

УДК 622.868:621.926.22

Франчук В.П.
Плахотник В.В.
Федоскина Е.В.
Национальный
горный
университет,
г.Днепропетровск

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОРПУСА НА ДИНАМИКУ ВИБРАЦИОННОЙ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ С НАКЛОННОЙ КАМЕРОЙ ДРОБЛЕНИЯ

Дана оцінка впливу маси, моменту інерції корпусу дробарки, положення його центру мас на динаміку дробарки.

This estimation of influencing of mass, moment of inertia of corps of crusher, position of his center of the masses on the dynamics of crusher.

Корпус дробилки с наклонной камерой дробления является одним из основных элементов, участвующих в процессе разрушения материала [1]. Он располагается на опорных амортизаторах, выполняет функцию неподвижной щеки, связан с подвижной щекой осью и упругим элементом. К основным параметрам корпуса можно отнести его массу, момент инерции, положение центра масс, положение опорных амортизаторов и их жесткость.

При исследовании влияния этих параметров на динамику виброщековой дробилки приняты допущения:

1. Диссипация энергии в системе мала и ею пренебрегаем.
2. Дробилка работает без

нагрузки, т.е. влияние технологической нагрузки на параметры движения щек не учитывается.

3. Колебания считаем малыми: деформация упругих связей происходит в линейных пределах, а поворотные колебания таковы, что можно считать $\sin\psi_1=\psi_1$; $\sin\psi_2=\psi_2$.

Расчетная схема дробилки приведена на рис.1. Здесь M_1, M_2, I_1, I_2 – массы и моменты инерции относительно центров масс корпуса и щеки дробилки; m_1, m_2 – массы неуравновешенной части дебалансных грузов; a – расстояние между осями дебалансных валов вибровозбудителя; a_1, a_2 – расстояния по оси X от центра масс корпуса дробилки до места установки опорных амортизаторов; h_1, h_2 – соответственно, расстояние по оси Y от места установки опорных амортизаторов до оси

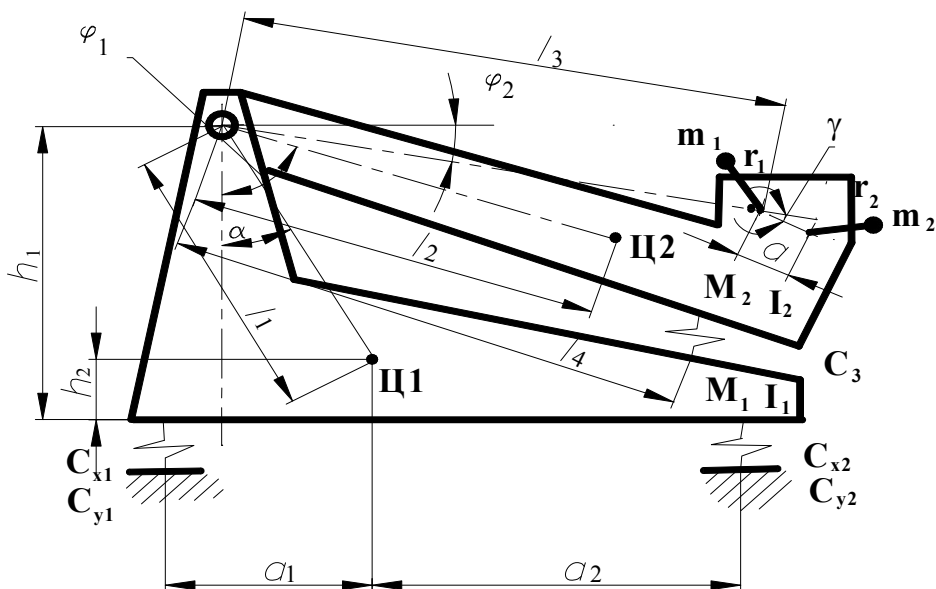


Рис.1. Расчетная схема дробилки

подвеса щеки и до центра масс корпуса дробилки; l_1, l_2 – расстояния от оси подвеса щеки до центра масс корпуса (ζ_1) и щеки (ζ_2) дробилки; l_3 – расстояние от оси подвеса щеки до оси вращения дебалансного груза с неуравновешенной массой m_1 ; l_4 – расстояние от оси подвеса щеки до места установки упругого элемента; r_1, r_2 – расстояние от центра масс неуравновешенной части дебалансных грузов до их оси вращения; α, φ_1 – углы положения центров масс корпуса и щеки; φ_2 – угол положения оси вращения дебалансного груза m_1 ; γ – угол установки вибровозбудителя; ω – угловая частота вращения дебалансных грузов, $C_{x1}, C_{x2}, C_{y1}, C_{y2}, C_3$ – жесткости опорных амортизаторов и упругого элемента.

Положение системы может быть определено следующими обобщенными координатами: x, y – перемещение корпуса дробилки вдоль горизонтальной и вертикальной осей соответственно; ψ_1 – угол поворота корпуса дробилки; ψ_2 – угол поворота дробящей щеки.

Координаты перемещения центра массы щеки x_1, y_1 и дебалансных грузов x_2, x_3, y_2, y_3 могут быть выражены через обобщенные координаты следующим образом:

$$x_1 = x - \psi_1 \cdot l_1 \cdot \cos \alpha + \psi_2 \cdot l_2 \cdot \sin \varphi_1;$$

$$y_1 = y - \psi_1 \cdot l_1 \cdot \sin \alpha + \psi_2 \cdot l_2 \cdot \cos \varphi_1;$$

$$x_2 = x - \psi_1 \cdot l_1 \cdot \cos \alpha + \psi_2 \cdot l_3 \cdot \cos \varphi_2 - r_1 \cdot \cos(\omega \cdot t + \gamma)$$

$$y_2 = y - \psi_1 \cdot l_1 \cdot \sin \alpha + \psi_2 \cdot l_3 \cdot \sin \varphi_2 + r_1 \cdot \sin(\omega \cdot t + \gamma)$$

$$x_3 = x - \psi_1 \cdot l_1 \cdot \cos \alpha + \psi_2 \cdot l_5 \cdot \cos \varphi_3 + r_2 \cdot \cos(\omega \cdot t - \gamma)$$

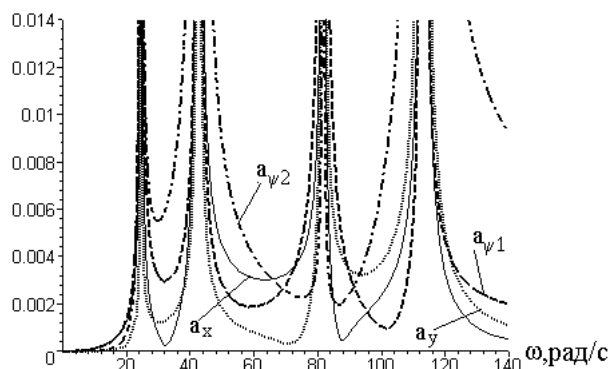
$$y_3 = y - \psi_1 \cdot l_1 \cdot \sin \alpha + \psi_2 \cdot l_5 \cdot \sin \varphi_3 + r_2 \cdot \sin(\omega \cdot t - \gamma)$$

Используя уравнения Лагранжа второго рода и решая систему дифференциальных уравнений, находим величины амплитуд и фазных углов колебаний элементов дробилки.

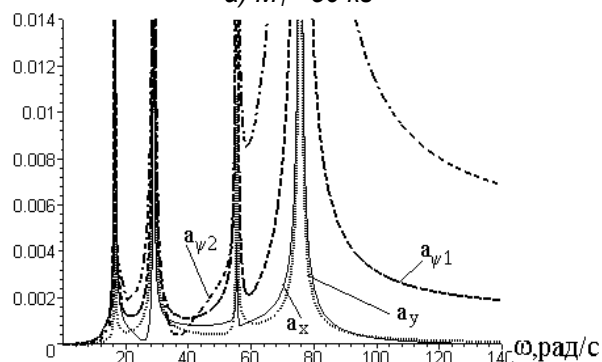
Аналитические исследования проводились при следующих базовых конструктивных параметрах дробилки: $M_1 = 535$ кг, $M_2 = 79$ кг, $l_1 = 30,042$ кг·м², $l_2 = 3,7$ кг·м², $m_1 = 3,6$ кг, $m_2 = 3,6$ кг, $a_1 = 0,4$ м, $a_2 = 0,4$ м, $l_1 = 0,49$ м, $l_2 = 0,325$ м, $l_3 = 0,275$ м, $l_4 = 0,525$ м, $r_1 = 0,032$ м, $r_2 = 0,032$ м, $h_1 = 0,78$ м, $h_2 = 0,3$ м, $\alpha = 0,19$ рад, $\varphi_1 = 1,048$ рад, $\varphi_2 = 0,01745$ рад, $C_{x1} = 150000$ Н/м, $C_{x2} = 50000$ Н/м, $C_{y1} = 500000$ Н/м, $C_{y2} = 150000$ Н/м, $C_3 = 50000$ Н/м.

На рис.2 представлены амплитудно-частотные характеристики колебаний элементов дробилки при массе корпуса

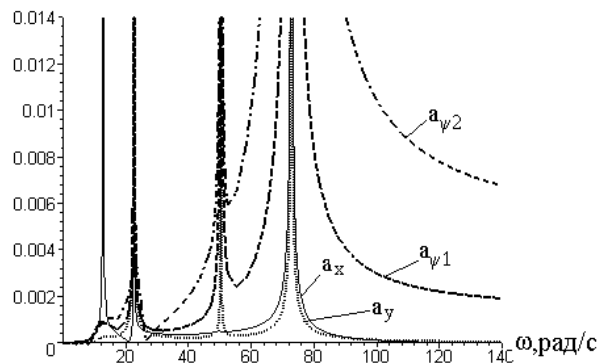
50, 400, 800 кг. При массе корпуса 50 кг полоса резонансных частот занимает довольно большой промежуток и покрывает область рабочих частот, что практически исключает нормальную работу дробилки. С увеличением массы корпуса полоса резонансных частот сужается, а максимальные значения смещаются в область более низких частот. При этом рабочие частоты дробилки располагаются в зарезонансной зоне. Дальнейшее увеличение массы корпуса не приводит к существенным изменениям амплитудно-частотной характеристики.



а) $M_1 = 50$ кг



б) $M_2 = 400$ кг



в) $M_2 = 800$ кг

Рис.2.

Аналогичная качественная картина изменения амплитудно-частотной характеристики наблюдается также при изменении момента инерции корпуса дробилки. Рассматривая изменение амплитудных значений a_x , a_y , $a_{\psi 1}$, $a_{\psi 2}$ при увеличении момента инерции корпуса (рис.3) следует отметить плавное уменьшение амплитудных значений $a_{\psi 1}$ и достаточно быструю стабилизацию a_x , a_y , $a_{\psi 2}$.

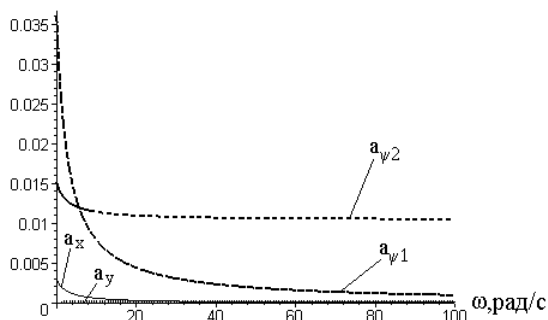


Рис.3.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что для каждого типоразмера дробилки имеется определенное значение массы и момента инерции корпуса, увеличение которых практически не приводит к изменению ее динамических параметров.

Положение опорных амортизаторов не оказывает существенного влияния на динамику дробилки независимо от того, как они расположены относительно центра масс корпуса (симметрично либо асимметрично).

Влияние положения центра масс корпуса дробилки на ее динамику рассмотрим при смещении центра масс вдоль оси X на произвольной высоте h_2 и вдоль оси Y на произвольном расстоянии $l_1 \sin \alpha$.

1. Гончаревич И.Ф., Фролов К.В. Теория вибрационной техники и технологии. – М.: Наука, 1981, - 320 с.

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.П.Надутим 09.06.2008р.

Изменение положения центра масс корпуса вдоль оси Y практически не влияет на изменение амплитудных значений a_x , a_y , $a_{\psi 2}$ и несколько увеличивает $a_{\psi 1}$ при стремлении h_2 к h_1 .

На рис.4 приведена графическая зависимость изменения угла поворота корпуса $a_{\psi 1}$ и щеки $a_{\psi 2}$ от положения центра тяжести корпуса на оси X, которая располагалась на расстоянии $h_1 = 0,78$ м. При смещении центра масс корпуса от нулевого значения угла α (зона загрузки материала) в направлении разгрузочной щели амплитуда колебаний корпуса увеличивается, а колебаний щеки – монотонно уменьшается.

Однако для процесса дробления материала важна амплитуда колебаний щеки относительно корпуса дробилки, которая представлена кривой Δa_{ψ} .

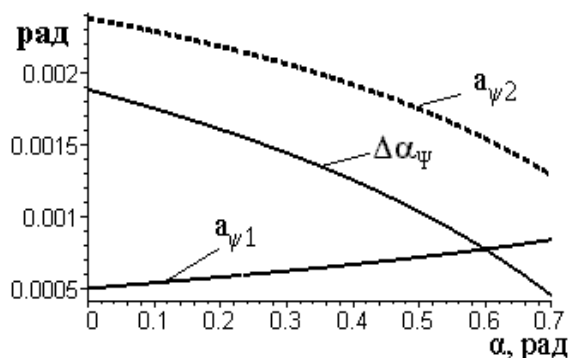


Рис.4.

Таким образом, наибольшее влияние на динамику дробилки оказывает смещение центра масс корпуса вдоль продольной оси симметрии, масса и момент инерции принимается исходя из силовых параметров и проверяется по динамическим параметрам.