

УДК 621.926.2

**А.А. ЛОГИНОВА,  
Е.А. ОЛЬХОВИК**

(Украина, Днепр, Государственное ВУЗ "Национальный горный университет")

### **ПОВЫШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ УРАВНОВЕШЕННОСТИ РАБОЧЕГО ОРГАНА УДАРНО-ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ДЕЗИНТЕГРАТОРОВ**

#### *Введение*

Ударно-центробежные дезинтеграторы разрушающие материал "свободным ударом" в поле центробежных сил позволяют получать продукт более высокого качества при меньшем количестве стадий дробления (измельчения), чем при применении дезинтеграторов раздавливающего или истирающего действия.

Основными факторами, ограничивающими широкое применение ударно-центробежных дезинтеграторов, являются динамические дисбалансы рабочего органа конструктивного и технологического характеров, что приводит к преждевременному износу рабочего органа и его опор. [1-3]

*Цель работы.* Установить и теоретически исследовать причины возникновения динамической неуравновешенности рабочего органа ударно-центробежных дезинтеграторов, а также условия проявления факторов обуславливающих его самоуравновешивание.

#### *Материал и результаты исследований*

В процессе эксплуатации рабочий орган ударно-центробежного дезинтегратора (далее ротор) испытывают следующие виды динамических нагрузок [4]:

1) нагрузки, создаваемые центробежными силами, возникающими вследствие дисбаланса. Эти нагрузки вращаются вместе с ротором и зависят от величины дисбаланса и угловой скорости ротора. Величина дисбаланса складывается из дисбаланса корпуса ротора, допущенного при изготовлении, неравномерного залегания футерующего материала в каналах ротора и разницы в весе разгонных лопаток;

2) нагрузки, возникающие при загрузке, вследствие ударов кусков дробимого материала по ротору, которые зависят от величины ударного импульса, действующего на ротор, и жесткости упругой системы: разгонных лопаток, корпуса ротора, вала и его опор;

3) нагрузки, возникающие вследствие разгона материала находящегося в роторе, которые зависят от центробежной силы, силы трения куска о поверхность ротора; силы трения куска о направляющее ребро, последняя возникает в результате действия кориолисовой силы.

Если нагрузки 1-го рода являются почти постоянными по величине и яв-

ляются причиной возникновения так называемых конструктивных дисбалансов, то нагрузки 2-го и 3-го рода являются переменными (значительно превышают нагрузки 1-го рода по величине) и являются причиной технологических дисбалансов ротора. Основной причиной их возникновения является загрузка и разгон материала с широким диапазоном крупности частиц, при этом на противоположные разгонные лопатки могут попадать куски разных размеров и, следовательно, разных масс. Возникающий при этом технологический дисбаланс в общем виде равен:

$$D = (m_1 - m_2)(r_1 - r_2), \quad (1)$$

где  $(m_1 - m_2)$  – разность масс материала находящегося на противоположных разгонных лопатках;  $(r_1 - r_2)$  – разность расстояний центров этих масс от оси вращения.

Сила инерции при этом равна:

$$P = D \cdot \omega^2 \quad (2)$$

и приводит к возникновению колебаний с амплитудой:

$$A = \frac{D}{M + m_1 + m_2}, \quad (3)$$

где  $M$  – масса ротора.

Из формулы (3) видно, что снижение амплитуды возможно путём повышения массы ротора, однако такое решение неприемлемо, так как вызывает повышение металлоёмкости, потребляемой мощности, особенно пусковой.

Оценочные расчёты показывают, что величина дисбаланса ротора при производительности до 10 т/ч и крупности питания до 100 мм может достигать 1÷2 кгм [5]

Самоуравновешивание ударно-центробежного дезинтегратора возникает за счёт применения оригинальных конструкций демпфирующих подвесок или опор, позволяющих эффективно компенсировать конструктивные и технологические дисбалансы ротора. Конструкции, достоинства и недостатки таких опор подробно описаны в работе [2].

Кроме того, при высоких частотах вращения проявляется действие прецессионного восстанавливающего момента, связанного с гироскопическим эффектом. Ось вращения при этом стремится сохранить своё положение и угол нутации резко снижается.

Кроме того, следует ожидать самоуравновешивания за счёт перераспределения материала на разгонных лопатках в соответствии с действующей в голономных консервативных системах теореме о постоянстве центра масс.

### *Вывод*

Таким образом, при решении задачи повышения динамической уравновешенности рабочего органа дезинтегратора, при условии не повышения его металлоёмкости, необходимо учитывать возможность одновременного действия по крайней мере трёх различных факторов, определяющих самоуравновешивание ротора ударно-центробежных дезинтеграторов. Однако, условия проявления и мера влияния каждого из них различны. Например, самоуравновешивание за счёт действия теоремы о центре масс возможно только для консервативных систем, т.е. для систем с минимальным оттоком энергии вовне, а гироскопическое уравновешивание проявляется лишь на высоких скоростях. Тем не менее, учёт этих факторов, приведёт к созданию более совершенных демпфирующих опор или подвесок ударно-центробежных дезинтеграторов.

### **Список литературы**

1. Зіборов К.А., Логінова А.О. Порівняльний аналіз машин дроблення на середній і дрібній стадіях дроблення // Молодь: наука та інновації: тези допов. перша всеукраїнська науково-технічна конференція студентів, аспірантів і молодих учених, – Дніпропетровськ, 2013.
2. Зіборов К.А., Трубіцин М.М., Логінова А.О. Аналіз особливостей робочого процесу та конструкцій опорного вузла ударно-відцентрових дробарок з вертикальним валом робочого органу // Гірничя електромеханіка і автоматика. – 2013. – №91. – С. 131-136
3. Сокур Н.И. Центробежные дробилки : Монография / Н.И. Сокур, И.Н. Сокур, Л.М. Сокур. – Кременчуг: КДПУ, 2009. – 202 с.
4. Роторные дробилки / Под ред В.А. Баумана. – М.: Машиностроение, 1973.
5. Разработка, испытание и внедрение нового центробежного аппарата для дезинтеграции руд чёрных металлов: Отчёт о НИР. – Кривой Рог, Механобрчермет, 1990.

© Логінова А.А., Ольховик Е.А., 2017

*Надійшла до редколегії 25.04.2017 р.  
Рекомендовано до публікації к.т.н. К.А. Левченком*