Electric Drives and Controls | Hydraulics | Linear Motion and Assembly Technologies | Pneumatics | Service

Rexroth
Bosch Group

Приводная техника с зубчатыми цепями Rexroth

Зубчатые цепи Rexroth для приводных механизмов

Быстро, точно и тихо

Зубчатые цепи Rexroth для приводов

Достигнутая **передача высокой мощности** зубчатой цепью при незначительной занимаемой площади обеспечивает оптимальную реализацию многих задач. Благодаря идеально совместимой геометрии цепи и зубчатого колеса обеспечивается уменьшение интенсивности ударов звеньев, что является основой для более бесшумной работы.

Это имеет значение, в частности, для области **высоких скоростей до 50 м/с**, которые могут быть реализованы благодаря подвижным шарнирам и специальной форме пластин. При движении цепи обе профильные цапфы образуют шарнир качения. Таким образом гарантируется незначительный износ и высокий срок службы.

Цепные приводы Rexroth – решения, полные силы

В сочетании с незначительными нагрузками пуска получаем решение привода, которое отличается **равномерным, мягким и точным ходом.** Поскольку износ равномерно распределен на все звенья, все шаги увеличиваются - в отличие от роликовых цепей - равномерно, так что все звенья цепи всегда имеют одинаковое состояние. Благодаря кинематическому замыканию передача усилия осуществляется без проскальзывания и не требуется предварительного натяжения цепи. Переменная структура зубчатых цепей позволяет получить необходимые ширину и длину цепей. Это позволяет, в частности, при уменьшенном соотношении площадей или больших межосевых расстояниях получить оптимальное решение соответственно существующей нагрузке. Благодаря использованию высококачественных материалов и методов производства зубчатые цепи могут применяться также для тяжелых условий внешней среды, при **высоких температурах** или с **агрессивными средами**.

Зубчатые цепи Rexroth помогают Вам существенно повысить срок службы Вашей установки, минимизировать простои и гарантировать, таким образом, экономичное использование.

Конструкция зубчатых цепей дает много преимуществ

Зубчатая цепь - это надежное соединение прочных звеньев. В зависимости от необходимой длины и ширины она составляется из множества соединительных пластин и профильных призм. В результате имеем надежный и одновременно эластичный цепной привод, который может точно настраиваться согласно нагрузке.

Зубчатая цепь состоит из:

- Пластин
- Направляющих пластин
- Подвижных шарниров (состоят из 2 профильных призм)
- Заклепочных шайб

Структура зубчатых цепей

На рисунке показана зубчатая цепь HPC с внутренними направляющими. Зубчатая цепь состоит из нескольких структурированных звеньев. Длина цепей, т.е. количество звеньев цепи, зависит от числа зубьев зубчатых колес и межосевого расстояния. В каждом звене расположено определенное количество пластин в зависимости от ширины цепи. Соединяются эти звенья с помощью подвижного шарнира. Передача усилия и движения происходит с помощью пластин. Для соединения с подвижным шарниром каждая пластина имеет 2 отверстия. Подвижный шарнир состоит из 2 профильных призм, конструкция которых зависит от типа цепей. Обе призмы зафиксированы в пластинах. При движении шарнира – накатывании и сходе зубчатой цепи с колеса – обе профильные призмы накатываются одна на другую. При этом практически отсутствует трение скольжения.

Стандартные виды направляющих

Направляющие пластины предотвращают боковой сдвиг цепей с зубчатых колес.
На рисунке представлена зубчатая цепь с внутренними, расположенными в центре направляющими пластинами.
В зубчатом колесе находится профильный паз для направляющих пластин. Боковой зазор паза соответствует толщине пластины для стандартных зубчатых колес. На показанной зубчатой цепи с внешними направляющими пластины находятся на внешних сторонах зубчатой цепи. Такие направляющие предпочтительны, прежде всего, при узкой конструктивной ширине, так как зацепление не ослабляется направляющим пазом. Зубчатое колесо вращается между направляющими пластинами, причем минимальный зазор пакета пластин может настраиваться. Кроме того, направляющие пластины также могут быть расположены в несколько рядов в зубчатой цепи. Причем в зависимости от структуры могут быть многорядные внутренние направляющие или комбинируемые внутренние и внешние. Эти типы конструкции применяются также для достижения лучшей опоры в приводных механизмах с вертикальными валами.
В этом случае крайние опоры могут исключаться.

Внутренние направляющие

Внешние направляющие

Многорядные направляющие

Привод со специальными рабочими пластинами

Зубчатое колесо HPC для цепи с внутренней направляющей

Направляющие пластины не передают усилий при применении в медленно работающих высокомощностных приводах, и при ограниченном пространстве применяются специальные рабочие пластины, которые могут использоваться как направляющие. Эти пластины, наряду с передачей усилия, принимают участие в направлении. Пожалуйста, свяжитесь с нами, если Вы хотите получить более подробную информацию.

Зубчатая цепь и зубчатое колесо полностью согласованны

Нет места для плохих зубьев.
Зубчатые колеса с эвольвентным зацеплением являются предпосылкой надежной и длительной работы зубчатых цепей.

При применении зубчатых колес других производителей гарантия отсутствует.

Характерное эвольвентное зацепление гарантирует плавность хода цепного привода. При этом предпочтительно для высоких частот вращения использовать зубчатые колеса с большим количеством зубьев.
При выборе количества зубьев необходимо учитывать минимальное число зубьев, занимаемую площадь, включая надетую цепь и допустимый диаметр вала.
Указанный в таблицах на соответствующих страницах диаметр окружности выступов действителен только для передач с гибкой связью.
При применении зубчатых цепей без охвата нужны зубчатые колеса с особым зацеплением. Зубчатые колеса могут поставляться готовыми для монтажа и выполненными согласно техническим данным заказчика.
Они выпускаются преимущественно из стали C 45 с закаленными профилями зуба.
В частности, для литых колес предпочтительно непарное количество зубьев.
Возможны также другие металлические и неметаллические материалы.

Ширина звездочки зависит от ширины цепи и вида направляющих.

Специальные исполнения
Для дополнительного монтажа на длинных валах имеются парные зубчатые цепи.
Зацепление может быть выполнено непосредственно на валу.

Боковые и опорные шайбы
При использовании цепей без направляющих пластин в зубчатых колесах отсутствует направляющий паз. Для предотвращения бокового смещения цепей на зубчатые колеса могут устанавливаться боковые шайбы. То же может выполняться и для вертикальных валов. В нижней части зубчатых колес может устанавливаться опорная шайба большего диаметра. На выступающую кольцевую поверхность опирается кромка цепи и разгружает направляющие пластины от веса цепей.

Тайна в технологии

При классической гибкой передаче, реверсивных валах или индивидуальной конструкции привода зубчатые цепи Rexroth благодаря своей конструкции обеспечивают оптимальное использование свойств изделий.

Плавный и тихий ход
Существенным основанием для тихого хода и бесшумности является уменьшение ударов между звеньями цепи. Интенсивность ударов зависит от веса звеньев цепи и скорости ударов. По соответствующим характеристикам зубчатые цепи Rexroth намного превосходят приводы других видов.

Уровень шума по сравнению с другими приводами

при 24 м/с

при 48 м/с

Зубчатая цепь

Роликовая цепь

Конструктивные преимущества по сравнению с роликовыми цепями
На рисунках показано как основное отличие отчетливое удлинение: роликовые цепи состоят из наружных и внутренних звеньев, которые подвержены разному износу. Наружные звенья роликовой цепи занимают по сравнению с внутренними пластинами, которые подвержены сильному износу, большую делительную окружность, что ведет к неравномерному движению и неравномерной нагрузке зубчатых колес. Кроме того, вибрации ведут к повышению уровня шума.

Преимущества зубчатых цепей по сравнению с зубчатыми ремнями…

Пример: скорость мотальной машины

При самых разных нагрузках оптимальное решение – зубчатая цепь.

Этих явлений от неправильного натяжения ремней можно избежать с зубчатыми цепями:

- опасность проскальзывания
- значительно уменьшаются простои
- более высокий нагрев от трения
- повышенное потребление энергии
- уменьшенный коэффициент полезного действия, вредное влияние на продолжительно смазываемые подшипники и встроенную измерительную систему

Кроме этого, наложение усилия предварительного натяжения и рабочей нагрузки ведет к более высоким нагрузкам ремня, увеличению ширины и вместе с тем повышению уровня шума.

Переменная нагрузка

Зубчатые цепи могут одинаково передавать, в пределах их максимальной допускаемой нагрузки, разные крутящие моменты, частоты вращения. Это справедливо, в частности, для мотальных машин, универсальных шпиндельных машин и т.д.
Зубчатые ремни оптимально используются только в пределах небольшого диапазона нагрузок. Эксплуатация приводов с большими знакопеременными нагрузками или их неправильное применение приводит к значительным проблемам. Ременная передача большую часть времени затянута слишком сильно или слишком слабо, что приводит к интенсивному износу. В частности, это относится к колесам с уменьшенным зазором между впадинами зубьев.

Статическая нагрузка

Динамичная нагрузка

Предварительнное натяжение

Зубчатые цепи работают, как правило, без предварительной затяжки, исключая большую часть нагрузки на подшипники. Зубчатые ремни должны предварительно натягиваться, чтобы гарантировать надежную передачу рабочей нагрузки. Это относится в еще большей мере к клиноременным и плоским ремням.
Усилие предварительного натяжения определяется из нормальных условий. Уменьшение коэффициента трения, например, при влиянии среды должно компенсироваться в зубчатом ремне дальнейшим повышением предварительной затяжки.

Следующие преимущества зубчатых цепей Rexroth по сравнению с ремнями...

- Лучшая химическая стойкость, также при применении холодных смазочных материалов
- Простой монтаж шарниров, что уменьшает простои и не связано перерасходом деталей
- Низкая чувствительность к температурам > 85 °C и влажности, например, отсутствие набухания материала или усадки из-за влагопоглощения

...и по сравнению с другими приводными решениями

Бош Рексрот в результате продолжительных проектно-конструкторских работ смог улучшить область применения зубчатых цепей в высоком температурном диапазоне. Наши стандартные приводы могут долговечно эксплуатироваться в сочетании с оригинальными подвижными шарнирами Rexroth при внешних температурах до 120°C и значительно лучше в сравнении с большинством приводов. Кроме этого, наши зубчатые цепи и зубчатые колеса в исполнении HAT (High Temperature), в сочетании с соответствующими температуростойкими смазочными материалами, работают даже при 200°C без существенного повышения износа.

Температура использования по сравнению с другими приводами

Дальнейшее сравнение: преимущества зубчатых цепей Rexroth по сравнению...

...с другими стальными шарнирными цепями

- Высокая максимальная скорость
- Незначительный и равномерный износ
- Благоприятные передаточные отношения зубчатого зацепления
- Незначительный износ стандартных зубчатых колес
- Высокая гибкость конструктивной ширины
- Невосприимчивость к вибрации, плавный ход
- Высокий коэффициент полезного действия
- Неизменно высокое качество

...с зубчатыми колесами / приводами

- Незначительные потери при больших межосевых расстояниях
- Неизменные передаточные отношения при колебаниях температуры
- Малый уровень шума в каждой рабочей точке
- Отсутствие бокового зазора зубьев
- Высокие допуски валов
- Возможно комбинирование вращательного и линейного перемещения
- Хорошее собственное демпфирование
- В каждой рабочей точке высокий коэффициент полезного действия
- Умеренные затраты для специальных исполнений

Зубчатые цепи Rexroth – идеал гибкого соединения.

Для каждого случая – правильная концепция привода Rexroth

Rexroth – искусство оптимизации

Быстрее, сильнее, тише – только постоянный прогресс ведет к этой цели!
Развитие предшественников зубчатых цепей вплоть до оригинальной зубчатой цепи Rexroth типа HPC – это результат продолжительных совместных усилий команды техников и инженеров.
Для Вашей пользы!

Biflex

Полностью симметрично изготовленные пластины одинаково используются в отношении мощности и высокой точности для обеих сторон и направлений.

Реверсивные валы, гибкие S-образные передачи или компактные устройства – не проблема с зубчатыми цепями Rexroth!

Индивидуально – мы готовы к Вашим требованиям

Максимальная гибкость приводных зубчатых систем предоставляет простое адаптивное управление для любых нужд – от отдельной особой пластины вплоть до особой зубчатой цепи мы даем решения для Ваших установок!

Обозначение:	HPC
Шаги:	3/8“, 1/2“, 3/4“, 1 1/2“
Мин. число зубьев зубчатых колес:	3/8“ до 3/4“ 17 зубьев 1 1/2“ 19 зубьев от 1 м/с ≥ 23 зубьев
Макс. скорость:	до 50 м/с

страницы 12 – 15

Обозначение:	HDL
Шаги:	3/8“, 1/2“, 3/4“, 1“
Мин. число зубьев зубчатых колес:	17 зубьев от 1 м/с 23 зубьев
Макс. скорость:	до 40 м/с

страницы 24, 26 – 27

Обозначение:	KH
Шаги:	5/16“, 3/8“, 1/2“, 5/8“, 3/4“, 1“, 1 1/2“, 2“, 2 1/2“
Мин. число зубьев зубчатых колес:	5/16“ до 3/4“ 13 зубьев от 1“ 15 зубьев
Макс. скорость:	5/16“ до 3/4“ до 30 м/с от 1“ до 25 м/с

страницы 25, 28 – 29

Обозначение:	BIZ
Шаги:	3/8“, 1/2“, 3/4“, 1“
Мин. число зубьев зубчатых колес:	3/8“, 1/2“, 3/4“ 18 зубьев 1“ 19 зубьев ≥ 23 зубьев предпочтительно
Макс. скорость:	до 40 м/с

страницы 16 – 19

Традиция принимает инновацию

Специальные цепи всех видов и шагов создаются индивидуально по представленным запросам. Современные технологии и почти 100-летний опыт помогает реализовывать необходимую конфигурацию.

страницы 20 – 23

Зубчатые цепные приводы HPC

Отвечая самым высоким требованиям, новое поколение зубчатых цепей Rexroth с подвижными шарнирами качения быстрее, точнее и тише, чем все другие виды зубчатых цепей.

Зубчатая цепь серии HPC
Модернизация конструктивного ряда HDL объединяет существующие свойства с новыми, дополнительными преимуществами.

- Повышение плавности хода и бесшумности
- Уменьшение трения скольжения подвижного шарнира с увеличением коэффицента полезного действия
- Более высокая допустимая нагрузка при меньшей ширине зубчатого колеса
- Более высокая износостойкость и меньшее удлинение
- Максимальная скорость до 50 м/с

Сильнее, быстрее, тише!

Повышение мощности на 60%!

- Более высокая динамическая прочность, усиление поперечного сечения пластин
- Клиновидные поперечные сечения шарнира гарантируют стабильное положение в отверстии пластины и предотвращают приводящие к износу перемещения
- Компактный профиль сечения повышает прочность при срезе и изгибе звеньев

Оптимизация формы пластин

Оптимизация кинематики шарниров

Расчетные формулы

$$P = \frac{M \cdot n}{9550}$$

$$v = \frac{Z \cdot p \cdot n}{60000} \leq 50 \text{ м/с}$$

Где:

P = мощность в кВт
M = крутящий момент в Нм
n = частота вращения в 1/мин
v = скорость в м/с
Z = число зубьев
p = шаг в мм

Указание: крутящий момент M и частота вращения n должны относиться к зубчатому колесу с числом зубьев Z!

При максимальной скорости коэффициент динамической нагрузки необходимо выбирать по фактическому моменту. В общем случае достаточным является значение k = 1.

Шаг 1:

$$F_{Berf}{}^{*} \geq \frac{P \cdot k}{v} \cdot S_{min}$$

Шаг 2:

$$F_{Berf} \geq \left(\frac{P \cdot k}{v} + G \cdot v^2 \cdot 10^{-3}\right) \cdot S_{min}$$

Где:

F_{Berf} = расчетная предельная нагрузка в кН
P = мощность в кВт
k = коэффициент динамической нагрузки из таблицы
v = скорость в м/с
G = вес зубчатой цепи в кг/м
S_{min} = зависимый от типа и применения динамичный запас прочности HPC = 8...10

Контрольные цифры коэффициента динамической нагрузки

Нагрузка	Приводы		
	Привод с мягким пуском	Электро-двига-тель	Поршне-вая машина
Равно-мерная	1,0	1,2	1,5
Нагрузка с толчками	1,3	1,5	2,0
Сильные удары	≥ 1,7	≥ 2,0	≥ 2,5

Расчет необходимой предельной нагрузки:

1. Предварительный расчет по шагу 1.
2. Выбор зубчатой цепи из таблицы на странице 14.
3. Поверочный расчет согласно шагу 2 и при необходимости новый выбор.

Зубчатые цепи HPC

Шаг p	Заказной номер	RZ	Ном. ширина b_n	Рабочая ширина b_a	Общая ширина b_g	Расчетная пред. нагрузка [кг/м]	Масса	Ширина зуб. колеса b	H	o	s	t
3/8“ = 9,525 мм	HPC 015 A	10	15	12,5	19,9	25,4	1,0	11,5	11,3	6,8	1,5	2,0
	HPC 020 A	13	20	17,2	24,5	30,1	1,2	16,0				
	HPC 025	17	25	26,6	30,8	39,3	1,5	30,0				
	HPC 030	21	30	32,9	37,1	48,6	1,8	35,0				
	HPC 040	25	40	39,1	43,3	57,9	2,2	45,0				
	HPC 050	33	50	51,6	55,8	76,4	2,9	55,0				
	HPC 065	41	65	64,2	68,4	94,9	3,6	70,0				
1/2“ = 12,7 мм	HPC 315 A	10	15	12,5	21,7	27,9	1,2	11,5	15,2	9,0	1,5	2,5
	HPC 320 A	13	20	17,2	26,3	34,1	1,6	16,0				
	HPC 325	17	25	26,6	32,6	52,7	2,0	30,0				
	HPC 330	21	30	32,9	38,9	65,1	2,4	35,0				
	HPC 340	25	40	39,1	45,1	77,5	2,9	45,0				
	HPC 350	33	50	51,6	57,6	102,3	3,8	55,0				
	HPC 365	41	65	64,2	70,2	127,2	4,7	70,0				
	HPC 375	49	75	76,7	82,7	152,0	5,6	80,0				
	HPC 3100	65	100	101,7	107,7	201,6	7,5	105,0				
	HPC 3125	81	125	126,8	132,8	251,3	9,3	130,0				
	HPC 3150	97	150	151,8	157,8	300,9	11,1	155,0				
3/4“ = 19,05 мм	HPC 520	9	20	18,7	25,7	55,4	2,1	25,0	22,5	13,5	2,0	3,5
	HPC 525	13	25	27,0	34,0	80,1	3,0	30,0				
	HPC 530 A	15	30	27,0	38,2	80,1	3,6	26,0				
	HPC 535	17	35	35,4	42,4	104,7	3,9	40,0				
	HPC 540	21	40	43,7	50,7	129,4	4,9	50,0				
	HPC 550	25	50	52,0	59,0	154,0	5,8	55,0				
	HPC 565	33	65	68,6	75,6	203,3	7,6	75,0				
	HPC 585	41	85	85,3	92,3	252,6	9,5	90,0				
	HPC 5100	49	100	101,9	108,9	301,9	11,4	105,0				
	HPC 5125	61	125	126,9	133,9	375,9	14,1	130,0				
	HPC 5150	73	150	151,8	158,8	449,8	16,9	155,0				
	HPC 5200	97	200	201,8	208,8	597,7	22,5	205,0				
1 1/2“ = 38,1 мм	HPC 840	13	40	40,4	52,4	232,0	9,0	50,0	45,0	27,0	3,0	6,0
	HPC 850	17	50	52,8	64,8	303,4	11,8	60,0				
	HPC 865	21	65	65,2	77,2	374,8	14,6	75,0				
	HPC 875	25	75	77,6	89,6	446,2	17,4	85,0				
	HPC 8100	33	100	102,5	114,5	589,0	22,9	110,0				
	HPC 8125	41	125	127,3	139,3	731,8	28,5	135,0				
	HPC 8150	49	150	152,1	164,1	874,6	34,1	160,0				
	HPC 8200	65	200	201,8	213,8	1160,2	45,2	210,0				

Размеры в мм – предельная нагрузка в кН – RZ = кол-во пластин на одном шарнире – другие шаги и ширина по требованию.

- Зубчатые цепи HPC поставляются, если не требуется иначе, разомкнутыми и со шплинтами.
- Число звеньев в бесконечных цепях следует округлять до четного числа, чтобы избежать переходных звеньев.
- Нечетное число звеньев допустимо, если концы цепи не соединяются между собой.

Зубчатые колеса HPC

Мин. число зубьев:

3/8“ до 3/4“ = 17 зубьев
1 1/2“ = 19 зубьев
с 1 м/с ≥ = 23 зуба

Диаметр вершин зубьев d_k

Число зубьев z	3/8”	1/2“	3/4“	1 1/2“
17	46,3	61,5	92,7	–
18	49,5	65,7	98,9	–
19	52,6	69,9	105,1	210,4
20	55,7	74,0	111,4	222,8
21	58,8	78,2	117,6	235,2
22	61,9	82,3	123,8	247,5
23	65,0	86,4	129,9	259,9
24	68,1	90,5	136,1	272,2
25	71,1	94,7	142,3	284,5
26	74,2	98,8	148,4	296,8
27	77,3	102,9	154,6	309,0
28	80,4	107,0	160,7	321,3
29	83,4	111,1	166,8	333,6
30	86,5	115,1	173,0	345,8
31	89,6	119,2	179,1	358,1
33	95,7	127,4	191,3	382,5
35	101,8	135,6	203,6	407,0
37	107,9	143,7	215,8	431,4
39	114,0	151,9	228,0	455,8
41	120,1	160,0	240,2	480,2
43	126,2	168,1	252,4	504,5
45	132,3	176,2	264,6	528,9
47	138,4	184,4	276,8	553,2
49	144,5	192,5	288,9	577,6
51	150,6	200,6	301,1	601,9
55	162,7	216,8	325,5	650,6
60	177,9	237,1	355,9	711,4
70	208,3	277,6	416,6	832,9
80	238,7	318,1	477,4	954,4
90	269,1	358,6	538,1	1075,8
100	299,4	399,1	598,8	1197,2
110	329,8	439,6	659,5	1318,6
120	360,1	480,0	720,2	1439,9
130	390,4	520,5	780,9	1561,3
140	420,8	560,9	841,5	1682,6
150	451,1	601,4	902,2	1803,9

Размеры в миллиметрах – промежуточные значения интерполируются

Направляющий паз и профиль

Шаг p	3/8“	1/2“	3/4“	1 1/2“
g	4,0	4,0	5,0	9,0
f	3,0	3,0	4,0	6,0
h_1	5,5	7,0	11,0	22,0
m	4,0	5,0	8,0	16,0
r	2,0	2,0	3,0	4,0
c	0,5	0,5	0,5	1,5

Наружный диаметр зубчатого колеса с установленной зубчатой цепью определяется через диаметр делительной окружности:

Диаметр делительной окружности:

$$d_0 = \frac{p}{\sin(180\,°/z)}$$

Максимал. диаметр с зубчатой цепью

$$D_{max} = d_0 + 2 \cdot (H\text{-}o)$$

Зубчатые цепные приводы Biflex

Максимальная гибкость – симметрично сцепленные двусторонние пластины могут равноценно применяться с одинаковым усилием и высокой точностью для обоих направлений. Идеальное решение при знакопеременном вращении или для приводов с большим количеством валов.

Больше свободы с зубчатыми цепями BIFLEX
Пластины BIFLEX имеют полностью симметричную форму и обеспечивают полноценное соединение путем кинематического замыкания с зубчатыми колесами на обеих сторонах.

- Как привод для реверсивных валов
- Как привод с несколькими валами и изгибами S-формы
- Как альтернатива при отсутствии места для натяжения зубчатой цепи – зацепление колес натяжного устройства возможно с обеих сторон
- Как привод с цевочным принципом

Гибкий с двух сторон

Сбалансированная комбинация
На базе надежной технологии HDL эта зубчатая цепь сохраняет ее преимущества.

- Применение такого же профильного шарнира, как и у типа HDL.
- Симметричная установка призм шарнира. При вытянутой зубчатой цепи они занимают центральное промежуточное положение и допускают вследствие этого одинаковое движение в обоих направлениях.
- При прямой установке в шарнире есть продольный осевой зазор, т.е. звенья цепи можно сдвигать. Тем не менее, это необходимое для функционирования свойство не появляется на практике из-за отсутствия сжимающих сил.

Расчетные формулы

$$P = \frac{M \cdot n}{9550}$$

$$v = \frac{Z \cdot p \cdot n}{60000} \leq 40 \text{ м/с}$$

Где:
P = мощность в кВт
M = крутящий момент в Нм
n = частота вращения в 1/мин
v = скорость в м/с
Z = число зубьев
p = шаг в мм

Указание: крутящий момент M и частота вращения n должны относиться к тому же зубчатому колесу с числом зубьев Z!

Шаг 1:

$$F_{Berf}{}^{*} \geq \frac{P \cdot k}{v} \cdot S_{min}$$

Шаг 2:

$$F_{Berf} \geq \left(\frac{P \cdot k}{v} + G \cdot v^2 \cdot 10^{-3}\right) \cdot S_{min}$$

Где:
F_{Berf} = расчетная предельная нагрузка в кН
P = мощность в кВт
k = коэффициент динамической нагрузки из таблицы
v = скорость в м/с
G = вес зубчатой цепи в кг/м
S_{min} = зависимый от типа и применения динамичный запас прочности BIFLEX = 8...10

При максимальной скорости коэффициент для учета динамической нагрузки необходимо выбирать по фактическому моменту. В общем случае достаточным является значение k = 1.

Контрольные цифры коэффициента динамической нагрузки

Нагрузка	Приводы		
	Привод с мягким пуском	Электро-двига-тель	Поршне-вая машина
Равно-мерная	1,0	1,2	1,5
Нагрузка с толчками	1,3	1,5	2,0
Сильные удары	≥ 1,7	≥ 2,0	≥ 2,5

Расчет необходимой предельной нагрузки:
1. Предварительный расчет по шагу 1.
2. Выбор зубчатой цепи из таблицы на странице 14.
3. Поверочный расчет согласно шагу 2 и при необходимости новый выбор.

Зубчатые цепи Biflex

Шаг p	Заказной номер	RZ	Ном. ширина b_n	Рабочая ширина b_a	Общая ширина b_g	Расчетная пред. нагрузка [кг/м]	Масса	Ширина зуб. колеса b	H	o	s	t
3/8“ = 9,525 мм	BIZ 015 A	10	15	12,5	19,9	16,4	0,9	11,5	14,0	7,0	1,5	2,0
	BIZ 020 A	13	20	17,2	24,5	20,1	1,2	16,0				
	BIZ 025	17	25	26,6	30,8	31,0	1,4	30,0				
	BIZ 030	21	30	32,9	37,1	38,3	1,8	35,0				
	BIZ 040	25	40	39,1	43,3	45,6	2,1	45,0				
	BIZ 050	33	50	51,6	55,8	60,3	2,8	55,0				
	BIZ 065	41	65	64,2	68,4	74,9	3,5	70,0				
1/2“ = 12,7 мм	BIZ 315 A	10	15	12,5	21,3	27,9	1,2	11,5	18,0	9,0	1,5	2,5
	BIZ 320 A	13	20	17,2	25,9	34,1	1,6	16,0				
	BIZ 325	17	25	26,6	32,2	52,7	1,9	30,0				
	BIZ 330	21	30	32,9	38,5	65,1	2,4	35,0				
	BIZ 340	25	40	39,1	44,7	77,5	2,8	45,0				
	BIZ 350	33	50	51,6	57,2	102,3	3,7	55,0				
	BIZ 365	41	65	64,2	69,8	127,2	4,6	70,0				
	BIZ 375	49	75	76,7	82,3	152,0	5,5	80,0				
	BIZ 380	53	80	82,9	88,5	164,4	5,9	85,0				
	BIZ 3100	65	100	101,7	107,3	201,6	7,3	105,0				
	BIZ 3125	81	125	126,8	132,4	251,3	9,1	130,0				
	BIZ 3150	97	150	151,8	157,4	300,9	10,9	155,0				
3/4“ = 19,05 мм	BIZ 530 A	15	30	27,0	38,2	77,3	3,5	26,0	27,0	13,5	2,0	3,5
	BIZ 535	17	35	35,4	42,4	101,1	3,8	40,0				
	BIZ 550	25	50	52,0	59,0	148,7	5,6	55,0				
	BIZ 565	33	65	68,6	75,6	196,3	7,4	75,0				
	BIZ 585	41	85	85,3	92,3	243,9	9,2	90,0				
	BIZ 590	45	90	93,6	100,6	267,7	10,1	100,0				
	BIZ 5100	49	100	101,9	108,9	291,5	11,0	105,0				
	BIZ 5125	61	125	126,9	133,9	362,9	13,7	130,0				
	BIZ 5135	65	135	135,2	142,2	386,7	14,6	140,0				
	BIZ 5150	73	150	151,8	158,8	434,3	16,4	155,0				
	BIZ 5200	97	200	201,8	208,8	577,1	21,8	205,0				
1“ = 25,4 мм	BIZ 640	13	40	40,2	48,2	151,9	5,8	45,0	36,0	18,0	3,0	6,0
	BIZ 650	17	50	52,6	60,6	198,6	7,6	55,0				
	BIZ 665	21	65	65,0	73,0	245,4	9,4	70,0				
	BIZ 675	25	75	77,4	85,4	292,1	11,2	80,0				
	BIZ 6100	33	100	102,1	110,1	385,6	14,8	105,0				
	BIZ 6125	41	125	126,9	134,9	479,1	18,4	130,0				
	BIZ 6150	49	150	151,7	159,7	572,6	22,0	155,0				
	BIZ 6200	65	200	201,2	209,2	759,6	29,2	205,0				

Размеры в мм – предельная нагрузка в кН – RZ = кол-во пластин на одном шарнире – другие шаги и ширина по требованию.

- Зубчатые цепи Biflex поставляются, если не требуется иначе, разомкнутыми и со шплинтами.
- Число звеньев в бесконечных цепях следует округлять до четного числа, чтобы избежать переходных звеньев.
- Нечетное число звеньев допустимо, если концы цепи не соединяются между собой.

Зубчатые колеса Biflex

Мин. число зубьев:
3/8“, 1/2“, 3/4“ = 18 зуба
1“ = 19 зуба
Z ≥ 23 предпочтительно.

Меньшие числа зубьев только для колес с передачей крутящего момента при скорости до v = 1 м/с.

Диаметр вершин зубьев d_k

Число зубьев z	3/8“	1/2“	3/4“	1“
18	49,0	65,3	98,3	–
19	52,1	69,5	104,5	139,4
20	55,2	73,6	110,7	147,6
21	58,3	77,7	116,9	155,8
22	61,4	81,8	123,0	164,0
23	64,5	85,9	129,2	172,2
24	67,5	90,0	135,3	180,4
25	70,6	94,1	141,5	188,6
26	73,7	98,2	147,6	196,8
27	76,7	102,3	153,7	204,9
28	79,8	106,4	159,8	213,1
29	82,9	110,5	166,0	221,3
30	85,9	114,6	172,1	229,4
31	89,0	118,7	178,2	237,6
33	95,1	126,8	190,4	253,6
35	101,2	134,9	202,6	270,1
37	107,3	143,1	214,8	286,4
39	113,4	151,2	227,0	302,6
41	119,5	159,3	239,2	318,9
43	125,6	167,5	251,3	335,1
45	131,7	175,6	263,5	351,3
47	137,8	183,7	275,7	367,6
49	143,9	191,8	287,8	383,8
51	149,9	199,9	300,0	400,0
55	162,1	216,1	324,3	432,4
60	177,3	236,4	354,7	472,9
70	207,7	276,9	415,4	553,9
80	238,0	317,4	476,2	634,9
90	268,4	357,9	536,9	715,8
100	298,7	398,3	597,5	796,7
110	329,1	438,8	658,2	877,6
120	359,4	479,2	718,9	958,5
130	389,8	519,7	779,6	1039,4
140	420,1	560,1	840,2	1120,3
150	450,4	600,6	900,9	1201,2

Размеры в миллиметрах – промежуточные значения интерполируются

Направляющий паз и профиль

Шаг p	3/8“	1/2“	3/4“	1“
g	4,0	4,0	5,0	8,0
f	3,0	3,0	4,0	6,0
h_1	5,5	7,0	11,0	14,0
m	4,0	5,0	8,0	9,0
r	2,0	2,0	3,0	3,0
c	0,5	0,5	0,5	1,0

Наружный диаметр зубчатого колеса с установленной зубчатой цепью определяется через диаметр делительной окружности:

Диаметр делительной окружности:

$$d_0 = \frac{p}{\sin(180\,°/z)}$$

Максимал. диаметр с зубчатой цепью

$$D_{max} = d_0 + 2 \cdot (H\text{-}o)$$

Особенные решения с особенными вариантами

Особые компоненты

- Простая интеграция специальных пластин.
- Простое соединение других частей с помощью особых пластин или адаптеров.

Специальные исполнения

- Из нержавеющей стали
- Со специальной обработкой поверхности
- Для применения в чистых помещениях
- Специальные шарниры для нежестких зубчатых цепей

Особенные решения для особенных заданий

Особые применения

Применяется как привод рольганга

- Экономически целесообразный групповой привод
- Равномерное синхронное движение
- Отсутствие мертвого хода при реверсировании
- Малошумность и при высокой скорости
- Малый износ за счет оптимального охвата

Применяется как внешний зубчатый венец

- Более экономичный, чем фрезерованый зубчатый венец
- Возможны большие передаточные отношения повышающей передачи
- Возможно вращательное движение или колебания в плоскости вращения

Применяется как зажимной привод и привод роботов

- Точное синхронное движение
- Высокая допускаемая нагрузка при незначительной ширине
- Надежная защита от проскальзывания благодаря оптимальной глубине зацепления

Применяется как упругая муфта

- Высокая упругость
- Быстрое расцепление раскрытием замка или осевым сдвигом в закрытом состоянии
- Допускается отклонение по углу до 1° и радиальный сдвиг валов до 2%

Особенные решения для особенного применения

Специальные конструкции - если не подходят стандартные решения

Компактные цепи типа CC

- Звенья цепи из блоков пластин с наибольшим пределом прочности
- Зубчатые колеса с эвольвентным зацеплением в специальном исполнении
- Для тихоходной машины с максимальной удельной мощностью
- Поставляются во всех размерах и типах с шагами от 3/8“ по 2 1/2“ и специальными шагами до 5“
- Также с призмами шарнира типа HPC или роликами.

Тяговая цепь

- Высокие тянущие нагрузки при компактных габаритных размерах
- Возможно крепление накладок встроенными втулками или встроенными болтами
- При горизонтальном монтаже компактная конструктивная высота
- Возможность закрытия пластинами

Скользящие зубчатые цепи

- Передача сил через опорные поверхности пластин
- Оптимальные условия контакта с зубчатыми колесами благодаря эвольвентному зацеплению
- Для особо малошумных приводных механизмов

Оптимальные конфигурации для специального применения

Специальные зубчатые цепи при специальных требованиях
Связь компонентов зубчатых цепей и специфики производства с особыми требованиями заказчика, например:

- Малый износ подвижных шарниров при повышении скорости
- Компактная конструкция пластин для передачи максимальных нагрузок
- Эвольвентное зацепление зубчатых колес для большей плавности хода

Специальные пластины с оптимизированной формой. Комплексная геометрия благодаря современным производственным методам.

Преимущества использования зубчатых цепей Rexroth по сравнению с другими...

...собственная конструкция заказчика

- Экономия средств
- Отсутствие ограничений для совершенствования
- Обширная информация из многих отраслей почти 100-летней деятельности

...стандартные решения на базе роликовых цепей

- Более высокое качество зацепления и плавность хода
- Меньше удлинение
- Повышение допустимой скорости
- Сокращение затрат на смазку и уход

Зубчатые цепные приводы HDL

Первая оптимизация: зубчатые цепи по DIN 8190
Благодаря улучшению формы пластин и кинематики шарнира по сравнению с типом КН возможна передача больших мощностей при меньшей в потребности рабочей зоне и реализация скоростей до 40 м/с. Важный момент на пути к типу HPC.

Расчетные формулы

Шаг 1:

$$F_{Berf}{}^{*} \geq \frac{P \cdot k}{v} \cdot S_{min}$$

Шаг 2:

$$F_{Berf} \geq \left(\frac{P \cdot k}{v} + G \cdot v^2 \cdot 10^{-3}\right) \cdot S_{min}$$

Где:

F_{Berf} = расчетная предельная нагрузка в кН
P = мощность в кВ
k = коэффициент учета ударной нагрузки из таблицы
v = скорость в м/с

$v \leq 40$ м/с

G = вес зубчатой цепи в кг/м
S_{min} = зависимый от типа и применения динамичный запас прочности HDL = 10...12

Контрольные цифры коэффициента динамической нагрузки

Нагрузка	Приводы		
	Привод с мягким пуском	Электро-двига-тель	Поршне-вая машина
Равно-мерная	1,0	1,2	1,5
Нагрузка с толчками	1,3	1,5	2,0
Сильные удары	≥ 1,7	≥ 2,0	≥ 2,5

Расчет необходимой предельной нагрузки:
1. Предварительный расчет по шагу 1.
2. Выбор зубчатой цепи из таблицы на странице 26.
3. Поверочный расчет согласно шагу 2 и при необходимости новый выбор.

При максимальной скорости коэффициент для учета динамической нагрузки необходимо выбирать по фактическому моменту. В общем случае достаточным является значение k = 1.

Зубчатые цепные приводы KH

Предшественник приводных цепей с подвижным шарниром
Зубчатые цепи типа KH лежали в основе триумфального шествия зубчатых цепных приводов к полноценному применению. Доступны с шагами от 5/16“ до 2“ как стандартная конструкция для многих старых установок. Также как особая конструкция 2 1/2“ для тяжелонагруженных и тихоходных приводов (например, KH 11350, 2 1/2“ x 350 мм). Информация о данных исполнениях по требованию.

Расчет необходимой предельной нагрузки:
1. Предварительный расчет по шагу 1.
2. Выбор зубчатой цепи из таблицы на странице 28.
3. Поверочный расчет согласно шагу 2 и при необходимости новый выбор.

При максимальной скорости коэффициент для учета динамической нагрузки необходимо выбирать по фактическому моменту. В общем случае достаточным является значение k = 1.

Контрольные цифры коэффициента ударной нагрузки

Нагрузка	Приводы		
	Привод с мягким пуском	Электро-двига-тель	Поршне-вая машина
Равно-мерная	1,0	1,2	1,5
Нагрузка с толчками	1,3	1,5	2,0
Сильные удары	≥ 1,7	≥ 2,0	≥ 2,5

Расчетные формулы

Шаг 1:

$$F_{Berf}{}^{*} \geq \frac{P \cdot k}{v} \cdot S_{min}$$

Шаг 2:

$$F_{Berf} \geq \left(\frac{P \cdot k}{v} + G \cdot v^2 \cdot 10^{-3}\right) \cdot S_{min}$$

Где:

F_{Berf} = расчетная предельная нагрузка в кН
P = мощность в кВт
k = коэффициент учета динамической нагрузки из таблицы
v = скорость в м/с

$$v \leq \begin{cases} 30 \text{ м/с до } 3/4“ \\ 25 \text{ м/с с } 1“ \end{cases}$$

G = вес зубчатой цепи в кг/м
S_{min} = зависимый от типа и применения динамичный запас прочности KH = 12...15

Зубчатые цепи HDL

Шаг p	Заказной номер	RZ	Ном. ширина b_n	Рабочая ширина b_a	Общая ширина b_g	Расчетная пред. нагрузка [кг/м]	Масса	Ширина зуб. колеса b	H	o	s	t
3/8“ = 9,525 мм	HDL 015 A	10	15	12,5	19,9	14,5	0,9	11,5	10,9	6,7	1,5	2,0
	HDL 020 A	13	20	17,2	24,5	17,7	1,1	16,0				
	HDL 025	17	25	26,6	30,8	27,4	1,4	30,0				
	HDL 030	21	30	32,9	37,1	33,9	1,7	35,0				
	HDL 040	25	40	39,1	43,3	40,3	2,0	45,0				
	HDL 050	33	50	51,6	55,8	53,2	2,6	55,0				
	HDL 065	41	65	64,2	68,4	66,2	3,3	70,0				
1/2“ = 12,7 мм	HDL 315 A	10	15	12,5	21,3	20,2	1,1	11,5	14,5	8,7	1,5	2,5
	HDL 320 A	13	20	17,2	25,9	24,7	1,4	16,0				
	HDL 325	17	25	26,6	32,2	38,2	1,8	30,0				
	HDL 330	21	30	32,9	38,5	47,3	2,2	35,0				
	HDL 340	25	40	39,1	44,7	56,3	2,6	45,0				
	HDL 350	33	50	51,6	57,2	74,3	3,4	55,0				
	HDL 365	41	65	64,2	69,8	92,3	4,3	70,0				
	HDL 375	49	75	76,7	82,3	110,3	5,1	80,0				
	HDL 3100	65	100	101,7	107,3	146,4	6,7	105,0				
3/4“ = 19,05 мм	HDL 530 A	15	30	27,0	38,2	59,6	3,3	26,0	21,0	10,7	2,0	3,5
	HDL 535	17	35	35,4	42,4	78,0	3,7	40,0				
	HDL 540	21	40	43,7	50,7	96,3	4,5	50,0				
	HDL 550	25	50	52,0	59,0	114,7	5,4	55,0				
	HDL 565	33	65	68,6	75,6	151,4	7,1	75,0				
	HDL 585	41	85	85,3	92,3	188,1	8,9	90,0				
	HDL 5100	49	100	101,9	108,9	224,9	10,6	105,0				
	HDL 5125	61	125	126,9	133,9	279,9	13,2	130,0				
	HDL 5150	73	150	151,8	158,8	335,0	15,8	155,0				
	HDL 5200	97	200	201,8	208,8	445,2	20,9	205,0				
1“ = 25,4 мм	HDL 640	13	40	40,2	48,2	112,1	5,6	45,0	27,7	14,0	3,0	6,0
	HDL 650	17	50	52,6	60,6	146,6	7,3	55,0				
	HDL 665	21	65	65,0	73,0	181,1	9,0	70,0				
	HDL 675	25	75	77,4	85,4	215,6	10,7	80,0				
	HDL 6100	33	100	102,1	110,1	284,7	14,1	105,0				
	HDL 6125	41	125	126,9	134,9	353,7	17,5	130,0				
	HDL 6150	49	150	151,7	159,7	422,7	21,0	155,0				
	HDL 6200	65	200	201,2	209,2	560,7	27,8	205,0				

Размеры в мм – предельная нагрузка в кН – RZ (порядковый номер) = кол-во пластин на шарнире – другие шаги и ширины по требованию.

- Зубчатые цепи HDL поставляются, если не требуется иначе, разомкнутыми и со шплинтами.
- Число звеньев в бесконечных цепях следует округлять до четного числа, чтобы избежать переходных звеньев.
- Нечетное число звеньев допустимо, если концы цепи не соединяются между собой.

Зубчатые колеса HDL

Минимальное число зубьев:
Теоретическое минимальное число зубьев 17, в практике не следует брать менее чем 23 зуба!

Диаметр вершин зубьев d_k

Число зубьев z	3/8“	1/2“	3/4“	1“
17	48,1	63,9	100,7	134,3
18	51,2	68,0	106,9	142,6
19	54,3	72,2	113,1	150,8
20	57,4	76,3	119,3	159,1
21	60,5	80,4	125,5	167,3
22	63,5	84,6	131,6	175,5
23	66,6	88,7	137,8	183,7
24	69,7	92,8	143,9	191,9
25	72,8	96,9	150,0	200,1
26	75,8	101,0	156,2	208,3
27	78,9	105,0	162,3	216,4
28	82,0	109,1	168,4	224,6
29	85,0	113,2	174,5	232,7
30	88,1	117,3	180,7	240,9
31	91,2	121,4	186,8	249,0
33	97,3	129,5	199,0	265,3
35	103,4	137,7	211,2	281,6
37	109,5	145,8	223,4	297,9
39	115,6	153,9	235,6	314,1
41	121,7	162,1	247,8	330,3
43	127,8	170,2	260,0	346,6
45	133,9	178,3	272,1	362,8
47	139,9	186,4	284,3	379,0
49	146,0	194,5	296,4	395,3
51	152,1	202,6	308,6	411,5
55	164,3	218,9	332,9	443,9
60	179,5	239,1	363,3	484,4
70	209,9	279,6	424,0	565,4
80	240,2	320,1	484,8	646,4
90	270,6	360,6	545,5	727,3
100	300,9	401,1	606,1	808,2
110	331,3	441,5	666,8	889,1
120	361,6	482,0	727,5	970,0
130	391,9	522,4	788,2	1050,9
140	422,3	562,8	848,8	1131,8
150	452,6	603,3	909,5	1212,6

Размеры в миллиметрах - промежуточные значения интерполируются

Направляющий паз и профиль

Шаг p	3/8“	1/2“	3/4“	1“
g	4,0	4,0	5,0	8,0
f	3,0	3,0	4,0	6,0
h_1	6,0	7,0	12,0	15,0
m	4,0	5,0	8,0	10,0
r	2,0	2,0	3,0	3,0
c	0,5	0,5	0,5	1,0

Наружный диаметр зубчатого колеса с установленной зубчатой цепью определяется через диаметр делительной окружности:

Диаметр делительной окружности:

$$d_0 = \frac{p}{\sin(180\,°/z)}$$

Максимал. диаметр с зубчатой цепью

$$D_{max} = d_0 + 2 \cdot (H\text{-}o)$$

Зубчатые цепи KH

Шаг p	Заказной номер	RZ	Ном. ширина b_n	Рабочая ширина b_a	Общая ширина b_g	Расчетная пред. нагрузка [кг/м]	Масса	Ширина зуб. колеса b	H	o	s	t
5/16“ = 7,9375 мм	KH 2212 A	12	12	10,7	16,8	5,6	0,5	9,5	7,7	4,2	1,0	2,0
	KH 2215 A	14	15	12,8	18,9	6,6	0,6	11,5				
	KH 2220 A	18	20	17,0	23,2	8,6	0,7	15,5				
	KH 2225	25	25	26,6	30,6	12,7	0,9	30,0				
3/8“ = 9,525 мм	KH 015 A	10	15	12,5	19,9	12,1	0,8	11,5	9,2	5,2	1,5	2,0
	KH 020 A	13	20	17,2	24,5	14,8	1,0	16,0				
	KH 025	17	25	26,6	30,8	22,9	1,1	30,0				
	KH 030	21	30	32,9	37,1	28,3	1,4	35,0				
	KH 040	25	40	39,1	43,3	33,7	1,7	45,0				
1/2“ = 12,7 мм	KH 315 A	10	15	12,5	21,3	16,0	1,0	11,5	12,3	6,7	1,5	2,5
	KH 320 A	13	20	17,2	25,9	19,6	1,2	16,0				
	KH 325	17	25	26,6	32,2	30,3	1,4	30,0				
	KH 330	21	30	32,9	38,5	37,4	1,8	35,0				
	KH 340	25	40	39,1	44,7	44,6	2,1	45,0				
	KH 350	33	50	51,6	57,2	58,9	2,8	55,0				
5/8“ = 15,875 мм	KH 425	13	25	27,0	32,8	39,7	1,9	30,0	15,4	8,4	2,0	3,0
	KH 435	17	35	35,4	41,2	52,0	2,5	40,0				
	KH 450	25	50	52,0	57,8	76,5	3,6	55,0				
	KH 465	33	65	68,6	74,4	100,9	4,8	70,0				
3/4“ = 19,05 мм	KH 535	17	35	35,4	42,4	65,0	2,9	40,0	18,5	10,1	2,0	3,5
	KH 550	25	50	52,0	59,0	95,6	4,3	55,0				
	KH 565	33	65	68,6	75,6	126,2	5,7	75,0				
	KH 575	37	75	77,0	84,0	141,5	6,4	80,0				
1“ = 25,4 мм	KH 650	17	50	52,6	60,6	126,4	5,9	55,0	24,6	13,1	3,0	4,0
	KH 665	21	65	65,0	73,0	156,1	7,3	70,0				
	KH 675	25	75	77,4	85,4	185,9	8,7	80,0				
	KH 6100	33	100	102,1	110,1	245,4	11,4	105,0				
1 1/2“ = 38,1 мм	KH 865	21	65	65,2	77,2	232,0	10,8	75,0	36,9	20,1	3,0	6,0
	KH 875	25	75	77,6	89,6	276,2	12,9	85,0				
	KH 8100	33	100	102,5	114,5	364,6	17,0	110,0				
	KH 8150	49	150	152,1	164,1	541,4	25,2	160,0				
2“ = 50,8 мм	KH 9100	25	100	104,5	117,5	478,1	22,6	110,0	49,2	26,8	4,0	7,0
	KH 9115	29	115	121,2	134,2	554,6	26,2	125,0				
	KH 9150	37	150	154,7	167,7	707,6	33,5	160,0				
	KH 9180	45	180	188,1	201,1	860,6	40,7	190,0				

Размеры в мм – предельная нагрузка в кН – RZ = кол-во пластин на одном шарнире – другие шаги и ширины по требованию.

- Зубчатые цепи KH поставляются, если не требуется иначе, разомкнутыми и со шплинтами.
- Число звеньев в бесконечных цепях следует округлять до четного числа, чтобы избежать переходных звеньев.
- Нечетное число звеньев допустимо, если концы цепи не соединяются между собой.

Зубчатые колеса KH

Мин. число зубьев:
5/16“ до 3/4“ = 13 зубьев
с 1“ = 15 зубьев

Диаметр вершин зубьев d_k

Число зубьев z	5/16“	3/8“	1/2“	5/8“	3/4“	1“	1 1/2“	2“
13	31,9	38,6	51,5	64,4	77,2	–	–	–
14	34,5	41,7	55,6	69,5	83,4	–	–	–
15	37,1	44,8	59,7	74,6	89,6	119,4	179,2	238,9
16	39,7	47,9	63,8	79,8	95,7	127,6	191,5	255,4
17	42,3	51,0	67,9	84,9	101,9	135,8	203,8	271,7
18	44,9	54,0	72,0	90,0	108,0	144,0	216,0	288,1
19	47,4	57,1	76,1	95,1	114,1	152,2	228,3	304,4
20	50,0	60,1	80,1	100,2	120,2	160,3	240,5	320,7
21	52,5	63,2	84,2	105,3	126,3	168,5	252,7	337,0
22	55,1	66,3	88,3	110,4	132,4	176,6	264,9	353,3
23	57,7	69,3	92,3	115,4	138,5	184,7	277,1	369,5
24	60,2	72,3	96,4	120,5	144,6	192,9	289,3	385,8
25	62,8	75,4	100,5	125,6	150,7	201,0	301,5	402,1
26	65,3	78,4	104,5	130,7	156,8	209,1	313,7	418,3
27	67,8	81,5	108,6	135,8	162,9	217,3	325,9	434,6
28	70,4	84,5	112,7	140,8	169,0	225,4	338,1	450,8
29	72,9	87,6	116,7	145,9	175,1	233,5	350,3	467,0
30	75,5	90,6	120,8	151,0	181,2	241,6	362,4	483,3
31	78,0	93,7	124,8	156,1	187,3	249,7	374,6	499,5
33	83,1	99,8	133,0	166,2	199,5	266,0	399,0	532,0
35	88,2	105,8	141,1	176,3	211,6	282,2	423,3	564,4
37	93,2	111,9	149,2	186,5	223,8	298,4	447,6	596,8
39	98,3	118,0	157,3	196,6	235,9	314,6	471,9	629,2
41	103,4	124,1	165,4	206,7	248,1	330,8	496,2	661,6
43	108,4	130,1	173,5	216,9	260,2	347,0	520,5	694,0
45	113,5	136,2	181,6	227,0	272,4	363,2	544,8	726,4
47	118,6	142,3	189,7	237,1	284,5	379,4	569,1	758,8
49	123,7	148,4	197,8	247,2	296,7	395,6	593,4	791,2
51	128,7	154,5	205,9	257,3	308,8	411,8	617,7	823,6
55	138,8	166,6	222,1	277,6	333,1	444,1	666,2	888,3
60	151,5	181,7	242,3	302,9	363,4	484,6	726,9	969,3
70	176,8	212,1	282,7	353,4	424,1	565,5	848,3	1131,1
80	202,1	242,4	323,2	404,0	484,8	646,4	969,7	1292,9
90	227,4	272,8	363,6	454,6	545,5	727,3	1091,0	1454,7
100	252,7	303,1	404,1	505,1	606,1	808,2	1212,3	1616,4
110	277,9	333,5	444,5	555,6	666,8	889,0	1333,6	1778,1
120	303,2	363,7	484,9	606,2	727,4	969,9	1454,9	1939,9
130	328,5	394,3	525,4	656,8	788,1	1050,8	1576,2	2101,7
140	353,7	424,6	565,8	707,3	848,8	1131,7	1697,6	2263,4
150	379,0	454,7	606,2	757,8	909,4	1212,5	1818,8	2425,1

Размеры в миллиметрах - промежуточные значения интерполируются

Направляющий паз и профиль

Шаг p	5/16“	3/8“	1/2“	5/8“
g	3,5	4,0	4,0	5,0
f	2,5	3,0	3,0	4,0
h_1	5,0	6,5	8,0	10,0
m	3,0	4,0	5,0	6,0
r	2,0	2,0	2,0	3,0
c	0,5	0,5	0,5	0,5
Шаг p	**3/4“**	**1“**	**1 1/2“**	**2“**
g	5,0	8,0	9,0	11,0
f	4,0	6,0	6,0	8,0
h_1	12,0	16,0	23,0	31,0
m	8,0	10,0	16,0	20,0
r	3,0	3,0	4,0	4,0
c	0,5	1,0	1,5	1,5

Наружный диаметр зубчатого колеса с установленной зубчатой цепью определяется через диаметр делительной окружности:

Диаметр делительной окружности:

$$d_0 = \frac{p}{\sin(180\,°/z)}$$

Максимал. диаметр с зубчатой цепью

$$D_{max} = d_0 + 2 \cdot (H\text{-}o)$$

Рассчитываем, заказываем, монтируем – просто и продуманно

Расчет длины

$$X = 2 \cdot \frac{a}{p} + Z \quad ; \text{при } i = 1$$

$$X = 2 \cdot \frac{a}{p} + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2 \cdot \pi}\right)^2 \cdot \frac{p}{a}$$

Межосевое расстояние

$$a = \frac{p}{2} \cdot (X - Z) \quad ; \text{при } i = 1$$

$$a = \frac{p}{4} \cdot \left[X - \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \sqrt{\left(X - \frac{Z_1 + Z_2}{2}\right)^2 - 8 \cdot \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2 \cdot \pi}\right)^2}\right]$$

X	= кол-во звеньев
a	= межосевое расстояние в мм
p	= шаг в мм
Z	= число зубьев $Z = Z_1 = Z_2$ для $i = 1$
i	= передаточное отношение
Z_1	= число зубьев меньшего колеса
Z_2	= число зубьев большего колеса

Расчет длины

Необходимая длина зубчатой цепи в звеньях может рассчитываться по данному межосевому расстоянию по указанной формуле.

Межосевое расстояние

За исключением цепей типа KH зубчатые цепи могут быть соединены только при чётном числе звеньев. После выбора количества звеньев с помощью рассчитанной длины может определяться межосевое расстояние.

Представленные формулы справедливы только для приводов с 2 зубчатыми колесами при соблюдении рекомендованных углов охвата и передаточных числах повышающей передачи меньше 6! При необходимости мы предоставляем Вам соответствующие расчеты для приводов с больше чем двумя зубчатыми колесами.

Код заказа для зубчатых цепей приводного механизма

1. Обозначение типа
HPC
BIZ
HDL
KH

2. Шаг
22 = 5/16“
0 = 3/8“
3 = 1/2“
4 = 5/8“
5 = 3/4“
6 = 1“
8 = 1 1/2“
9 = 2“
11 = 2 1/2“

3. Номинальная ширина в мм

4. Исполнение
A = внешние направляющие
Z = исполнение с усиленными пластинами
D = с двойными пластинами

Представленные в таблицах зубчатые цепи показывают лишь ассортимент нашей программы поставок. Неуказанные ширины и шаги запрашивать непосредственно у нас.

Это нужно учитывать

Угол охвата зубчатых колес
Для безупречной работы не может использоваться угол охвата зубчатых колес от 120° при числах зубьев до 27. При более высоком числе зубьев нужно соблюдать угол охвата по меньшей мере от 90°. Минимальный угол охвата в колесах натяжного устройства должен составлять 360°/z (z = число зубьев). При более мягкой эксплуатации и особых зацеплениях с тангенциальным контактом обращаетесь к нам, пожалуйста!

Напряжения в цепи и провисание
Предварительная натяжка в общем случае не требуется. Монтажные установки безупречны, если при движении под нагрузкой провисание в свободной ветви составляет 1% межосевого расстояния.

f = 0,01a

f = провисание цепи
a = межосевое расстояние

Провисание цепей устраняется увеличением межосевого расстояния или установкой натяжного устройства. Колеса натяжного устройства устанавливаются на свободной ветви, действуя наружу, для зубчатых цепей Biflex снаружи внутрь.

Монтаж зубчатых колес

Зубчатые колёса должны быть параллельны друг к другу.
Допустимая погрешность Ea ≤ 1°

Зубчатые колеса должны находиться на одной прямой.

Допускаемые погрешности

- **При внутренних направляющих:**
  Epc ≤ ширина направ. паза f_{max} – толщина пластины s_{min}
- **При внешних направляющих:**
  Eps ≤ раб. ширина b_{Amin} – ширина зуб. венца b_{max}

Осевой зазор зубчатых колес необходимо, по возможности, поддерживать минимальным.

Установка и натяжение
Если необходима предварительная натяжка для реверсируемых приводов, натяжение производится по наибольшей ветви и должно находиться в пределах ± 2% межосевого расстояния. После первого использования зубчатой цепи появляется начальное удлинение, время появления которого зависит от нагрузки, длины цепи, скорости и других параметров, поэтому не может быть точно определено. Из-за чего первое натяжение может понадобиться уже после короткого времени обкатки. Дальнейшее натяжение происходит по необходимости при появлении удлинения в процессе эксплуатации. При небольших межосевых расстояниях и постоянном направлении нагрузки дальнейшее натяжение не требуется. При применении без возможности натяжения и недостаточной длине ветви для натяжения могут использоваться предварительно натянутые зубчатые цепи. При этом начальное удлинение предусматривается специальным методом перед поставкой.

При необходимости возможно применение планок натяжного устройства для создания натяжения. Радиус изгиба планки должен составлять как минимум 20-кратный размер шага.

Соединение и разъединение, укорачивание и удлинение

Установка зубчатых цепей
Зубчатые цепи поставляются обычно разомкнутыми и могут быть соединены с помощью прилагаемых шплинтовых замков или заклепок. При необходимости зубчатая цепь может поставляться

соединенная заклепками; в этом случае нужно обеспечить, чтобы монтаж зубчатой цепи на зубчатые колеса был возможен без усилий. Для замкнутых приводов нужно использовать четное число звеньев; в противном случае невозможно соединить концы зубчатых цепей. Нечетное число звеньев допустимо только для зубчатых цепей типа КН при применении специального звена с изогнутыми пластинами или при соединении концов зубчатых цепей с цепями других производителей. В случае применения специальных звеньев допустимая разрушающая нагрузка сокращается примерно на 80% от исходного значения; может потребоваться повышение ширины зубчатой цепи. Мы просим точно соблюдать дальнейшие указания. Они являются основой для нормальной работы, спокойного движения и длительного срока службы цепных приводов.

Соединение и разъединение зубчатых цепей с шарниром качения
Зубчатая цепь накладывается на зубчатое колесо таким образом, чтобы ее оба конца соединились, по возможности, на зубчатом колесе. Поочередно опорная и подвижная цапфа вводятся в отверстие пластины.

Важно:
Неправильное расположение цапф ведет к неровному движению и при определенных обстоятельствах к излому зубчатой цепи. Далее надевается и заклепывается шайба заклепки. Тяжелый ход шайбы заклепки - это спроектированная мера безопасности, которая не позволит смещаться концам цапф. Обязательно обращайте внимание на правильную установку опорной и подвижной цапфы.

Укорачивание и удлинение зубчатых цепей / Следите за правильной установкой цапф

- Для открытия зубчатой цепи откройте шплинтовой замок.
- Удалите шайбу заклепки и вытяните цапфу из шарнира.
- При соединении обточите заклепочную головку.
- Для укорачивания выполните то же в другом конце удаляемого сегмента.
- Концы сводят и снова соединяют зубчатую цепь.
- При этом соблюдайте правильное количество и ориентацию соединительных пластин.
- Для удлинения концы вставляемого сегмента совместите с концами зубчатой цепи и соедините.

Правильная смазка

Хорошая смазка
зубчатой цепи является непременным условием; сухой ход может значительно сокращать срок службы в зависимости от условий эксплуатации. Нанесенная перед поставкой масляная пленка является лишь защитой от коррозии. Вид смазывания зависит от скорости работы зубчатой цепи и может определяться из представленной диаграммы. В случае использования приводов с сильно варьирующимися скоростями или используемых в экстремальных условиях данной таблицы недостаточно. При возникновении сомнений обращайтесь к нам, пожалуйста!

Консистентное / капельное / аэрозольное смазывание
Смазывание легкотекучими смазками, т.е. маслами с хорошими адгезионными и смазывающими свойствами.

Смазка погружением
Смазка погружением в масляную ванну. Зубчатая цепь должна быть установлена таким образом, чтобы погружаться своими шарнирами в состоянии покоя в самой нижней точке.

Оборудование для автоматической смазки
Оптимальное смазывание зубчатых цепей без маслонепроницаемого корпуса до 12 м/с. Резерв смазочного материала 125 или 475 см^3. Минимальное смазывание регулируемой дозировкой, подача с помощью шлангопровода и кисти на зубьях цепи. Работа без обслуживания – до одного года. Дополнительная информация по данной теме в отдельных брошюрах.

Струйное смазывание
Для струйного смазывания необходимы закрытые, герметичные корпуса. Зубчатая цепь лежит выше бака масла, распылители направлены на сторону зацепления.

Смазывание в зависимости от скорости зубчатых цепей

Смазочные материалы
Используемые смазочные материалы должны соответствовать по вязкости DIN 51562-01 и иметь минимум 220 мм^2/с (сСт). Для открытых цепных приводов мы рекомендуем использование аэрозолей, напр. VISCOGEN KL-23 или подобных. Смазывание обычным смазочным материалом также возможно при достаточном смачивании звеньев. Оно может быть недостаточным из-за плохих смазочных свойств. При необходимости мы можем проверить пригодность используемого Вами смазочного материала! Мы можем подобрать необходимый смазочный материал в зависимости от области применения зубчатых цепей, напр. для пищевой промышленности или применения при высоких температурах!

Обслуживание заказчика, развитие, проектирование – у нас все наилучшим образом связано друг с другом

С самыми современными техническими методами и специальными знаниями о заказах клиентов мы рассчитываем и развиваем подходящие конфигурации. Зубчатые цепи и зубчатые колеса цепной передачи оптимально соответствуют друг другу.

Зубчатые цепи: экономичное решение для решения транспортных задач уверенно и надежно.

Для тяжелой и сложной работы, для маленьких и больших грузов, обработанных или необработанных деталей, зубчатые цепи Rexroth гарантируют свободный от трения режим работы Вашего конвейера .

Предпосылками для выполнения этих требований являются:

- Незначительное трение скольжения в подвижных шарнирах с высоким коэффициентом полезного действия, незначительный износ и высокая долговечность
- Пластины зубчатых цепей с оптимизированными контурами из высоконагружаемой улучшенной стали
- Зубчатые колеса с закаленным эвольвентным зацеплением для мягкого зубчатого зацепления и длительного срока службы

При сравнении с другими системами приводов следует:

- Небольшая занимаемая площадь благодаря вариативной и гибкой конструкции
- **Плавность хода**
- Максимально большой ресурс и доступность
- Высокая температуростойкость
- Высокая надежность и износостойкость

Rexroth
Bosch Group

Координационный Центр для Центральной и Восточной Европы

Bosch Rexroth Regionalmanagement Zentral und Osteuropa
ul. Jutrzenki 102/104,
02-230 **Warszawa**
tel.: +48 (22) 738 19 44
fax: +48 (22) 758 87 35
region.zoe@boschrexroth.pl
www.boschrexroth.com/zoe

Казахстан:

Бош Рексрот Представительство в Казахстане
ул. Сейфулина 51, офис 10
050037, **Алматы**
тел.: + 7 (727) 232 37 07
факс: + 7 (727) 251 13 36
akylbek.ismailov@boschrexroth.kz

Беларусь:

Бош Рэкcрот
вул. Янкі Купалы 25, пак. 201
220030, **Мінск**
тэл./факс: +375 (17) 210 57 90
тэл./факс: +375 (17) 328 60 45
тэл./факс: +375 (17) 328 68 66
info@boschrexroth.by
www.boschrexroth.by

Україна:

Бош Рексрот Представництво в Україні
вул. Васильківська 1, кім. 209
03040, **Київ**
тел.: +380 (44) 490 26 80
факс: +380 (44) 490 26 81
ukraine@boschrexroth.com.ua
www.boschrexroth.com.ua

Бош Рексрот Представництво в Україні Бюро Краматорськ
вул. Соціалістична 45, кім.402
84300, **Краматорськ**
тел.: +380 (6264) 14 831
факс: +380 (6264) 81 946
kramatorsk@boschrexroth.com.ua

Бош Рексрот Представництво в Україні Бюро Суми
Курський проспект 18а, 4 поверх
40020, **Суми**
тел.: +380 (542) 210 733
факс: +380 (542) 210 833
sumy@boschrexroth.com.ua

Бош Рексрот Представництво в Україні Бюро Херсон
вул. Радянська 46, 7 поверх
73000, **Херсон**
тел.: +380 (552) 492 505
факс: +380 (552) 425 043
kherson@boschrexroth.com.ua

Бош Рексрот в Самаре
ул. Николая Панова,
д. 31, офис 211
443056, **Самара**
тел.: +7 (846) 993 40 75
факс: +7 (846) 263 51 30
samara@boschrexroth.ru

Бош Рексрот в Тольятти
ул. Дзержинского, 98, офис 361
445032, **Тольятти**
тел./факс: +7 (8482) 20 40 69
toljatti@boschrexroth.ru

Россия:

Бош Рексрот ООО
Щелковское ш., д. 100, эт. 10
105523, **Москва**
тел.: +7 (495) 783 30 60
факс: +7 (495) 783 30 69
info.rex@boschrexroth.ru
www.boschrexroth.ru

Бош Рексрот в Санкт Петербурге
ул. Швецова, д. 41-15, 2 этаж
198095, **Санкт Петербург**
тел.: +7 (812) 449 41 67
факс: +7 (812) 449 41 69
st-petersburg@boschrexroth.ru

Бош Рексрот в Екатеринбурге
ул. Коминтерна, 16, офис 419 А
620078, **Екатеринбург**
тел.: +7 (343) 356 50 46
факс: +7 (343) 356 50 48
ekaterinburg@boschrexroth.ru

Бош Рексрот в Красноярске
ул. Телевизорная, д.1, стр.25, оф. 2
660028, **Красноярск**
тел./факс: +7 (391) 256 88 43
krasnojarsk@boschrexroth.ru

Бош Рексрот в Н. Новгороде
пер. Мотальный, д. 8, офис С310
603140, **Н. Новгород**
тел.: +7 (831) 467 88 10
факс: +7 (831) 467 88 11
n.nowgorod@boschrexroth.ru

Бош Рексрот в Новосибирске
ул. Петухова, д. 69, офис 307
630088, **Новосибирск**
тел./факс: +7 (383) 344 86 86
тел./факс: +7 (383) 215 18 88
nowosibirsk@boschrexroth.ru

Издатель оставляет за собой право на изменения.

Все входящие в настоящую брошюру тексты и иллюстрации являются собственностью Бош Рексрот АГ и защищены законом.

Права на передачу и копирование принадлежат Бош Рексрот АГ.

Перепечатка, даже выборочная – только с согласия Бош Рексрот АГ.

Номер
886 500 042 3/2005-07/RU
Отпечатано в Польше
2008/12/RU/1.0/DS