

# Принцип определения размеров для гидроамортизаторов Серии SA

Для правильного выбора амортизатора необходимо знать следующие параметры:

- Масса амортизируемого объекта	m (кг)
- Скорость в момент удара	v (м/с)
- Движущая сила	F (Н)
- Количество ударов за час	C (1/ч)

## Некоторые формулы

1. Кинетическая энергия	$E_K = mv^2/2$
2. Работа движущей силы	$E_D = F \cdot S$
3. Полная энергия за цикл	$E_T = E_K + E_D$
4. Скорость свободного падения	$v = \sqrt{2g \cdot h}$

## Некоторые формулы

5. Движущая сила цилиндра при прямом ходе	$F = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot P \cdot g/100$
6. Движущая сила цилиндра при обратном ходе	$F = \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{4} \cdot P \cdot g/100$
7. Макс. сила амортизации	$F_m = 1.2 E_T / S$
8. Суммарная энергия амортизации за час	$E_{TC} = E_T \cdot C$
9. Приведенная масса	$M_e = 2E_T/v^2$

## Принцип определения размеров: формулы и примеры

### Описание символов

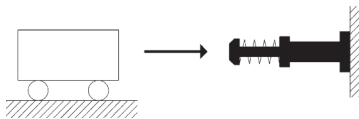
Символ	Ед. измерен.	Описание
$\mu$		коэффициент трения
$\alpha$	(рад)	угол наклона
$\theta$	(рад)	угол приложения силы
$\omega$	(рад/с)	угловая скорость
A	(м)	ширина
B	(м)	толщина
C	(1/ч)	количество ударов за час
D	(см)	диаметр поршня
d	(см)	диаметр штока
$E_D$	(Нм)	работа движущей силы за цикл
$E_K$	(Нм)	кинетическая энергия за цикл
$E_T$	(Нм)	полная энергия за цикл
$E_{TC}$	(Нм)	полная энергия за час
F	(Н)	действующая нагрузка

Символ	Ед. измерен.	Описание
$F_m$	(Н)	максимальная сила удара
g	(м/с <sup>2</sup> )	ускорение своб. падения (9.81 м/с <sup>2</sup> )
h	(м)	высота
m	(кг)	масса подвижных частей
$M_e$	(кг)	приведенная масса
P	(Бар)	рабочее давление
R	(м)	радиус
$R_s$	(м)	радиус установки гидроамортизатора
S	(м)	рабочий ход гидроамортизатора
T	(Нм)	внешний крутящий момент
t	(с)	время торможения
v	(м/с)	скорость подвижных масс
$v_s$	(м/с)	скорость удара

### Пример 1: Горизонтальный удар

Исходные данные:

v	= 1.0 м/с
m	= 50 кг
S	= 0.01 м
C	= 1500 циклов/ч



### Вычисление:

$$E_K = \frac{mv^2}{2} = \frac{50 \cdot 1^2}{2} = 25 \text{ Нм}$$

$$E_T = E_K = 25 \text{ Нм}$$

$$E_{TC} = E_T \cdot C = 25 \cdot 1500 = 37500 \text{ Нм/ч}$$

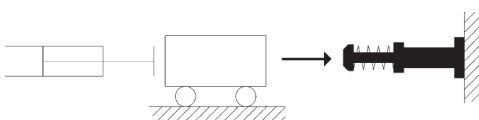
$$M_e = \frac{2E_T}{v^2} = \frac{2 \cdot 25}{1^2} = 50 \text{ кг}$$

По расчетным данным выбираем модель амортизатора - SA 2015, которая имеет следующие технические характеристики:  $E_T$  (max)=59 Нм,  $E_{TC}$  (max)=38000 Нм/ч и  $M_e$ (max)=120 кг.

### Пример 2: Горизонтальный удар с приложенной внешней силой

Исходные данные:

m	= 40 кг
P	= 6 Бар
S	= 0.01 м
v	= 1.2 м/с
D	= 50 мм
C	= 780 циклов/ч



### Вычисление :

$$E_K = \frac{mv^2}{2} = \frac{40 \cdot 1.2^2}{2} = 28,8 \text{ Нм}$$

Выбираем амортизатор с наименьшим  $E_T$  но большим 28.8 Нм:

Мод. SA 2015 S=0.015 м

$$E_D = F \cdot S = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot P \cdot g/100 \cdot S = \frac{50^2 \cdot \pi}{4} \cdot 6 \cdot 9,81/100 \cdot 0,015 = 17,3 \text{ Нм}$$

$$E_T = E_K + E_D = 28,8 + 17,3 = 46,1 \text{ Нм}$$

$$E_{TC} = E_T \cdot C = 46,1 \cdot 780 = 35958 \text{ Нм/ч}$$

$$M_e = \frac{2E_T}{v^2} = \frac{2 \cdot 46,1}{1,2^2} = 64,0 \text{ кг}$$

По расчетным данным выбираем модель амортизатора - SA 2015, которая имеет следующие технические характеристики:  $E_T$  (max)=59 Нм,  $E_{TC}$  (max)=38000 Нм/ч и  $M_e$ (max)=120 кг.

**Пример 3: Вертикальный удар**

Исходные данные:

**h** = 0,35 м  
**m** = 5 кг  
**S** = 0,01 м  
**C** = 1500 циклов/ч


**Вычисление:**

$$v = \sqrt{(2g \cdot h)} = \sqrt{(2 \cdot 9,81 \cdot 0,35)} = 2,6 \text{ м/с}$$

$$E_K = m \cdot g \cdot h = 5 \cdot 9,81 \cdot 0,35 = 17,2 \text{ Нм}$$

 Выбираем амортизатор с наименьшим  $E_T$  но болшим 17,2 Нм  
 Мод. SA1412, S=0.012

$$E_D = F \cdot S = m \cdot g \cdot s = 5 \cdot 9,81 \cdot 0,012 = 0,6 \text{ Нм}$$

$$E_t = E_K + E_D = 17,2 + 0,6 = 17,8 \text{ Нм}$$

$$E_{TC} = E_T \cdot C = 17,8 \cdot 1500 = 26700 \text{ Нм/ч}$$

$$M_e = \frac{2E_t}{v^2} = \frac{2 \cdot 17,5}{2,6^2} = 5 \text{ кг}$$

 По расчетным данным выбираем модель амортизатора - SA 1412, которая имеет следующие технические характеристики:  $E_T$  (max)=20 Нм,  $E_{TC}$  (max)=33000 Нм/ч и  $M_e$ (max)=40 кг.

**Пример 4: Вертикальный удар с приложенной внешней силой**

Исходные данные:

**m** = 50 кг  
**S** = 0,025 м  
**P** = 6 Бар  
**D** = 63 мм  
**C** = 600 циклов/ч  
**v** = 1,0 м/с


**Вычисление:**

$$E_K = \frac{mv^2}{2} = \frac{50 \cdot 1^2}{2} = 25 \text{ Нм}$$

$$E_D = F \cdot S = (m \cdot g + \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot P \cdot g/100) \cdot S = (50 \cdot 9,81 + \frac{63^2 \cdot \pi}{4} \cdot 6 \cdot 9,81/100) \cdot 0,025 = 58,1 \text{ Нм}$$

$$E_T = E_K + E_D = 25 + 58,1 = 83,1 \text{ Нм}$$

$$E_{TC} = E_T \cdot C = 83,1 \cdot 600 = 49860 \text{ Нм/ч}$$

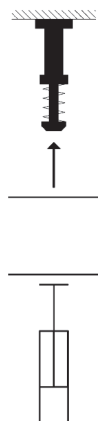
$$M_e = \frac{2E_t}{v^2} = \frac{2 \cdot 84}{1^2} = 168 \text{ кг}$$

 По расчетным данным выбираем модель амортизатора - SA 2725, которая имеет следующие технические характеристики:  $E_T$  (max)=147 Нм,  $E_{TC}$  (max)=72000 Нм/ч и  $M_e$ (max)=270 кг.

**Пример 5: Вертикальный удар с приложенной внешней силой**

Исходные данные:

**m** = 50 кг  
**h** = 0,3 м  
**S** = 0,025 м  
**P** = 6 Бар =0,6 МПа  
**D** = 63 мм  
**C** = 600 циклов/ч  
**v** = 1,0 м/с


**Вычисление:**

$$E_K = \frac{mv^2}{2} = \frac{50 \cdot 1^2}{2} = 25 \text{ Нм}$$

 Выбираем амортизатор с наименьшим  $E_T$  но болшим 25 Нм:  
 Мод. SA 2015 S=0.015 м

$$E_D = F \cdot S = (\frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot P \cdot g/100 - m \cdot g) \cdot S = (\frac{63^2 \cdot \pi}{4} \cdot 6 \cdot 9,81/100 - 50 \cdot 9,81) \cdot 0,015 = 20,1 \text{ Нм}$$

$$E_T = E_K + E_D = 25 + 20,1 = 45,7 \text{ Нм}$$

$$E_{TC} = E_T \cdot C = 45,1 \cdot 600 = 27060 \text{ Нм/ч}$$

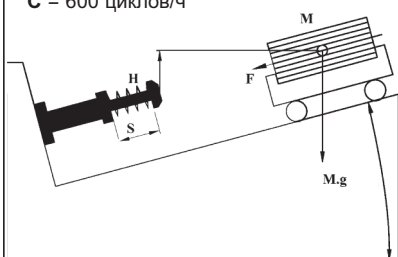
$$M_e = \frac{2E_t}{v^2} = \frac{2 \cdot 45,7}{1^2} = 91,4 \text{ кг}$$

 По расчетным данным выбираем модель амортизатора - SA 2015, которая имеет следующие технические характеристики:  $E_T$  (max)=59 Нм,  $E_{TC}$  (max)=38000 Нм/ч и  $M_e$ (max)=120 кг.

**Пример 6: Удар под углом**

Исходные данные:

**m** = 10 кг  
**h** = 0,3 м  
**S** = 0,015 м  
 = 30°  
**C** = 600 циклов/ч


**Вычисление:**

$$v = \sqrt{(2g \cdot h)} = \sqrt{(2 \cdot 9,81 \cdot 0,3)} = 2,43 \text{ м/с}$$

$$E_K = m \cdot g \cdot h = 10 \cdot 9,81 \cdot 0,3 = 29,4 \text{ Нм}$$

$$E_D = F \cdot S = m \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot s = 10 \cdot 9,81 \cdot \sin 30^\circ \cdot 0,015 = 10 \cdot 9,81 \cdot 0,5 \cdot 0,015 = 0,7 \text{ Нм}$$

$$E_T = E_K + E_D = 29,4 + 0,7 = 30,1 \text{ Нм}$$

$$E_{TC} = E_T \cdot C = 30,1 \cdot 600 = 18060 \text{ Нм/ч}$$

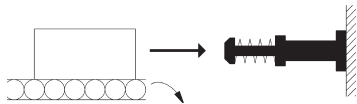
$$M_e = \frac{2E_t}{v^2} = \frac{2 \cdot 30,1}{2,43^2} = 10,2 \text{ кг}$$

 По расчетным данным выбираем модель амортизатора - SA 2015, которая имеет следующие технические характеристики:  $E_T$  (max)=59 Нм,  $E_{TC}$  (max)=38000 Нм/ч и  $M_e$ (max)=120 кг.

**Пример 7: Остановка массы на конвейере**

Исходные данные:

$m = 5 \text{ кг}$   
 $v = 0,5 \text{ м/с}$   
 $\mu = 0,25$   
 $S = 0,006 \text{ м}$   
 $C = 3000 \text{ циклов/ч}$

**Вычисление:**

$$E_K = \frac{mv^2}{2} = \frac{5 \cdot 0,5^2}{2} = 0,63 \text{ Нм}$$

$$E_D = F \cdot S = m \cdot g \cdot \mu \cdot s = 5 \cdot 9,81 \cdot 0,25 \cdot 0,006 = 0,07 \text{ Нм}$$

$$E_T = E_K + E_D = 0,63 + 0,07 = 0,7 \text{ Нм}$$

$$E_{TC} = E_T \cdot C = 0,7 \cdot 3000 = 2100 \text{ Нм/ч}$$

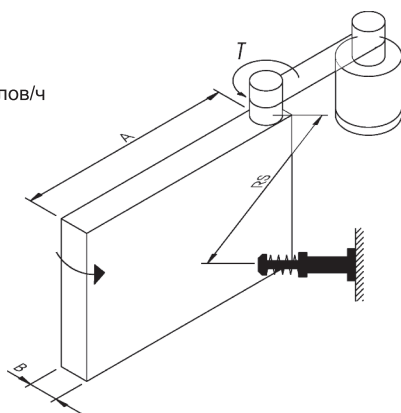
$$M_e = \frac{2E_T}{v^2} = \frac{2 \cdot 0,7}{0,5^2} = 5,6 \text{ кг}$$

По расчетным данным выбираем модель амортизатора - SA 0806, которая имеет следующие технические характеристики:  $E_T$  (max)=3 Нм,  $E_{TC}$  (max)=7000 Нм/ч и  $M_e$  (max)=6 кг.

**Пример 8: Горизонтальное вращение двери**

Исходные данные:

$m = 20 \text{ кг}$   
 $\omega = 2,0 \text{ рад/с}$   
 $T = 20 \text{ Нм}$   
 $R_S = 0,8 \text{ м}$   
 $A = 1,0 \text{ м}$   
 $S = 0,015 \text{ м}$   
 $C = 600 \text{ циклов/ч}$

**Вычисление:**

$$I = \frac{m(4A^2 + B^2)}{12} = \frac{20(4 \cdot 1,0^2 + 0,05^2)}{12} = 6,67 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$E_K = \frac{I \omega^2}{2} = \frac{6,67 \cdot 2,0^2}{2} = 13,34 \text{ Нм}$$

$$= \frac{S}{R_S} = \frac{0,015}{0,8} = 0,019 \text{ рад}$$

$$E_D = T \cdot \theta = 20 \cdot 0,019 = 0,36 \text{ Нм}$$

$$E_T = E_K + E_D = 13,34 + 0,36 = 13,7 \text{ Нм}$$

$$E_{TC} = E_T \cdot C = 13,7 \cdot 600 = 8220 \text{ Нм/ч}$$

$$v = \omega \cdot R_S = 2,0 \cdot 0,8 = 1,6 \text{ м/с}$$

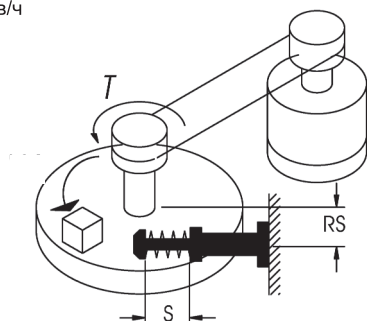
$$M_e = \frac{2 E_T}{v^2} = \frac{2 \cdot 13,7}{1,6^2} = 10,7 \text{ кг}$$

По расчетным данным выбираем модель амортизатора - SA 1412, которая имеет следующие технические характеристики:  $E_T$  (max)=20 Нм,  $E_{TC}$  (max)=33000 Нм/ч и  $M_e$  (max)=40 кг.

**Пример 9: Остановка поворотного стола**

Исходные данные:

$m = 200 \text{ кг}$   
 $\omega = 1,0 \text{ рад/с}$   
 $T = 100 \text{ Нм}$   
 $R = 0,5 \text{ м}$   
 $R_S = 0,4 \text{ м}$   
 $S = 0,015 \text{ м}$   
 $C = 100 \text{ циклов/ч}$

**Вычисление:**

$$I = \frac{mR^2}{2} = \frac{200 \cdot 0,5^2}{2} = 25 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$E_K = \frac{I \omega^2}{2} = \frac{25 \cdot 1,0^2}{2} = 12,5 \text{ Нм}$$

$$= \frac{S}{R_S} = \frac{0,015}{0,4} = 0,0375 \text{ рад}$$

$$E_D = T \cdot \theta = 100 \cdot 0,0375 = 3,75 \text{ Нм}$$

$$E_T = E_K + E_D = 12,5 + 3,75 = 16,25 \text{ Нм}$$

$$E_{TC} = E_T \cdot C = 16,25 \cdot 100 = 1625 \text{ Нм/ч}$$

$$v = \omega \cdot R_S = 1,0 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ м/с}$$

$$M_e = \frac{2 E_T}{v^2} = \frac{2 \cdot 16,25}{0,4^2} = 203 \text{ кг}$$

По расчетным данным выбираем модель амортизатора - SA 2015, которая имеет следующие технические характеристики:  $E_T$  (max)= 59 Нм,  $E_{TC}$  (max)= 38000 Нм/ч и  $M_e$  (max)= 720 кг.

**Параллельность нагрузки**

Для обеспечения длительного срока службы гидроамортизаторов, движение груза должно быть параллельно центральной оси гидроамортизатора.

**Прим.:** Максимально допустимая несоосность  $\theta \leq 2,5^\circ$  (0,044 рад).

