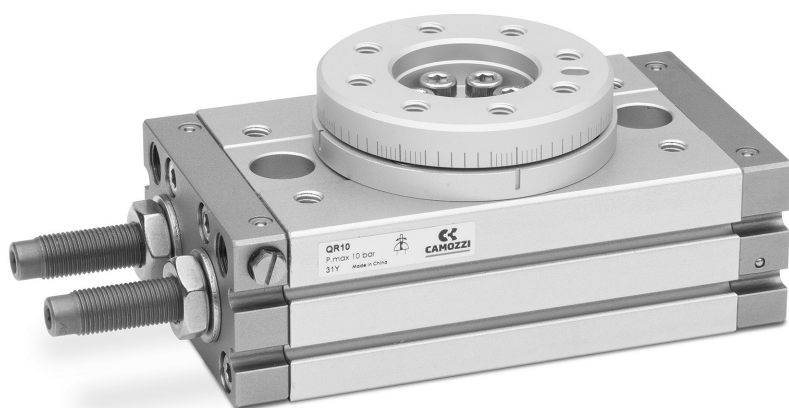


# Серія QR

## Поворотний циліндр з конструкцією передачі рейка-шестерня

Новинка

Магнітний, з механічним упором або з амортизаторами в кінці ходу  
 Розміри: 7, 10, 20, 30, 50 мм  
 Кут повороту: 0° - 190°



- » Компактність
- » Висока повторюваність
- » Можливість регулювання кута повороту
- » Легкість в установці
- » Механічний упор або гідравлічний амортизатор
- » Можливість установки на маніпуляторі



Поворотні циліндри Серії QR здатні забезпечити високий крутний момент при високій стабільності і точному куті повороту.

Кут повороту може бути встановлений в діапазоні від 0° до 190° за допомогою регулювальних гвинтів або гідравлічних амортизаторів, розташованих на одній із сторін столу.

Використання амортизаторів дозволяє подавляти в два-п'ять разів більше кінетичної енергії, ніж виконання з регулювальними гвинтами. Поворотний стіл компактний і допускає пряме навантаження.

Компактність, легкість і простота в поєднанні з профільними промисловими конструкціями роблять ці циліндри особливо придатними для використання в складальних і пакувальних секторах будь-якого застосування, де потрібне переміщення, нахил або поворот об'єктів.

### ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Конструкція	рейка-шестерня
Дія	двостороння
Матеріали	профіль, кінцеві блоки і поворотний фланець – алюміній; рейка – сталь; шестерня – сталь; ущільнення по корпусу – PTFE; ущільнення – NBR
Кріплення	за допомогою гвинтів в центрі
Розміри	7, 10, 20, 30, 50 мм
Робоча температура	0°C ÷ 70°C
Стандартний кут повороту	0° - 190°
Мінімальний кут повороту (з амортизатором)	10 = 66°, 20 = 52°, 30 = 46°, 50 = 70°
Повторюваність	< 0,2°
Підшипники	кульковий підшипник
Робочий тиск	1 ÷ 10 бар, 1 ÷ 7 бар (для 7 мм), 1 ÷ 6 бар (для версій з амортизатором)
Робоче середовище	очищене повітря без необхідності маслорозпилення згідно ISO 8573-1:2010 [7:4:4]. Потребує встановлення відцентрового фільтру 25 мкм, для забезпечення класу очищення повітря за стандартом ISO 8573-1:2010 [7:8:4].
Магнатні датчики	Серія CSD

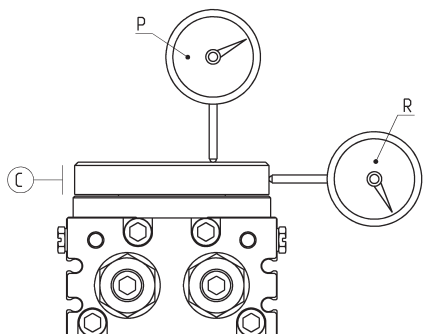
**КОДУВАННЯ**

<b>QR</b>	<b>20</b>	<b>A</b>
<b>QR</b>	СЕРІЯ	ПНЕВМАТИЧНІ СИМВОЛИ: CD18
<b>20</b>	РОЗМІРИ: 07 10 20 30 50	
<b>A</b>	ТИП АМОРТИЗАЦІЇ: A = механічний останов S = амортизатори	

**МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМА КІНЕТИЧНА ЕНЕРГІЯ І ЧАС ПОВОРОТУ**

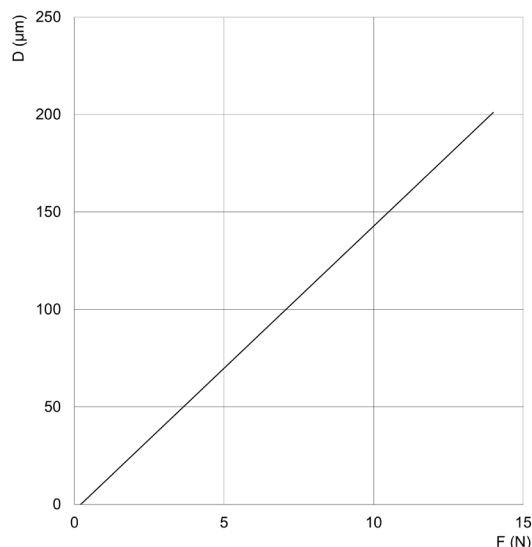
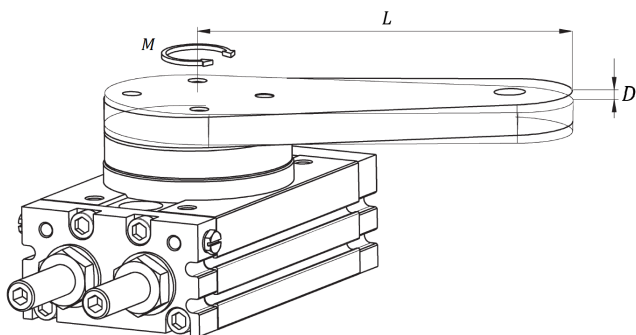
Розмір	Максимально допустима кінетична енергія (Дж)		Налаштування діапазону часу повороту для стабільного використання (с/90°)	
	З регульовальними гвинтами	З амортизаторами	З регульовальними гвинтами	З амортизаторами
<b>07</b>	0.006	-	0.2 - 1.0	-
<b>10</b>	0.01	0.04	0.2 - 1.0	0.2 - 1.0
<b>20</b>	0.025	0.12	0.2 - 1.0	0.2 - 1.0
<b>30</b>	0.05	0.12	0.2 - 1.0	0.2 - 1.0
<b>50</b>	0.08	0.30	0.2 - 1.0	0.2 - 1.0

**ГЕОМЕТРИЧНІ ДОПУСКИ ПОВОРОТНОГО СТОЛУ**



P = Допуск паралельності столу 0,1 мм  
 R = Допуск круглості поворотного столу 0,1 мм  
 C = Допуск циліндричності поворотного столу 0,1 мм

**ВІДХИЛЕННЯ ПЛОЩИНИ СТОЛУ ВІД ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПОЛОЖЕННЯ**

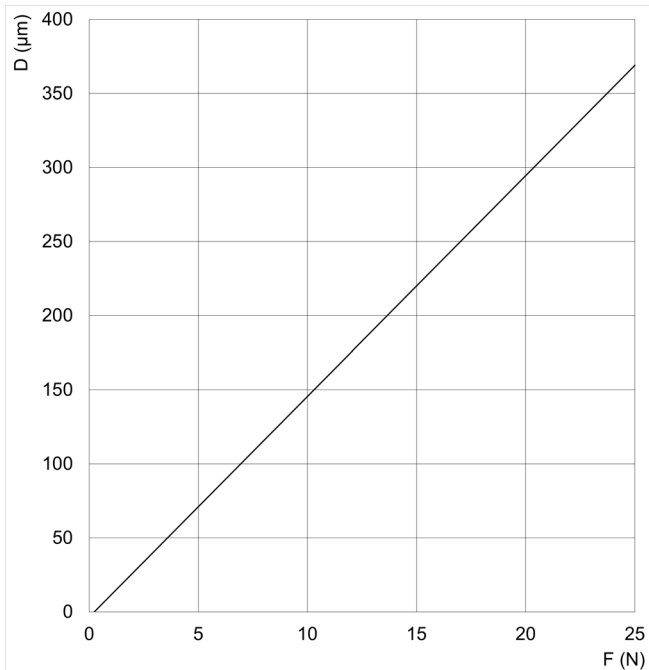


M = Момент/крутний момент  
 L = Відстань від вісі обертання до крайньої точки  
 D = Відхилення від горизонталі

QR07 При L = 100 мм  
 D = Відхилення від горизонталі  
 F = Зусилля

## НЕУЗГОДЖЕНІСТЬ ПОВОРОТНОГО СТОЛУ

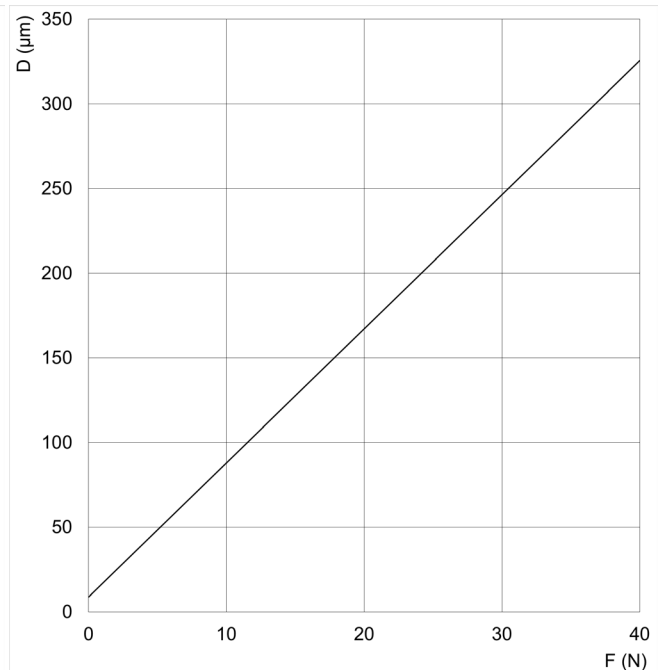
При L = 100 мм



QR010

D = Відхилення від горизонталі  
F = Зусилля

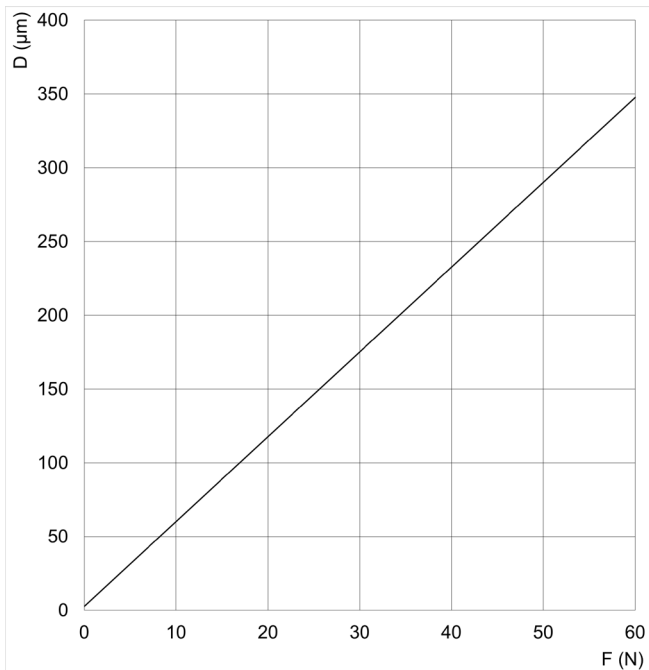
При L = 100 мм



QR20

D = Відхилення від горизонталі  
F = Зусилля

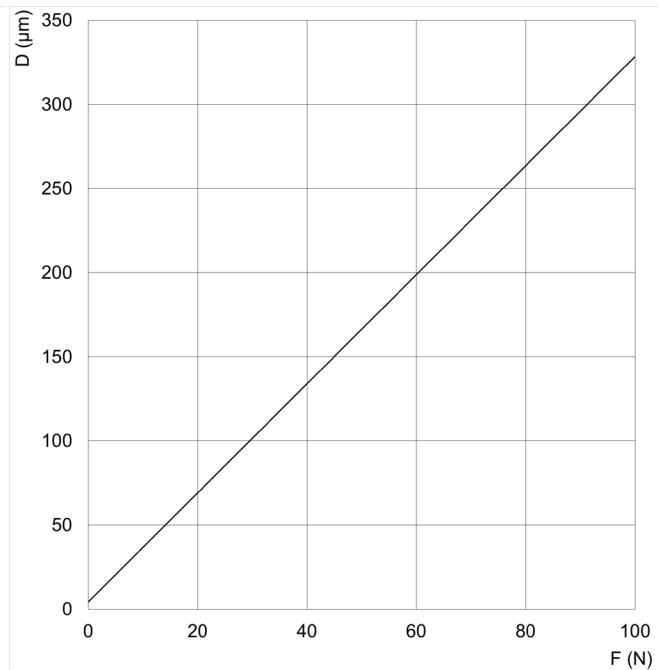
При L = 100 мм



QR30

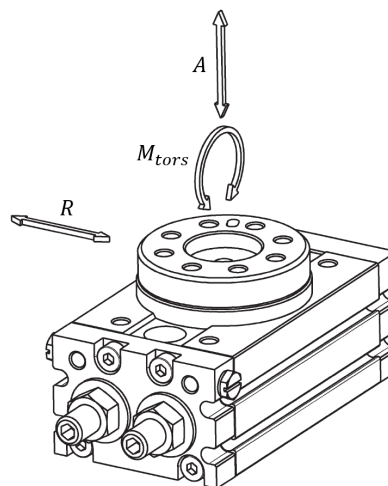
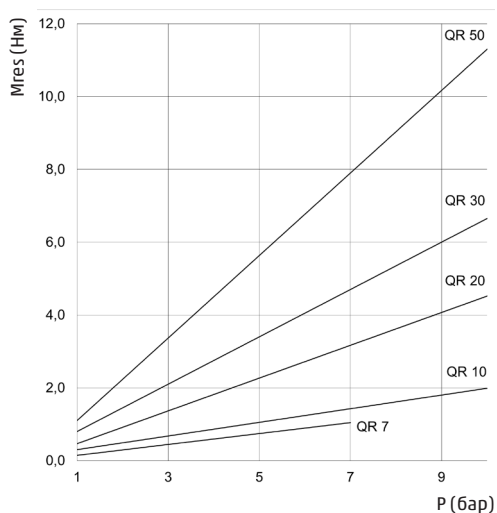
D = Відхилення від горизонталі  
F = Зусилля

При L = 100 мм



QR50

D = Відхилення від горизонталі  
F = Зусилля

**ВИХІДНИЙ КРУТНИЙ МОМЕНТ І ДОПУСТИМИ НАВАНТАЖЕННЯ**


$M_{ges}$  = Крутний момент  
 P = Тиск

**Максимально допустиме навантаження**

Розмір	R радіальне (N)	A осьове (N)	$M_{tors}$ момент (Nm)
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

ПОВОРОТНІ ПРИВОДИ З КОНСТРУКЦІЄЮ ПЕРЕДАЧІ РЕЙКА-ШЕСТЕРНЯ СЕРІЯ QR

**РОЗМІР / ВИБІР ЦИЛІНДРА**

ЯК ПРАВИЛЬНО ВИБРАТИ ЦИЛІНДР:

ВИХІДНІ ДАНІ:

Тиск: 4 бар (0.4 МПа)

Кут повороту: 90°

Час повороту: 0.9 с

Навантаження:

$m_1$  = маса плити зліва від осі обертання 0.5 кг

$m_2$  = маса плити справа від осі обертання 1.5 кг

$m_3$  = маса об'єкта, який переміщується 3.0 кг

1) ЧАС ПОВОРОТУ:

Перевірте, чи задовольняє необхідний час повороту допустимому діапазону значень в розділі «кінетична енергія і час повороту»

Необхідний час повороту: 0.9 с/90°

2) КРУТНИЙ МОМЕНТ:

Перевірте, чи задовольняє необхідний крутний момент допустимому діапазону значень в розділі «крутний момент і допустимі навантаження»

**МОМЕНТ ДОКЛАДЕНИХ СИЛ:****- МОМЕНТ СТАТИЧНИХ СИЛ (Ts)**

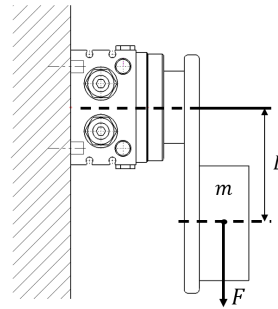
Статична сила циліндра – зусилля, яке виникає навантаженням при відсутності переміщень. Наприклад, вага об'єкта при негоризонтальному розташуванні в площині обертання

F = вага переміщувальних мас (Н)

L = плече між центром мас і віссю обертання

Ts = момент, який створений силою тяжіння (Н · м)

$\alpha$  = кут відхилення вісі обертання об'єкта від вертикальної вісі

**ЦИЛІНДР РОЗТАШОВАНИЙ У ВЕРТИКАЛЬНІЙ ПЛОЩИНІ, ЗАКРІПЛЕНИЙ ДО СТІНИ**

$$M \geq T_s$$

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

$$F = m \cdot g \text{ (Н)}$$

**- МОМЕНТ ДИНАМІЧНИХ СИЛ (Tf)**

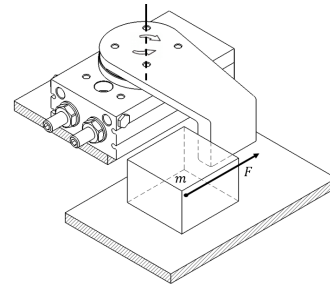
Навантаження, на яке впливають зовнішні сили опору руху, такі як сила тертя при переміщенні об'єкта по поверхні. Вимагає запас за крутним моментом  $(3 \div 5) \cdot T_f$

M = крутний момент циліндра (Н · м)

$\mu$  = коефіцієнт тертя

m = маса об'єкта (кг)

g = прискорення вільного падіння (м / с<sup>2</sup>)

**ЦИЛІНДР ПЕРЕМІЩУЄ ОБ'ЄКТ ПО ПОВЕРХНІ**

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

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

$$g = 9.8 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

$$T_f = F \cdot L \text{ (Н·м)}$$

**- результуючий момент інерції (Ta)**

Необхідно розрахувати момент інерції і взяти коефіцієнт запасу, який дорівнює  $5 \div 10$ :  $(5 \div 10) \cdot T_a$

M = крутний момент циліндра (Н · м)

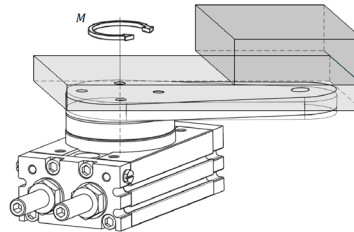
I = момент інерції (кг · м<sup>2</sup>)

$\alpha$  = кутове прискорення (рад / с<sup>2</sup>)

$\theta$  = кут повороту

t = час повороту (с)

У прикладі єдина сила, яку необхідно подолати - сила інерції. Динамічна та статична сила рівні 0.

**ЦИЛІНДР РЕАЛІЗУЄ ПОВОРОТ ОБ'ЄКТУ БЕЗ ПРОТИДІЇ ЗОВНІШНІХ СИЛ**

$$M \geq 10 \cdot T_a \text{ (Н·м)}$$

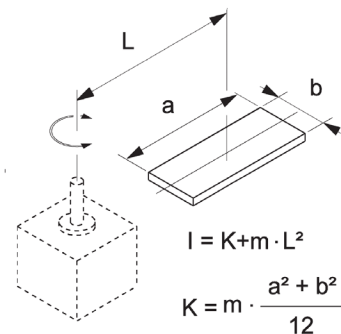
$$T_a = I \cdot \alpha \text{ (Н·м)}$$

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

Момент інерції обчислюється в залежності від форми переміщувального об'єкта. На малюнку наведено приклад розрахунку - коли центр мас не збігається з віссю обертання:

$I = K + m \cdot L^2$  - результуючий момент інерції

$K = m \cdot \frac{a^2 + b^2}{12}$  - момент інерції паралелепіпеда



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

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

Для наведення прикладу момент інерції розраховується наступним чином:

$I_1$  = момент інерції плити

$I_3$  = момент інерції об'єкта

Сумарний момент інерції ( $I$ ):

Розрахуйте кутове прискорення ( $\alpha$ ).

Відповідно до умов: кут повороту  $\theta = 90^\circ = \pi/2$  рад при  $t = 0.9$  с., ви отримаєте:

Таким чином необхідний крутний момент дорівнює результуючому моменту інерції ( $T_a$ ) з урахуванням коефіцієнта запасу.

### 3) МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМА КІНЕТИЧНА ЕНЕРГІЯ:

Перевірте, чи не перевищує кінетична енергія, яку розвиває циліндр, допустимий діапазон значень в розділі «Максимально допустима кінетична енергія і час повороту»

Розрахуйте кутову швидкість ( $\omega$ )

Кінетична енергія ( $E$ )

### 4) МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЕ НАВАНТАЖЕННЯ:

Перевірте, чи не перевищують значення осьової і радіальної сили, а також згинального моменту допустимі значення, представлені в розділі «Вихідний крутний момент і допустиме навантаження» і чи задовольняє їх сумарне співвідношення умові:

$W_s$  = осьове навантаження

$A$  = максимально допустиме осьове навантаження

$W_r$  = радіальне навантаження

$R$  = максимально допустиме радіальне навантаження

$M_{tors}$  = згинальний момент

$M$  = максимально допустимий згинальний момент

$$I_1 = m_1 \cdot (a_1^2 + b_1^2) / 12 + m_1 \cdot c_1^2 + m_2 \cdot (a_2^2 + b_2^2) / 12 + m_2 \cdot c_2^2 = 0.5 \cdot (0.035^2 + 0.07^2) / 12 + 0.5 \cdot 0.0175^2 + 1.5 \cdot (0.08^2 + 0.07^2) / 12 + 1.5 \cdot 0.040^2 = 0.0042 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$I_3 = m_3 \cdot (a_3^2 + b_3^2) / 12 + m_3 \cdot c_3^2 = 3.0 \cdot (0.05^2 + 0.08^2) / 12 + 3.0 \cdot 0.055^2 = 0.0109 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$I = I_1 + I_3 = 0.0042 + 0.0109 = 0.0151 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$\alpha = 2 \cdot \theta / t^2 = (2 \cdot \pi / 2) / 0.9^2 = 3.88 \text{ рад} / \text{с}^2$$

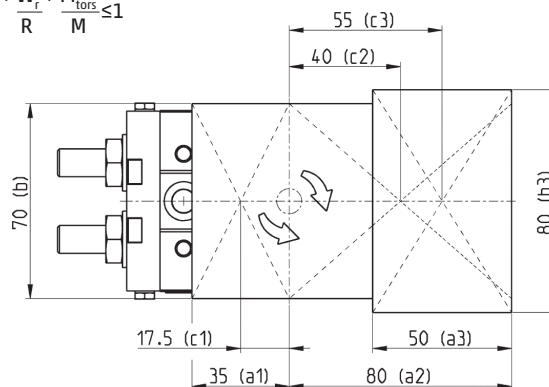
$$10 \cdot T_a = 10 \cdot I \cdot \alpha$$

$$10 \cdot T_a = 10 \cdot 0.0151 \cdot 3.88 = 0.58 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{\pi}{2 \cdot t} = \frac{3.14}{2 \cdot 0.9} = 1.74 \text{ рад} / \text{с}$$

$$E_k = \frac{(I \cdot \omega^2)}{2} = \frac{(0.0151 \cdot 1.74^2)}{2} = 0.023 \text{ Дж}$$

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



### ОСЬОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ ( $W_s$ )

Осьове навантаження розраховується:

**РАДІАЛЬНЕ НАВАНТАЖЕННЯ ( $W_r$ )** – радіальне навантаження відсутнє

**ЗГИНАЛЬНИЙ МОМЕНТ ( $M_{tors}$ )**

$F_1$  = вага частини плити зліва від центру обертання (Н)

$c_1$  = плече сили  $F_1$  (м)

$F_2$  = вага частини плити праворуч від центру обертання (Н)

$c_2$  = плече сили  $F_2$  (м)

$M_{tors1}$  = згинальний момент плити

$F_3$  = вага об'єкта

$M_{tors3}$  = згинальний момент об'єкта

Результуючим згинальним моментом є

сума двох моментів  $M_{tors1} + M_{tors3}$ :

### ВИБІР ЦИЛІНДРА:

- Критерій «Час повороту» 0.9 с / 90° задовольняють всі розміри.
- Критерій «Крутний момент» 0.58 Нм при тиску не більше 4 бар гарантують: QR10, QR20, QR30, QR50.
- Критерій «Максимально допустима кінетична енергія» 0.023 Дж гарантують: QR20, QR30, QR50 - з амортизаторами або без. QR10S - тільки з амортизаторами.
- Критерій «Максимально допустиме навантаження» задовольняють: QR20, QR30, QR50.
- Результуючим вибором є модель: QR20A з механічною зупинкою або QR20S з гідроамортизаторами, або модель більшого діаметра.

$$m_t = m_1 + m_2 + m_3 = 0.5 + 1.5 + 3.0 = 5.0 \text{ кг}$$

$$W_s = m_t \cdot g = 5.0 \cdot 9.8 = 49 \text{ Н}$$

$$F_1 = m_1 \cdot g = 0.5 \cdot 9.8 = 4.9 \text{ Н}$$

$$F_2 = m_2 \cdot g = 1.5 \cdot 9.8 = 14.7 \text{ Н}$$

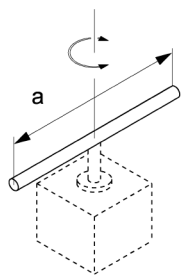
$$M_{tors1} = -F_1 \cdot c_1 + F_2 \cdot c_2 = -4.9 \cdot 0.0175 + 14.7 \cdot 0.04 = 0.5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$F_3 = m_3 \cdot g = 3.0 \cdot 9.8 = 29.4 \text{ Н}$$

$$M_{tors3} = F_3 \cdot c_3 = 29.4 \cdot 0.055 = 1.62 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

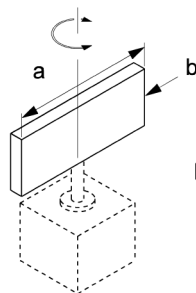
$$M_{tors} = M_{tors1} + M_{tors3} = 0.5 + 1.62 = 2.12 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

## ЯК РОЗРАХУВАТИ МОМЕНТ ІНЕРЦІЇ



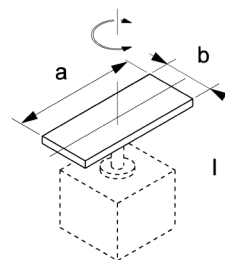
$$I = m \cdot \frac{a^2}{12}$$

1 – ВАЛ  
Вісь обертання збігається з віссю центру мас



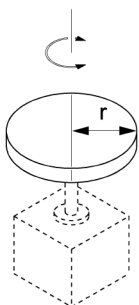
$$I = m \cdot \frac{a^2}{12}$$

2 – ПРЯМОКУТНИК  
Вісь обертання паралельна стороні b, центр мас збігається з центром вісі обертання



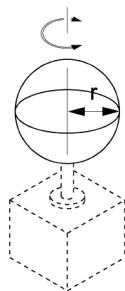
$$I = m \cdot \frac{a^2 + b^2}{12}$$

3 – ПРЯМОКУТНИК І ПАРАЛЕЛЕПЕД  
Вісь обертання перпендикулярна стороні a, центр мас збігається з центром вісі обертання



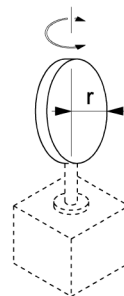
$$I = m \cdot \frac{r^2}{2}$$

4 – ДИСК  
Вісь обертання збігається з віссю центру мас



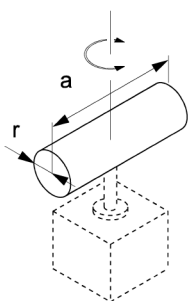
$$I = m \cdot \frac{2r^2}{5}$$

5 – СФЕРА  
Вісь обертання збігається з віссю центру мас



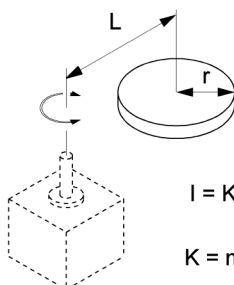
$$I = m \cdot \frac{r^2}{4}$$

6 – ДИСК  
Вісь обертання збігається з віссю центру мас



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

7 – ЦИЛИНДР  
Вісь обертання збігається з віссю центру мас



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

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

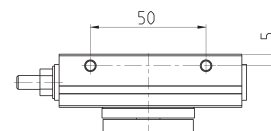
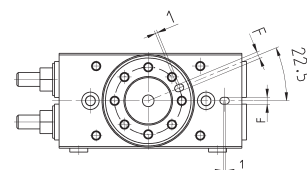
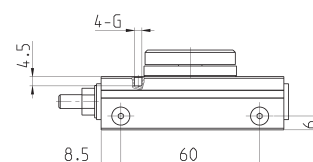
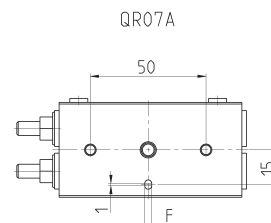
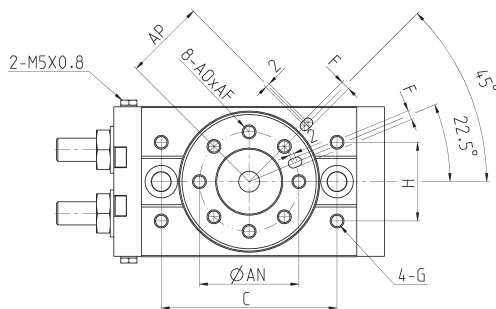
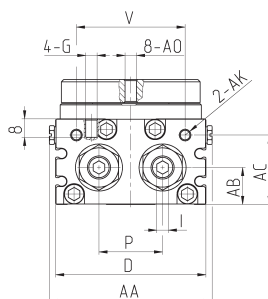
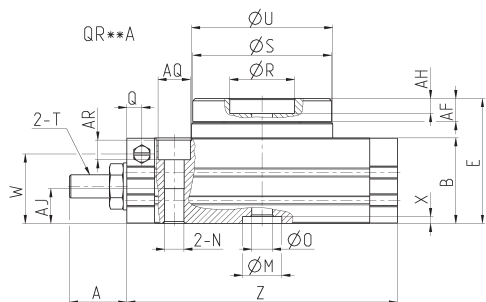
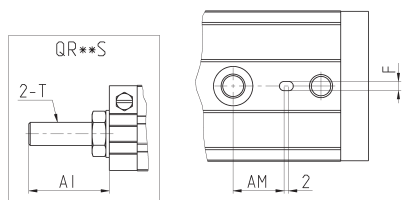
8 – Вісь обертання і центр мас не збігаються.  
K = момент інерції центру мас (для прикладу обрана фігура 4 - ДИСК)

**Поворотні циліндри - Серія QR**



\* максимальний виступ з регулюванням кута повороту 190°

ПОВОРОТНІ ПРИВОДИ З КОНСТРУКЦІЄЮ ПЕРЕДАЧІ РЕЙКА-ШЕСТЕРНЯ СЕРІЯ QR



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	M4X0.7	30	3	-	7	M5X0,8	6	18.4	-	20	39	M4X0.7	40	-	-	-	M5X0.8	79
10	17.3	34	60	50	47	3	M5X0.8	27	4	9.5	15	M8X1,25	5	20	5	20	45	M8X1	46	34.5	28	3.5	M8X1.25	92
20	24.8	37	76	65	54	4	M6X1	34	5	12	17	M10X1,5	9	27.5	6.5	28	60	M10X1	61	47	30	3	M10X1.5	117
30	24.8	40	84	70	57	4	M6X1	37	5	12	22	M10X1,5	10	29	7	32	65	M10X1	67	50	33.5	3.5	M10X1.5	127
50	31.3	46	100	80	66	5	M8X1.25	50	6	15.5	26	M12X1,75	11	38	10	35	75	M14X1.5	77	63	37.5	3.5	M12X1.75	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	M4X0.7	32.5	7.5	4.5
10	55.4	15.5	28	8	4.5	30.9	12	M5X0.8	19	32	M5X0.8	27	11	6.5
20	70.4	16	30	10	6.5	34.8	15	M5X0.8	24	43	M6X1	36	14	8.5
30	75	18.5	32	10	5	34.8	15	G1/8	28	48	M6X1	39	14	8.5
50	85	22	37.5	12	5.5	51.3	18	G1/8	33	55	M8X1.25	45	18	10.5