

УДК 669.054.8

Сергеев С.В., Решетников Б.А., Чуманов И.В., Сергеев Ю.С.

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИБРАЦИОННОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ\*

Управление процессом разрушения материалов посредством вибрационных машин в настоящее время является актуальной проблемой повышения качества и эффективности вибрационного измельчения материалов. В совершенствовании способов и средств разрушения твердых материалов наблюдается длительный застой; традиционные подходы уже практически исчерпали свои возможности, а новые идеи еще далеки от широкого промышленного использования.

В этих условиях особое значение приобретает уточнение физического механизма разрушения и формирования на его основе рациональных принципов организации процесса, в том числе разрушение материалов с наименьшими усилиями и затратами энергии. При этом основным направлением решения этой проблемы является совершенствование вибровозбудителей, способных генерировать управляемые колебания различной формы.

В настоящее время для создания сложных форм колебаний в измельчителях используются получившие широкое применение из-за простоты конструкции двухдебалансные вибровозбудители, состоящие из двух или более неуравновешенных масс, но в которых ограничена возможность гибкого регулирования параметрами колебаний. Между тем, для получения колебаний с регулируемыми параметрами рекомендуется применять роторные инерционные вибровозбудители [1], но при этом возникает необходимость в эффективном управлении еще и формой колебаний.

В связи с изложенным была поставлена задача создания инерционных роторных систем, позволяющих управлять не только технологическими параметрами, но и формой силовых полей вибрационного воздействия.

В рекомендуемых инерционных роторных вибровозбудителях вращаемое тело 1 (ротор) и контртело 2 (рис. 1) сопрягаются с тарированной силой прижима  $P_{oc}$  так, чтобы область контакта имела замкнутую форму с поворотной симметрией. Одно из сопрягаемых тел приводят во вра-

щение с частотой  $\omega_{ep}$  вокруг оси поворотной симметрии области контакта, при этом частотой колебательных движений  $\omega$  и их амплитудой  $\rho$  управляют по соотношениям:

$$\omega = \frac{P_{oc}}{2lm\omega_{ep}} + \sqrt{\frac{P_{oc}^2}{4l^2m^2\omega_{ep}^2} + \frac{j}{m}}; \rho = \frac{D\omega_{ep}}{\omega},$$

где  $P_{oc}$  – величина осевой тарированной силы прижима вращаемого тела (ротора) к контртелу;  $\omega_{ep}$  – частота вращения ротора;  $m$  – приведенная масса вращаемого тела;  $l$  – вылет вращаемого тела;  $j$  – жесткость ротора;  $D$  – диаметр вращаемого тела в зоне его сопряжения с контртелом.

С помощью регулируемого упругого элемента 5 (рис. 2) контртело 3 поджимают с тарированным осевым усилием к ротору 1. Осевое перемещение контртела осуществляется по направляющим 4, а все элементы механизма смонтированы в корпусе 2. При отсутствии вращения ротор 1 симметрично расположен относительно контртела 3, а при его вращении (см. рис. 1) ротор 1 будет совершать планетарное круговое движение, т.е. поперечные автоколебания по торцевой поверхности контртела 3. Центр ротора, кинематически отклоняясь, описывает круговую траекторию в направлении, противоположном вращению.

Для получения колебаний с регулируемой формой предложена двухроторная конструкция, где точная синхронность колебаний центров масс роторов обеспечивается неголономной ме-

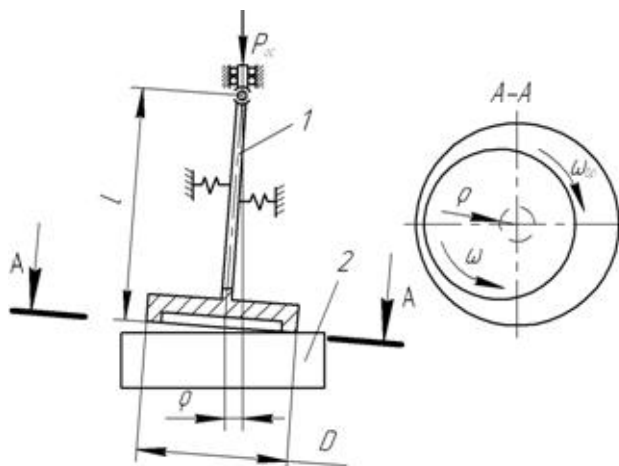


Рис. 1. Схема возбуждения колебаний

\* Данная работа выполнялась в рамках приоритетных направлений научно-технической работы Высшей школы, разработанных Министерством образования и науки РФ по теме «Технология переработки промышленных и бытовых отходов» при финансовой поддержке РФФИ (проект №07-01-96-052) на 2007–2008 годы.

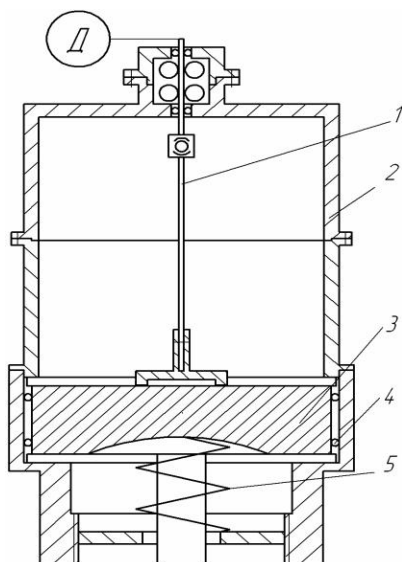


Рис. 2. Конструкция вибровозбудителя

ханической связью, функцию которой выполняет подвижный корпус 2. Формой колебаний при этом управляют изменением направления вращения одного из роторов и кинематических моментов неуравновешенных масс.

Математические модели синхронных колебаний масс роторов приведены на рис. 3. При этом в колебательной системе при различных кинематических моментах  $m\rho_1$ ,  $m\rho_2$  роторов возникают вынуждающие сила  $F$  и момент  $M_K$  с амплитудными значениями:

$$M_K = m \cdot (\rho_1 - \rho_2) \cdot \omega^2 \cdot a;$$

$$F = m \cdot (\rho_1 + \rho_2) \cdot \omega^2.$$

На основе данной конструкции был разработан способ измельчения материалов [2], реализованный в конусной инерционной дробилке с роторными вибровозбудителями (рис. 4), который позволил перейти от принципа дробления с заданной деформацией материала к принципу дробления с заданным усилием.

Кроме этого, динамический принцип сделал возможным переход в новой машине к значительно более высокой частоте качаний дробящих конусов дробилки и соответственно к большим усилиям дробления, что особенно важно при разрушении особо прочных материалов, например металлурги-

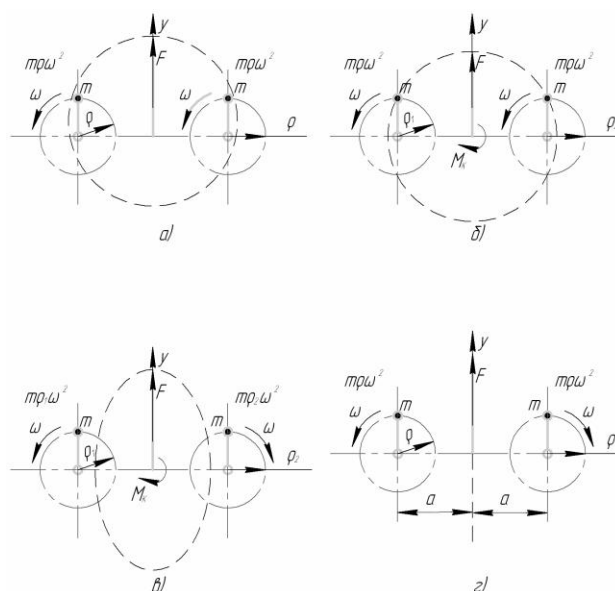


Рис. 3. Математические модели синхронных колебаний инерционных двухроторных вибровозбудителей

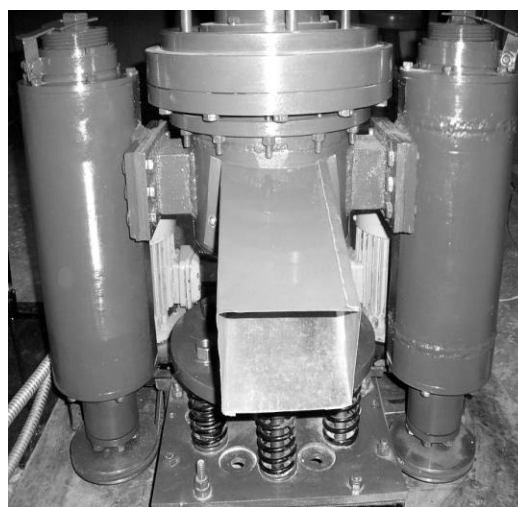


Рис. 4. Дробилка инерционная с роторными вибровозбудителями

ческих шлаков с большим содержанием металлов. В итоге, в рассматриваемой дробилке удалось получить ряд значительных технологических преимуществ, в частности обеспечить степень дробления материала, в несколько раз превышающую достигнутую в используемых дробилках.

#### Библиографический список

1. А.с. 16644 12 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> В 06 В 1/16. Способ возбуждения круговых колебаний и устройство для его осуществления / С.Г. Лакирев, Я.М. Хилькевич, С.В. Сергеев. – № 44 14912/24-28; заявл. 24.04.1988; опубл. 23.07.1991, Бюл. № 27. 5 с.
2. Пат. 2213618 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> В 02 С 19/00. Способ и устройство измельчения материалов / С.В. Сергеев, Р.Г. Закиров, Е.Н. Гордеев, Б.А. Решетников. № 2002102797/03; заявл. 31.01.2002; опубл. 10.10.2003, Бюл. № 28. 6 с.