

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/час)

Формулы для расчёта

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	$v = \sqrt{2g \cdot h}$

Формулы для расчёта

$$5. \text{ Усилие цилиндра при выдвигении } F = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot P \cdot 10$$

$$6. \text{ Усилие цилиндра при втягивании } F = \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{4} \cdot P \cdot 10$$

$$7. \text{ Макс. сила амортизации } F_m = 1,2 E_T/S$$

$$8. \text{ Суммарная энергия амортизации за час } E_{Tc} = E_T \cdot C$$

$$9. \text{ Приведенная масса } M_e = 2E_T/v^2$$

Принцип определения размеров: формулы и примеры

Описание символов

Символ	Ед. измерения	Описание
m		коэффициент трения
a	(рад)	угол наклона
q	(рад)	угол приложения силы
w	(рад/с)	угловая скорость
A	(м)	ширина
B	(м)	толщина
C	(1/час)	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. измерения	Описание
F_m	(Н)	макс. сила удара
g	(м/с ²)	ускорение своб. падения (9,81 м/с ²)
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

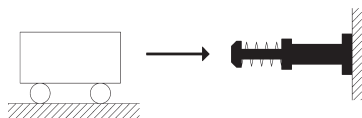
Исходные данные:

$$v = 1,0 \text{ м/с}$$

$$m = 50 \text{ кг}$$

$$S = 0,01 \text{ м}$$

$$C = 1500 \text{ циклов/час}$$



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 расчётным 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:

$$m = 40 \text{ кг}$$

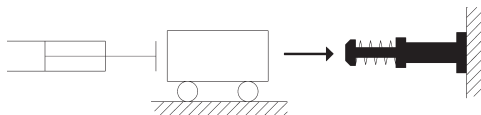
$$P = 6 \text{ бар}$$

$$S = 0,01 \text{ м}$$

$$v = 1,2 \text{ м/с}$$

$$D = 50 \text{ мм}$$

$$C = 780 \text{ циклов/час}$$



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:

$$\text{Мод. SA 2015 } S = 0,015 \text{ м}$$

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

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

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

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

По расчётным 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/час



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 большим 17,2 Нм:
 Мод. SA 1412; $S = 0,012 \text{ м}$

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

$$E_T = E_k + E_D = 17,2 + 0,6 = 17,8 \text{ Нм}$$

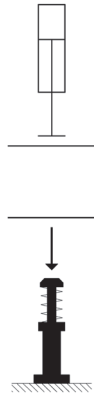
$$E_{Tc} = E_T \cdot C = 17,8 \cdot 1500 = 26700 \text{ Нм/ч}$$

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

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

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/час
v = 1,0 м/с



Вычисление:

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

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

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

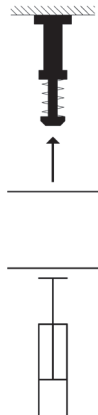
$$E_{Tc} = E_T \cdot C = 83,1 \cdot 600 = 49860 \text{ Нм/ч}$$

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

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

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/час
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 большим 25 Нм:
 Мод. SA 2015; $S = 0,015 \text{ м}$

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

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

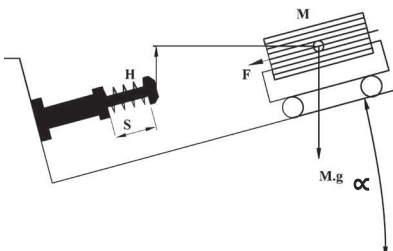
$$E_{Tc} = E_T \cdot C = 45,1 \cdot 600 = 27060 \text{ Нм/ч}$$

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

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

Пример 6: Удар под углом

Исходные данные:
m = 10 кг
h = 0,3 м
S = 0,015 м
 α = 30°
C = 600 циклов/час



Вычисление:

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

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

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

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

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

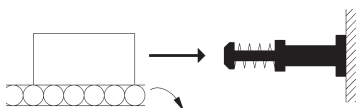
$$M_e = \frac{2E_T}{v^2} = \frac{2 \cdot 30,1}{2,43^2} = 10,2 \text{ кг}$$

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

Пример 7: Остановка массы на конвейере

Исходные данные:

$m = 5$ кг
 $v = 0,5$ м/с
 $\mu = 0,25$
 $S = 0,006$ м
 $C = 3000$ циклов/час

**Вычисление:**

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

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

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

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

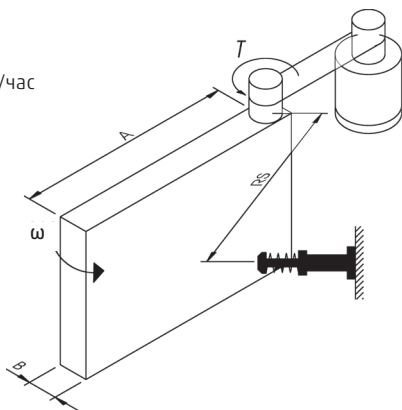
$$M_e = \frac{2E_T}{v^2} = \frac{2 \cdot 0,7}{0,5^2} = 5,6 \text{ кг}$$

По расчётным 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:

$m = 20$ кг
 $\omega = 2,0$ рад/с
 $T = 20$ Нм
 $R_s = 0,8$ м
 $A = 1,0$ м
 $S = 0,015$ м
 $C = 600$ циклов/час

**Вычисление:**

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

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

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

$$E_D = T \cdot \theta = 20 \cdot 0,018 = 0,36 \text{ Нм}$$

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

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

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

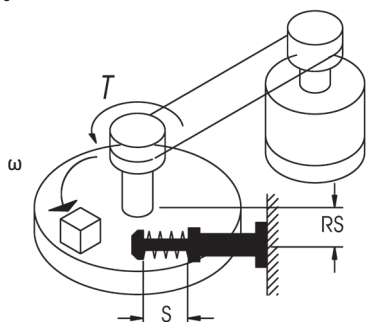
$$M_e = \frac{2E_T}{v^2} = \frac{2 \cdot 13,7}{1,6^2} = 10,7 \text{ кг}$$

По расчётным 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:

$m = 200$ кг
 $\omega = 1,0$ рад/с
 $T = 100$ Нм
 $R = 0,5$ м
 $R_s = 0,4$ м
 $S = 0,015$ м
 $C = 100$ циклов/час

**Вычисление:**

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

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

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

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

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

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

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

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

По расчётным 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.

ПРИМЕЧАНИЕ:

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

