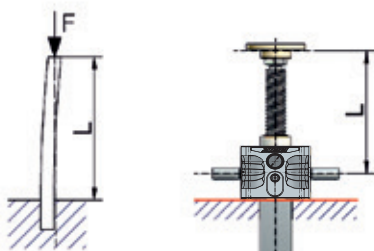




Критическая сила продольного изгиба для ходового винта

Эйлер 1



Без направляющих

Формула:

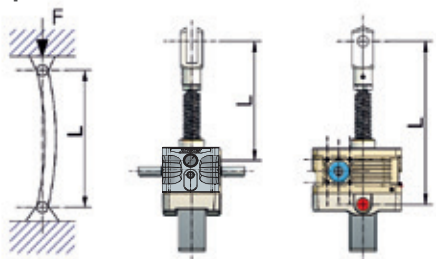
$$I = \frac{F \times v \times (L \times 2)^2}{\pi^2 \times E} \quad \text{затем } d = \sqrt[4]{\frac{I \times 64}{\pi}}$$

Пример:

$$I = \frac{45.000 \text{ N} \times 3 \times (1.320 \text{ мм} \times 2)^2}{\pi^2 \times 210.000 \text{ Н/мм}^2} = \frac{9.40896^{11} \text{ мм}^4}{2.072.616,924} = 453.965,22 \text{ мм}^4$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{453.965,22 \text{ мм}^4 \times 64}{\pi}} = 55,15 \text{ мм минимальный диаметр сердечника} = \text{Z-250 (сердечник винта } \varnothing = 59,6 \text{ мм)}$$

Эйлер 2

S-версия
с направляющимиПоворотный
привод

Формула:

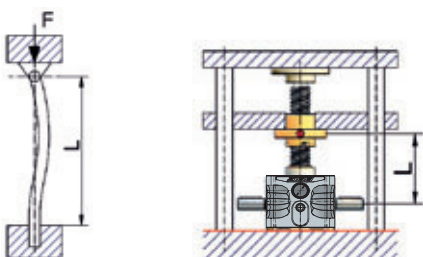
$$I = \frac{F \times v \times L^2}{\pi^2 \times E} \quad \text{затем } d = \sqrt[4]{\frac{I \times 64}{\pi}}$$

Пример:

$$I = \frac{45.000 \text{ N} \times 3 \times (1.320 \text{ мм})^2}{\pi^2 \times 210.000 \text{ Н/мм}^2} = \frac{2.35224^{11} \text{ мм}^4}{2.072.616,924} = 113.491,305 \text{ мм}^4$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{113.491,305 \text{ мм}^4 \times 64}{\pi}} = 38,99 \text{ мм минимальный диаметр сердечника} = \text{ZE-100 (сердечник винта } \varnothing = 43,6 \text{ мм)}$$

Эйлер 3

R-версия
с направляющими

Формула:

$$I = \frac{F \times v \times (L \times 0,7)^2}{\pi^2 \times E} \quad \text{затем } d = \sqrt[4]{\frac{I \times 64}{\pi}}$$

Пример:

$$I = \frac{45.000 \text{ N} \times 3 \times (1.320 \text{ мм} \times 0,7)^2}{\pi^2 \times 210.000 \text{ Н/мм}^2} = \frac{1.15259^{12} \text{ мм}^4}{2.072.616,924} = 55.610,7396 \text{ мм}^4$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{55.610,739 \text{ мм}^4 \times 64}{\pi}} = 32,62 \text{ мм минимальный диаметр сердечника} = \text{ZE-50/Tr50 (сердечник винта } \varnothing = 39,8 \text{ мм)}$$

	GSZ-2	ZE-5	ZE-10	ZE-25	ZE-35/50	ZE-50/ Tr50	ZE-100	ZE-150	ZE-200	Z-250	Z-350	Z-500	Z-750	Z-1000
Трапец. резьба Tr Ø сердечника в мм (мин.)	16x4	18x4	20x4	30x6	40x7	50x8	55x9	60x9	70x12	80x16	100x16	120x16	140x20	160x20
	10,9	12,9	14,9	22,1	31	39,8	43,6	48,6	55,2	59,6	80,6	99,6	115	135
Шариковый винт KGT Ø мм	16	16	25	32	40	-	50	63	80	80	100	125	140	160
Ø сердечника в мм (мин.*)	12,9	12,9	21,5	27,3	34,1	-	43,6	51,8	67	67	87,4	107,8	117	132,8

*В зависимости от шага резьбы диаметр сердечника также может быть больше. Точный диаметр сердечника можно найти на страницах KGT в главе 2.



Пояснения:

I = момент площади 2-й степени в мм⁴

F = макс. нагрузка / домкрат в Н

L = длина свободного винта в мм

E = модуль упругости стали (210 000 Н / мм²)

v = коэффициент запаса прочности (обычно 3)

d = минимальный диаметр сердечника винта

Пример:

F = 45.000Н/домкрат

L = 1320 мм

v = 3



Критическая скорость вращения для R-версии

Макс. допустимая скорость вращения винта

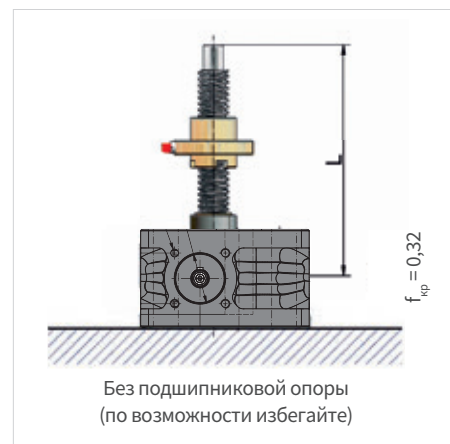
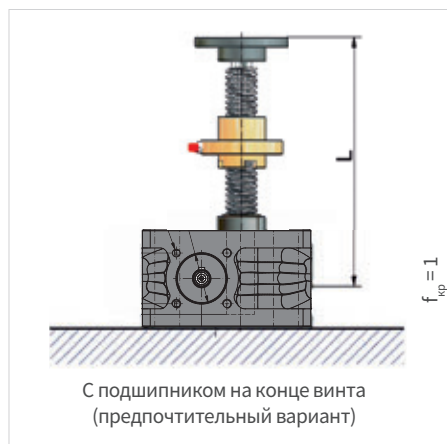
$$n_{\text{доп}} = 0,8 \times n_{\text{кр}} \times f_{\text{кр}}$$

$n_{\text{доп}}$ Макс. доп. скорость вращения винта (об/мин)

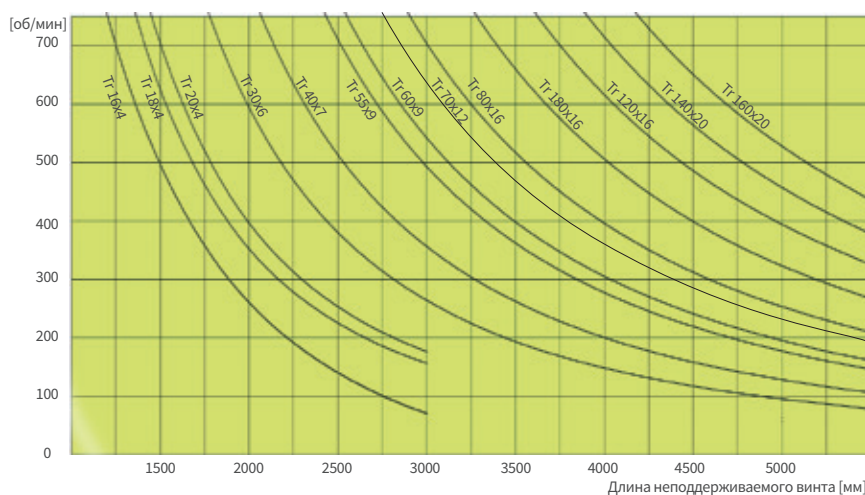
$n_{\text{кр}}$ Теоретическая критическая скорость (об/мин), которая приводит к резонансным колебаниям (см. диаграмму)

$f_{\text{кр}}$ Поправочный коэффициент, учитывающий тип подшипниковых опор винта

i Рабочая скорость вращения не должна превышать 80% максимальной скорости



$$\text{Скорость вращения винта} = \frac{\text{Скорость привода}}{i_{\text{Редуктора}}}$$



Для домкратов R (с вращающимся винтом) максимально допустимая частота вращения винта должна определяться для длинных и тонких винтов. Для этого возьмите теоретическую критическую скорость $n_{\text{кр}}$ из диаграммы. При определении неподдерживаемой длины винта также следует учитывать конструктивные размеры, обусловленные применением защиты винта и т. п. Вместе с поправочным коэффициентом для подшипниковых опор винта используйте формулу для расчета максимально допустимой скорости винта.

Если рассчитанная максимально допустимая частота вращения винта ниже требуемой, необходимо использовать винт большего размера или двухзаходный винт с половинной скоростью. Это также необходимо проверить. В версии R вы можете выбрать «усиленный винт». (Винт следующего более крупного домкрата). Обратите внимание, что винты с большим шагом также требуют более высокого крутящего момента.

ВНИМАНИЕ:

Длинные и тонкие винты могут скрипеть, несмотря на соблюдение критической скорости на изгиб! Поэтому вам следует учитывать в расчете достаточную безопасность.



Приводной крутящий момент [МГ] винтового домкрата

Пояснения позволяют определить требуемый крутящий момент привода.

В случае домкратов с однозаходным трапецеидальным винтом для определения приводного момента можно просто коэффициент на соответствующей странице с описанием домкрата умножить на нагрузку.

Формула:

$$1) \text{Приводной момент: } M_g = \frac{F \text{ [кН]} \times P \text{ [мм]}}{2 \times \pi \times \eta_{\text{Домкрат}} \times \eta_{\text{Винт}} \times i}$$

$$2) \text{мощность мотора: } P_m \text{ [кВт]} = \frac{M_g \text{ [Нм]} \times n \text{ [мин}^{-1}\text{]}}{9550}$$

3) Коэффициент безопасности:

Рассчитанное значение следует умножить на коэффициент безопасности от 1,3 до 1,5. Для небольших размеров, низких скоростей и, прежде всего, низких температур используется коэффициент безопасности до 2.

Минимальная нагрузка:

При низких динамических нагрузках потери холостого хода пропорционально более значительны. Поэтому вам следует рассчитать привод с нагрузкой не менее 15% от номинальной нагрузки домкрата, даже если эффективная нагрузка ниже (например, ZE-50 с минимальной нагрузкой 7,5 кН).

Пояснения:	
M_g	Требуемый приводной момент [Нм] для одного домкрата
F	Нагрузка (динамическая) [кН]
$\eta_{\text{Домкрат}}$	КПД домкрата (не считая винта)
$\eta_{\text{Винт}}$	КПД винта
P	Шаг резьбы винта [мм]
i	Передаточное отношение редуктора домкрата
P_m	Мощность приводного двигателя

Пример:

$$1) M_g = \frac{12 \text{ кН} \times 6 \text{ мм}}{2 \times \pi \times 0,87 \times 0,39 \times 6} = 5,63$$

$$2) P_m = \frac{5,63 \text{ Нм} \times 1500 \text{ мин}^{-1}}{9550} = 0,88 \text{ кВт}$$

3) Пример:

$$0,88 \text{ кВт} \times 1,5 = 1,32 \text{ кВт} \longrightarrow \text{Motor } 1,5 \text{ кВт}$$

Пример:

ZE-25-SN
 $F = 12 \text{ кН}$ (динамическая нагрузка)
 $\eta_{\text{Домкрат}} = 0,87$ $\eta_{\text{Винт}} = 0,39$
 $i = 6$ $P = 6$

КПД домкрата $\eta_{\text{Домкрат}}$ (без винта)

i	rpm	GSZ-2	ZE-5	ZE-10	ZE-25	ZE-35	ZE-50	ZE-100	ZE-150	ZE-200	Z-250	Z-350	Z-500	Z-750	Z-1000
N	3000	0,87	0,81	0,83	0,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N	1500	0,87	0,82	0,84	0,87	0,87	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	-	-	-	-
N	1000	0,86	0,82	0,82	0,86	0,87	0,86	0,87	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,88	0,90
N	750	0,86	0,82	0,84	0,85	0,86	0,85	0,87	0,88	0,90	0,90	0,91	0,92	0,88	0,90
N	500	0,85	0,82	0,84	0,83	0,85	0,84	0,85	0,87	0,90	0,89	0,9	0,92	0,87	0,89
N	100	0,74	0,77	0,79	0,78	0,78	0,78	0,78	0,8	0,85	0,83	0,86	0,87	0,81	0,84
L	3000	0,78	0,74	0,78	0,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L	1500	0,77	0,70	0,74	0,72	0,64	0,66	0,67	0,67	0,77	0,78	-	-	-	-
L	1000	0,75	0,67	0,72	0,7	0,64	0,66	0,65	0,66	0,77	0,77	0,78	0,76	0,67	0,76
L	750	0,74	0,65	0,7	0,68	0,64	0,66	0,65	0,65	0,77	0,76	0,78	0,75	0,66	0,76
L	500	0,71	0,62	0,67	0,65	0,63	0,65	0,65	0,63	0,76	0,75	0,77	0,73	0,65	0,75
L	100	0,54	0,53	0,59	0,54	0,52	0,55	0,57	0,53	0,67	0,65	0,67	0,61	0,58	0,66

КПД винта $\eta_{\text{Винт}}$

Рассчитывается с коэффициентом трения $\mu = 0,11$

Тг-винт 1-заходный	16x4	18x4	20x4	30x6	40x7	50x8	55x9	60x9	70x12	80x16	100x16	120x16	140x20	160x20	Шариковый винт
КПД	0,45	0,42	0,39	0,39	0,35	0,33	0,34	0,32	0,35	0,39	0,33	0,29	0,30	0,27	
Тг-винт 1-заходный	16x8P4	18x8P4	20x8P4	30x12P6	40x14P7	50x16P8	55x18P9	60x18P9	70x24P12	80x32P16	100x32P16	120x32P16	140x40P20	160x40P20	0,9
КПД	0,62	0,59	0,56	0,56	0,53	0,50	0,51	0,48	0,52	0,56	0,50	0,45	0,47	0,44	



Максимальный крутящий момент

Максимальный приводной крутящий момент

Для достижения оптимального срока службы указанные здесь значения не должны превышать.

В случае небольшого рабочего времени после консультации возможны более высокие значения.

Макс. приводной крутящий момент MR [Нм]

i	rpm	GSZ-2	ZE-5	ZE-10	ZE-25	ZE-35	ZE-50	ZE-50/Tr50	ZE-100	ZE-150	ZE-200	Z-250	Z-350	Z-500	Z-750	Z-1000
N	3000	1,2	4	11	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N	1500	1,4	4,7	13,5	18	19,8	31,5	31,5	53,4	75,1	155	152	-	-	-	-
N	1000	1,5	5,6	14	22	20,8	36,8	36,8	60,8	77,7	155	152	265	408	480	680
N	500	1,6	6,1	16,7	28	24,8	46,5	46,5	75,3	95	156	160	350	500	640	960
L	3000	0,5	1,4	5,7	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L	1500	0,5	1,5	7,5	10	9	10,4	10,4	13,5	20,7	61	41,4	-	-	-	-
L	1000	0,5	1,8	8,7	11	9,7	14,9	14,9	15,4	23,7	61	47,4	100	170	210	450
L	500	0,6	2,2	10,7	14	11,1	19,2	19,2	18,9	29,4	62	63,5	112	220	240	580

Предельные значения являются механическими - учитывайте тепловые факторы в зависимости от режима работы.

Максимальный передаваемый крутящий момент

При наличии нескольких последовательно включенных домкратов крутящий момент сквозного привода может быть

значительно выше максимального входного крутящего момента. Кручению подвергается только вал, а не зубчатая передача.

Максимальный передаваемый крутящий момент на червячном валу [Нм]

GSZ-2	ZE-5	ZE-10	ZE-25	ZE-35	ZE-50	ZE-50/Tr50	ZE-100	ZE-150	ZE-200	Z-250	Z-350	Z-500	Z-750	Z-1000
9	39	57	108	130	260	260	540	540	700	770	1800	1940	4570	4570



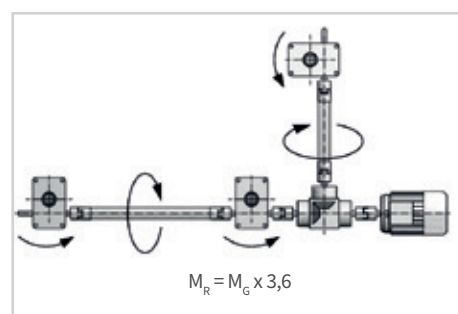
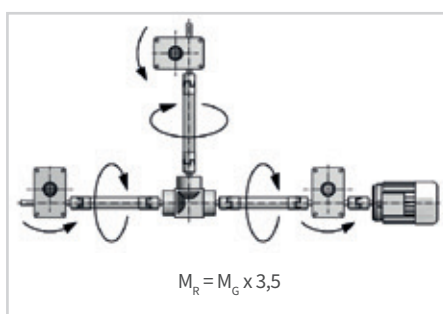
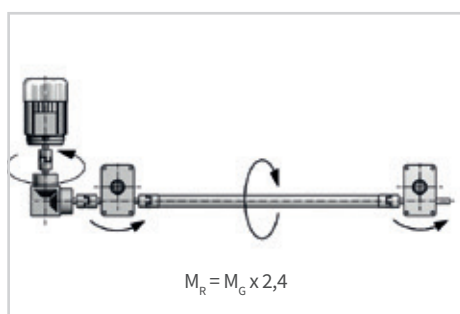
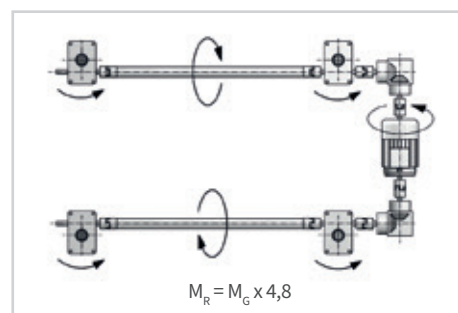
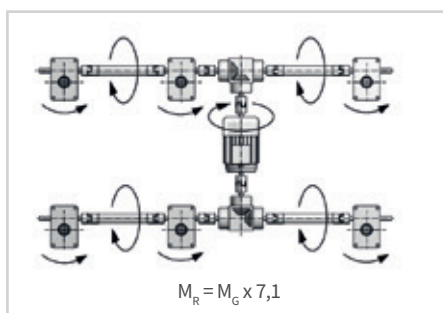
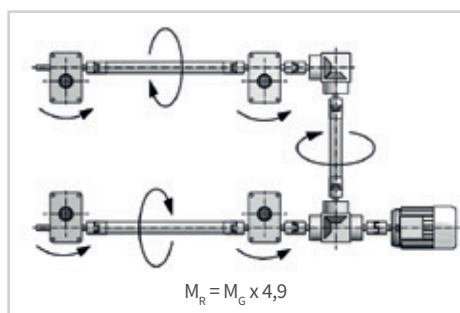
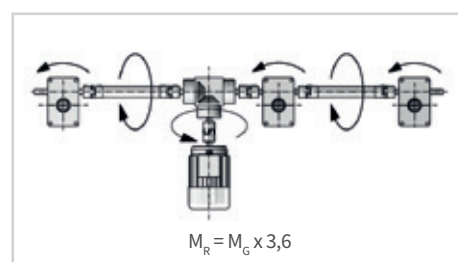
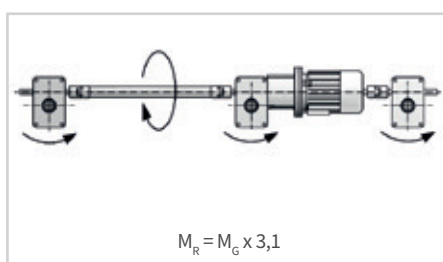
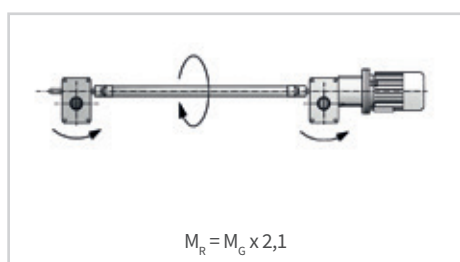
Приводной крутящий момент для системы – Приблизительный расчет

Определение

Требуемый крутящий момент подъемной системы складывается из суммы моментов отдельных домкратов и увеличивается из-за потерь на трение компонентов трансмиссии, таких как муфты, соединительные валы, конические редукторы и т. д.

Чтобы упростить расчет, мы назовем следующие факторы для определения крутящего момента привода для наиболее распространенных приложений.

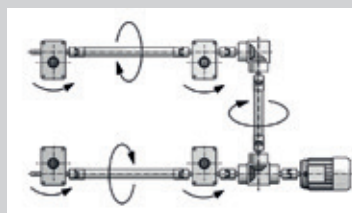
- i** M_R – Суммарный приводной крутящий момент для всей системы
 M_G – Приводной крутящий момент для одного домкрата
 M_A – Пусковой момент макс. $1,5 \times M_R$



Внимание

Рассчитанное значение следует умножить на коэффициент безопасности от 1,3 до 1,5. Для небольших размеров, низких скоростей и, прежде всего, низких температур используется коэффициент безопасности до 2.

Пример (12 кН на 1 домкрат)



$$M_R = M_G \times 4,9 = 5,63 \text{ Нм} \times 4,9 = 27,59 \text{ Нм}$$

$$\rightarrow \times \text{Безопасность } 1,5 = 41,38 \text{ Нм}$$

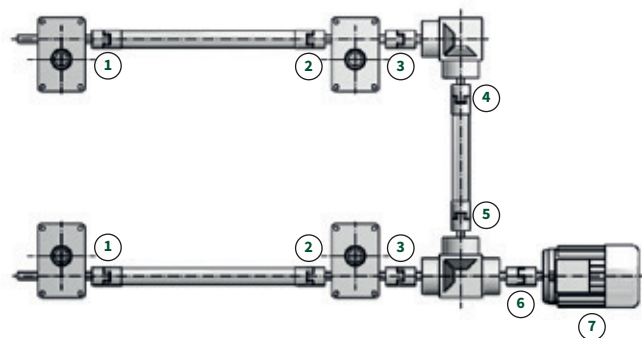
$$M_A = M_R \times 1,5 = 41,38 \text{ Нм} \times 1,5 = 62,07 \text{ Нм}$$



Приводной крутящий момент для системы

– Точный расчет

В следующем примере расчета КПД соединительных валов (η 0,95) и конических редукторов (η 0,9) включены в расчет.



Формула расчета:

$$\text{Приводной момент: } M_g = \frac{F [\text{kN}] \times P [\text{мм}]}{2 \times \pi \times \eta_{\text{Домкрат}} \times \eta_{\text{Винт}} \times i}$$

КПД:

Соединительные валы: η 0,95

Конические редукторы: η 0,90

Пример:

- | | | |
|----|--|-------------------|
| 1) | $MG = \frac{12 \text{ кН} \times 6 \text{ мм}}{2 \times \pi \times 0,87 \times 0,39 \times 6}$ | = 5,63 |
| 2) | $\frac{5,63 \text{ Нм}}{0,95}$
(КПД соединительных валов) | = 5,93 Нм |
| 3) | $5,63 \text{ Нм} + 5,93 \text{ Нм}$ | = 11,56 Нм |
| 4) | $\frac{11,56 \text{ Нм}}{0,9}$
(КПД конических редукторов) | = 12,84 Нм |
| 5) | $\frac{12,84 \text{ Нм}}{0,95}$ | = 13,52 Нм |
| 6) | $(11,56 \text{ Нм} + 13,52 \text{ Нм}) / 0,9$ | = 27,87 Нм |
| 7) | $27,87 \text{ Нм} \times 1,5$ | = 41,8 Нм |

Z-25-SN

F = 12 кН (Нагрузка динамическая на 1 домкрат)

$$\eta_{\text{Домкрат}} = 0,87 \quad \eta_{\text{Винт}} = 0,39$$

$$i = 6 \quad P = 6$$

$11,56 \text{ Нм} \times 1,5 = 17,34 \text{ Нм}$
(KSZ-H-25-L подходит - см. Главу 5)

41,8 Нм
(KSZ-H-35-T требуется - см. Главу 5)

Выбор двигателя: 132М-Р4-7,5 кВт
(50 Нм) (двигатели - см. Глава 3)

Внимание

Рассчитанное значение следует умножить на коэффициент безопасности от 1,3 до 1,5. Для небольших размеров, низких скоростей и, прежде всего, низких температур используется коэффициент безопасности до 2.

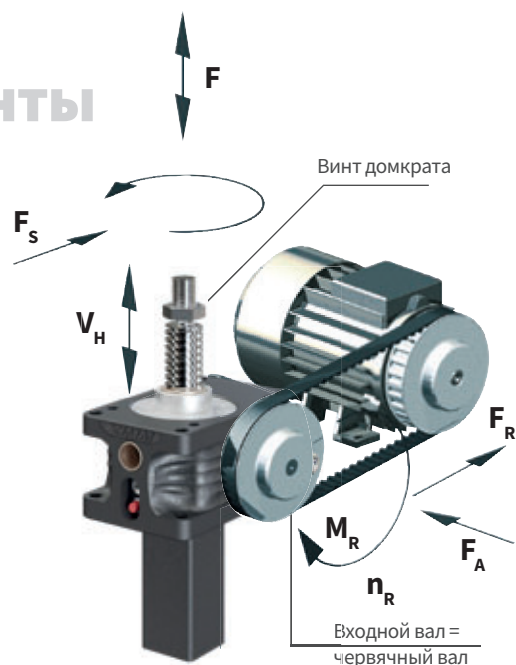
Максимальные силы / моменты



Боковые силы на винт домкрата

Максимально допустимые боковые усилия указаны в таблице ниже. В принципе, поперечные силы должны восприниматься направляющими. Направляющая втулка в редукторе домкрата выполняет только вспомогательную направляющую функцию. Максимальные действующие боковые силы должны быть ниже значений в таблице!

ВНИМАНИЕ: ТОЛЬКО ДЛЯ СТАТИЧЕСКИХ СИЛ!



Максимальная боковая сила F_s [N] (только статическая)

Длина выдвижения винта в мм

ZE/Z	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1500	2000	2500	3000
5	360	160	100	70	55	45	38	32	28	25	20	18	12	-	-
10	600	280	180	130	100	80	70	60	50	47	40	30	20	15	-
25	900	470	300	240	180	150	130	110	100	90	70	60	45	35	30
35	1300	700	450	360	270	220	190	160	150	130	100	90	60	50	40
50	3000	2000	1300	900	700	600	500	420	380	330	280	230	160	130	100
100	5000	4000	3000	2300	1800	1500	1300	1100	950	850	700	600	400	350	250
150	5500	5000	3900	2800	2300	1800	1500	1300	1200	1000	850	750	500	400	350
200	7500	7200	5400	4000	3200	2500	2100	1800	1700	1500	1200	1050	700	600	500
250	9000	9000	6500	4900	3800	3000	2500	2200	2000	1900	1450	1250	900	760	660
350	15000	13000	12000	10000	8800	7000	6000	5500	4800	4300	3500	3000	2000	1600	1400
500	29000	29000	29000	29000	24000	20000	17000	15000	15000	14000	12000	9000	7000	5600	4900
750	34800	34800	34800	34800	34800	28800	24000	20400	18000	16800	14400	10800	8400	6720	5880
1000	46000	46000	39000	36000	320000	30000	25000	290000	25000	23500	20000	17000	12000	10000	8000

Радиальная нагрузка на входной вал

При использовании цепной или ременной передачи указанные здесь радиальные силы не должны превышать.

Максимальная радиальная нагрузка на входной вал F_R [N]

	ZE-5	ZE-10	ZE-25	ZE-35	ZE-50	ZE-100	ZE-150	ZE-200	Z-250	Z-350	Z-500	Z-750	Z-1000
FR max.	110	190	260	260	420	650	670	1000	1100	1400	2600	3000	3400

- Определение нагрузки:**
- F - Нагрузка на растяжение и/или сжатие
 - F_s - Боковая нагрузка на винт
 - V_H - Скорость перемещения винта (или гайки в R-версии)
 - F_A - Осевая нагрузка на входной вал
 - F_R - Радиальная нагрузка на входной вал
 - M_R - Входной крутящий момент
 - n_R - Скорость вращения входного вала



Определение длины - винт и защитная труба

Экономия времени

С помощью онлайн-конфигуратора ZIMM вы можете легко и удобно определить требуемую длину винта и защитной трубы. Это позволяет быстро рассчитать установочные размеры вашего домкрата.

Основное правило

В зависимости от версии и используемых компонентов системы винт (и защитная труба в версии S) удлиняется. Эти измерения необходимо учитывать. В особых случаях установки создайте чертеж или свяжитесь с нашими специалистами по проектам.

Ход + базовая длина (+ различные удлинения для версий / компонентов системы)

Пример S:

ZE-25-SN, Ход 250 мм:

- Гофрированная защита ZE-25-FB-300 (ZD=70 мм)
- Опорный фланец BF (поэтому защита без крепежного кольца FBR)
- Защита от проворота винта VS
- Конечные выключатели ESSET

Длина винта Tr:

250	+	180	+	44	+	45	=	519 mm
Ход		Базовая длина		Гофрозащита (70 - 26 = 44)		Конечные выключатели и защита от проворота		Длина винта

Длина защитной трубы SRO:

250	+	53	+	72	=	375 mm
Ход		Базовая длина		Конечные выключатели + защита от проворота		Длина защитной трубы

Пример R:

ZE-25-RN, ход 250 мм:

- Винт с цапфой (Подшипниковая опора GLP)
- Гофрированная защита ZE-25-FB-300 (ZD=70 мм) сверху и снизу
- Дуплексная гайка DM

Длина винта Tr:

250	+	189	+	60	+	55	+	50	=	554 mm
Ход		Базовая длина		Гофрозащита 1 (70 - 10 = 60)		Гофрозащита 2 (70 - 15 = 55)		Дуплексная гайка		Длина винта

Определение длины соединительных валов можно найти в Главе 4.