

# Цилиндр поворотный с конструкцией передачи рейка-шестерня. Серия QR

Новинка

Размеры: 7, 10, 20, 30, 50 мм

Стандартные углы поворота: 0° ÷ 190°

Магнитный, с механическим остановом или с амортизаторами в конце хода



- » Компактность
- » Высокая повторяемость
- » Возможность регулировки угла поворота
- » Легкость в установке
- » Механический упор или гидравлический амортизатор
- » Возможность установки на манипуляторы
- » Использование магнитных датчиков Серий CSC, CSD

Поворотные цилиндры Серии QR способны обеспечить высокий крутящий момент при высокой стабильности и точном угле поворота.

Угол поворота может быть установлен в диапазоне от 0° до 190° с помощью регулировочных винтов или гидравлических амортизаторов, расположенных на одной из сторон поворотного стола.

Использование амортизаторов позволяет подавлять в два-пять раз больше кинетической энергии, чем исполнение с регулировочными винтами. Поворотный стол компактен и допускает прямую нагрузку.

Компактность, легкость и простота в сочетании с профильными промышленными конструкциями делают эти цилиндры особенно подходящими для использования в сборочных и упаковочных секторах любого применения, где требуется перемещение, наклон или поворот объектов.



## ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Конструкция	рейка-шестерня			
Действие	двустороннего действия			
Материалы	профиль, концевые блоки и поворотный фланец – алюминий рейка – сталь шестерня – сталь уплотнение по корпусу – PTFE уплотнения – NBR			
Крепление	с помощью винтов в центре			
Размеры	7, 10, 20, 30, 50 мм			
Рабочая температура	0°C ÷ 70°C			
Стандартные углы поворота	0° ÷ 190°			
Минимальный угол поворота (с амортизатором)	10 = 66°	20 = 52°	30 = 46°	50 = 70°
Повторяемость	< 0,2°			
Подшипники	шариковый подшипник			
Рабочее давление	1 ÷ 10 бар	1 ÷ 7 бар (для 7 мм)	1 ÷ 6 бар (для версий с амортизатором)	
Рабочая среда	очищенный воздух без необходимости маслораспыления согласно ISO 8573-1:2010 [7:4:4]. Требуется установка центробежного фильтра 25 мкм, обеспечивающего класс очистки воздуха по стандарту ISO 8573-1:2010 [7:8:4].			

## КОДИРОВКА

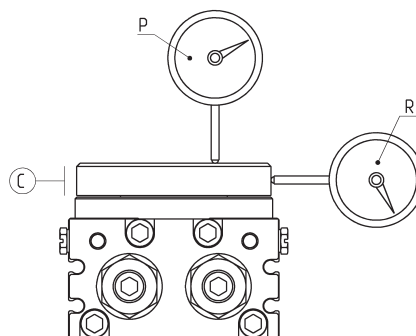
<b>QR</b>	<b>20</b>	<b>A</b>
<b>QR</b>	СЕРИЯ	ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ СИМВОЛ: CD18
<b>20</b>	РАЗМЕРЫ: 07            20            50 10            30	
<b>A</b>	ТИП АМОРТИЗАЦИИ: A = механический останов S = амортизаторы	

## МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМАЯ КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ И ВРЕМЯ ПОВОРОТА

Размеры	Максимально допустимая кинетическая энергия (Дж)	Максимально допустимая кинетическая энергия (Дж)	Настройка диапазона времени поворота для стабильного использования (с/90°)	
			С регулировочными винтами	С амортизаторами
<b>07</b>	<b>0,006</b>	-	<b>0,2 - 1,0</b>	-
<b>10</b>	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>	<b>0,2 - 1,0</b>	<b>0,2 - 1,0</b>
<b>20</b>	<b>0,025</b>	<b>0,12</b>	<b>0,2 - 1,0</b>	<b>0,2 - 1,0</b>
<b>30</b>	<b>0,05</b>	<b>0,12</b>	<b>0,2 - 1,0</b>	<b>0,2 - 1,0</b>
<b>50</b>	<b>0,08</b>	<b>0,30</b>	<b>0,2 - 1,0</b>	<b>0,2 - 1,0</b>

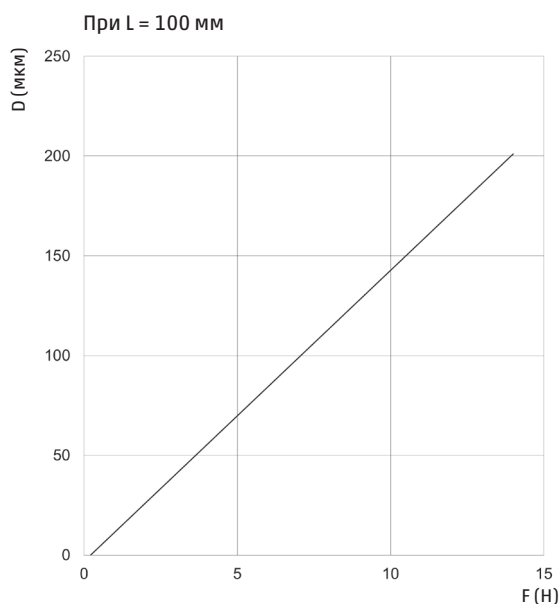
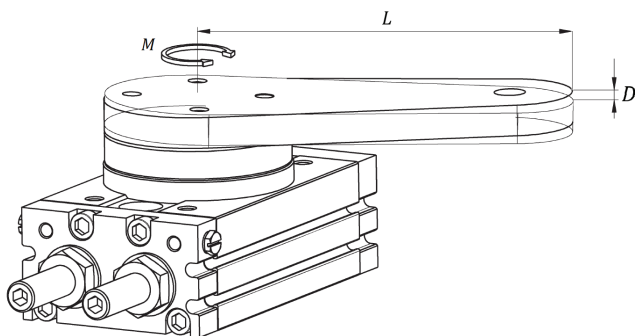
## ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ДОПУСКИ ПОВОРОТНОГО СТОЛА

P = Допуск параллельности поворотного стола 0,1 мм  
R = Допуск круглости поворотного стола 0,1 мм  
C = Допуск цилиндричности поворотного стола 0,1 мм



## ОТКЛОНЕНИЕ ПЛОСКОСТИ СТОЛА ОТ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ

M = Момент/крутящий момент  
L = Расстояние от оси вращения до крайней точки  
D = Отклонение от горизонтали

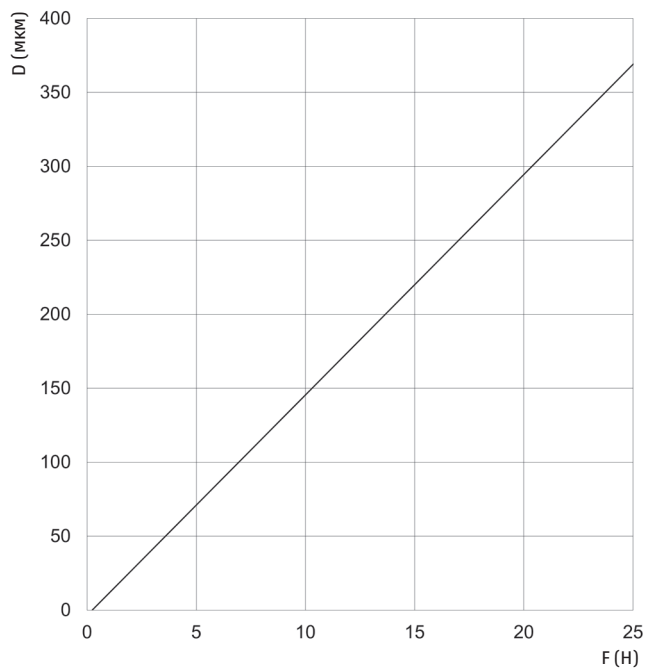


QR07  
D = Отклонение от горизонтали  
F = Усилие

**РАССОГЛАСОВАНИЕ ПОВОРОТНОГО СТОЛА**

ПОВОРОТНЫЕ ПРИВОДЫ С КОНСТРУКЦИЕЙ ПЕРЕДАЧИ РЕЙКА-ШЕСТЕРНЯ СЕРИЯ QR

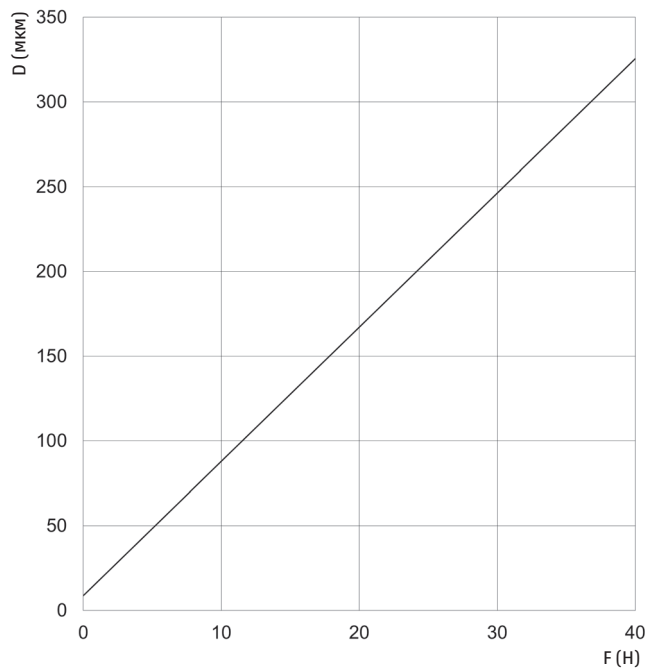
При L = 100 мм



**QR010**

D = Отклонение от горизонтали  
F = Усилие

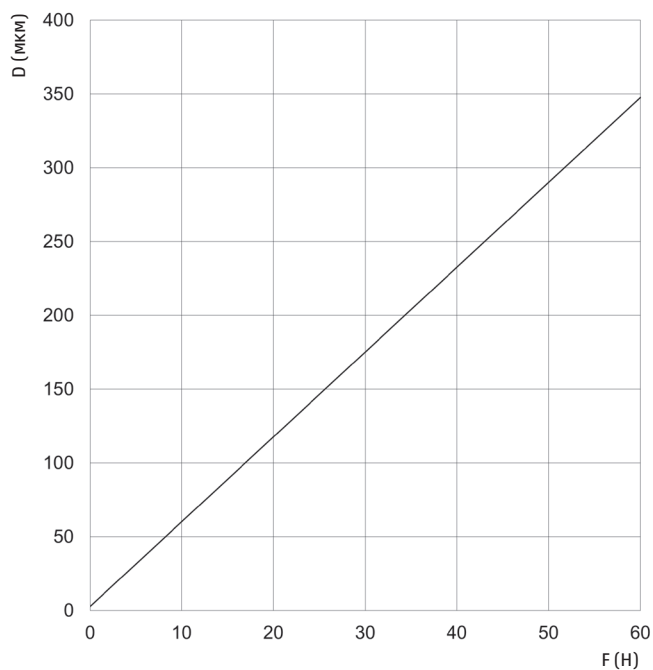
При L = 100 мм



**QR20**

D = Отклонение от горизонтали  
F = Усилие

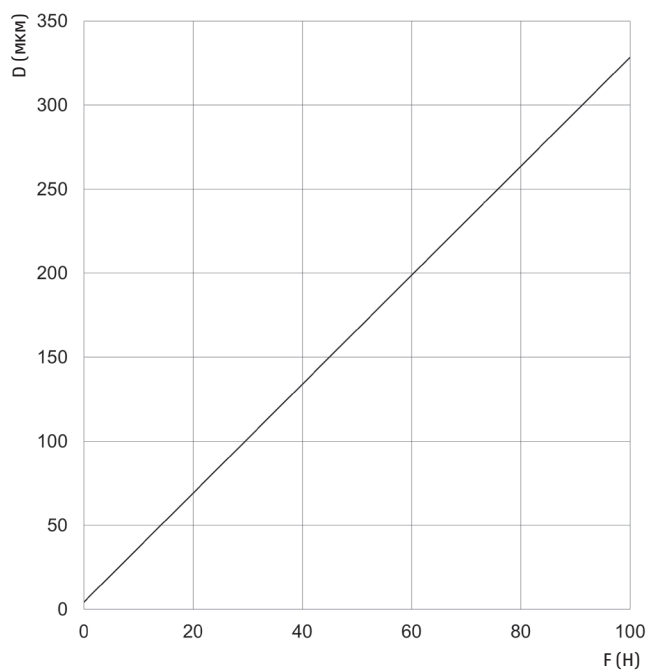
При L = 100 мм



**QR30**

D = Отклонение от горизонтали  
F = Усилие

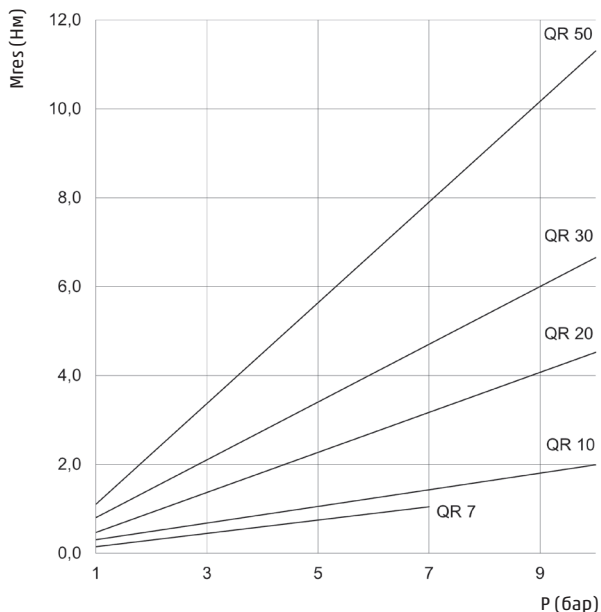
При L = 100 мм



**QR50**

D = Отклонение от горизонтали  
F = Усилие

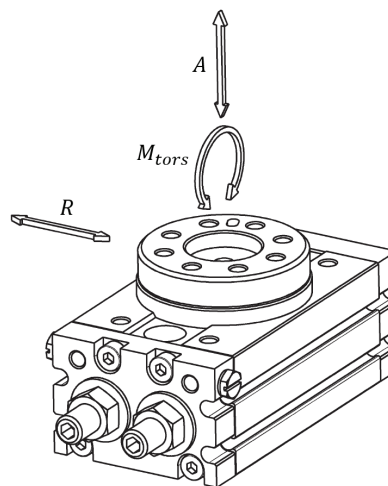
## ВЫХОДНОЙ КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ И ДОПУСТИМЫЕ НАГРУЗКИ



Mges = Крутящий момент  
P = Давление

### Максимально допустимая нагрузка

Размер	R радиальная (Н)	A осевая (Н)	M <sub>tors</sub> момент (Нм)
07	47	65	1,3
10	75	73	2,3
20	142	132	3,9
30	192	189	5,1
50	309	291	9,5



## РАЗМЕР/ВЫБОР ЦИЛИНДРА

КАК ПРАВИЛЬНО ВЫБРАТЬ ЦИЛИНДР:

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Давление: 4 бар (0,4 МПа)

Угол поворота: 90°

Время поворота: 0,9 с

Нагрузка: m<sub>1</sub> = масса плиты слева от оси вращения 0,5 кг

m<sub>2</sub> = масса плиты справа от оси вращения 1,5 кг

m<sub>3</sub> = масса перемещаемого объекта 3,0 кг

### 1) ВРЕМЯ ПОВОРОТА:

Проверьте, удовлетворяет ли требуемое время поворота допустимому диапазону значений в разделе «кинетическая энергия и время поворота».

Требуемое время поворота: 0,9 с/90°

### 2) КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ:

Проверьте, удовлетворяет ли требуемый крутящий момент допустимому диапазону значений в разделе «крутящий момент и допустимые нагрузки».

**МОМЕНТ ПРИЛОЖЕННЫХ СИЛ:**
**МОМЕНТ СТАТИЧЕСКИХ СИЛ ( $T_s$ )**

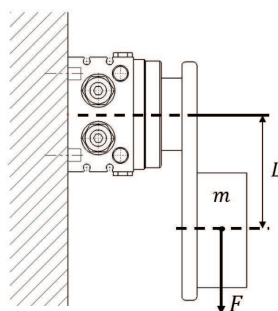
Статическая сила цилиндра – сила вырабатываемая нагрузкой при отсутствии перемещений. Например, вес объекта при негоризонтальном расположении плоскости вращения.

$F$  = вес перемещаемых масс (Н);

$L$  = плечо между центром масс и осью вращения;

$T_s$  = момент, создаваемый силой тяжести (Н·м);

$\alpha$  = угол отклонения оси вращения объекта от вертикальной оси.

**ЦИЛИНДР РАСПОЛОЖЕН В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ, ЗАКРЕПЛЕН К СТЕНЕ**


$$M \geq T_s$$

$$T_s = F \cdot L \cdot \sin \alpha \text{ (Н·м)}$$

$$F = m \cdot g \text{ (Н)}$$

**МОМЕНТ ДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ ( $T_f$ )**

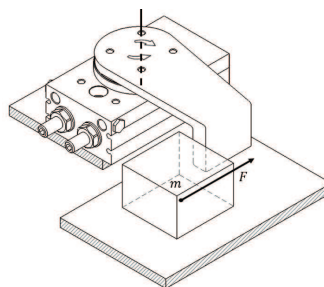
Нагрузка, на которую влияют внешние силы сопротивления движению, такие как сила трения при перемещении объекта по поверхности. Требуется запас по крутящему моменту  $(3 \div 5) \cdot T_f$ .

$M$  = крутящий момент цилиндра (Н·м);

$\mu$  = коэффициент трения;

$m$  = масса объекта (кг);

$g$  = ускорение свободного падения ( $m/c^2$ ).

**ЦИЛИНДР ПЕРЕМЕЩАЕТ ОБЪЕКТ ПО ПОВЕРХНОСТИ**


$$M \geq (3 \div 5) \cdot T_f \text{ (Н·м)}$$

$$F = \mu \cdot m \cdot g \text{ (Н)}$$

$$g = 9,8 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

$$T_f = F \cdot L \text{ (Н·м)}$$

**РЕЗУЛЬТИРУЮЩИЙ МОМЕНТ ИНЕРЦИИ ( $T_a$ )**

Необходимо рассчитать момент инерции и взять коэффициент запаса, равный  $5 \div 10$ :  $(5 \div 10) \cdot T_a$

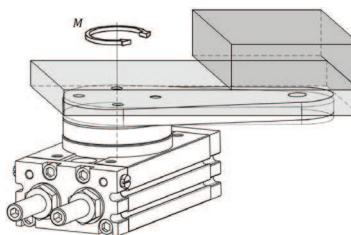
$M$  = крутящий момент цилиндра (Н·м);

$I$  = момент инерции ( $кг \cdot м^2$ );

$\alpha$  = угловое ускорение ( $рад/с^2$ );

$\theta$  = угол поворота;

$t$  = время поворота (с).

**ЦИЛИНДР СОВЕРШАЕТ ПОВОРОТ ОБЪЕКТА БЕЗ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ВНЕШНИХ СИЛ**


$$M \geq 10 \cdot T_a \text{ (Н·м)}$$

$$T_a = I \cdot \alpha \text{ (Н·м)}$$

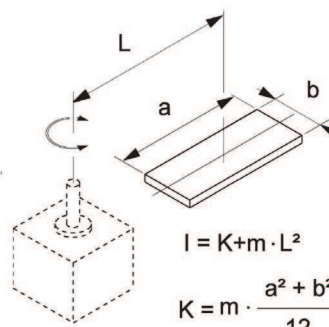
$$\alpha = \frac{(2 \cdot \theta)}{t^2} \text{ (рад/с}^2\text{)}$$

В примере единственная сила, которую необходимо преодолеть – сила инерции. Динамическая и статическая сила равны 0.

Момент инерции вычисляется в зависимости от формы перемещаемого объекта. На рисунке приведен пример расчета – когда центр масс не совпадает с осью вращения:

$I = K + m \cdot L^2$  – результирующий момент инерции

$K = m \cdot \frac{a^2 + b^2}{12}$  – момент инерции параллелепипеда



$$I = K + m \cdot L^2$$

$$K = m \cdot \frac{a^2 + b^2}{12}$$

Для приведенного примера момент инерции рассчитывается следующим образом:

$I_1$  = момент инерции плиты

$I_3$  = момент инерции объекта

Суммарный момент инерции ( $I$ ):

Рассчитайте угловое ускорение ( $\alpha$ ).

Исходя из условий:

Угол поворота  $\theta = 90^\circ = \pi/2$  рад при  $t = 0,9$  с., вы получите:

Таким образом требуемый крутящий момент равен результирующему моменту инерции ( $T_a$ ) с учетом коэффициента запаса.

### 3) МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМАЯ КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ:

Проверьте, не превышает ли развиваемая цилиндром кинетическая энергия допустимый диапазон значений в разделе «максимально допустимая кинетическая энергия и время поворота».

Рассчитайте угловую скорость ( $\omega$ )

Кинетическая энергия ( $E$ )

### 4) МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМАЯ НАГРУЗКА:

Проверьте, не превышают ли значения осевой и радиальной силы, а также изгибающего момента допустимые значения, представленные в разделе «выходной крутящий момент и допустимая нагрузка» и удовлетворяет ли их суммарное соотношение условию:

$W_s$  = осевая нагрузка;

$A$  = максимально допустимая осевая нагрузка;

$W_r$  = радиальная нагрузка;

$R$  = максимально допустимая радиальная нагрузка;

$M_{tors}$  = изгибающий момент;

$M$  = максимально допустимый изгибающий момент.

$$I_1 = m_1 \cdot (a_1^2 + b^2) / 12 + m_1 \cdot c_1^2 + m_2 \cdot (a_2^2 + b^2) / 12 + m_2 \cdot c_2^2 = 0,5 \cdot (0,035^2 + 0,07^2) / 12 + 0,5 \cdot 0,0175^2 + 1,5 \cdot (0,08^2 + 0,07^2) / 12 + 1,5 \cdot 0,040^2 = 0,0042 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$I_3 = m_3 \cdot (a_3^2 + b_3^2) / 12 + m_3 \cdot c_3^2 = 3,0 \cdot (0,05^2 + 0,08^2) / 12 + 3,0 \cdot 0,055^2 = 0,0109 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$I = I_1 + I_3 = 0,0042 + 0,0109 = 0,0151 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$\alpha = 2 \cdot \theta / t^2 = (2 \cdot \pi / 2) / 0,9^2 = 3,88 \text{ рад/с}^2$$

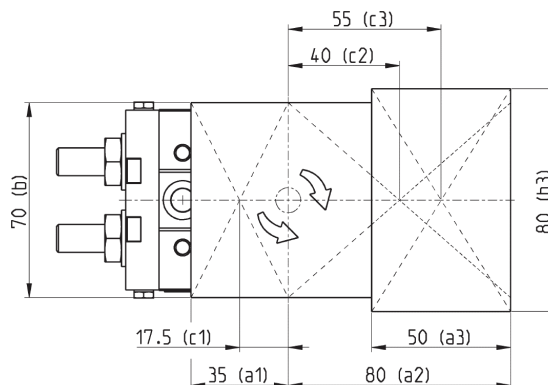
$$10 \cdot T_a = 10 \cdot I \cdot \alpha$$

$$10 \cdot T_a = 10 \cdot 0,0151 \cdot 3,88 = 0,58 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{\pi}{2 \cdot t} = \frac{3,14}{2 \cdot 0,9} = 1,74 \text{ рад/с}$$

$$E_k = \frac{(I \cdot \omega^2)}{2} = \frac{(0,0151 \cdot 1,74^2)}{2} = 0,023 \text{ Дж}$$

$$\frac{W_s}{A} + \frac{W_r}{R} + \frac{M_{tors}}{M} \leq 1$$



### ОСЕВАЯ НАГРУЗКА ( $W_s$ )

Осевая нагрузка рассчитывается:

**РАДИАЛЬНАЯ НАГРУЗКА ( $W_r$ )** – радиальная нагрузка отсутствует

**ИЗГИБАЮЩИЙ МОМЕНТ ( $M_{tors}$ )**

$F_1$  = вес части плиты слева от центра вращения (Н)

$c_1$  = плечо силы  $F_1$  (м)

$F_2$  = вес части плиты справа от центра вращения (Н)

$c_2$  = плечо силы  $F_2$  (м)

$M_{tors1}$  = изгибающий момент плиты

$F_3$  = вес объекта

$M_{tors3}$  = изгибающий момент объекта

Результирующим изгибающим моментом является сумма двух моментов  $M_{tors1} + M_{tors3}$ :

### ВЫБОР ЦИЛИНДРА:

1. Критерий «Время поворота» 0,9 с/90° удовлетворяют все размеры.

2. Критерий «Крутящий момент» 0,58 Нм при давлении не более 4 бар гарантируют: QR10, QR20, QR30, QR50.

3. Критерий «Максимально допустимая кинетическая энергия» 0,023 Дж гарантируют: QR20, QR30, QR50 – с амортизаторами или без. QR10S – только с амортизаторами.

4. Критерий «Максимально допустимая нагрузка» удовлетворяют: QR20, QR30, QR50.

Результирующим выбором является модель: QR20A с механическим остановом или QR20S с гидроамортизаторами, или модель большего диаметра.

$$m_r = m_1 + m_2 + m_3 = 0,5 + 1,5 + 3,0 = 5,0 \text{ кг}$$

$$W_s = m_r \cdot g = 5,0 \cdot 9,8 = 49 \text{ Н}$$

$$F_1 = m_1 \cdot g = 0,5 \cdot 9,8 = 4,9 \text{ Н}$$

$$F_2 = m_2 \cdot g = 1,5 \cdot 9,8 = 14,7 \text{ Н}$$

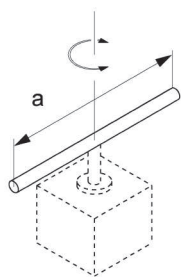
$$M_{tors1} = -F_1 \cdot c_1 + F_2 \cdot c_2 = -4,9 \cdot 0,0175 + 14,7 \cdot 0,04 = 0,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$F_3 = m_3 \cdot g = 3,0 \cdot 9,8 = 29,4 \text{ Н}$$

$$M_{tors3} = F_3 \cdot c_3 = 29,4 \cdot 0,055 = 1,62 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

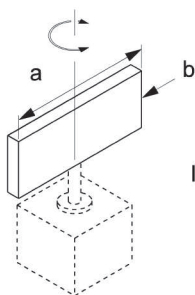
$$M_{tors} = M_{tors1} + M_{tors3} = 0,5 + 1,62 = 2,12 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

**КАК РАССЧИТАТЬ МОМЕНТ ИНЕРЦИИ**



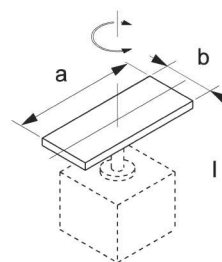
$$I = m \cdot \frac{a^2}{12}$$

**1 – ВАЛ**  
Ось вращения совпадает с осью центра масс



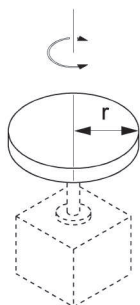
$$I = m \cdot \frac{a^2}{12}$$

**2 – ПРЯМОУГОЛЬНИК**  
Ось вращения параллельна стороне b, центр масс совпадает с центром оси вращения



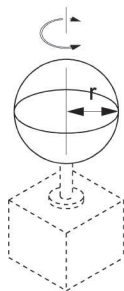
$$I = m \cdot \frac{a^2 + b^2}{12}$$

**3 – ПРЯМОУГОЛЬНИК И ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕД**  
Ось вращения перпендикулярна стороне a, центр масс совпадает с центром оси вращения



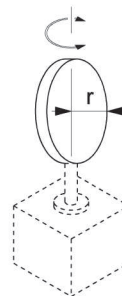
$$I = m \cdot \frac{r^2}{2}$$

**4 – ДИСК**  
Ось вращения совпадает с осью центра масс



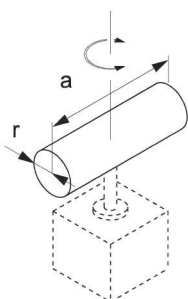
$$I = m \cdot \frac{2r^2}{5}$$

**5 – СФЕРА**  
Ось вращения совпадает с осью центра масс



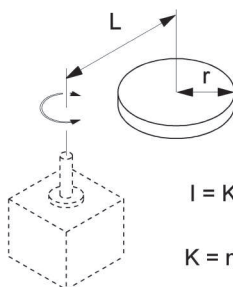
$$I = m \cdot \frac{r^2}{4}$$

**6 – ДИСК**  
Ось вращения совпадает с осью центра масс



$$I = m \cdot \frac{3r^2 + a^2}{12}$$

**7 – ЦИЛИНДР**  
Ось вращения совпадает с осью центра масс



$$I = K + m \cdot L^2$$

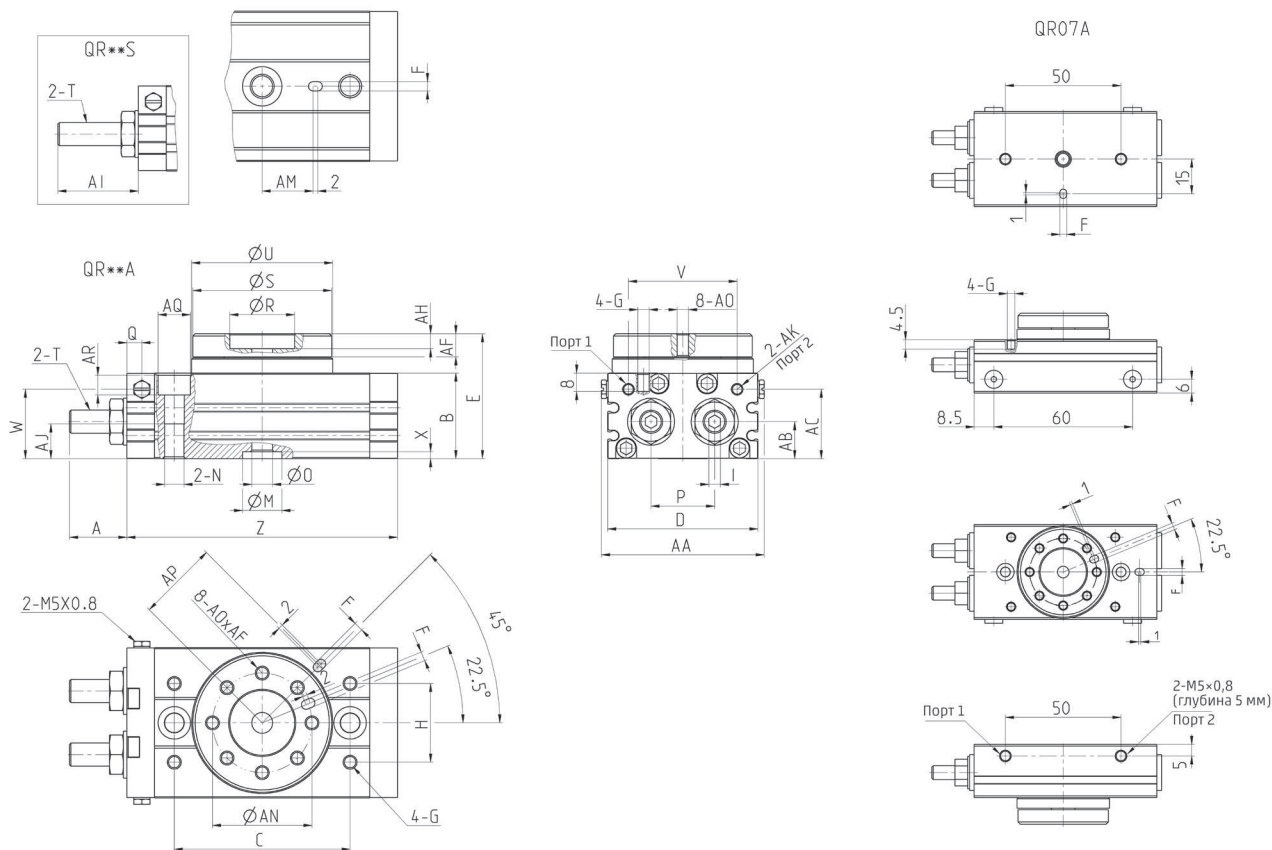
$$K = m \cdot \frac{r^2}{2}$$

**8 –** Ось вращения и центр масс не совпадают. K = момент инерции центра масс (для примера выбрана фигура 4 – ДИСК)

## Поворотные цилиндры – Серия QR



**\* ПРИМЕЧАНИЕ:**  
Максимальный выступ с регулировкой угла поворота 190°.



Мод.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
07	18,3	23	45	41	34,5	3	M4×0,7	30	3	-	7	M5×0,8	6	18,4	-	20	39	M4×0,7	40	-	-	-	M5×0,8	79
10	17,3	34	60	50	47	3	M5×0,8	27	4	9,5	15	M8×1,25	5	20	5	20	45	M8×1	46	34,5	28	3,5	M8×1,25	92
20	24,8	37	76	65	54	4	M6×1	34	5	12	17	M10×1,5	9	27,5	6,5	28	60	M10×1	61	47	30	3	M10×1,5	117
30	24,8	40	84	70	57	4	M6×1	37	5	12	22	M10×1,5	10	29	7	32	65	M10×1	67	50	33,5	3,5	M10×1,5	127
50	31,3	46	100	80	66	5	M8×1,25	50	6	15,5	26	M12×1,75	11	38	10	35	75	M14×1,5	77	63	37,5	3,5	M12×1,75	152

Мод.	AA	AB	AC	AF	AH	AI	AJ	AK	AM	AN	AO	AP	AQ	AR
07	42,7	12,2	-	6,3	3	-	-	-	-	29	M4×0,7	32,5	7,5	4,5
10	55,4	15,5	28	8	4,5	30,9	12	M5×0,8	19	32	M5×0,8	27	11	6,5
20	70,4	16	30	10	6,5	34,8	15	M5×0,8	24	43	M6×1	36	14	8,5
30	75	18,5	32	10	5	34,8	15	G1/8	28	48	M6×1	39	14	8,5
50	85	22	37,5	12	5,5	51,3	18	G1/8	33	55	M8×1,25	45	18	10,5