

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования .
Самарский государственный аэрокосмический
Университет имени академика С.П. Королева.

Расчет фундаментов паровоздушных молотов.
Методические указания к лабораторным работам.

Самара 2005

УДК 621.7.(075)

Составители: С.И. Козий, С.Ф. Глушенко, Г.А. Батраев.

Расчет фундаментов паровоздушных молотов . Методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям по дисциплине 120400 – «Машины и технологии обработки металлов давлением» / Самарский государственный аэрокосмический университет ; сост. С.И. Козий , С.Ф. Глушенко, Г.А. Батраев , Самара 2005/.

Кратко изложены теоретические понятия устройства фундаментов паровоздушных молотов различных конструкций . Представлены различные схемы и соответствующая им методика расчета основных параметров с учетом норм безопасности и охраны труда .

Методические указания предназначены для студентов обучающихся по специальности 150201– «Машины и технологии обработки металлов давлением» и изучающих дисциплину " Оборудование цехов ОМД". Разработано на кафедре обработки металлов давлением.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева.

СОДЕРЖАНИЕ

Схемы и методика расчета основных параметров.....	3
Определение амплитуды колебаний фундамента.....	4
Определение веса и площади фундамента.....	6
Высота упругой подушки.....	7
Определение расстояния R , на которое распространяются колебания грунта при работе молота.....	8

Учебное издание.

Расчёт фундаментов паровоздушного молота

Методические указания.

Составители: Козий Сергей Иванович

Тлустенко Станислав Федотович

Батраев Геннадий Андреевич

Самарский государственный аэрокосмический

Университет им. академика С.П. Королёва.

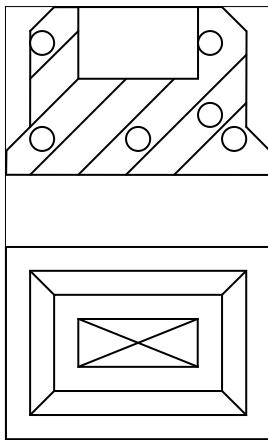
443086, Самара, Московское шоссе, 34

РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТОВ ПАРОВОЗДУШНЫХ МОЛОТОВ.

Фундамент предназначен для обеспечения устойчивости молотовой установки в период ее эксплуатации.

Фундаменты делятся на *жесткие* и *виброизолированные*. Они могут быть *одинарные* и *ленточные*. По месторасположению подушки фундаменты делятся на *закрытые* (подушка располагается внутри фундамента) и *открытые* (подушка располагается на фундаменте). Также фундаменты могут быть прямоугольные и трапециевидные.

Чаще всего применяются закрытые фундаменты с трапецевидным поперечным смещением. (рис. 1)



Рассчитаем следующие параметры:

1. Амплитуду вертикального колебания фундамента;
2. Площадь и величину основания;
3. Расстояние, на которое распространяются упругие колебания;
4. Высоту древесной подушки (из капролона 80-100 см.).

Рис. 1 Конструкция закрытого фундамента трапецевидного поперечного сечения .

При расчете воспользуемся следующей схемой:

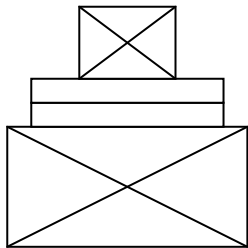


Рис. 2

Вопросы теории :

1 Определение амплитуды колебаний фундамента .

M_1 и M_2 -масса фундамента и шабота;

C_1 -коэффициент жесткости грунта [кг/см];

C_2 -коэффициент жесткости упругой подушки [кг/см]

$C_1 = K^* \cdot C_z \cdot F_\phi$, где $K^*=(2,5-3,0)$; C_z -коэффициент равномерного упругого сжатия грунта [кг/см³];

F_ϕ - площадь основания фундамента [см²].

Грунт кроме C_z характеризуется допускаемым напряжением , следовательно, различают: *слабые , средней прочности, прочные и скальные* грунты.

Слабые грунты: $C_z=300\text{кН/м}^3$; $[\sigma_b]=150 \text{ кН/м}^3$.

Прочные грунты: $C_z=(600-1000) \text{ кН/м}^3$; $[\sigma_b]=(350-600) \text{ кН/м}^3$. кН

Скальные грунты: $C_z=300\text{кН/м}^3$; $[\sigma_b]=0,6 \text{ кН/м}^3$. МН

Скорость отскока подвижных частей составляет:

$$U_1 = V_0 \cdot \frac{G_d}{G_d + G_u + G_\phi} \cdot (1 + \kappa), \text{ где } \kappa=0,5 \text{ – для операций штамповки; } \kappa=0,25 \text{ –}$$

для операцийковки.

Допущения:

1. Колебания шабота и фундамента независимые ;
2. Материалы шабота и фундамента абсолютно жесткие;
3. Система шабот – фундамент безинерционная.

Таким образом и фундамент, и шабот имеют две степени свободы(вверх и вниз).Из основного закона динамики: ускорение материальной точки пропорционально силе, действующей на точку и направлено в ту же сторону, что и сила. Запишем:

$$(m_1 + m_2) \cdot \frac{d^2 z_1}{dt^2} = -c_1 \cdot z_1; \quad C_2 \text{ – коэффициент жесткости упругой подушки}$$

$$(m_2) \cdot \frac{d^2 z_2}{dt^2} = -c_2 \cdot z_2; \quad C_2 = \frac{E_n \cdot F_n}{H_n} \quad \text{где } E_n \text{ - модуль}$$

упругости материала подушки ;

$$(m_1 + m_2) \cdot \frac{d^2 z_1}{dt^2} + c_1 z_1 = 0; \quad F_n \text{ - площадь подушки;}$$

$$(m_2) \cdot \frac{d^2 z_2}{dt^2} + c_2 \cdot z_2 = 0; \quad H_n \text{ - высота подушки.}$$

$$C_z = \frac{E_{\text{под}} \cdot F_{\text{под}}}{H_{\text{под}}};$$

$$\frac{d^2 z_1}{dt^2} + \frac{c_1}{m_1 + m_2} \cdot z_1 = 0;$$

$$\frac{d^2 z_2}{dt^2} + \frac{c_2}{m_2} \cdot z_2 = 0;$$

Обозначим

$$k_1 = \sqrt{\frac{c_1}{m_1 + m_2}};$$

$$k_2 = \sqrt{\frac{c_2}{m_2}};$$

Физический смысл $k_1 k_2$ - круговая частота колебаний.

Решение дифференциальных уравнений описывается в параметрическом виде :

Общее решение запишется , как :

$$\cos k_1 t \quad \cos k_2 t$$

$$\sin k_1 t \quad \sin k_2 t$$

$z_1 = l_1 \cos k_1 t + l_2 \sin k_1 t$, где l_1, l_2 - постоянные интегрирования.

Начальные условия:

$$z_1|_{t=0} = 0; \quad \frac{dz_1}{dt}|_{t=0} = u_\phi; \quad l_1 = 0; \quad l_2 = \frac{u_\phi}{k_1}. \quad V_0 - \text{начальная скорость соударения}$$

подвижных частей с заготовкой

$$z_1 = \frac{u_\phi}{k_1} \times \sin k_1 t; \quad A_1 = \frac{u_\phi}{k_1} \text{ - амплитуда колебания фундамента.}$$

$V_0 = 7,5 \text{ м/с}$ для $G_H < 5 \text{ тс}$

$V_0 = 8,0 \text{ м/с}$ для $G_H = 6 - 10 \text{ тс}$

$V_0 = 9,0 \text{ м/с}$ для $G_H > 10 \text{ тс}$

$$A_1 = \frac{(1+k) \cdot V_0 \cdot G_d}{\sqrt{k^* \cdot c_z \cdot F_\phi \cdot G_{уст} \cdot g}}; \quad G_d - \text{действительный вес}$$

подвижных частей;

$$k^* = 2,5; \quad G_d = G_H \times 1,1. \quad G_H - \text{номинальный вес подвижных частей}$$

$$A_2 = \frac{(1+k) \cdot V_0 \cdot G_d \cdot \sqrt{H_{под}}}{\sqrt{E_{под} \cdot F_{под} \cdot G_{у} \cdot g}};$$

Вес шабота $G_{у}$ должен рассматриваться в сочетании с весом молота.

Если молот на жестком основании , то $A_1 = (0,8 - 1,2) \text{ мм}$.

Если молот на упругой подушке, то $A_1 = (0,2 - 0,3) \text{ мм}$.

2. Определение веса и площади фундамента.

$$A_1 \leq [A_1] \leq 1,0 \text{ мм};$$

$$\sigma_\phi = \frac{[\sigma_\phi]}{K'}, \text{ где } k'=2,5\text{- коэффициент запаса прочности, } [\sigma_\phi] = (0,6-1,5) \text{ кг/см}^2.$$

$$\sigma_\phi = \frac{G_{уст}}{F_\phi}; \frac{G_{уст}}{F_\phi} = \frac{[\sigma_\phi]}{k'},$$

$$G_{уст} = \frac{F_\phi \cdot [\sigma_\phi]}{k'}, F_\phi = \frac{G_{уст} \cdot k'}{[\sigma_\phi]}.$$

В выражение A_1 попеременно подставим $G_{уст}$ и F_ϕ .

$$F_\phi = \frac{(1+k) \cdot V_0 \cdot G_d \cdot \sqrt{k'}}{A_1 \cdot \sqrt{k^* \cdot c_z \cdot [\sigma_\phi]} \cdot g};$$

$$A_1 = 1,0.$$

$$G_{уст} = \frac{(1+k) \cdot V_0 \cdot G_d \cdot \sqrt{[\sigma_\phi]}}{A_1 \cdot \sqrt{k^* \cdot c_z \cdot k'} \cdot g}$$

$$G_\phi = G_{уст} - G_{ш} - G_{молота}.$$

Удельная площадь основания :

$$\omega_\phi = \frac{F_\phi}{G_g} = \frac{(1+k) \cdot V_0 \cdot 10^3}{\sqrt{\frac{k^*}{k'} \cdot c_z \cdot [\sigma_\phi]} \cdot g}.$$

Для штамповочного молота двойного действия: $\omega_\phi = (1,3 - 0,33) \frac{M^2}{кН}$,

простого действия: $\omega_\phi = (0,9 - 0,25) \frac{M^2}{кН}$, где 0,9- сильные грунты, 0,25- слабые

грунты .

Масса фундамента:

$$m_\phi = \gamma_\phi \cdot m_{над.частей};$$

Для штамповочного молота двойного действия: $\gamma_\phi \approx 48,0$

простого действия: $\gamma_\phi \approx 34,0$

Для ковочного молота двойного действия: $\gamma_\phi \approx 33,0$

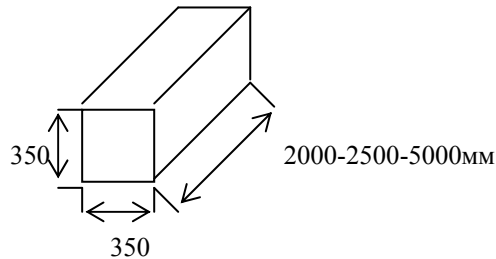
простого действия: $\gamma_\phi \approx 25,0$.

3. Высота упругой подушки.

$$H_n = \frac{A_2^2 \cdot E_n \cdot F_n \cdot (G_{\text{мол}} + G_{\text{шаб}}) \cdot g}{[(1+k) \cdot G_g \cdot V_0]^2}$$

$$[\sigma_n] = \frac{G_{\text{мол}} + G_{\text{шаб}}}{F_n} = (0,8 - 4,7) \text{ МН} / \text{м}^2$$

Геометрические размеры деревянных брусьев , из которых образуют маты.



4. Определение расстояния R на которое распространяются колебания грунта при работе молота

$$A = A_1 \cdot \sqrt{\frac{B}{R} \cdot e^{-\frac{\alpha}{2} \cdot (R-B)}}$$

где A- амплитуда колебаний грунта на расстояние "R" от местоположения молота.

Заболоченные грунты: $\alpha = 0 \left[\frac{1}{\text{м}} \right];$

- пески, глины , суглинки: $\alpha = (0.05 - 0.1) \left[\frac{1}{\text{м}} \right];$

- влажные пески и глины : $\alpha = (0.1 - 0.15) \left[\frac{1}{\text{м}} \right];$

- суглинки в твердом состоянии: $\alpha = (0.15 - 0.2) \left[\frac{1}{\text{м}} \right];$

- скальные породы: $\alpha = (0.2 - 0.25) \left[\frac{1}{\text{м}} \right].$

Допустимые значения колебаний грунта в зависимости от типа производства.

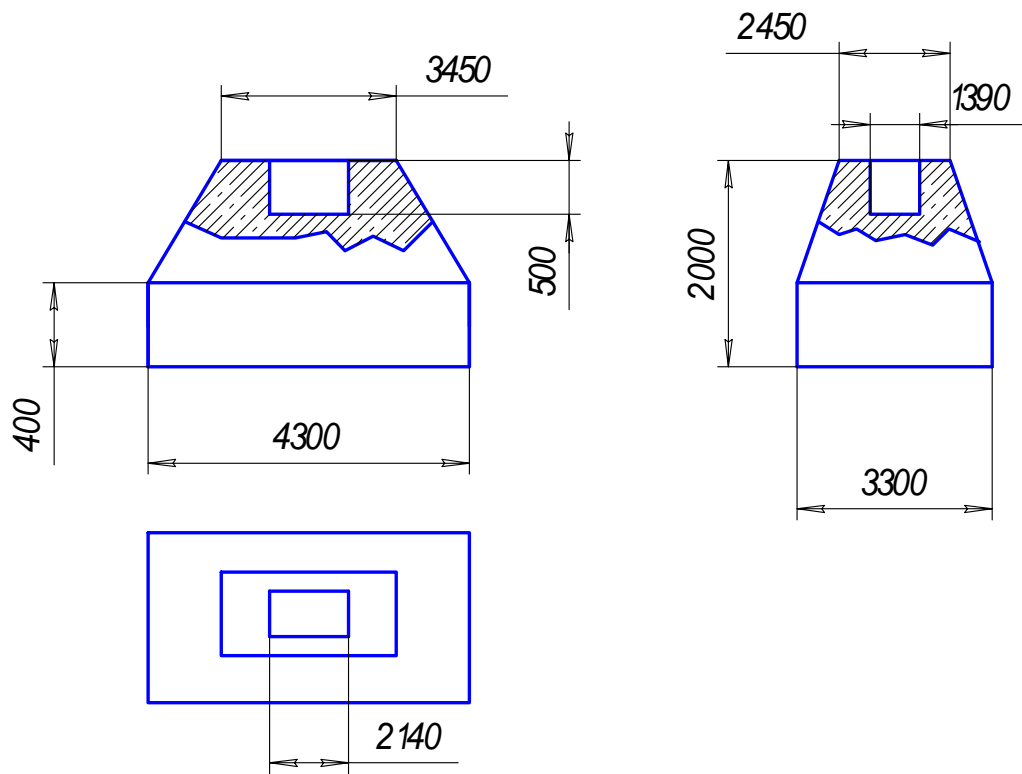
Для лаборатории с точной измерительной аппаратурой : $[A] = (0,03) \text{ мм} ;$

- цехов с поточными станками: $[A] = (0,02 - 0,04) \text{ мм} ;$

- станции с турбогенер-м: $[A] = (0,03 - 0,05) \text{ мм};$

- литейные и формовочные отделения: $[A] = (0,02) \text{ мм}.$

Конструкция фундамента с весом подвижных частей , равным $G_H=0,75 \text{ т}$, показана на рис. 3



Требования к основанию фундамента в зависимости от категории грунтов и других факторов в соответствии с общестроительными нормами и правилами.