

В.П. НАДУТЫЙ, д-р техн. наук,

В.В. СУХАРЕВ,

Е.И. ПЛАХОТНЮК, канд. техн. наук

(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВНУТРИВАЛКОВОЙ КОНУСНОЙ ВИБРАЦИОННОЙ МЕЛЬНИЦЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Для мелкого и тонкого измельчения горной массы, металлургического и строительного сырья используются мельницы различных конструкций, и самыми распространенными из них являются барабанные, конусные, валковые, струйные и центробежные. Анализ их конструктивных и эксплуатационных параметров, опыта промышленной эксплуатации показал, что они имеют большую энерго- и металлоемкость, поэтому, основываясь на изучении закономерностей процесса, поиск новых технических решений по их усовершенствованию или созданию является актуальным.

В известных конструкциях мельниц измельчение осуществляется в основном соударением или раздавливанием потока кусковых частиц. В то же время известно, что разрушение деформацией сдвига требует меньших усилий, а, следовательно, оно менее энергоемко.

Целью работы является поиск технического решения и обоснование кинематической схемы мельницы, в которой реализуется процесс измельчения при деформации сдвига со сжатием.

Научной задачей при этом являлось определение влияния режимных и конструктивных параметров мельницы при прогнозируемом режиме деформации частиц горной массы и влияние вибрации на показатели процесса, что позволит в более полной мере использовать свойства разрушаемости горных пород при меньших энергетических затратах.

С участием авторов разработана внутривалковая конусная мельница вибрационного типа [1], которая позволяет в значительной степени решать указанные выше проблемы измельчения материалов заменой энергоемкого процесса измельчения с помощью раздавливания на разрушение горной массы с участием многократных сдвиговых усилий, ослабляющих цикл за циклом измельчаемый материал появлением микро- и макротрещин. При этом используется положительное влияние вибрации, снижающей трение частиц, увеличивающей сегрегацию в измельчаемом слое и скорость его перемещения.

Конструктивная схема мельницы представлена на рис. 1. Она состоит из рамы 1, на которой с помощью амортизаторов 2 установлена цилиндрическая оболочка 3 с внутренней конической поверхностью и расположенным в ней, соосно продольной оси, валом 4, связанным через лепестковую муфту с приводным валом 5 двигателя. На валу 4 установлены конические втулки 6 и 7,

Підготовчі процеси збагачення

ориентированные меньшими основаниями друг к другу. Внешние конические поверхности втулок имеют многозаходную винтовую навивку 8 из высокопрочного материала с противоположным направлением навивки на каждой втулке и с одинаковым шагом, втулки с навивкой образуют зазор с оболочкой. Между меньшими основаниями втулок 6 и 7, вдоль поперечной оси вала 4 в верхней части цилиндра расположена загрузочная камера 9. Разгрузочные щели, разгрузочные лотки 10 и 11 расположены по торцам оболочки, величина зазора щелей регулируется продольным перемещением конических втулок 6 и 7 относительно вала 4. Мельница имеет две модификации, одна из которых имеет вибровозбудитель 12, который способствует сегрегации измельчаемого материала в зазоре камеры 9, поворотные колебания корпуса увеличивают скорость движения материала, а возмущающая сила вносит динамическую составляющую при воздействии на измельчаемую горную массу.

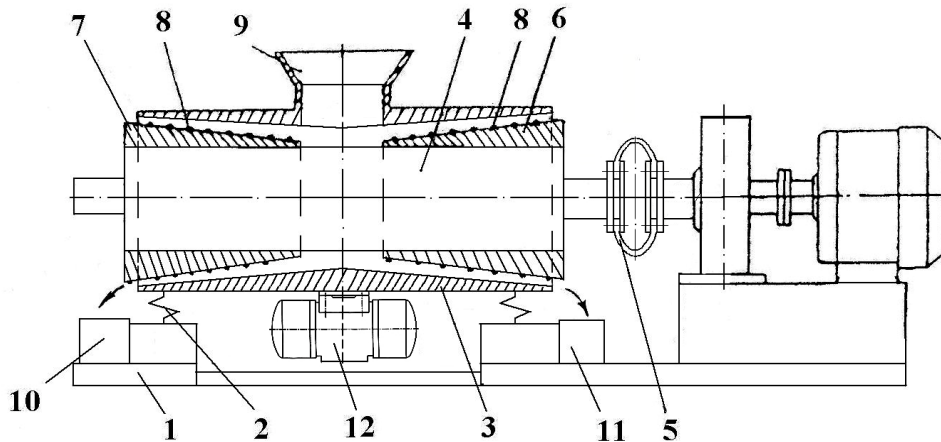


Рис. 1. Конструктивная схема внутривалковой конусной мельницы

Мельница работает следующим образом. При включении привода валок 4 вращается вместе с коническими втулками 6 и 7. Измельчаемая горная масса через загрузочный лоток 9 попадает в камеру, образованную смежными меньшими основаниями конусов и внутренней оболочкой 3. Из камеры материал перемещается вправо и влево, захватываемый многозаходной винтовой линией конических втулок. При дальнейшем перемещении материала величина его частиц будет соответствовать размеру кольцевой щели между внутренней частью оболочки и конической поверхностью втулок 6 и 7. При движении материала в основном истирается, т.е. частицы претерпевают сдвиговые деформации. Поскольку величина разгрузочной щели регулируется, то имеется конструктивная возможность изменять тонину помола горной массы. Конечный продукт выходит из торцевых зазоров между оболочкой 3, втулками 6 и 7 и собирается в разгрузочных лотках 10 и 11. При этом вертикальные колебания вибровозбудителя обеспечивают сегрегацию материала в помольной камере, также разрыхляют слой сыпучей среды и при этом образуется эффект объемного сжатия. Поворотные колебания вибровозбудителя увеличивают скорость движения матери-

Збагачення корисних копалин, 2010. – Вип. 41(82) – 42(83)

Підготовчі процеси збагачення

рила при умови співпадіння напрямлення вращення дебалансов вибровозбудителя і конічних втулок.

Головними достоїнствами такої конструкції являються зниження енергопотреблення за рахунок руйнування горної маси з участю сдвигових зусиль, використовуючи багаторазове силове впливання на дроблюваний матеріал, отримання продуктів дроблення з обмеженням по верхньому класу. Також при дробленні горної маси, що містить самородні метали, скорочується процес їх передроблення і збільшується ступінь відділення вмещаючих порід від металів.

В процесі експериментальних досліджень визначалося впливання режимних і конструктивних параметрів мельниці на показники дроблення матеріалу. При цьому брали увагу його крупність і твердість.

Одною з головних характеристик дроблення є крупність матеріалу в кінцевому продукті. Для визначення можливості регулювання крупності отриманого матеріалу в залежності від режимних і конструктивних параметрів мельниці були проведені дослідження різних матеріалів з однаковою початковою крупністю матеріалу $-10+5,0$ мм. Величиною, що характеризує зміну крупності дроблюваних матеріалів d по виходах мінусових класів було прийнято процентне вміщення γ матеріалів від загальної маси отриманого продукту.

Для перевірки впливання твердості дроблюваних матеріалів на зміну крупності кінцевого продукту були проведені дослідження з різними видами матеріалів: уголь ($\sigma = 3-4$ кг/мм²), туф ($\sigma = 6-10$ кг/мм²), граніт ($\sigma = 105-110$ кг/мм²) і базальт ($\sigma = 230$ кг/мм²) [2] при постійному зазорі розгужочної щіли $\Delta = 3$ мм і оборотах $\omega = 60$ об/хв. В результаті отримані залежності представлені на рис. 2. При графічному аналізі отриманих залежностей стає ясно, що при дробленні різних матеріалів розподілення класів крупності в готовому продукті має загальну тенденцію.

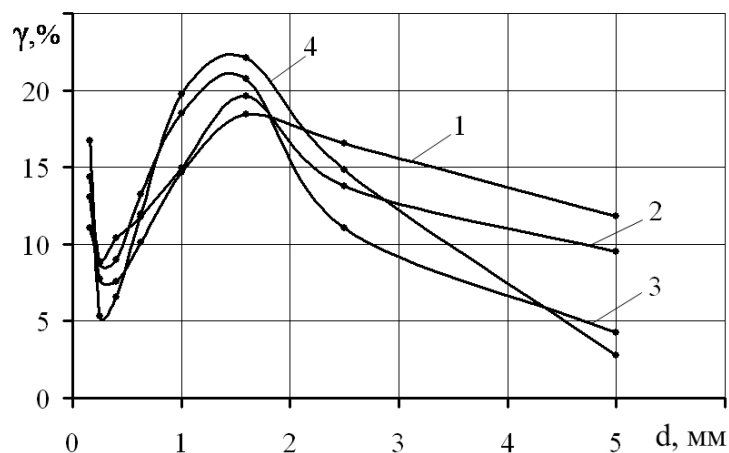


Рис. 2. Характеристика крупності d дроблюваних матеріалів в процентному вміщенні γ по виходах мінусових класів матеріалів в кінцевому продукті при зазорі $\Delta = 3$ мм і оборотах $\omega = 60$ об/хв:
1 – уголь; 2 – туф; 3 – граніт; 4 – базальт

Підготовчі процеси збагачення

В ходе дальнейших экспериментов более подробному изучению подвергался один материал – гранит ($\sigma = 105-110 \text{ кг/мм}^2$) с исходной крупностью – $10+5,0 \text{ мм}$, ввиду подобия процентного распределения классов крупности с другими материалами. Целью исследования было определение характера зависимости процентного содержания минусовых классов материалов в конечном продукте от изменения режимных параметров, а именно, оборотов вала мельницы, при постоянном зазоре разгрузочной щели $\Delta = 3 \text{ мм}$. Полученные зависимости представлены на рис. 3.

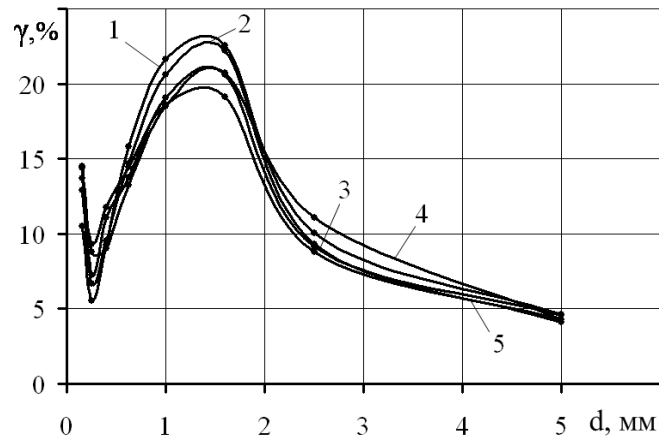


Рис. 3. Характеристика крупности гранита в процентном содержании γ по выходам минусовых классов в конечном продукте при различных оборотах вала мельницы и зазоре $\Delta = 3 \text{ мм}$: 1 – 24 об/мин; 2 – 36 об/мин; 3 – 48 об/мин; 4 – 60 об/мин; 5 – 72 об/мин

При анализе полученных зависимостей видно, что изменение оборотов вала мельницы практически не влияет на процентное распределение классов крупности в готовом продукте.

Для исследования влияния конструктивных параметров мельницы на распределение классов крупности в готовом продукте было принято решение изменять величину зазора разгрузочной щели мельницы при постоянных оборотах вала мельницы $\omega = 60 \text{ об/мин}$. Полученные зависимости представлены на рис. 4.

Исходя из полученных зависимостей очевидно, что, при изменении зазора разгрузочной щели, распределение классов крупности в готовом продукте изменятся существенно в более крупных классах, а в мелких, при увеличении зазора и соответственно производительности, процентное содержание мелких классов уменьшается, что дает возможность регулировать процентное содержание необходимого класса крупности готового продукта, так как при утверждении требований к готовому продукту чаще всего устанавливается не только верхняя или нижняя граница крупности, но и граница процентного содержания определенных классов крупности в измельченном материале, что напрямую связано с эффективностью работы данного типа мельницы. Следовательно, благодаря подбору необходимого зазора разгрузочной щели во внутривалковой

Підготовчі процеси збагачення

конусної мельниці, з'являється можливість збільшення процентного вихода необхідного класу матеріалу і, відповідно, зниження переизмельчення або закрупнення готового продукту.

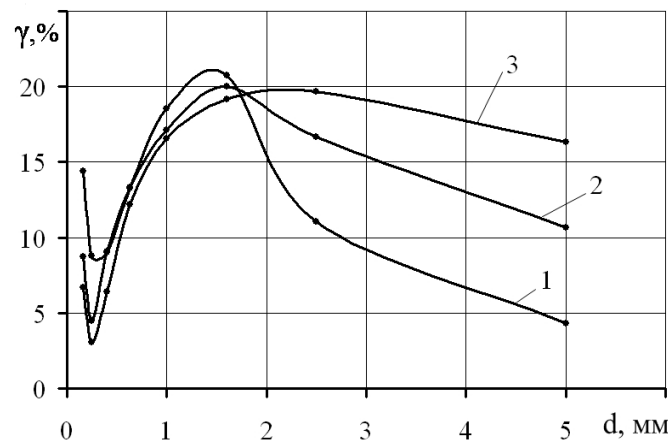


Рис. 4. Характеристика крупности гранита в процентном содержании γ по выходам минусовых классов в конечном продукте при различных зазорах разгрузочной щели и оборотах $\omega = 60$ об/мин:
1 – $\Delta = 3$ мм; 2 – $\Delta = 4$ мм; 3 – $\Delta = 5$ мм

Таким образом, выполненные исследования показали работоспособность новой конструкции мельницы и позволили установить следующее:

1. При измельчении горной массы различной прочности распределение классов крупности в готовом продукте имеет общую тенденцию и отличается в пределах 10 %.

2. Изменение оборотов вала мельницы приводит к незначительному изменению распределения классов крупности в готовом продукте и находится в пределах 5...15%.

3. Изменение зазора разгрузочной щели мельницы приводит к более существенному распределению классов крупности, которые могут отличаться в 2-3 раза.

Список литературы

1. Патент № 42114 UA, МКИ⁷ В 02 С 2/00, В 02 С 15/00. Внутрішньовалковий конусний млин / Надутый В.П., Сухарев В.В. // ІГТМ НАН України. Заявл. 05.01.2009, Опубл. 25.06.2009. Б.И. № 12.

2. **Надутый В.П., Сухарев В.В.** Определение зависимости производительности внутривалковой мельницы тонкого помола от ее параметров и прочности горной массы / Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2008. – Вып. 74. – С. 62-66.

© Надутый В.П., Сухарев В.В., Плахотнюк Е.И., 2010

Надійшла до редколегії 22.04.2010 р.

Рекомендовано до публікації д.т.н. С.С. Лапишим