

Обзор типов направляющих

Шариковая направляющая с креплением сверху BR-HGR R

Типоразмеры : 15, 20, 25, 30, 35, 45, 55, 65

Классы точности : C, H, P

Максимальная длина цельного рельса: 4000 мм

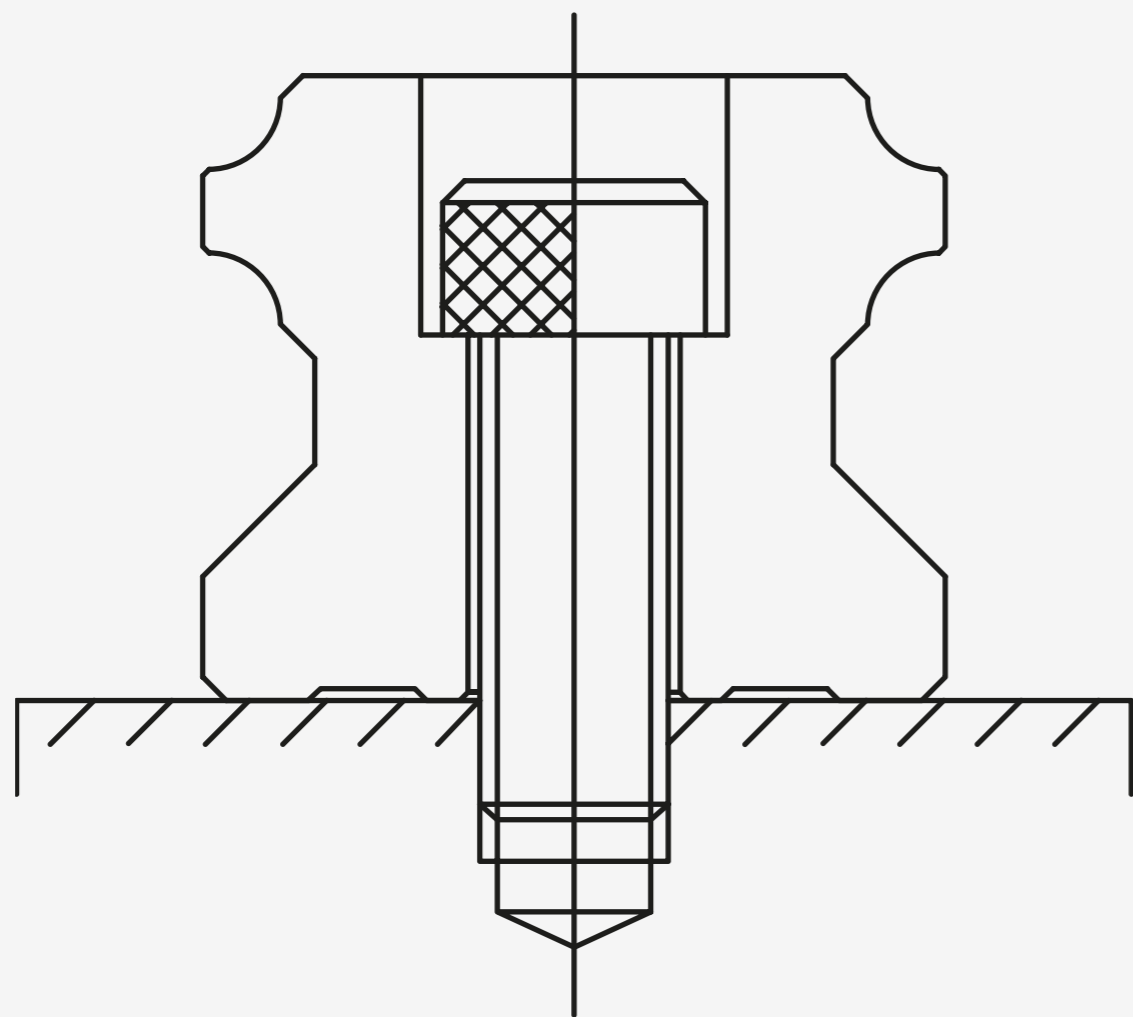
Шариковая направляющая с креплением снизу BR-HGR T

Типоразмеры: 15, 20, 25, 30, 35, 45, 55, 65

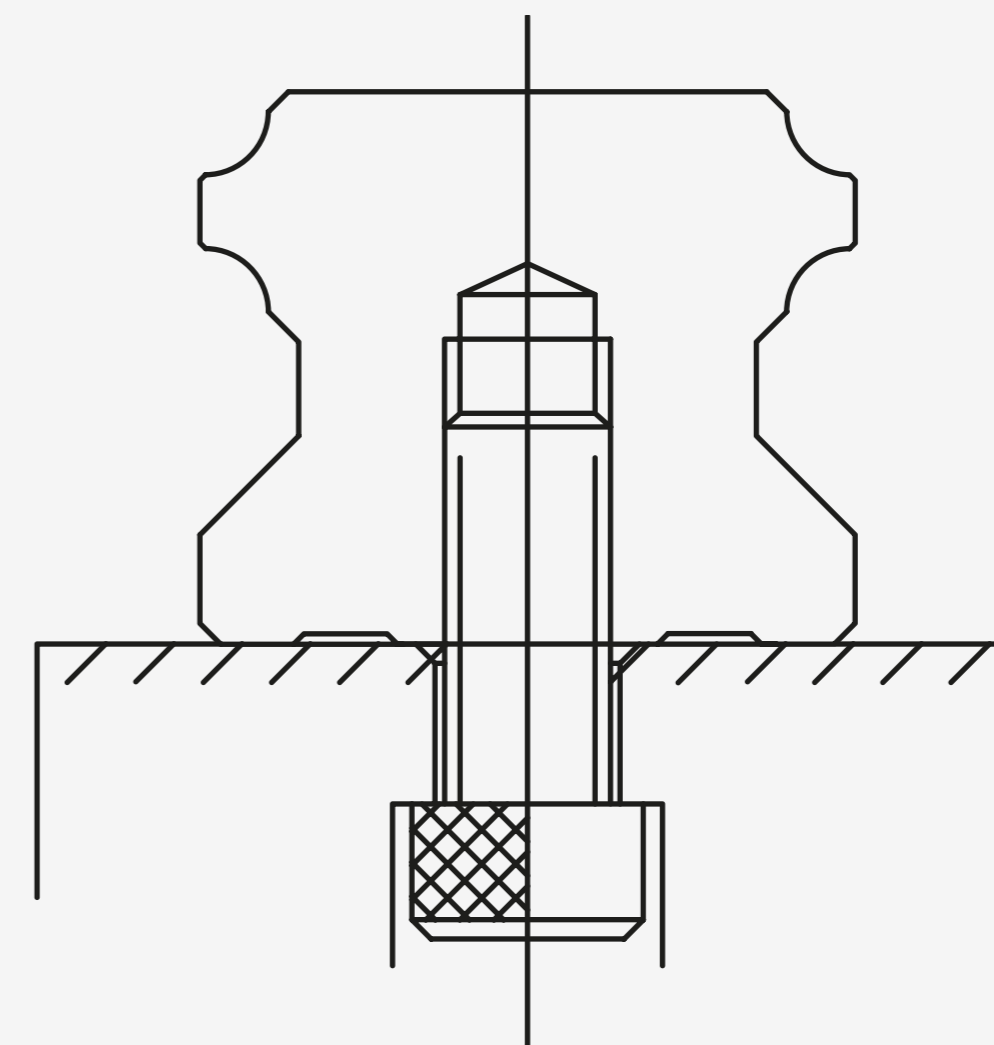
Классы точности: C, H, P

Максимальная длина цельного рельса: 4000 мм

Крепление сверху

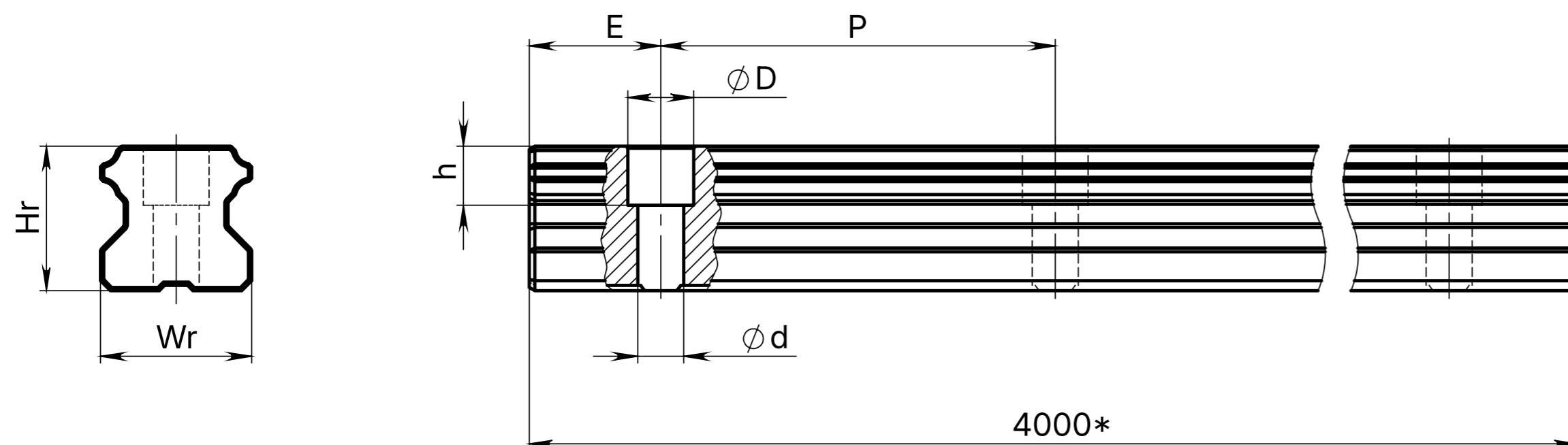


Крепление снизу



Обзор типов направляющих

Шариковая направляющая стандартной длины BR-HGR R



*Максимальная длина цельного рельса.

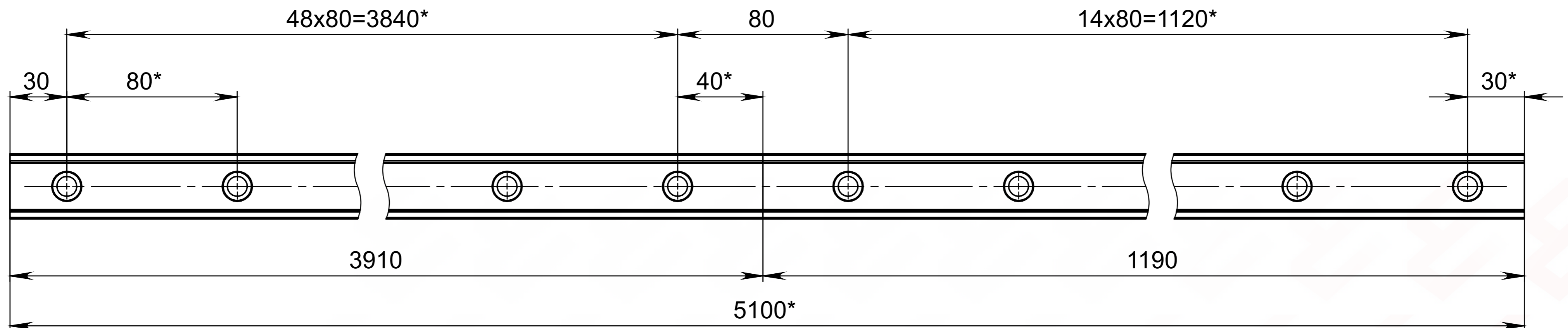
Для обеспечения большей длины цельного рельса применяется стыковка направляющих рельс с возможностью выбора длины сегментов по чертежу заказчика.

Модель	Ширина	Высота	Размер отверстия	Шаг	Отступ
	W _r	H _r			
BR-HGR15RH	15	15	7,5x4,5x5,3	60	20
BR-HGR20RH	20	17,5	9,5x6,х8,5	60	20
BR-HGR25RH	25	22	11x7x9	60	20
BR-HGR30RH	30	26	14x9x12	80	20
BR-HGR35RH	35	29	14x9x12	80	20
BR-HGR45RH	45	38	20x14x17	105	22,5
BR-HGR55RH	55	44	23x16x20	120	30
BR-HGR65RH	65	53	26x18x22	150	35

Стыковка рельсовых направляющих

Когда требуемая длина превышает длину стандартной линейной направляющей, надо соединить две или более направляющих для достижения требуемой длины, применяется стыковка направляющих рельс. Обработка направляющих производится на специальном оборудовании по согласованному с клиентом чертежу. (пример эскиза стыковки направляющих BR-HGR30R5100H рис.1)

Обработка производится в Санкт-Петербурге и занимает от одного до пяти рабочих дней в зависимости от типоразмера направляющей и количества сегментов.



Технические расчеты

Нагрузка и срок службы (L)

При выборе линейной направляющей необходимо узнать нагрузку на каждую каретку в механизме путем инженерных расчетов, исходя из конструкции оборудования и воспринимаемой им внешней силы. После сравнения базовой статической номинальной нагрузки (CO) и основных допустимых статических моментов (M_x , M_y , M_z) каретки и других параметров можно получить статический запас прочности (f_s) для определения надежности механизма. Что касается оценки срока службы при длительном износе, то для расчета срока службы (расстояния) линейной направляющей используется базовая номинальная динамическая нагрузка (C).

Базовая динамическая номинальная нагрузка (C)

Динамическая номинальная нагрузка относится к радиальному направлению партии линейных направляющих из одной и той же спецификации после пробега в 50 километров (детали качения являются стальные шарики) при отсутствии усталостного повреждения (отслаивания или точечной коррозии) более 90% канавки рельса или поверхности стального шарика. Значение динамической номинальной нагрузки записывается в каждой таблице размеров, поправочное значение надежности FR показано в таблице ниже.

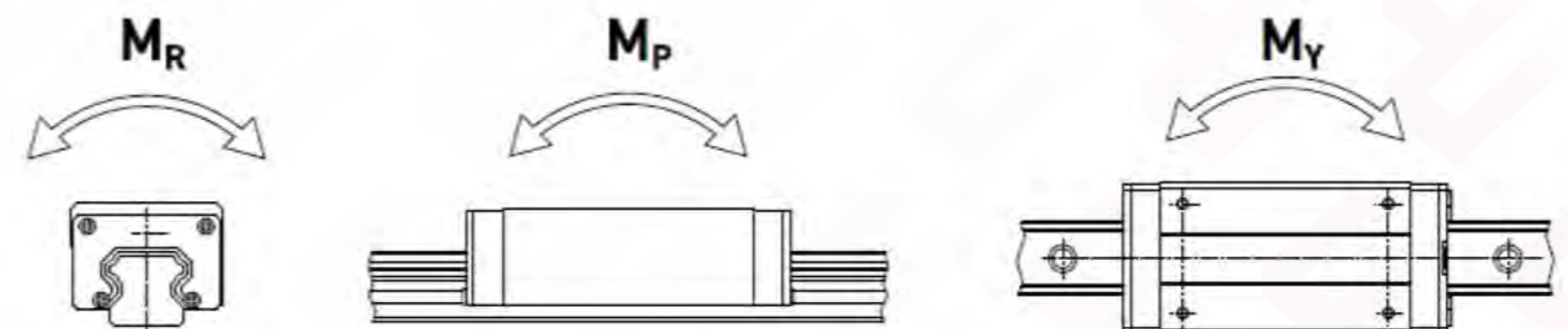
Надежность, %	90%	95%	96%	97%	98%	99%
FR	1	0.62	0.53	0.44	0.33	0.21

Базовая статическая номинальная нагрузка (CO)

Когда линейная направляющая подвергается чрезмерной нагрузке или ударам в состоянии покоя или во время работы, канавка рельса и стальной шарик будут необратимо деформированы. Когда величина деформации достигает одной десятитысячной остаточной деформации диаметра части качения (стального шарика), линейная направляющая не может работать плавно. Эта статическая нагрузка называется номинальной статической нагрузкой (CO).

Основной допустимый статический момент (M_R , M_P , M_Y)

Когда линейная направляющая воспринимает действующий момент, остаточная деформация канавки рельса и стального шарика достигает одной десятитысячной части стального шарика. Мы называем этот действующий момент основным допустимым статическим моментом каретки. А M_R , M_P и M_Y это значения по трем осям X, Y и Z линейной направляющей. Как показано ниже на картинке:



Статический запас прочности (f_s)

При выборе линейной направляющей необходимо узнать нагрузку на каждую каретку в механизме путем инженерных расчетов, исходя из конструкции оборудования и воспринимаемой им внешней силы. После сравнения базовой статической номинальной нагрузки ($C0$) и основных допустимых статических моментов (M_x, M_y, M_z) каретки и других параметров можно получить статический запас прочности (f_s) для определения надежности механизма. Что касается оценки срока службы при длительном износе, то для расчета срока службы (расстояния) линейной направляющей используется базовая номинальная динамическая нагрузка (C).

$$f_s = \frac{fc \cdot C0}{P}$$

f_s Статический запас прочности

$C0$ Номинальная статическая нагрузка

P Эквивалентная нагрузка

$$f_s = \frac{fc \cdot M0}{M}$$

fc Коэффициент контакта

$M0$ Допустимый статический момент

M Эквивалентный момент силы

Ниже приведено справочное значение статического запаса прочности (f_s):

Условия операции	Условия нагрузки	Рекомендуемое значение f_s
Нормальное состояние покоя	Легкий удар и смещение	1.0 ~ 1.3
	Тяжелый удар и кручение	2.0 ~ 3.0
Нормальное состояние работы	Легкий удар и кручение	1.0 ~ 1.5
	Тяжелый удар и кручение	2.5 ~ 5.0

Значение номинального срока службы (L)

Линейные направляющие являются серийной продукцией, и даже при одинаковом производственном процессе и исходном сырье рельсовые направляющие, работающие в одних и тех же условиях, могут иметь разный срок службы. Номинальный срок службы относится к общему расстоянию, на которое 90 % линейных направляющих не вызывают усталости металла или отслаивания поверхности при непрерывной работе в тех же условиях.

Технические расчеты

Коэффициент контакта (f_c)

Когда каретки используются близко друг к другу, под влиянием крутящего момента и точности установки обычно трудно добиться равномерного распределения нагрузки. Поэтому при использовании двух или более кареток в контакте базовую динамическую номинальную нагрузку (C) и базовую статическую номинальную нагрузку (CO) необходимо умножить на коэффициент контакта.

Количество кареток, которые расположены близко друг к другу	Коэффициент контакта f_c
2	0.81
3	0.72
4	0.66
5	0.61
Обычное использование	1

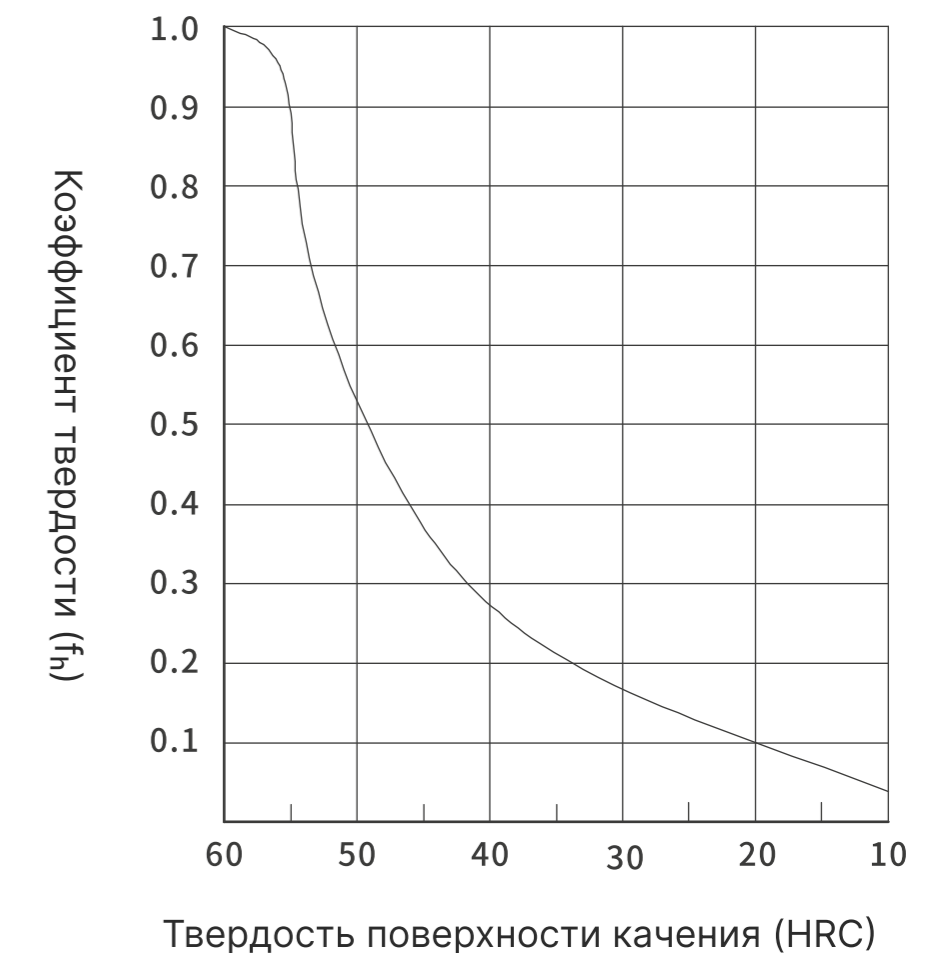
Коэффициент нагрузки (f_w)

Работа возвратно-поступательного механизма подвержена вибрации и ударам, особенно в процессе высокоскоростной работы, частых пусков и остановок легко возникают вибрации, инерционные и ударные силы. Когда влияние вышеупомянутых сил велико, в соответствии с различной степенью вибрации, инерции и удара можно обратиться к коэффициенту нагрузки в таблице ниже и разделить его на базовую динамическую номинальную нагрузку (C).

Вибрация и удар	Скорость (V)	Вибрация (G)	f_w
Мелкие	$V \leq 15$ м/мин	$G \leq 0.5$	1.0 ~ 1.5
Маленькие	$15 < V \leq 60$ м/мин	$0.5 < G \leq 1.0$	1.5 ~ 2.0
Большие	$V > 60$ м/мин	$1.0 < G \leq 2.0$	2.0 ~ 3.5

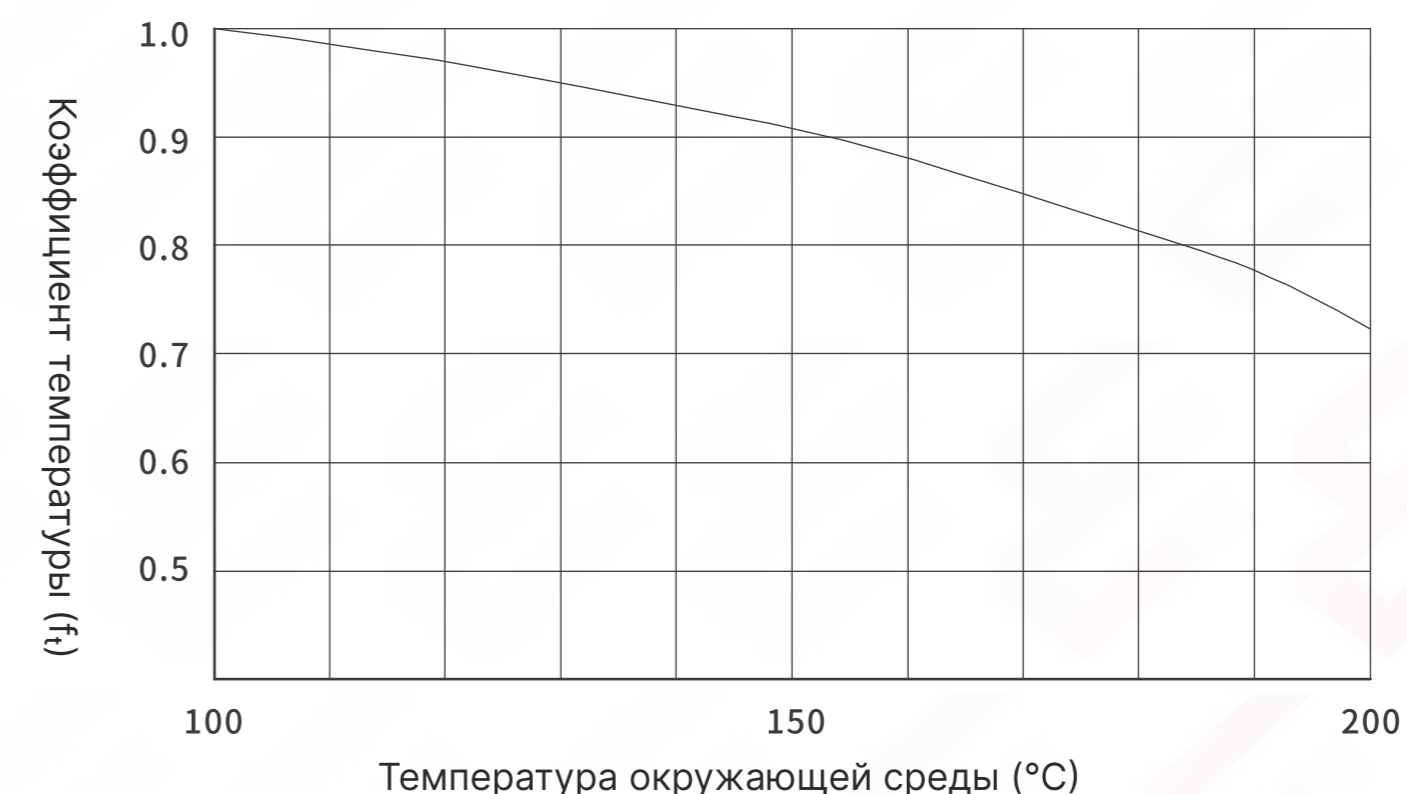
Коэффициент твердости (f_h)

Чтобы максимально использовать грузоподъемность линейной направляющей, диапазон твердости поверхности качения предпочтительно составляет HRC 58~62. Если твердость поверхности качения ниже HRC 58, базовую номинальную динамическую нагрузку (C) и базовую статическую нагрузку (CO) необходимо рассчитывать с учетом коэффициента твердости (f_h).



Коэффициент температуры (f_t)

Когда температура эксплуатации линейной системы превышает 100°C, необходимо учитывать неблагоприятное влияние высокой температуры на температурный коэффициент.



Технические расчеты

Формула расчета срока службы

Заменяя базовую динамическую номинальную нагрузку C и эквивалентную нагрузку P , срок службы рельсовой направляющей рассчитывается следующим образом:

$$L = \left(\frac{f_h \cdot f_T \cdot f_c \cdot C}{f_w \cdot P} \right)^3 \cdot 50 \text{ km}$$

C Базовая динамическая номинальная нагрузка

P Эквивалентная нагрузка

f_h Коэффициент твердости

f_T Коэффициент температуры

f_c Коэффициент контакта

f_w Коэффициент нагрузки

Номинальный срок службы (L: км)

Номинальный срок службы является общим пробегом 90 % систем линейного перемещения без отслаивания поверхности, когда партия одних и тех же систем перемещается в одинаковых условиях.

После расчета номинального срока службы (L), срок службы можно рассчитать в соответствии с длиной хода и количеством циклов туда и обратно:

$$L_n = \frac{L \cdot 10^6}{2 \cdot L_s \cdot N1 \cdot 60}$$

L_n Срок службы (ч)

L_s Количество циклов туда и обратно в минуту

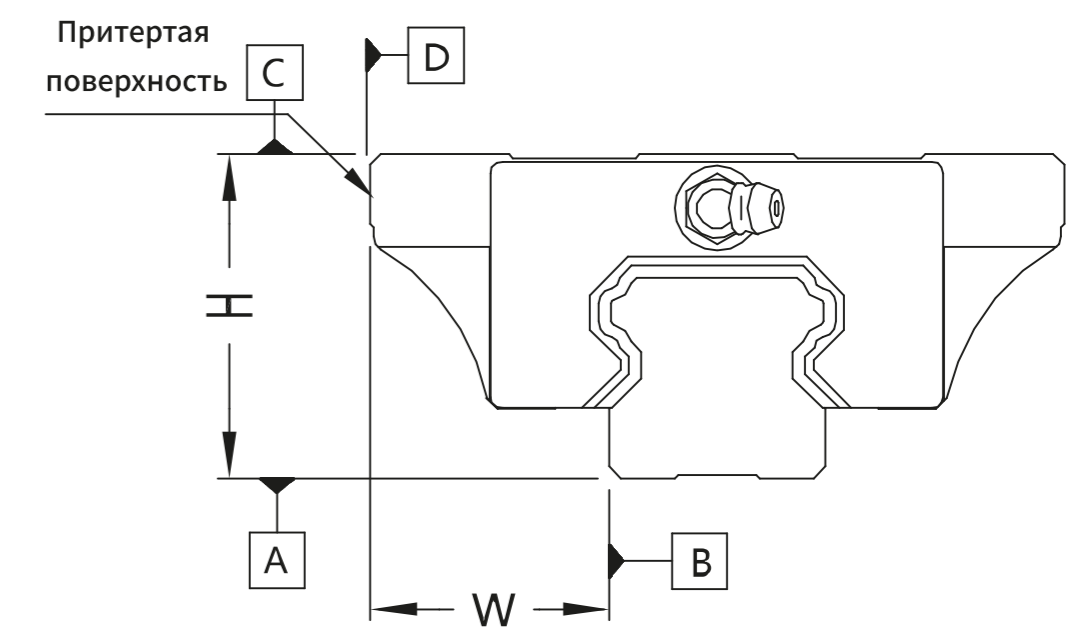
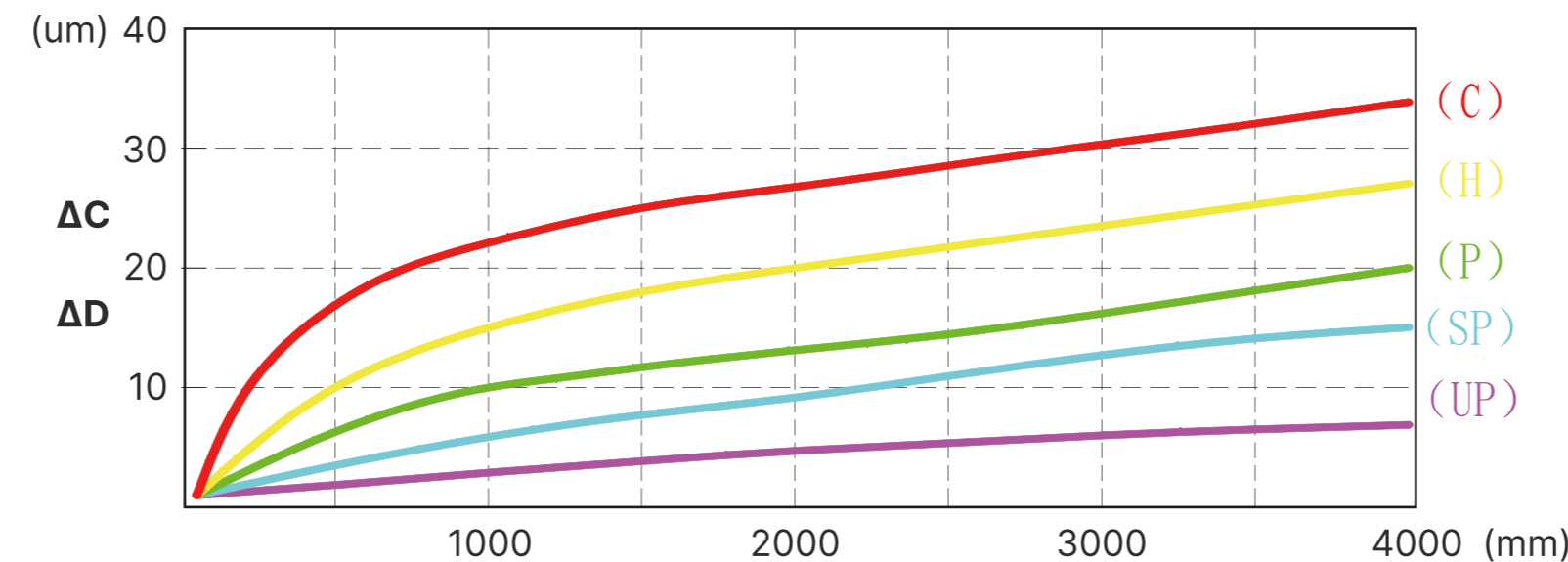
$N1$ Длина хода (мм)

Классы точности

Классы точности

Класс точности один из важнейших параметров системы линейного перемещения. В зависимости от назначения оборудования и требований к допускам, применяется тот класс точности, который будет им отвечать.

В шариковых рельсовых направляющих имеется пять классов точности для шариковых кареток и пять классов точности для направляющих рельсов.



Объект/ Класс точности	Нормальный - C	Высокий - H	Прецизионный - P	Супер- прецизионный - SP	Ультра- прецизионный - UP
Допустимое отклонение высоты комбинации направляющей и ползун (H)	±0,1	±0,04	±0,04	±0,02	±0,01
Допустимое отклонение ширины комбинации направляющей и ползун (W)	±0,1	±0,04	±0,04	±0,02	±0,01
Допустимое отклонение высоты комбинации одной оси с несколькими направляющими и ползунами (ΔH)	0,03	0,02	0,01	0,005	0,003
Допустимое отклонение ширины комбинации одной оси с несколькими направляющими и ползунами (ΔW)	0,03	0,02	0,01	0,005	0,003

Предварительный натяг системы

Для повышения жесткости шариковые каретки могут быть подвергнуты предварительному натягу. Силы внутреннего предварительного натяга, проявляющиеся при этом, следует учитывать в расчете на долговечность. Класс предварительного натяга может быть выбран в соответствии с областью применения. Сила предварительного натяга F_{pr} выбирается по таблице.

Код	Предварительный натяг	Область применения
Z0	Легкий преднатяг (0~0,018C)	Для направляющих систем с особо легким ходом, с наименьшим возможным трением, для применений с высокими допусками при монтаже.
ZA	Средний преднатяг (0,052C~0,07C)	Для точных направляющих систем с минимальной внешней нагрузкой и высокими требованиями к общей жесткости.
ZB	Высокий преднатяг (0,12C~0,14C)	Для точных направляющих систем, одновременно с высокой внешней нагрузкой и высокими требованиями к общей жесткости; рекомендуется также для одинарных рельсовых систем. Мгновенные нагрузки выше средней величины могут поглощаться без существенной упругой деформации.