

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ ПРИВОДА
ВИБРОВАЛКОВОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ**

Введение. Современная отечественная и мировая промышленность не стоит на месте, она ежегодно стремится перейти на более высокие уровни технологичности и производительности.

На сегодняшний день среди всего многообразия известных различных способов переработки, как материалов химического комплекса, так и строительных материалов в дисперсное состояние наиболее распространенным и простым остается механическое измельчение. Процессы дробления, измельчения и помола исходного сырья и полуфабрикатов являются одними из самых энергоёмких. Согласно известным данным [1, 2] на них расходуется до 100 кВтч/т. При этом на расход электроэнергии значительно влияет увеличением дисперсности полученного продукта.

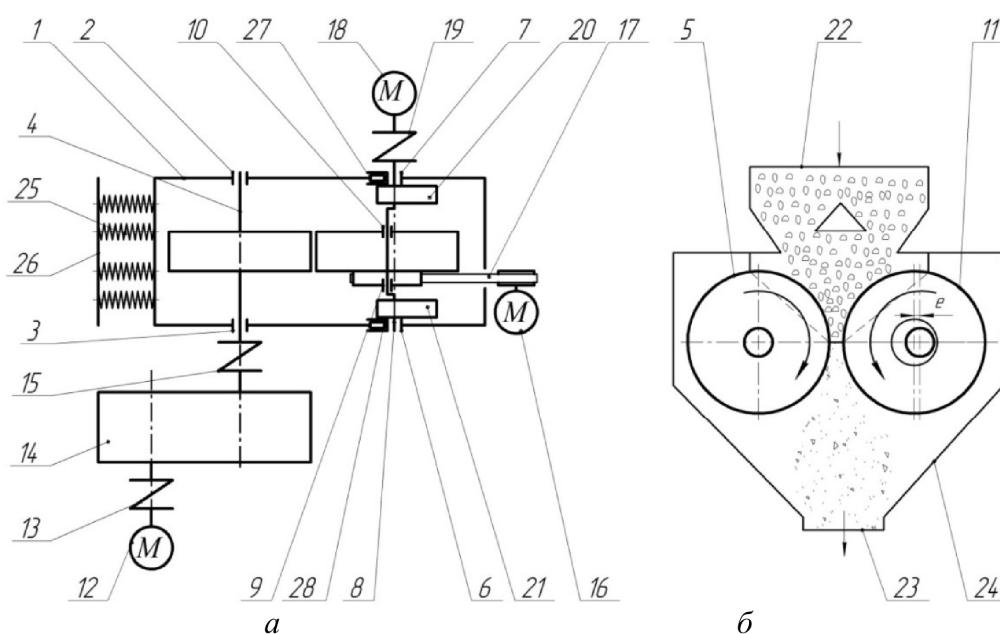
Сокращение расходов на процессы измельчения напрямую влияют себестоимость продукции, а это один из ключевых показателей конкурентоспособности продукции.

Согласно многочисленным и всесторонним исследованиям процесса измельчения материалов и изменения их физико-химических свойств показали, что с ростом тонкости помола измельчение затрудняется, затраты энергии увеличиваются, а при определенных граничных условия для определенных материалов дальнейшее измельчение становится невозможным [3, 4].

Основная часть. Одной из важнейших характеристик, как вибровалкового измельчителя, так и любых машин, является энергия, затрачиваемая на процесс дезинтеграции материалов. Расход энергии идет не только на дезинтеграцию материала в виде образования новых поверхностей, но и на пластические и упругие деформации материала, образование дефектов, внешнее трение и тд.

Вибровалковый измельчитель (рисунок 1) состоит из рамы 1, на которой в соответствующих опорах 2, 3 посредством цапф вала 4 смонтирован ведущий валок 5, а в опорах 6, 7 установлен эксцентриковый вал 8, опирающийся на опоры 9, 10 эксцентрикового валка 11. Привод ведущего валка 5 осуществляется от электродвигателя 12 через муфту 13, редуктор 14 и муфту 15, а ведомого валка – от электродвигателя 16 через ременную передачу 17. Вибрационное воздействие

подается на эксцентриковый вал 8 при помощи электродвигателя 18 через муфту 19. На эксцентриковом валу 8 установлены дебалансы 20 и 21 для уравнивания системы. Для загрузки и выгрузки материала предусмотрены устройства, выполненные в виде люков 22, 23 в бункере 24. Эксцентриковый вал 8 устанавливается в опорах 6, 7 имеет эксцентриситетом e относительно центральной оси эксцентрикового вала 11.



a – вид сверху, *б* – вид сбоку

Рисунок 1 – Схема вибровалкового измельчителя

Мощность привода вибровалкового измельчителя, затрачиваемую на дезинтеграцию материалов можно определить согласно выражению [5]:

$$N_{\text{вви}} = \frac{N_{\text{изм1}} + N_{\text{изм2}} + N_{\text{виб}} + N_{\text{тр}}}{\eta}, \quad (1)$$

где $N_{\text{изм1}}$ – мощность, затрачиваемая на создание раздавливающе-сдвиговых деформаций материалов ведущим валком, Вт; $N_{\text{изм2}}$ – мощность, затрачиваемая на создание раздавливающе-сдвиговых деформаций эксцентриковым валком, Вт; $N_{\text{виб}}$ – мощность, затрачиваемая на привод эксцентрикового вала с дебалансами, Вт; $N_{\text{тр}}$ – мощность, необходимая на преодоление сил трения в подшипниковых узлах валков, Вт.

Мощность, затрачиваемая на создание раздавлиюще-сдвигового воздействия на ведущем валке, $N_{\text{изм1}}$ зависит от крутящего момента $M_{\text{кр1}}$, и определяется согласно выражению:

$$N_{изм1} = M_{кр1} \omega_{вв} = P_p \sin \alpha_H R \omega_{вв}, \quad (1)$$

где P_p – раздавливающе-сдвиговое усилие, МПа; α_H – нейтральный угол, рад; R – радиус вала, м; $\omega_{вв}$ – угловая скорость ведущего вала, об/мин.

Аналогичным образом рассчитывается мощность на эксцентриковом валке $N_{изм2}$:

$$N_{изм2} = M_{кр2} \omega_{эв} = P_p \sin \alpha_H R_{e2} \omega_{эв}. \quad (2)$$

где R_{e2} – значения радиуса эксцентрикового вала при максимальном усилии, в положении соответствующем минимальному зазору b_{min} , м; $\omega_{эв}$ – угловая скорость эксцентрикового вала, об/мин.

Мощность, затрачиваемая на привод эксцентрикового вала с дебалансами, $N_{виб}$:

$$N_{вви} = N_{кол} + N_{раз} + N_{тр\ эв}, \quad (3)$$

где $N_{кол}$ – мощность, необходимая для сообщения измельчаемому материалу вибраций, Вт; $N_{раз}$ – мощность, необходимая для разгона эксцентрикового вала с дебалансами, Вт; $N_{тр\ эв}$ – мощность, необходимая на преодоление сил трения в опорах, Вт.

Мощность на сообщения измельчаемому материалу вибраций определяется по формуле:

$$N_{кол} = \frac{e^2 \omega_{кол\ эв}^2}{2} k_p, \quad (4)$$

где e – величина эксцентриситета, м; $\omega_{кол\ эв}$ – угловая скорость колебательного движения эксцентрикового вала, об/мин; k_p – коэффициент плотности материала.

Мощность, необходимую для разгона эксцентрикового вала с дебалансами:

$$N_{раз} = \frac{J \omega_{кол\ эв}^2}{75t} = \frac{m e \omega_{кол\ эв}^2}{75t}, \quad (5)$$

где J – момент инерции, м⁴; t – время разгона эксцентрикового вала с дебалансами, $t = 2$ с;

Мощность, необходимую на преодоление трения в цапфах $N_{тр\ эв}$:

$$N_{тр\ эв} = f_{п\ эв} F_{виб} r_{п} \omega_{кол\ эв}, \quad (6)$$

где $f_{п\ эв}$ – коэффициент трения качения подшипников; $F_{виб}$ – вибрационное усилие, Н; $r_{п}$ – радиус цапфы вала, м;

Мощность, необходимая на преодоление сил трения в подшипниковых узлах валков $N_{тр}$, зависит от момента трения $M_{тр}$ в опорах валков:

$$N_{\text{тр}} = N_{\text{тр1}} + N_{\text{тр2}} = f_{\text{п}} r_{\text{п1}} \omega_{\text{вв}} \sqrt{P_{\text{р}}^2 + G_{\text{вв}}^2} + f_{\text{п}} r_{\text{п2}} \omega_{\text{эв}} \sqrt{P_{\text{р}}^2 + G_{\text{эв}}^2}, \quad (7)$$

где $P_{\text{рез1}}$ и $P_{\text{рез2}}$ – результирующая сила от максимального усилия $P_{\text{р}}$ и силы тяжести валков $G_{\text{вв}}$ и $G_{\text{эв}}$, Н; $f_{\text{п}}$ – коэффициент трения качения подшипников; $r_{\text{п1}}$ и $r_{\text{п2}}$ – радиусы цапф валов, м.

Вывод. Таким образом, использование предлагаемой конструкции вибровалкового измельчителя позволяет разрушать материал, как с изотропной, так и с анизотропной структурой со значительной экономией электроэнергии. Представленные выражения показывают целесообразность использования вибровалкового измельчителя с разными угловыми скоростями валков и различной частотой колебаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов В.С., Шарапов Р.Р., Фадин Ю.М. Оптимизация процесса помола в производстве цемента / Междунар. конгресс производителей цемента сб. докл. БГТУ им. В.Г. Шухова (Белгород 9-12 октября 2008г): Изд-во Европейский технич. ин-т, 2008. – С. 20–39.
2. Пироцкий В.З. Технологическая оптимизация процесса измельчения и свойств цементов / -М.: НИИЦемент. 1989. – Вып. 36. –С. 85-91.
3. Сиденко, П.М. Измельчение в химической промышленности / П.М. Сиденко. – М.: Химия. – 1977. – 368 с.
4. Селективное разрушение минералов / В.И. Ревнивцев [и др.]; под. Ред. В.И. Ревнищева. – М.: Недра, 1988. – 287с.
5. Романович А.А., Мещеряков С.А. Определение потребляемой мощности привода пресс-валкового измельчителя // Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений: сб. докладов Междунар. Науч. -практ. Конф. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013, – Т.II. –С. 185–189.