

возвращается до 90% металла (с 50?60% до 3?4%) непосредственно в цехе, резко уменьшается количество газов и пылеобразования.

Список литературы: 1. Sivilotty O., Light Metal Age, 1984, V.42,N.11?12,P.9. 2. Галевский Г.В., Кулагин Н.М., Минцис М.Я. Металлургия вторичного алюминия, Новосибирск, Наука, 1998, 289с. 3. Колобов Г.А., Бредихин В.Н., Чернобаев В.М. Сбор и обработка вторичного сырья цветных металлов. Учебник для вузов./ - М.: Металлургия, 1993.-228 с. 4. Патент США, # 4137073, опубл. 01.03.79. 5. Контракт на разработку прессового оборудования для ООО «Русский металл, Россия», ДонНИПИЦМ, Донецк, 2006.

Сдано в редакцию 20.05.07

ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВИБРОПОЛЯ ОДНОМАССОВОЙ МАШИНЫ С БИГАРМОНИЧЕСКИМ ДЕБАЛАНСНЫМ ВОЗБУДИТЕЛЕМ КОЛЕБАНИЙ НАПРАВЛЕННОГО ДЕЙСТВИЯ

Букин С.Л., Лютый А.П., Маслов С.Г.
(ДонНТУ, Укрросуглемашсервис, г. Донецк, Украина)

In work was executed the analysis of vibrating system with biharmonic vibrator. The vibrating field of working body of the biharmonic vibrating machine having one degree of freedom is considered, its basic dynamic parameters are certain. It is established, that trajectories of fluctuations of the biharmonic vibrating machine considerably differ from traditional - linear, circular and elliptic. The received trajectories of fluctuations of working body, for example, a vibrating roar, allow to raise essentially technological parameters of process of division on the sizes of damp loose materials and removals of water due to variable on the module and a direction of inertial influence on a processable material.

Основными динамическими параметрами регулирования технологических показателей вибрационных машин различного назначения являются амплитуда и частота колебаний. Кроме того, форма траекторий колебаний рабочего органа вибромашины во многом определяет область ее применения. Амплитуду колебаний инерционных машин, получивших наибольшее распространение во всем мире, обычно регулируют изменением статического момента массы дебалансов. Частота колебаний, как правило, не регулируется, но в некоторых моделях она может изменяться путем ступенчатого изменения передаточного числа клиноременной передачи привода вибровозбудителя или плавным регулированием числа оборотов электродвигателя привода при помощи частотного преобразователя.

Целью настоящей работы является установление возможности расширения числа динамических параметров для интенсификации технологического процесса вибрационной обработки углей, руд, нерудных и других полезных ископаемых.

В последнее время все большее развитие приобретают вибромашины с бигармоническим режимом работы [1-3]. По сравнению с машинами с гармоническим режимом последние имеют более высокую удельную производительность и эффективность разделения, например при сухой классификации влажных трудногροхотимых материалов [4], а также обезвоживании и дешламации.

Рассмотрим упрощенную модель движения рабочего органа вибромашины.

Дифференциальное уравнение установившегося движения гармонического осциллятора с бигармоническим вибровозбудителем вдоль оси ζ , расположенной под углом α к горизонту, имеет вид

$$M\ddot{\zeta} + k\dot{\zeta} + c\zeta = m_1 r_1 \omega_1^2 \sin \omega_1 t + m_2 r_2 \omega_2^2 \sin(\omega_2 t + \gamma), \quad (1)$$

где: M – сосредоточенная полная масса системы; k – коэффициент демпфирования; c – коэффициент жесткости упругой связи; m_1, m_2 – суммарные неуравновешенные массы вращающихся частей первой и второй ступеней вибровозбудителя соответственно; r_1, r_2 – эксцентриситеты неуравновешенных масс вращающихся частей первой и второй ступеней вибровозбудителя соответственно; ω_1, ω_2 – угловая скорость вращения первой и второй ступеней вибровозбудителя соответственно; γ – угол между возбуждающими силами первой и второй ступеней вибровозбудителя.

После преобразования уравнения (1), получим

$$\ddot{\zeta} + 2\delta\dot{\zeta} + p^2\zeta = qr\omega^2 [\sin \omega t + uv^2 \sin(v\omega t + \gamma)] \quad (2)$$

где: $2\delta = k/M$; $p = \sqrt{c/M}$; $q = m_1/M$; $r = r_1$; $\omega = \omega_1$; $v = \omega_2/\omega_1$; $u = m_2 r_2 / m_1 r_1$.

Колебательная система в установившемся режиме будет перемещаться по закону

$$\zeta = a_1 \sin(\omega t - \varphi_1) + a_2 \sin(u\omega t + \gamma - \varphi_2),$$

где амплитуды составляющих вынужденных колебаний системы (первой и второй гармоник) равны

$$a_1 = \frac{qr\omega^2}{\sqrt{4\delta^2\omega^2 + (p^2 - \omega^2)^2}}, \quad a_2 = \frac{qruv\omega^2}{\sqrt{4\delta^2v^2\omega^2 + (p^2 - v^2\omega^2)^2}}, \quad (3)$$

углы сдвига фаз между смещением дебалансов первой φ_1 и второй φ_2 ступеней вибровозбудителя и перемещением колебательной системы

$$\varphi_1 = \arctg \frac{2\delta\omega}{p^2 - \omega^2}, \quad \varphi_2 = \arctg \frac{2\delta v\omega}{p^2 - v^2\omega^2}, \quad (4)$$

Колебания вдоль осей X и Y происходят по закону

$$x = \zeta \cos \alpha, \quad y = \zeta \sin \alpha, \quad (5)$$

а виброускорения вдоль этих осей равны

$$\ddot{x} = \ddot{\zeta} \cos \alpha, \quad \ddot{y} = \ddot{\zeta} \sin \alpha, \quad (6)$$

где: $\ddot{\zeta} = -a_1\omega^2 \sin(\omega t - \varphi_1) + a_2(u\omega)^2 \sin(u\omega t + \gamma - \varphi_2)$,

Выражения (3)...(6) позволяют определять траектории и уровень виброускорений произвольных точек рабочего органа вибромашины.

Таким образом, изменяя соотношение частот вращения вибровозбудителей ν , величины статических моментов масс m_1r_1, m_2r_2 каждой пары дебалансов и угол γ сдвига фазы между ними, можно получить разнообразные бигармонические возбуждения, оптимизируя для решения конкретных технологических задач.

В табл. 1 приведены траектории движения центра масс рабочего органа инерционной вибромашины с бигармоническим вибровозбудителем для создания направленной возбуждающей силы как для центрированной колебательной системы, а в табл. 2 – виброграммы ускорений рабочего органа рассматриваемой вибромашины вдоль осей X и Y соответственно. Графики построены для исходных данных: $\omega_1=157$ рад/с, $\omega_2=293$ рад/с, $a_1=2,5$ мм.

Таблица 1.Траектории движения центра масс рабочего органа

| γ , град. | u | | |
|------------------|-----|---|---|
| | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0 | | | |
| 45 | | | |
| 90 | | | |

Продолжение таблицы 1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|------|---|---|---|
| 90 | | | |
| 135 | | | |
| -45 | | | |
| -90 | | | |
| -135 | | | |

Таблица 2. Виброграмма ускорений рабочего органа вдоль осей X (- - -) и Y (—) и

| γ , рад | u | | |
|-------------------|-----|---|---|
| | 2 | 3 | 4 |
| 0 | | | |
| 45 | | | |
| 90 | | | |
| 135 | | | |
| 180 | | | |

Выводы: установлено, что уровень вибрационного воздействия на обрабатываемый материал при бигармоническом возбуждении инерционной вибромашины возможно регулировать изменением частот вращения вибровозбудителей, величин статических моментов масс каждой пары дебалансов и угла между возбуждающими силами. Траектории колебаний инерционной бигармонической вибромашины, как видно из рисунков табл. 1, значительно отличаются от традиционных – линейных, круговых и эллиптических. Параметры траекторий легко регулируются путем изменения статического момента массы вибровозбудителя и угла между возбуждающими силами первой и второй ступеней вибровозбудителя. Ускорения рабочего органа вибромашины достигают $10g$, а соотношение амплитуд «нижнего» и «верхнего» виброускорений составляет $0,3...0,5$

(табл. 2). Можно прогнозировать, что высокий уровень ускорений в бигармоническом режиме позволяют существенно повысить технологические показатели процесса классификации трудногροхотимых материалов, обезвоживания и дешламации за счет переменного по модулю и направлению инерционного воздействия на обрабатываемый материал. Такой способ интенсификации технологического процесса может найти широкое применение в современных конструкциях вибрационных машин различного назначения – грохотах, конвейерах питателях, смесителях, дробилках, мельницах и т.д. Полученные зависимости послужили основой создания вибрационного бигармонического грохота нового типа [5, 6].

Список литературы: 1. Erlenstadt G. Die DF-Siebmaschine // Aufbereitung-Technik. – 1972. – V.13. - №7. – S. 432-434. 2. Старек С., Шмиглек Й., Турек О. Новое поколение вибрационных грохотов серии VFT // Чехословацкая тяжелая промышленность. – 1987. – XIII. – С. 26-28. 3. Грохоты типа DF. Проспект фирмы «RHEWUM», - 2003. 4. Соломичев Н.Н., Букин С.Л., Сергеев П.В. Стендовые испытания процесса грохочения зернистых материалов в бигармоническом режиме // Сб. “Обогащение полезных ископаемых”.- Днепропетровск: Вып. 5(46).- 1999.- С. 38-44. 5. Букин С.Л., Лютый А.П., Маслов С.Г. Новые обезвоживающие виброгрохоты инерционного типа с бигармоническим режимом работы // Сб. науч. тр. по мат. междунаро. науч.-практ. конф. «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании ‘2006». – Одесса: Черноморье, декабрь 2006 г. С.31-34. 6. Букин С.Л., Маслов С.Г., Лютый А.П. Патент Украины на изобретение. Вибрационный грохот. № а 2007 04711 В07В1/40.

Сдано в редакцию 16.05.07

СВОЙСТВО СВЕРХПРОВОДИМОСТИ НАНОСТРУКТУРНОГО СЛОЯ В ЗОНЕ КОНТАКТА ПОВЕРХНОСТЕЙ ТВЕРДЫХ ТЕЛ ИЗ ТОКОПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Бутенко В.И., Кулинский А.Д., Рыбинская Т.А., Шаповалов Р.Г.
(ТТИ ЮФУ, Таганрог, Россия)

The electronic conductivity of a nanostructure layer arising in units of friction of conductors of an electrical current is investigated and is shown, that under certain conditions she comes nearer to superconductivity.

Введение. Исследования в области контактного взаимодействия поверхностей твердых тел непрерывно ведутся в течение двух последних столетий. Однако до сих пор нет строгой научной теории, объясняющей явления, происходящие при контактном взаимодействии твердых тел в различных механических системах и средах.

В исследованиях многих ученых [1–3] показано, что при определенных условиях в зоне контакта поверхностей твердых тел образуется наноструктурный слой, обладающий свойствами, отличающимися от свойств материалов контактирующих тел. Именно от состояния и свойств этого слоя зависят такие эксплуатационные характеристики сопряжения, как износостойкость, коррозионная стойкость, прочность и другие.