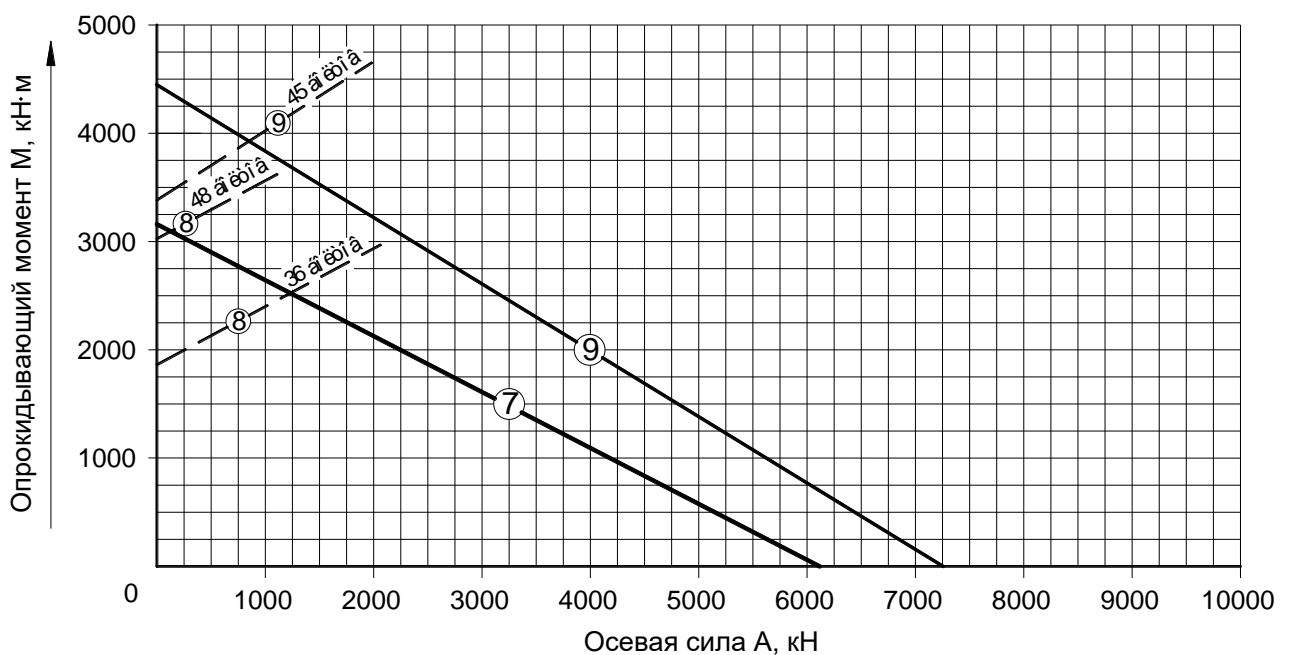


Рисунок 13 – Роликовая ОП с внутренним зацеплением
Примечание – рисунок не определяет конструкцию

Таблица 11

Размеры в миллиметрах

Обозначение ОП	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	h	H	H ₁	d	n, шт.	d _{ролика}	Параметры зубчатого зацепления					P _{ном}	P _{max}	Масса, кг, не более	Номер графика		
													D _d	Модуль m	Число зубьев z	xm	B					Окружное усилие на зуб, кН	
																						P _{ном}	P _{max}
ОП-1900.3.2.12.3.Р У1	1900	1835	1610	1452	1722	1570	5	130	113	29	36	42	1464	12	122	+3,6	105	62	124	925	8		
ОП-1900.2.2.12.3.Р У1	1900	1835	1610	1452	1722	1570	5	130	113	33	48	42	1464	12	122	+3,6	105	62	124	900	8		
ОП-1900.2.2.14.2.Р У1	1900	1835	1610	1456	1722	1570	5	130	113	33	48 36	42	1470	14	105	+4,2	105	117	234	895	8		
ОП-1900.3.2.18.2.Р У1	1900	1835	1610	1458	1722	1570	5	130	113	29	36	42	1476	18	82	+5,4	105	160	320	900	8		
ОП-1900.2.2.18.2.Р У1	1900	1835	1610	1458	1722	1570	5	130	113	33	48	42	1476	18	82	+5,4	105	160	320	875	8		
ОП-2240.3.2.12.3.Р У1	2240	2170	1920	1788	2043	1880	5	137	124	33	45	42	1800	12	150	+3,6	110	62	124	1192	9		
ОП-2240.3.2.20.2.Р У1	2240	2170	1920	1780	2043	1880	5	137	124	33	45	42	1800	20	90	+6,0	109	215	430	1187	9		



--- График несущей способности присоединительных болтов класса прочности 10.9
— График несущей способности ОП при радиальной силе R=0

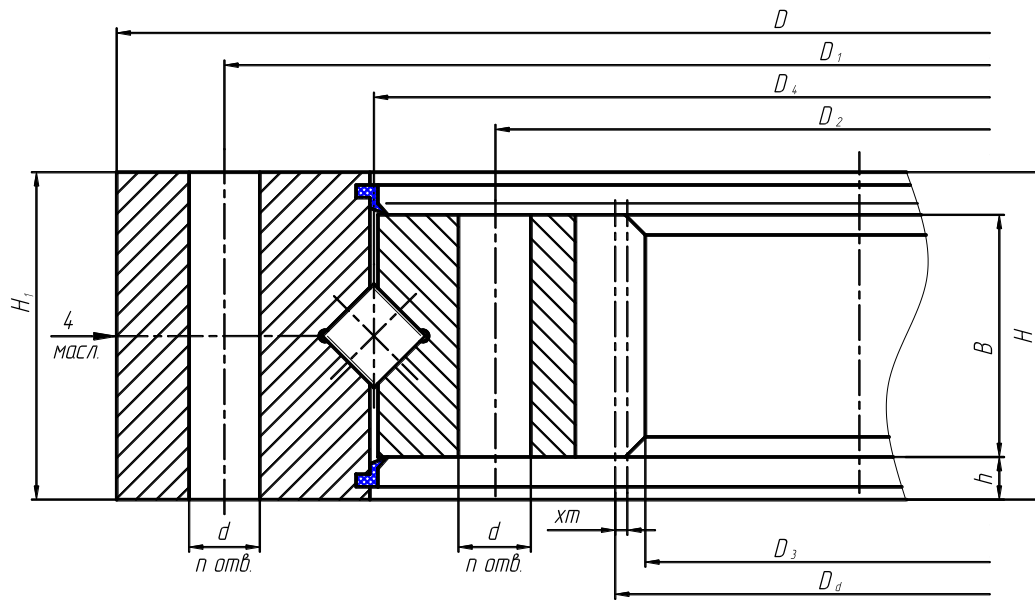
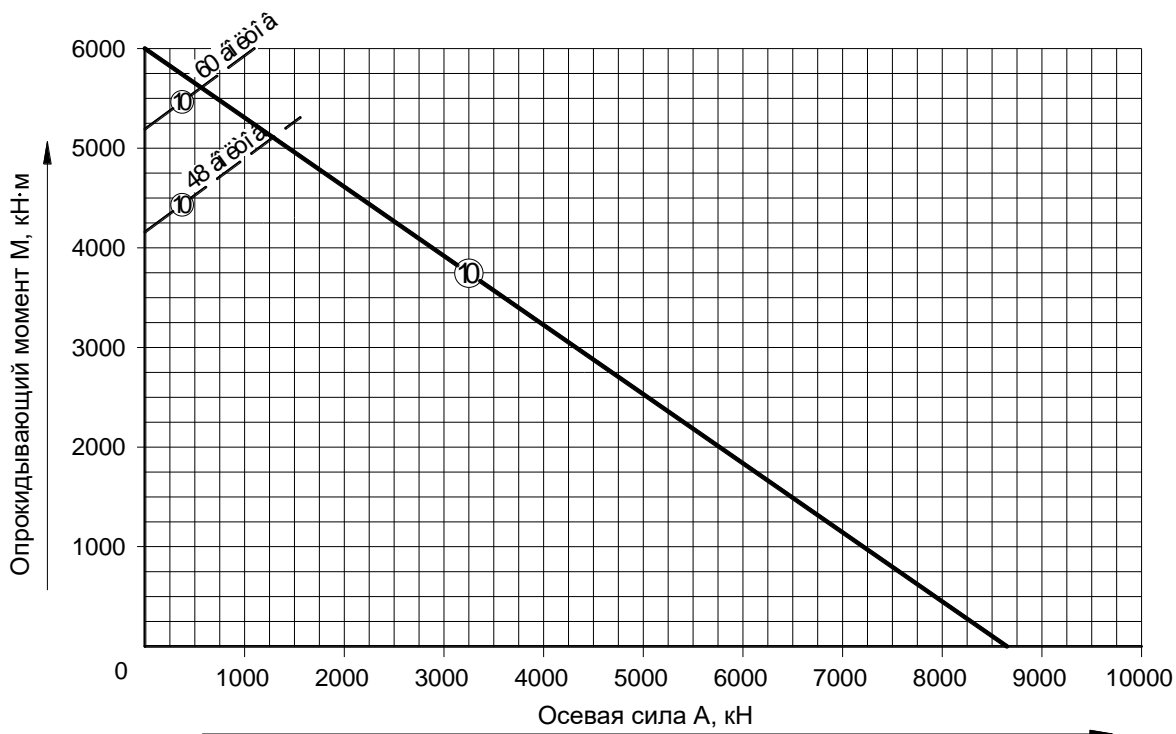


Рисунок 14 – Роликовая ОП с внутренним зацеплением
Примечание – рисунок не определяет конструкцию

Таблица 12

Размеры в миллиметрах

Обозначение ОП	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	h	H	H ₁	d	n, шт.	d _{ролика}	Параметры зубчатого зацепления					Масса, кг, не более	Номер графика		
												D _d	Модуль m	Число зубьев z	xm	B			Окружное усилие на зуб, кН	
																			P _{ном}	P _{мах}
ОП-2500.3.2.16.3.Р У1	2500	2430	2210	2064	2317	10	145	145	33	48	42	2080	16	130	+4,8	105	95	190	1315	10
ОП-2500.2.2.16.3.Р У1	2500	2430	2210	2064	2317	10	145	145	33	60	42	2080	16	130	+4,8	105	95	190	1293	10



- График несущей способности присоединительных болтов класса прочности 10.9
- График несущей способности ОП при радиальной силе R=0

**Однорядные шариковые ОП
с 4^x точечным контактом**

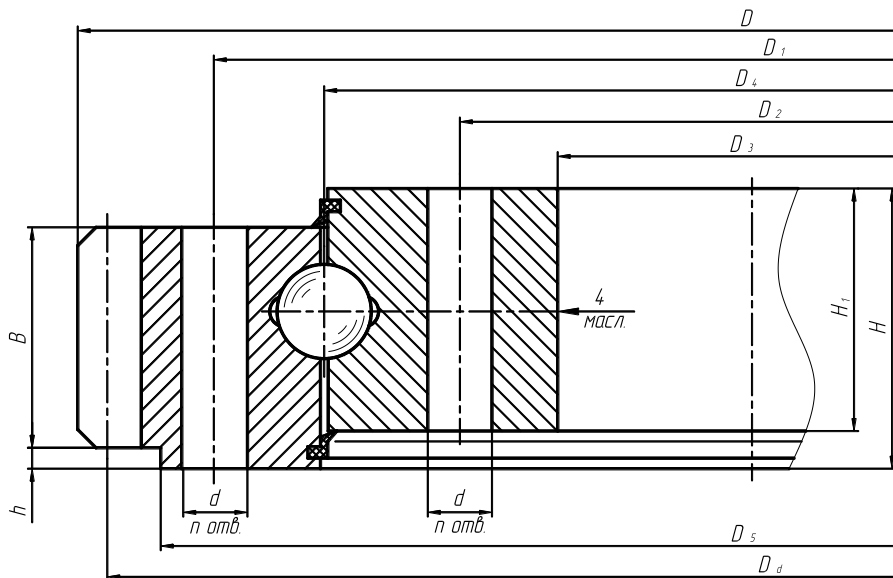
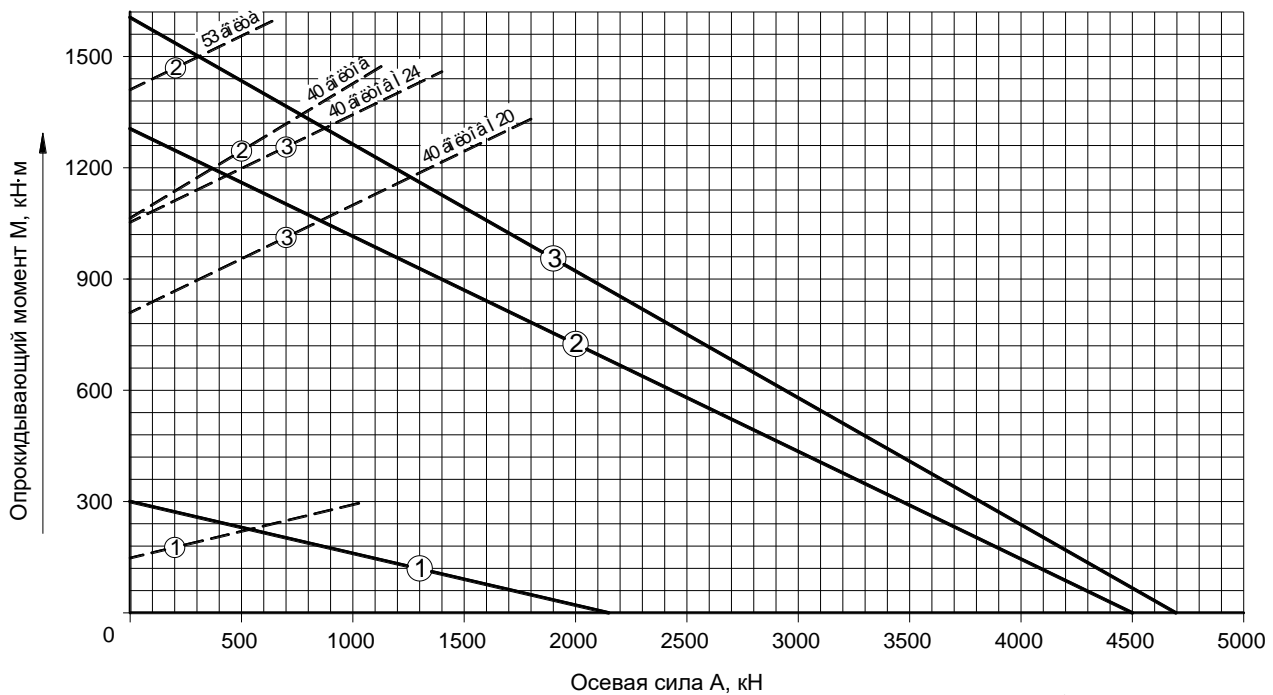


Рисунок 15 – Шариковая ОП с внешним зацеплением
Примечание – рисунок не определяет конструкцию

Таблица 13

Размеры в миллиметрах

Обозначение ОП	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	h	H	H ₁	d	n, шт.	d шарика	Параметры зубчатого зацепления					Масса, кг, не более	Номер графика		
													D _б	Модуль m	Число зубьев Z	x _m	β			Окружное усилие на зуб, кН	
																				P _{ном}	P _{max}
ОП-680.2.1.10.3.Ш У1	680	595	440	400	518	—	—	100	90	M20 22	20	45	660	10	66	0	90	43	86	139	1
ОП-1348.1.1.10.3.Ш У1	1348	1250	1090	1045	1170	1300	5	90	80	26 54 53	41	41	1320	10	132	+5,0	75	43	86	272	2
ОП-1348.1.1.10.3.Ш У1-01	1348	1250	1090	1045	1170	1300	5	90	80	26	40	41	1320	10	132	+5,0	75	43	86	273	2
ОП-1451.2.1.8.3.Ш У1	1451	1360	1195	1135	1278	—	—	100	90	22	40	35	1440	8	180	-2,4	90	30	60	384	3
ОП-1460.2.1.10.3.Ш У1	1460	1360	1195	1135	1278	—	—	100	90	26	40	35	1440	10	144	0	90	41	82	393	3



--- График несущей способности присоединительных болтов класса прочности 10.9
— График несущей способности ОП при радиальной силе R=0

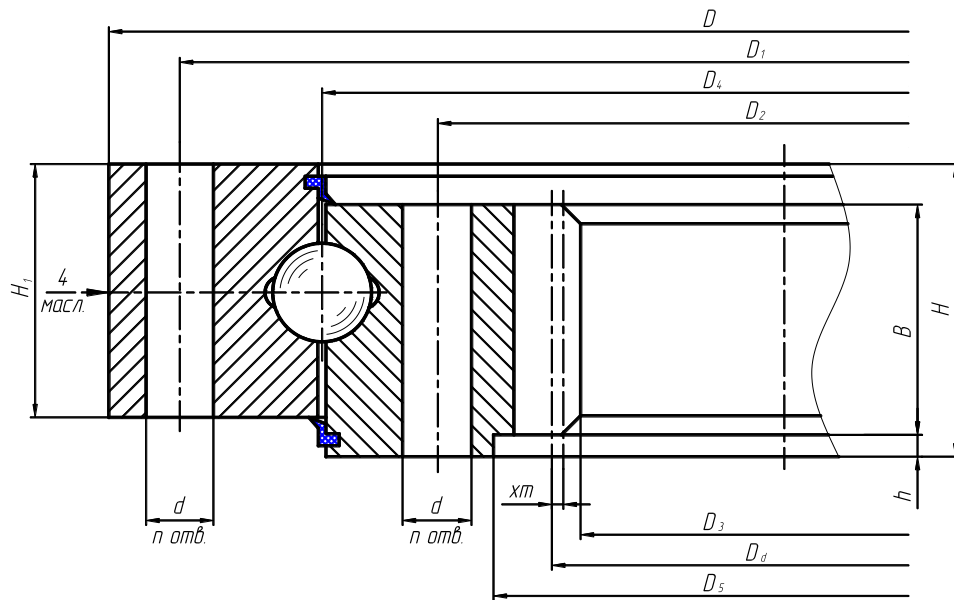
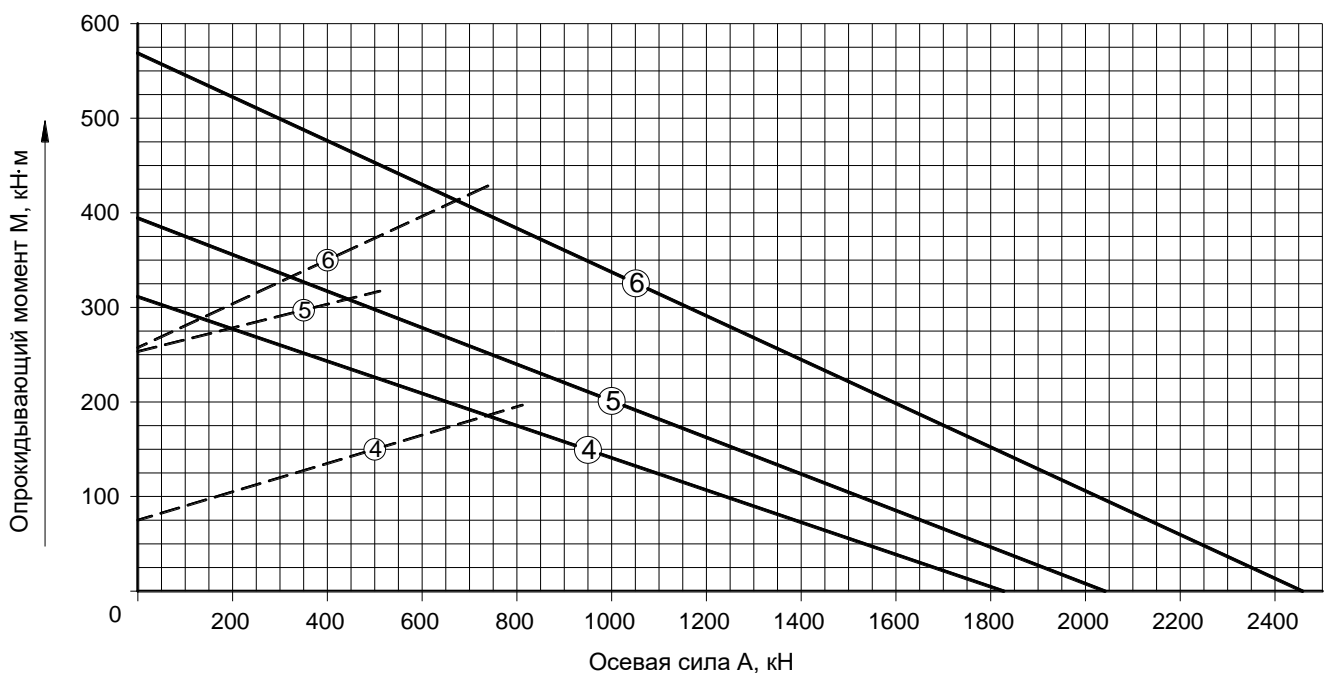


Рисунок 16 – Шариковая ОП с внутренним зацеплением
Примечание – рисунок не определяет конструкцию

Таблица 14

Размеры в миллиметрах

Обозначение ОП	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	h	H	H ₁	d	n, шт.	d _{шарика}	Параметры зубчатого зацепления					Окружное усилие на зуб, кН	P _{ном}	P _{max}	Масса, кг, не более	Номер графика
													D _d	Модуль m	Число зубьев Z	xm	B					
ОП-735.2.2.6.3.Ш У1	735	700	580	516	640	550	15	85	65	17	12	25,4	528	6	88	0	50	17	34	95	4	
ОП-800.2.2.6.3.Ш У1	800	770	660	600	715	—	—	65	56	18	36	25,4	612	6	102	0	56	19	38	93	5	
ОП-950.2.2.8.1.Ш У1	950	920	805	736	860	775	5	70	55	18	30	25,4	752	8	94	0	55	31	62	105	6	
ОП-950.2.2.8.1.Ш У1-01	950	920	805	736	860	775	5	70	55	18 M16	30	25,4	752	8	94	0	55	31	62	105	6	



--- График несущей способности присоединительных болтов класса прочности 10.9
— График несущей способности ОП при радиальной силе R=0

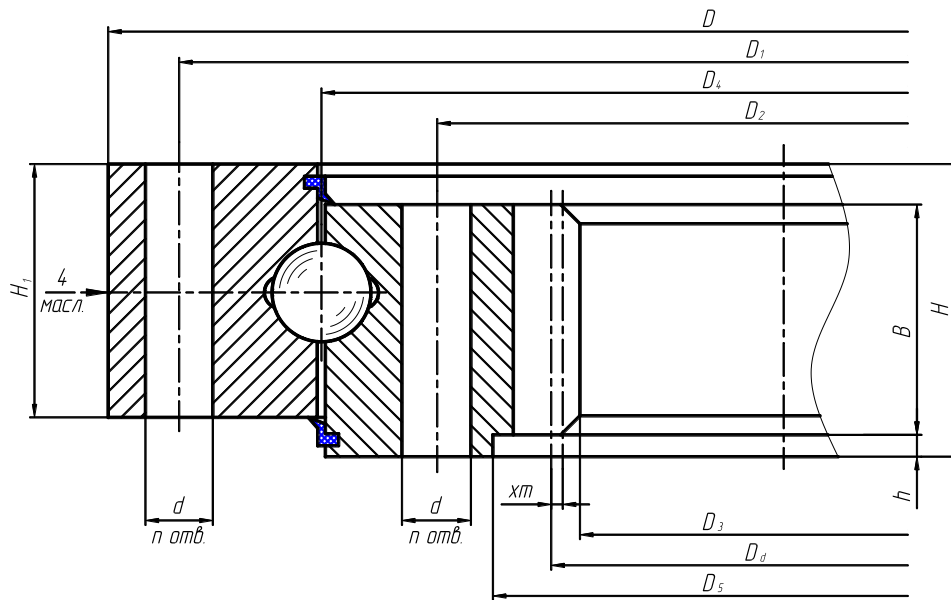
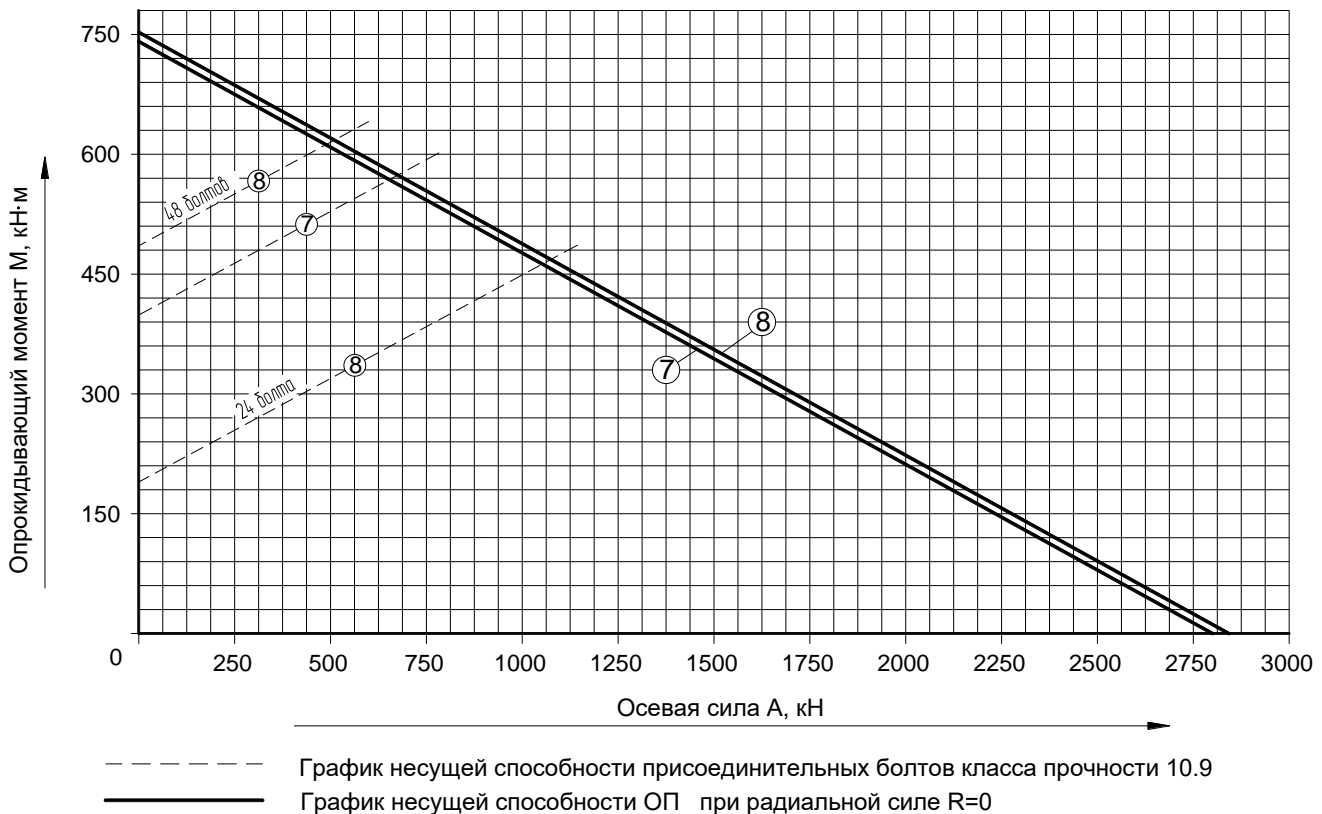


Рисунок 17 – Шариковая ОП с внутренним зацеплением
Примечание – рисунок не определяет конструкцию

Таблица 15

Размеры в миллиметрах

Обозначение ОП	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	h	H	H ₁	d	n, ШТ.	d шарика	Параметры зубчатого зацепления					Масса, кг, не более	Номер графика		
													D _d	Модуль m	Число зубьев Z	xm	B			Окружное усилие на зуб, кН	
																				P _{ном}	P _{max}
ОП-1084.2.2.8.1.Ш У1	1084	1049	935	864	990	903	0,5	73	54	17,5 M16	32 40	25,4	864	8	108	+8,0	64	36	72	140	7
ОП-1091.2.2.8.1.Ш У1	1091	1052	938	866	993	903	6	74	60	18 M16	24	25,4	864	8	108	-8,0	64	36	72	153	8
ОП-1091.2.2.8.1.Ш У1-01	1091	1052	938	866	993	903	6	74	60	18	48	25,4	864	8	108	-8,0	64	36	72	153	8



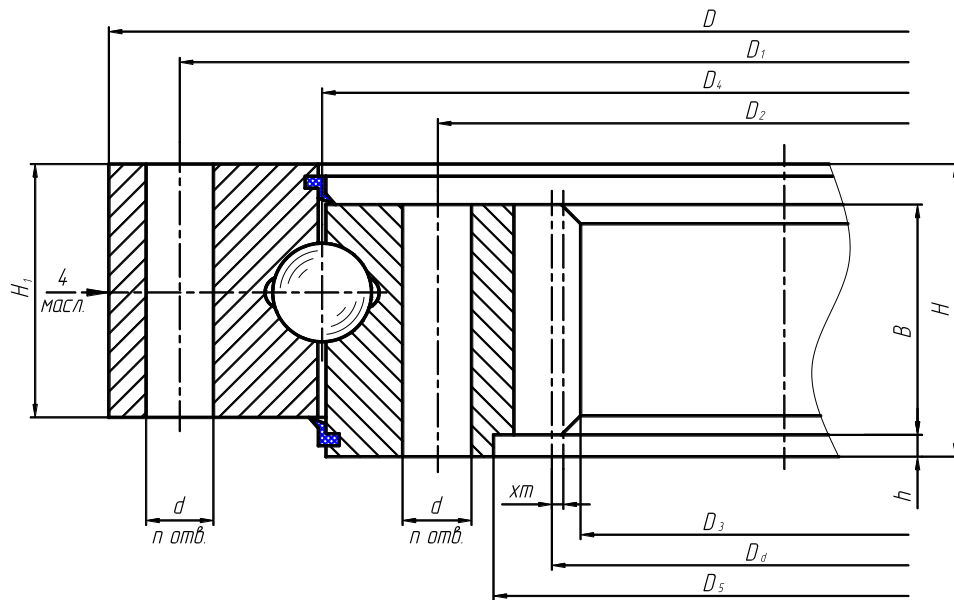
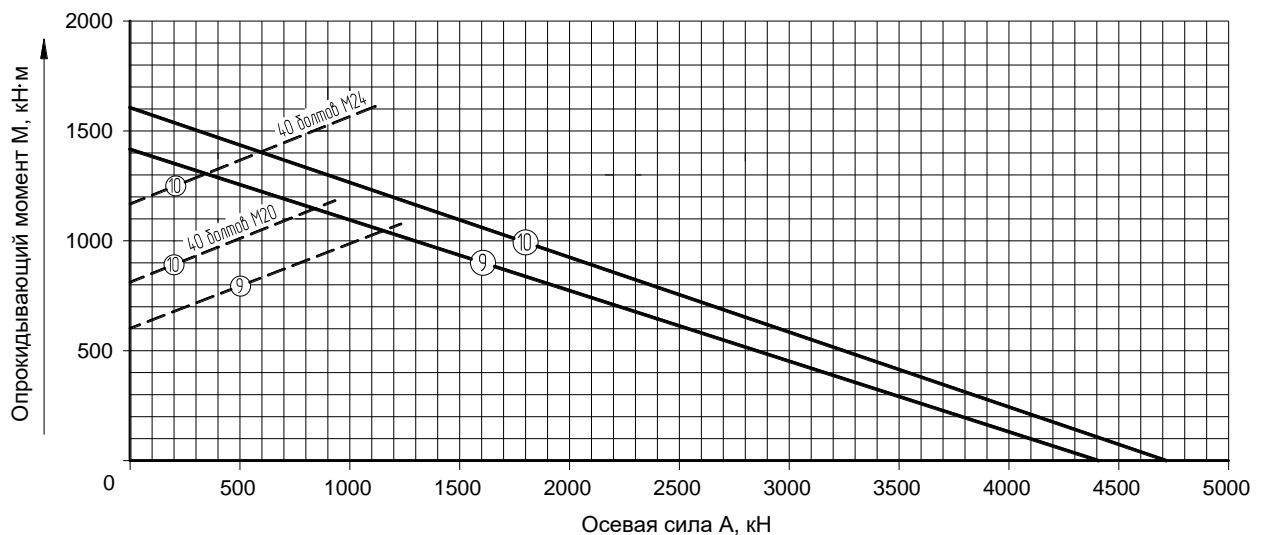


Рисунок 18 – Шариковая ОП с внутренним зацеплением
Примечание – рисунок не определяет конструкцию

Таблица 16

Размеры в миллиметрах

Обозначение ОП	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	h	H	H ₁	d	n, шт.	d _{шарика}	Параметры зубчатого зацепления					Масса, кг, не более	Номер графика		
													D _d	Модуль m	Число зубьев Z	xm	B			Окружное усилие на зуб, кН	
																				P _{ном}	P _{max}
ОП-1305.2.2.10.1.Ш У1	1305	1265	1156	1071	1200	1120	1	98	82	17,5 M16	48	35	1060	10	106	+15,5	89	63	126	243	9
ОП-1400.1.2.8.3.Ш У1	1400	1360	1195	1088	1278	-	-	95	80	26	40	35	1096	8	137	+2,4	86	38	76	348	10
ОП-1400.2.2.8.3.Ш У1	1400	1360	1195	1088	1278	-	-	95	80	22	40	35	1096	8	137	+2,4	86	31,5	63	356	10
ОП-1400.2.2.12.2.Ш У1	1400	1360	1195	1092	1278	-	-	95	80	22	40	35	1104	12	92	+3,6	86	80	160	346	10



- График несущей способности присоединительных болтов класса прочности 10.9
- График несущей способности ОП при радиальной силе R=0

Трехрядные роликовые ОП

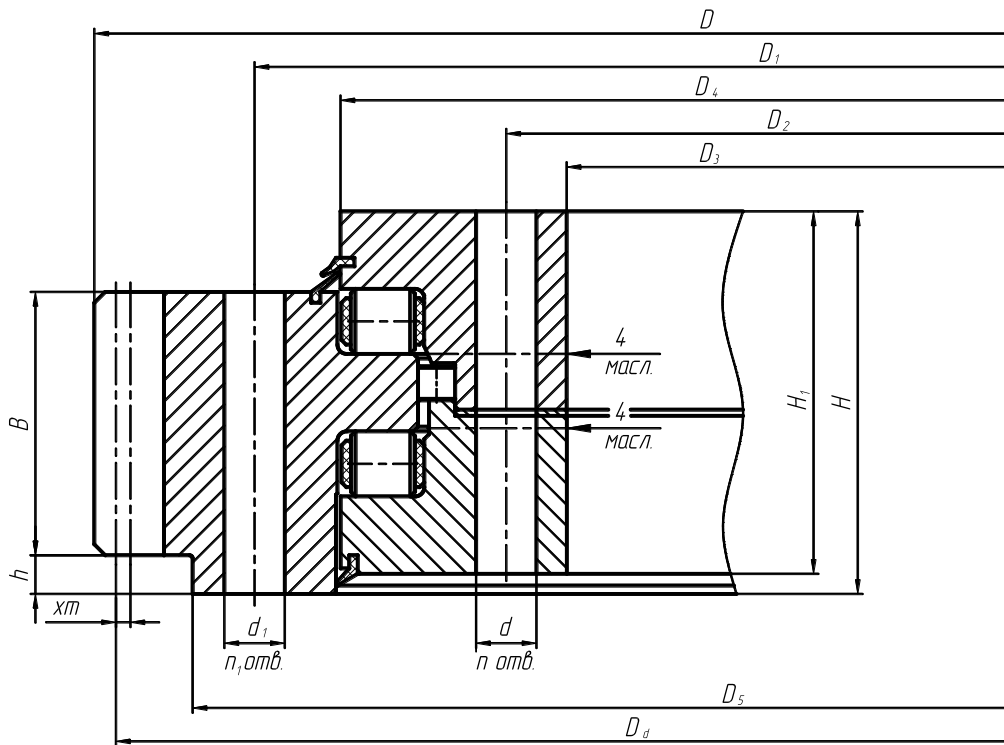
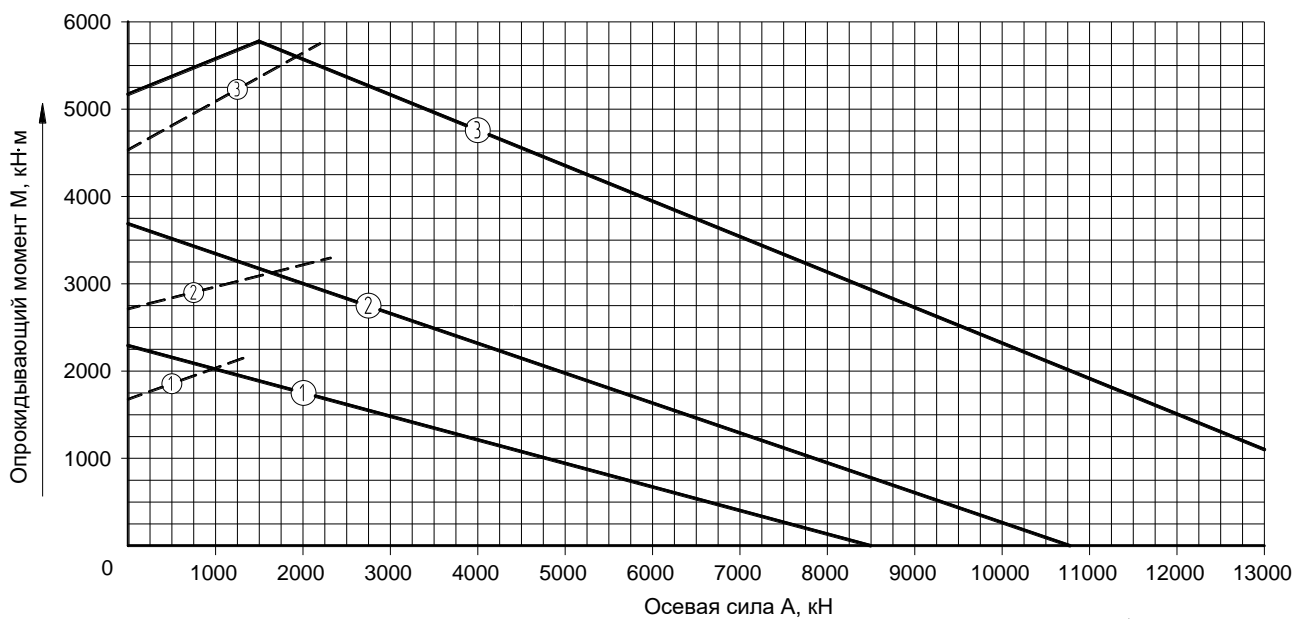


Рисунок 19 – Трехрядная роликовая ОП с внешним зацеплением
Примечание – рисунок не определяет конструкцию

Таблица 17

Размеры в миллиметрах

Обозначение ОП	D	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	h	H	H_1	d	n , шт.	d_1	n_1 , шт.	Параметры зубчатого зацепления						Масса, кг, не более	Номер графика	
														D_d	Модуль m	Число зубьев z	xm	b	Окружное усилие на зуб, кН			
																			$P_{ном}$			P_{max}
ОП-1437.1.1.12.3.Р У1	1437,6	1314	1071	1012	1218	—	—	148	138	33	40	33	40	1404	12	117	+6,0	118	64	128	663	1
ОП-1737.2.1.1.12.3.Р У1	1737,6	1608	1392	1320	1537	1860	36	147	138	M33	40	36	40	1704	12	142	+6,0	96	60	120	850	2
ОП-2028.1.1.1.12.3.Р У1	2028,6	1908	1662	1598	1852	1970	25	155	150	36	56	36	56	1992	12	166	+6,0	95	50	100	1037	3



- График несущей способности присоединительных болтов класса прочности 10.9
- График несущей способности ОП при радиальной силе $R=0$

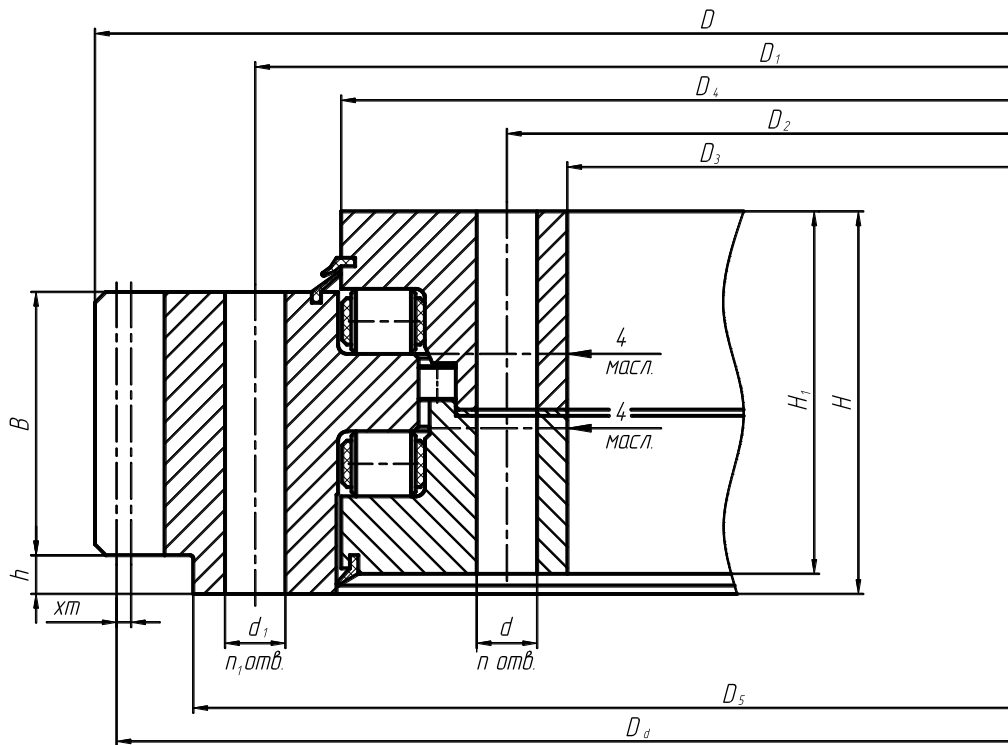
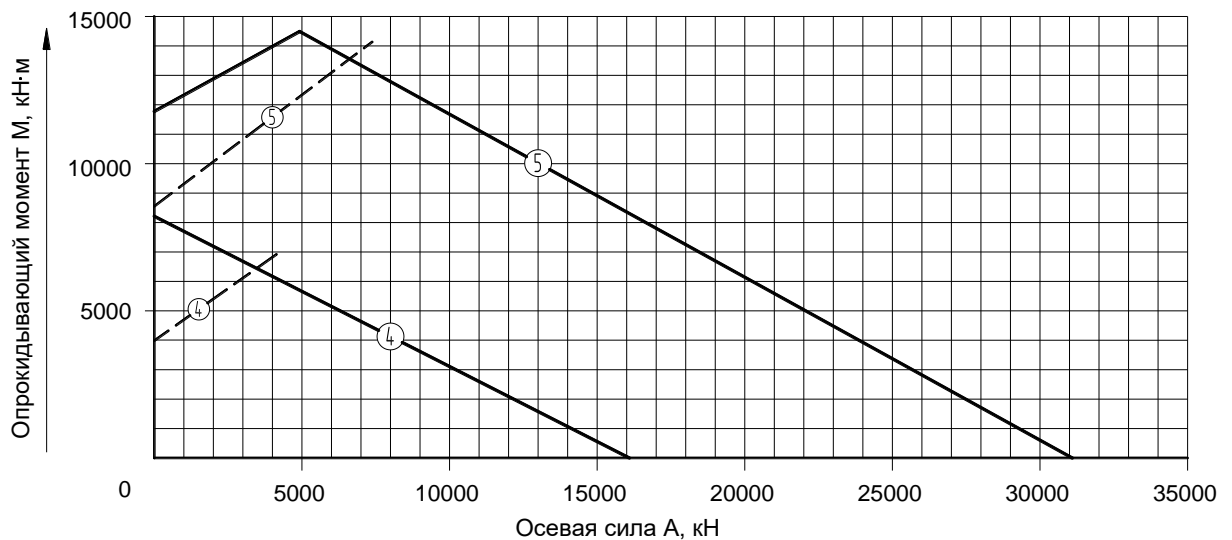


Рисунок 20 – Трехрядная роликовая ОП с внешним зацеплением
Примечание – рисунок не определяет конструкцию

Таблица 18

Размеры в миллиметрах

Обозначение ОП	D	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	h	H	H_1	d	n , шт.	d_1	n_1 , шт.	Параметры зубчатого зацепления					Масса, кг, не более	Номер графика		
														D_d	Модуль m	Число зубьев z	xm	B			Окружное усилие на зуб, кН	
																					$P_{ном}$	P_{max}
ОП-2516.1.1.18.2.Р У1	2516,4	2366	2125	2059	2280	2420	10	165	154	33	48	33	48	2466	18	137	+9,0	125	167	334	1535	4
ОП-2774.2.1.16.3.Р У1	2774,4	2600	2270	2190	2485	-	-	260	230	45	48	45	48	2752	16	172	-4,8	205	117	234	3300	5



- График несущей способности присоединительных болтов класса прочности 10.9
- График несущей способности ОП при радиальной силе $R=0$

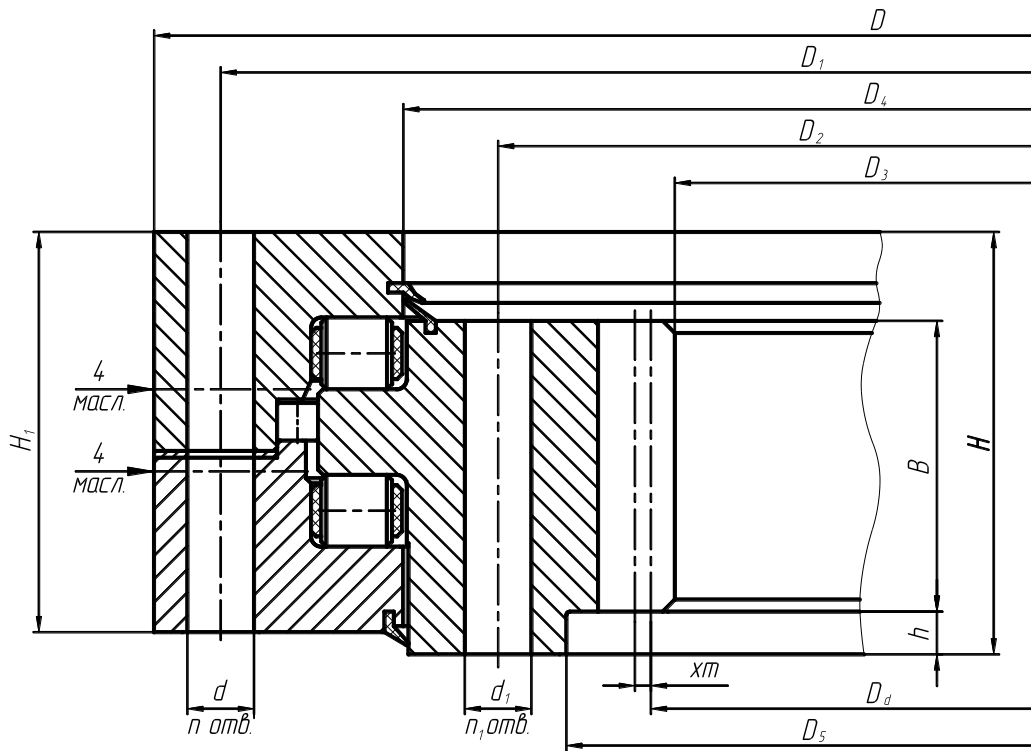
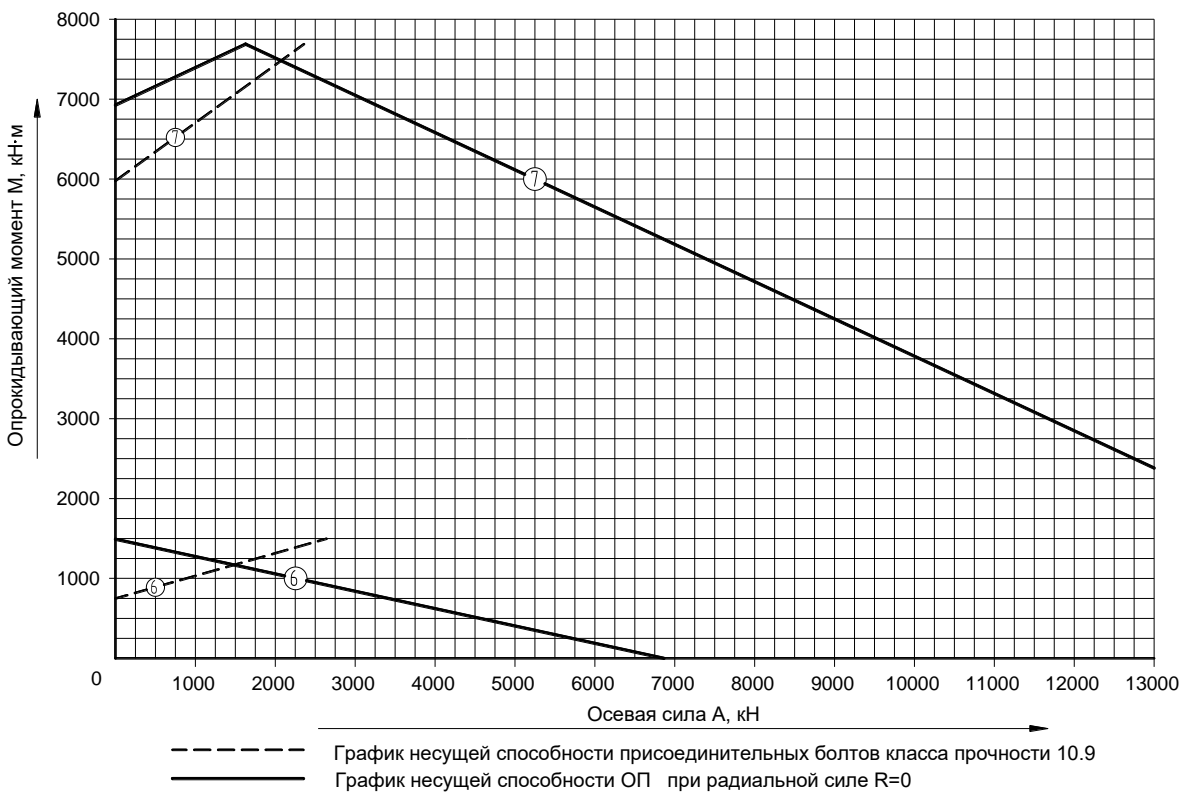


Рисунок 21 – Трехрядная роликовая ОП с внутренним зацеплением
Примечание – рисунок не определяет конструкцию

Таблица 19

Размеры в миллиметрах

Обозначение ОП	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	h	H	H ₁	d	n, шт.	d ₁	n ₁ , шт.	Параметры зубчатого зацепления					Масса, кг, не более	Номер графика		
														D _d	Модуль m	Число зубьев z	xm	B			Окружное усилие на зуб, кН	
																					P _{ном}	P _{max}
ОП-1110.1.2.10.3.Р У1	1110	1060	850	756	924	—	—	135	120	M24	36	26	36	770	10	77	+3,0	120	60	120	432	6
ОП-2245.2.2.12.3.Р У1	2245	2176	1920	1788	2015	1860	25	165	155	40	48	40	60	1800	12	150	+3,6	115	70	140	652	7



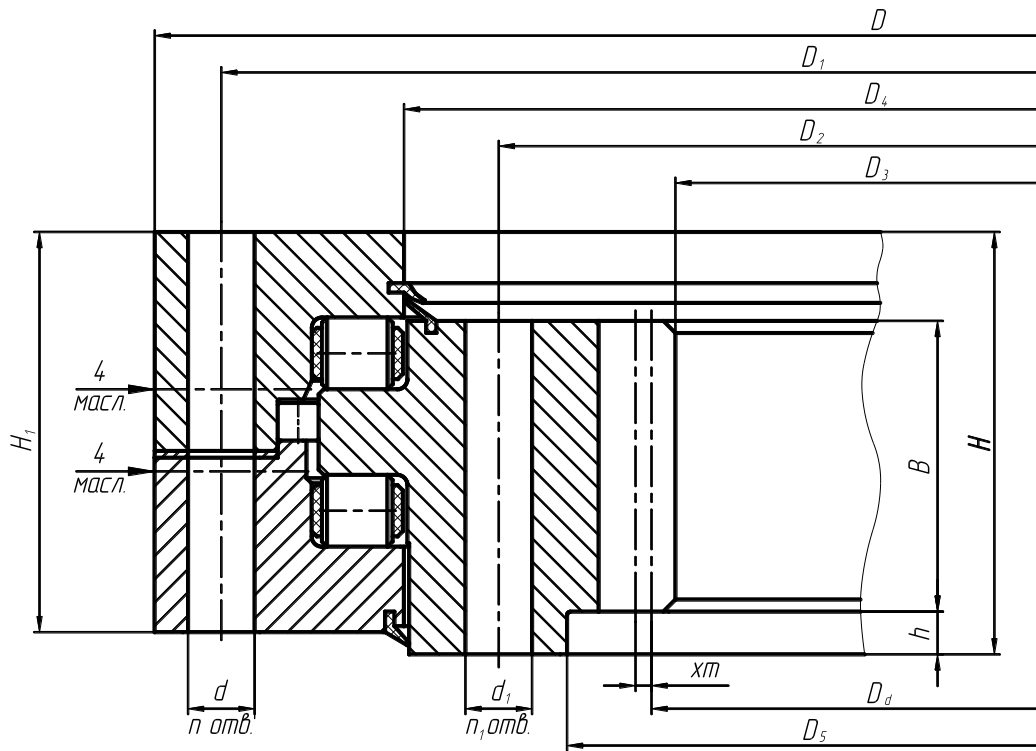
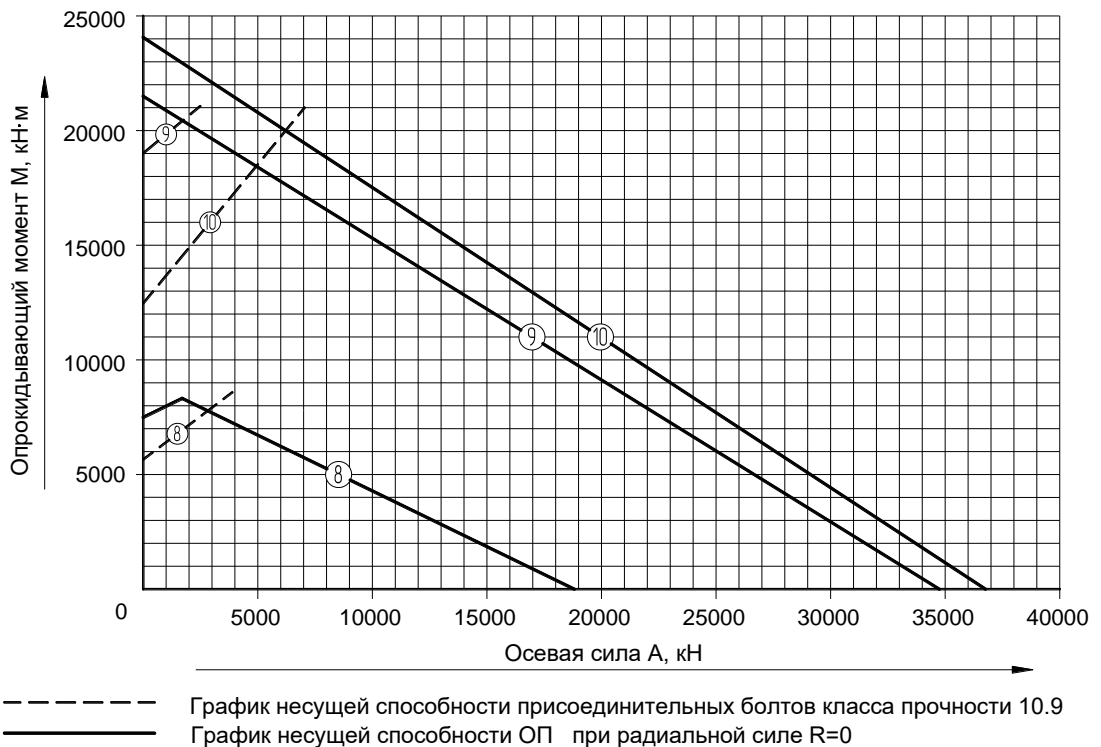


Рисунок 22 – Трехрядная роликовая ОП с внутренним зацеплением
Примечание – рисунок не определяет конструкцию

Таблица 20

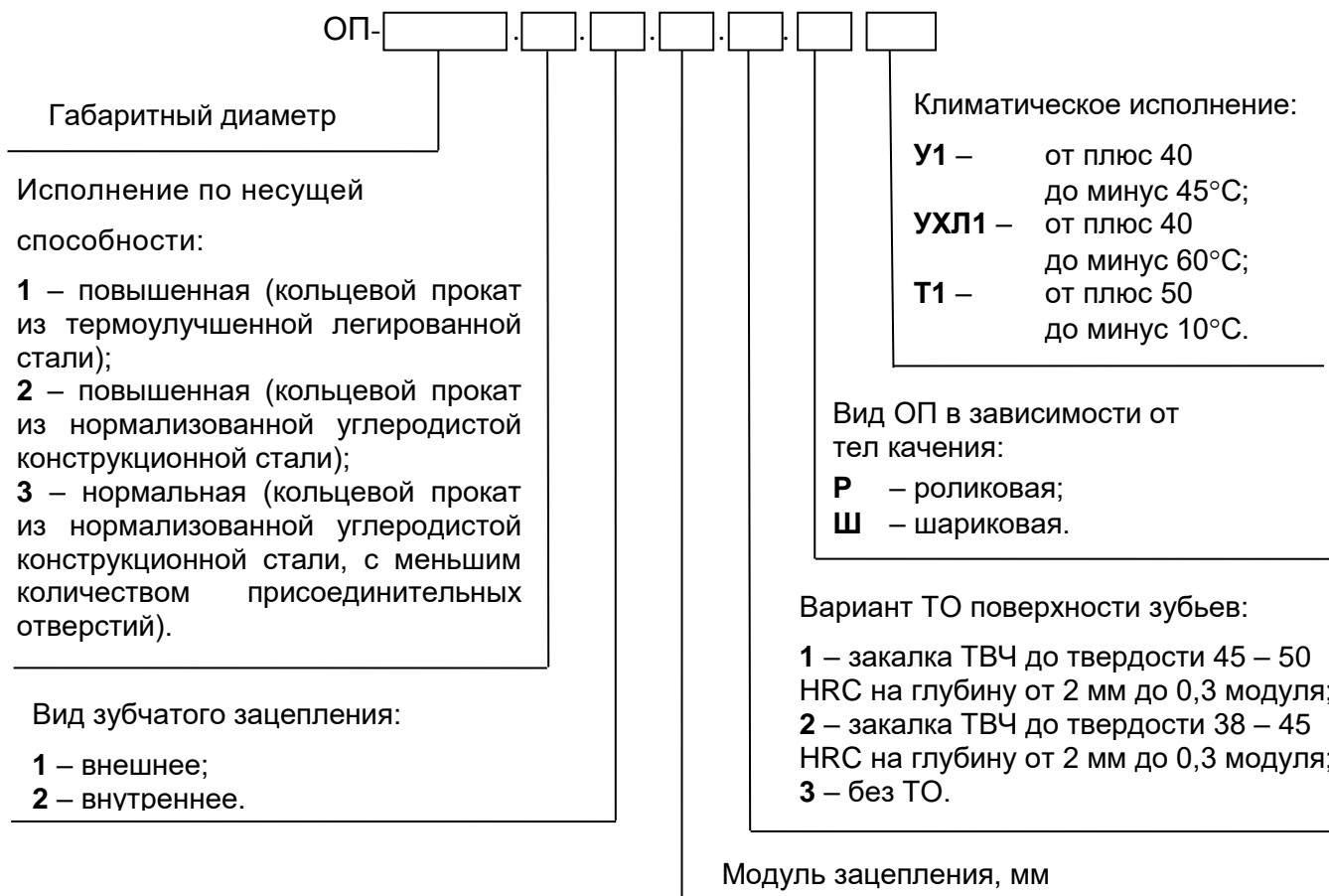
Размеры в миллиметрах

Обозначение ОП	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	h	H	H ₁	d	n, шт.	d ₁	n ₁ , шт.	Параметры зубчатого зацепления						Масса, кг, не более	Номер графика	
														D _d	Модуль m	Число зубьев z	xm	B	Окружное усилие на зуб, кН			
																			P _{ном}			P _{max}
ОП-2330.1.2.16.3.Р У1	2330	2260	2010	1837	2100	1910	5	180	160	33	64	39	54	1872	16	117	-4,2	155	133	266	1968	8
ОП-3000.2.2.20.3.Р У1	3000	2910	2480	2260	2672	2370	45	295	250	59	60	59	52	2300	20	115	0	200	165	330	4650	9
ОП-3038.1.2.20.3.Р У1	3038	2960	2635	2436	2746	2555	25	245	234	39	60	39	60	2480	20	124	-6,0	170	136	272	3625	10



Заказ ОП

Обозначение ОП имеет следующую структуру:



Например:

ОП, габаритный диаметр 1400, исполнение 2 по несущей способности, исполнение 2 по виду зацепления – внутреннее, модуль зацепления 12 мм, твердость поверхностей зубьев и впадин венца 38 – 45 HRC (вариант 2), тело качения ролик – Р, климатическое исполнение У, категория размещения 1:

ОП-1400.2.2.12.2.Р У1

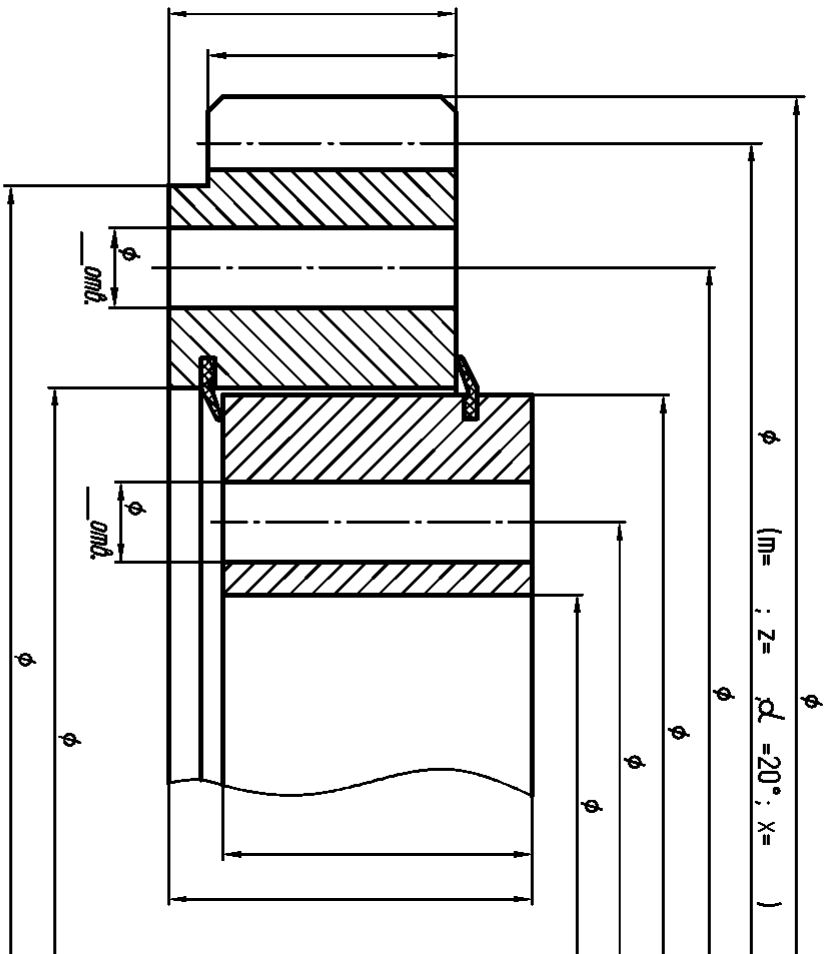
Для заказа ОП не входящей в настоящий каталог Вам необходимо заполнить и направить в адрес ООО «ИМЗ АВТОКРАН» опросный лист (см. приложения А и Б)

Пример заполнения опросного листа приведен в приложении В.

Приложение А

Опросный лист для заказа ОП с внешним зацеплением

Опросный лист
на опору поворотную с внешним зацеплением
(заполняется заказчиком)



Заказчик

_____ 2000 г.

Начальник КО ОПН
ОАО "Автокран"

_____ 2000 г.

Опрокидывающий момент M , кНм

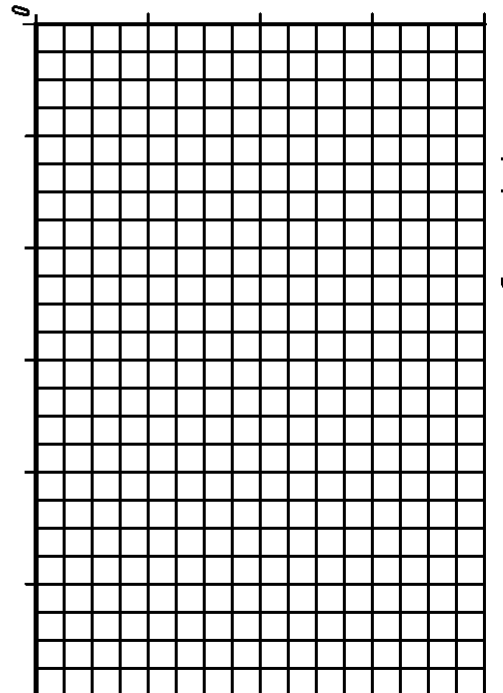


График несущей способности ОП

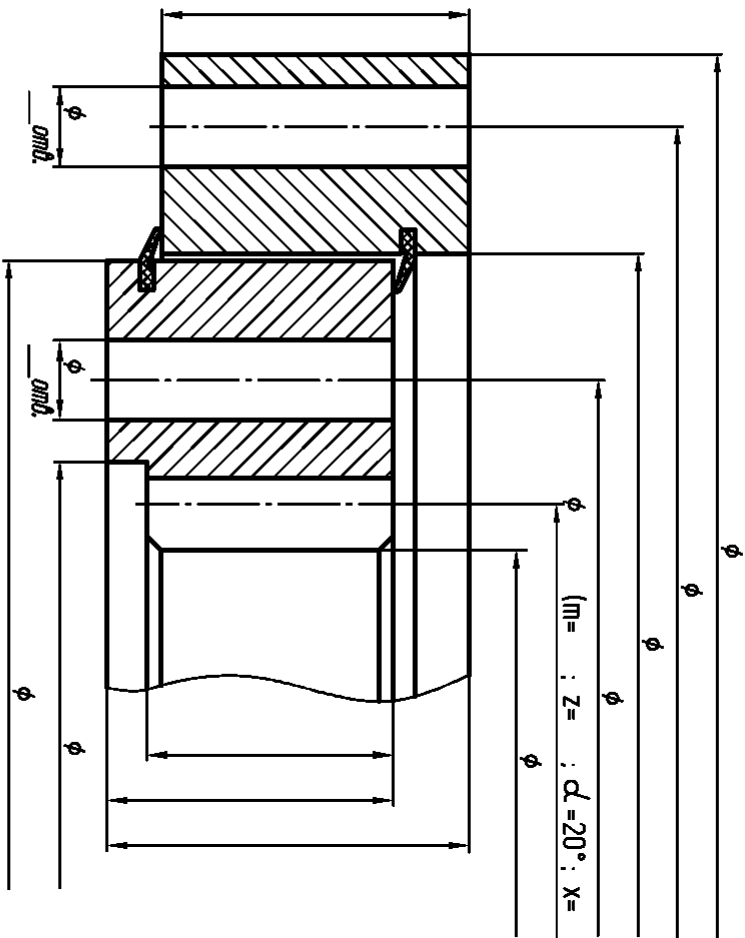
Укажите:

1. На графике несущей способности ОП координаты максимальных значений M и A при оптимальной радиальной нагрузке ($R=0$) в статике и динамике.
2. Число оборотов рабочего поворотного органа, об/мин - _____.
3. Окружные усилия (номинальные / максимальные) в зубчатом зацеплении шестерни механизма поворота и венца опоры, кН - _____ / _____.
4. Температурный режим работы ОП от минус _____ °C до плюс _____ °C.
5. Режим работы механизма поворота - _____.
6. Климатическое исполнение изделия - _____.
7. При неравномерном расположении приспособительных отверстий приложите план сверловки.

Требования к монтажу и эксплуатации

1. Непригодность опорных поверхностей металлоконструкций $0,0001 \times D_{\text{вн}} \text{ мм}$, не более.
2. Деформации металлоконструкций от действия максимальных внешних нагрузок не должны превышать $0,0005 \times D_{\text{вн}} \text{ мм}$.
3. Соединение ОП с металлоконструкцией "болт-гайка". Класс прочности приспособительных болтов _____, не ниже.
4. Смазка Литол-24 Млш 4/12-3 ГОСТ 2150-87, во время каждого ТО, но не реже чем через _____ часов работы.

Опросный лист
на опору подвормонту с внутренним зацеплением
(заполняется заказчиком)



Опрокидывающий момент М, кНм

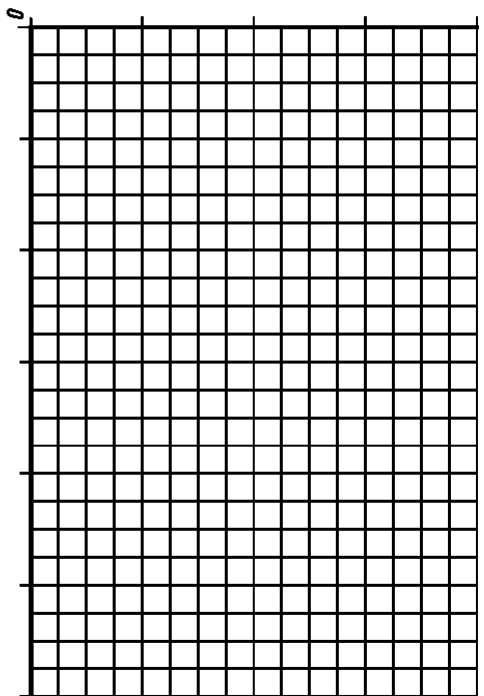


График несущей способности ОП

Укажите:

1. На графике несущей способности ОП координаты максимальных значений M и A при отсутствии радиальной нагрузки ($R=0$) в статике и динамике.
2. Число оборотов рабочего подвормонту органа, об/мин - _____.
3. Окружные усилия (номинальное / максимальное) в зубчатом зацеплении шестерни механизма подвормонту и венца опоры, кН - _____ / _____.
4. Температурный режим работы ОП от нуля _____ °C до плюс _____ °C.
5. Режим работы механизма подвормонту - _____.
6. Климатическое исполнение изделия - _____.
7. При неравномерном расположении присоединительных отверстий приложить план сферидики.

Требования к монтажу и эксплуатации

1. Неплохоскаемость опорных поверхностей мембраноконструкций 0,000А-В_{дв} мм, не более.
2. Деформации мембраноконструкций от действия максимальных внешних нагрузок не должны превышать 0,0005А_{дв} мм.
3. Соединение ОП с мембраноконструкцией "болт-гайка". Класс прочности присоединительных болтов _____, не ниже.
4. Смазка Литол-24 МЛн 4/12-3 ГОСТ 2150-87, во время каждого ТО, но не реже чем через _____ часов работы.

Заказчик

Начальник КО ОПУ
ОАО "Автомат"

200 2.

200 2.

Приложение В

Пример заполнения опросного листа

Опросный лист
на опору поворотную с внешним зацеплением
(заполняется заказчиком)

$\phi 1810$
 $\phi 1776$ ($m=12; z=148; d=20^\circ; x_m=-3,6$)
 $\phi 1700$
 $\phi 1604$
 $\phi 1505$
 $\phi 1445$

$\phi 1750$
 $\phi 1600$

п - 4 пресмеленки М10х1

Заказчик _____

Начальник КО ОПУ
ОАО "Автомат" _____

_____ 200 2.

_____ 200 2.

Опрокидывающий момент М, кНм

График несущей способности ОП

Оседая сила А, кН

Укажите:

- На графике несущей способности ОП координаты максимальных значений М и А при оптимальной рабочей нагрузке (Р=0) в столбике и дюймовке.
- Число оборотов рабочего поворотного органа, об/мин - 2,6.
- Окружные усилия (номинальное / максимальное) в зубчатом зацеплении шестерни механизма поворота и венца опоры, кН - 40 / 70.
- Температурный режим работы ОП от минус 45°С до плюс 40°С.
- Режим работы механизма поворота - легкий.
- Климатическое исполнение изделия - У1.
- При неравномерном расположении присоединительных отверстий приложите план сферидки.

Требования к монтажу и эксплуатации

- Непоказательность опорных поверхностей металлоконструкций 0,0001 мм, не более.
- Деформации металлоконструкций от действия максимальных внешних нагрузок не должны превышать 0,005 мм.
- Соединение ОП с металлоконструкцией "болт-гайка". Класс прочности присоединительных болтов _____, не ниже.
- Смазка Литол-24 или 4/12-3 ГОСТ 2150-87, до фрезки каждого ТО, но не реже чем через _____ часов работы.