“Метод Герца. Анализ ударного нагружения КШМ.”

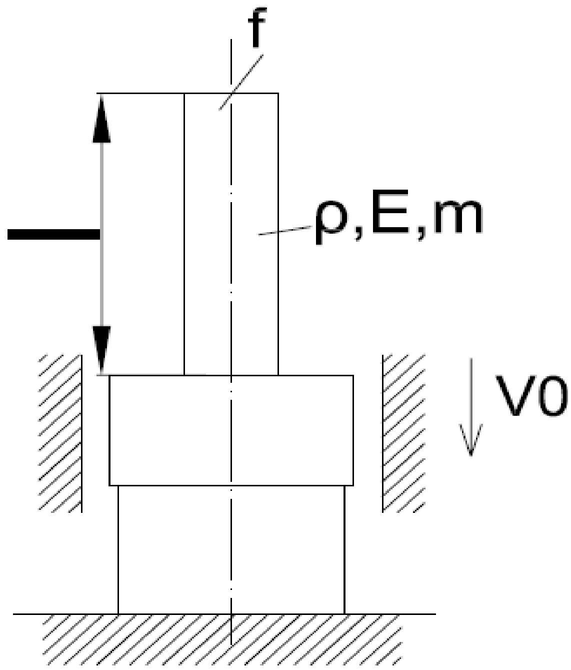
Метод основан на предположении, что области контакта соударяемых тел упругие, а сами тела твердые.

Метод Герца применим со следующими допущениями:

1. Масса соударяющихся тел твердая и сосредоточена в одной точке.
2. Область контакта представляется в виде упругого элемента, жесткость которого равна жесткости соударяемого тела.
3. Применим принцип суперпозиции.

“Ударные нагрузки одномассовой системы.”

Модель:



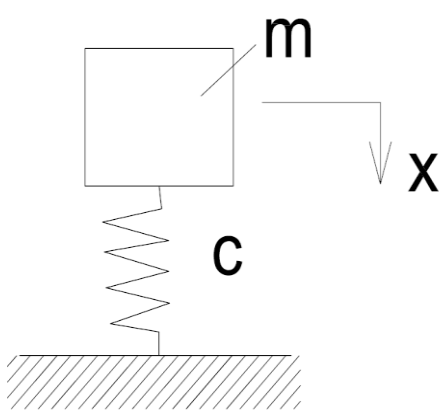
Допущения схемы:

1) Потерями на трение пренебрегаем.

2) Принимаем жесткость примем постоянной.

3) Пренебрегаем весом системы.

Расчетная схема:



Для решения задачи воспользуемся уравнением теории колебаний:
m*x'' = - c*x

m*x'' + c*x = 0

x'' + (c/m)*x = 0

$c/m=\omega^2$

$x''+ \omega^2*x = 0$

ω-частота свободных незатухающих колебаний системы:

$x = C_1*\sin(\omega t) + C_2*\cos(\omega t)$

$C_1 = a*\cos\alpha$

$C_2 = a*\sin\alpha$

a- амплитуда колебаний

α- начальная фаза колебаний

$x = a*\cos\alpha*\sin(\omega t) + a*\sin\alpha*\cos(\omega t)$

$x = a*\sin(\omega t+\alpha)$

$T=(2*\pi)/\omega$

$C_2/C_1=tg\alpha$

$\alpha=arctg(C_2/C_1)$

$\cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1$

$(C_2/a)^2 + (C_2/a)^2 = 1$

$$a := \sqrt{c_1^{\,2} + c_2^{\,2}}$$

В начальный момент времени: $t=0$, $x=x_0$, $V=V_0$

$x = C_1 * \sin(\omega t) + C_2 * \cos(\omega t)$

$x_0 = C_2$

$x' = C_1 * \omega * \cos(\omega t) + C_2 * \omega * \sin(\omega t)$

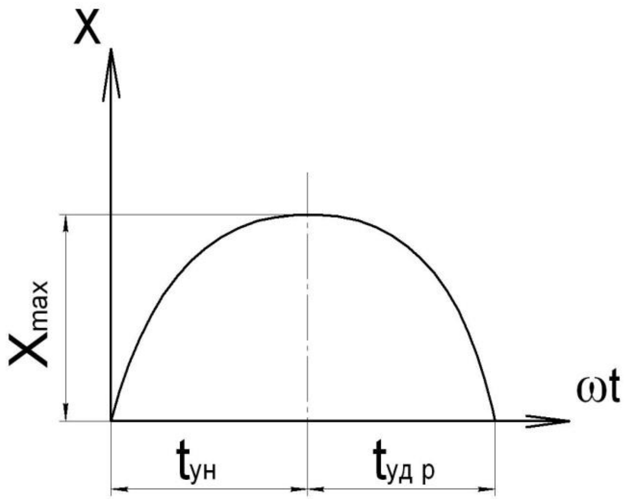
$C_1 = V_0/\omega$

$$a := \sqrt{\left(\frac{V_0}{\omega}\right)^2 + x_0^2}$$

$\alpha = \operatorname{arctg}(x_0/V_0) * \omega$

если $t=0$, $x-x_0 = 0$, $V=V_0$, $\alpha=0$, $\rho= V_0/\omega$

$x = (V_0/\omega) * \sin(\omega t)$



$x_{max} = V_0/\omega$

$t_{ун} = T/4 = \pi/2 * \omega$

$t_{уд} = \pi/\omega$

$$\omega := \sqrt{\frac{c}{m}}$$

$c=(f/l)*E$

$$X_{MAX} = V_0 \sqrt{\frac{m \times E}{l \times f}}$$

$Fmax = c * x_{max}$

$$F_{MAX} = X_{MAX} \times C = V_0 \sqrt{\frac{m \times E \times f}{l}}$$

$$C_{MAX} = \frac{F_{MAX}}{f} = V_0 \sqrt{\frac{m \times E}{f \times l}}$$

$$t_{УД} = \frac{\pi}{\omega} = \pi \sqrt{\frac{m \times \partial}{f \times \mathrm{E}}}$$

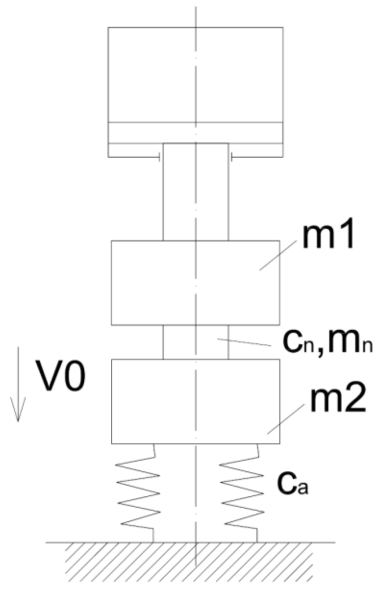
Вывод:

Сравним полученные результаты с результатами комбинированного метода.

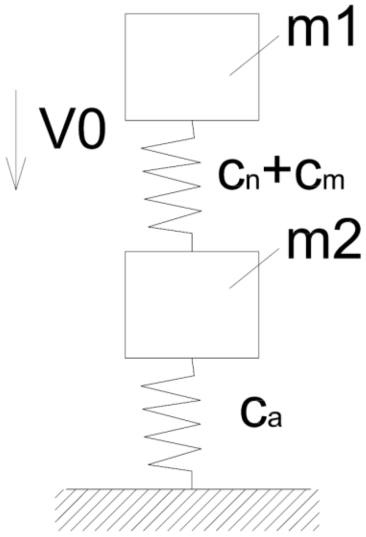
Все параметры соответствуют параметрам, полученным методом Герца, кроме времени удара. Время удара по методу Герца в 1,75 раза больше, чем время удара по комбинированному методу. Это связано с тем, что по методу Герца масса сосредоточена в точке, а в комбинированном методе масса распределена по объему. По методу Герца схема более инерционная и реальное время удара несколько меньше.

“Ударные нагрузки двухмассовых систем.”

Модель:



Расчетная схема:



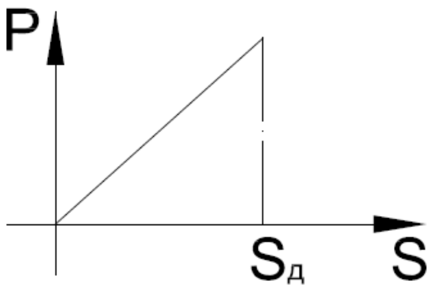
m_2-масса шабота

m_1-масса подвижных частей молота

C_a- жесткость амортизатора

$C_п$- жесткость поковки

$C_п$=dP/dS=const



Допущения:

1. Жесткость поковки постоянна
2. Жесткость системы постоянна

C_m=dP/dSy=const

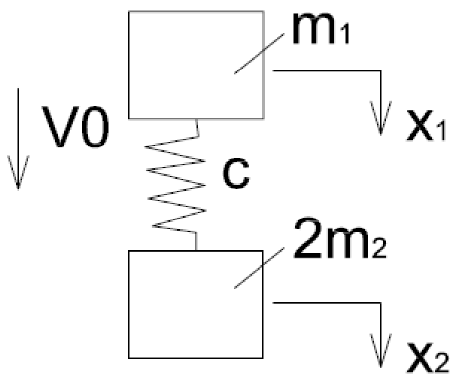
Sy- упругая деформация

C_m-жесткость машины

C = (C_m* C_n)/ (C_m *C_n)- общая жесткость системы

Для упрощения допущений:

Амортизаторы не оказывают воздействий на массу шабота, а силу от амортизаторов заменяем дополнительной (удвоенной) массой шабота. Результаты экспериментальных исследований доказывают состоятельность данной гипотезы.



Для масс m_1 и m_2:

$\{m_1 * x_1'' + C * (x_1 - x_2) = 0$

$\{ 2*m_2 * x_2'' – C * (x_1 - x_2) = 0$

$x_1'' - x_2'' + C*(1/m_1 + 1/2*m_2) * (x_1 - x_2) = 0$

$m^* = (2* m_1 * m_2)/(m_1 + 2*m_2)$

$x_1 - x_2 = x$- относительное движение масс.

$x_1'' - x_2'' = x''$

$x'' + C*x/ m^* = 0$