

Д-р техн. наук В.П. Надутый,
инженер В.В. Сухарев
(ИГТМ НАН Украины)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВНУТРИВАЛКОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ ТОНКОГО ПОМОЛА ОТ ЕЕ ПАРАМЕТРОВ И ПРОЧНОСТИ ГОРНОЙ МАССЫ

Експериментально встановлені залежності продуктивності валкового млина від міцності гірських порід, ширини розвантажувального зазору і оборотів вала млина.

DEFINITION OF RELATION PRODUCTIVITY OF A GRINDING MILL OF FINE GRINDING FROM ITS PARAMETERS AND DURABILITY OF MINED ROCK

Relations of productivity of a roll grinding mill to durability of rocks, width of a unloading backlash and revolutions of the arbor of a grinding mill are established experimentally.

Мелкое и тонкое измельчение горной массы, химического и металлургического сырья, строительных материалов для их дальнейшей переработки или использования является одной из массовых операций. Для этой цели используются мельницы различных конструкций и производительностей. Постоянное совершенствование машин этого типа связано со снижением их металлоемкости, энергопотребления и повышения удельной производительности. Основным механизмом разрушения измельчаемой массы в них – это раздавливание или удар. Причем, использование ударного принципа разрушения (центробежно-ударные мельницы) является более перспективным направлением, и созданные на его основе промышленные образцы мельниц имеют высокие удельные показатели по производительности.

Одним из перспективных направлений при создании измельчительного оборудования является использование сдвиговых деформаций при разрушении кусков горной массы, поскольку в этом случае требуются значительно меньшие усилия для разрушения по отношению к раздавливанию [1]. Поэтому идея исследуемых новых конструкций мельниц тонкого помола заключается в реализации механизма разрушения горной массы сдвиговыми усилиями. При этом усилия сжатия сводятся, по возможности, к минимуму. Процесс измельчения горной массы по этому механизму длится определенный период, в течение которого силовое воздействие на измельчаемые частицы не уменьшается, а их прочность по отношению к начальной резко снижается, поскольку они разрушаются появляющимися трещинами от постоянного силового воздействия.

Реализация указанной идеи воплощена в одной из конструкций внутривалковой конусной мельницы мелкого и тонкого помола [2]. Общий вид такой мельницы показан на рис. 1. Она состоит из корпуса 1 (рамы), на котором с помощью регулируемых по высоте упругих амортизаторов 2 установлена цилиндрическая оболочка 3 с соосно расположенным в ней валком 4, связанным через муфту с приводным валом 5. На валу 4 соосно вдоль его продольной оси ус-

тановлены конические втулки 6 и 7, сориентированные меньшими основаниями одна к другой, соединяясь по вертикальной оси симметрии валка 4. Внешние конические поверхности каждой втулки имеют многозаходную винтовую навивку 8 из высокопрочного материала с противоположным направлением навивки на каждой втулке и с одинаковым шагом, которые создают концентричные зазоры с внутренней поверхностью цилиндрической оболочки 3. Между меньшими смежными основаниями конических втулок 6 и 7 вдоль поперечной оси симметрии валка 4 в верхней части цилиндра установлен загрузочный лоток 9. Разгрузочные лотки 10 и 11 расположены под торцами цилиндрической оболочки. Предусмотрена фиксация и продольное перемещение конических втулок 6 и 7 относительно валка 4. За счет этого осуществляется регулировка щели между цилиндрической обоймой и коническими втулками и, соответственно, крупности измельченного материала.

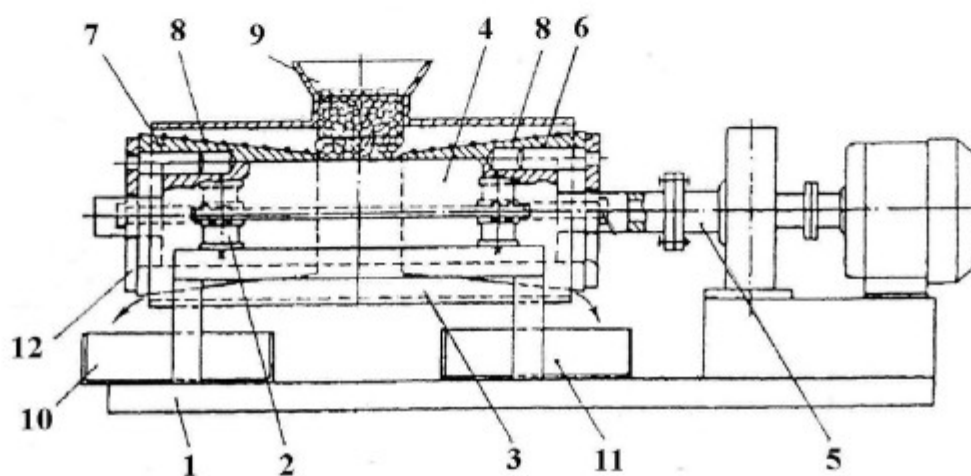


Рис. 1 – Схема мельницы

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 цилиндрической частью втулки и конической поверхностью втулок 6 и 7. При движении материал 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 и втулками 6 и 7 и собирается в разгрузочных лотках 10 и 11.

Целью исследований являлось, прежде всего, определение работоспособности новой конструкции мельницы, а также установление зависимостей ее производительности от прочности измельчаемой горной массы, ширины разгру-

зочной щели между цилиндрической оболочкой и конусами, также от скорости вращения вала привода мельницы.

Поскольку прочность измельчаемых частиц горной массы является определяющим фактором эффективности работы мельницы, то экспериментально, по известной методике [3], была определена прочность при разрушении наиболее часто встречающихся пород. Породы подбирались с широкой гаммой твердости. Для сведения к минимуму ошибок и погрешностей в дальнейших экспериментах показатели прочности исследуемых пород брались не из справочной литературы, а по результатам конкретного эксперимента. Последующие исследования выполнялись на горной массе, характеристики прочности которой предварительно были определены. Их величины приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Прочность горных пород и производительность мельницы

№	Материал	Прочность σ , кг/мм ²	Зазор Δ , мм	Обороты вала n , об/мин	Производи- тельность Q , кг/час
1	Уголь	3	3	60	11,86
2	Туф	10	3	60	10,78
3	Микрокварцит	16	3	60	10,11
5	Песчаник	21	3	60	9,42
6	Аргиллит	47	3	60	7,28
7	Конкреция пиритхал- цедоновая	64	3	60	6,03
8	Гранит	105	3	60	3,6
9	Диабаз	147	3	60	3
10	Лабрадорит	175	3	60	2,86
11	Кварцит	200	3	60	2,73
12	Базальт	230	3	60	2,68

В таблице приведены также результаты определения производительности мельницы от прочности измельчаемой горной массы, а на рис. 2 выполнен графический анализ полученных результатов. Зависимость имеет нелинейный характер. Ее количественная оценка показывает, что прочность измельчаемых пород возросла от 3 кг/мм² до 230 кг/мм², т.е. практически в 70 раз, а производительность мельницы изменилась всего в 4 раза.

Важным конструктивным параметром мельницы является ширина разгрузочного зазора между оболочкой 3 и коническими втулками 6 и 7, который определяет тонину помола и производительность мельницы. Экспериментально определялась зависимость производительности мельницы от ширины ее разгрузочного зазора для пород различной прочности. Результаты эксперимента приведены на рис. 3. Зависимость имеет, практически, линейный характер. С ростом величины зазора уменьшается степень измельчаемости горной массы. На испытываемой конструкции мельницы минимальный коэффициент измельче-

ния равен 2. Это означает, что максимальный размер разгрузочной щели в два раза меньше размера загружаемого куска породы.

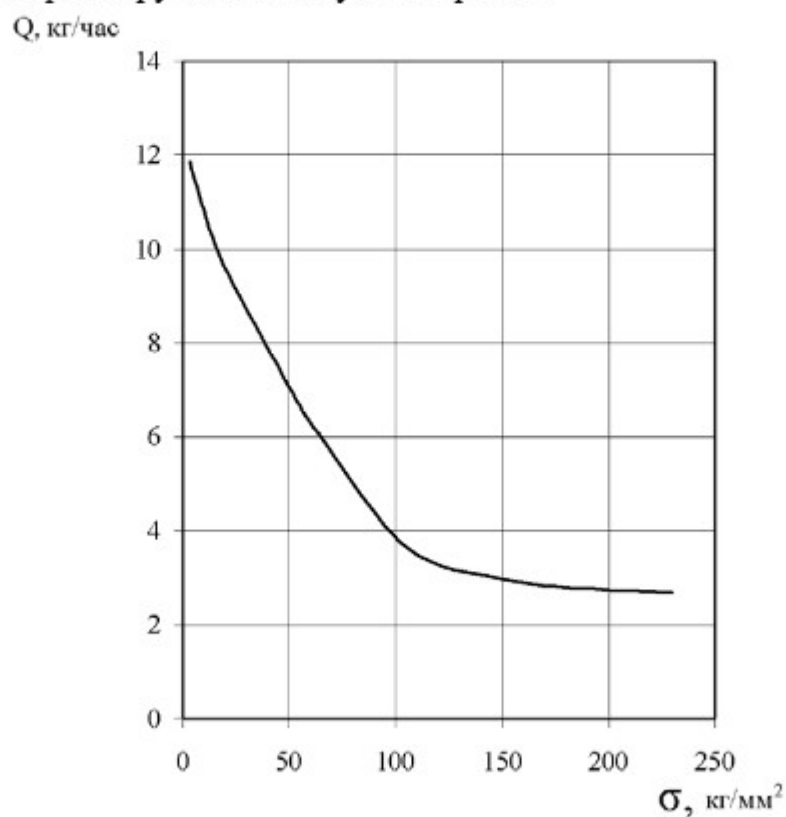
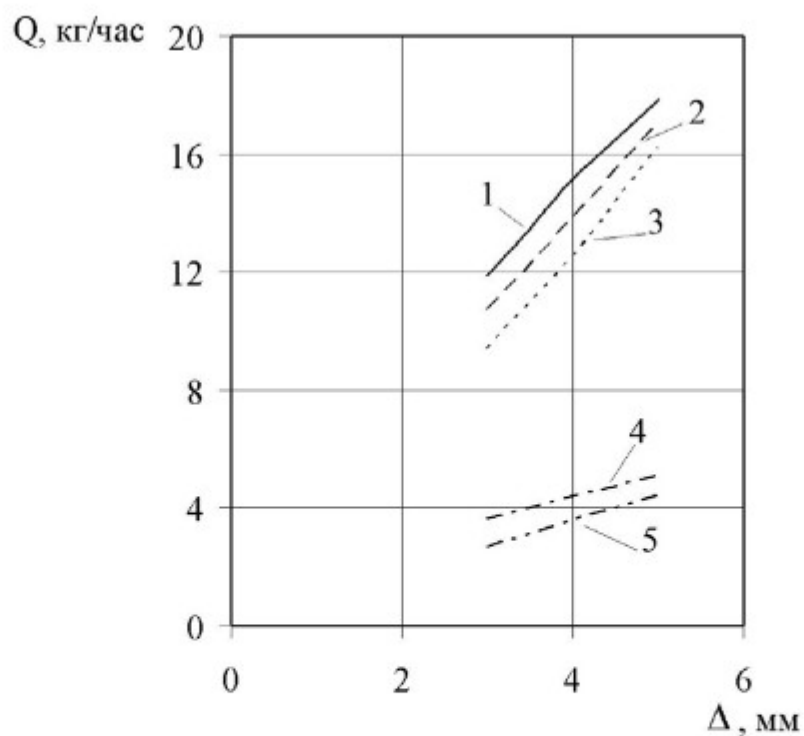


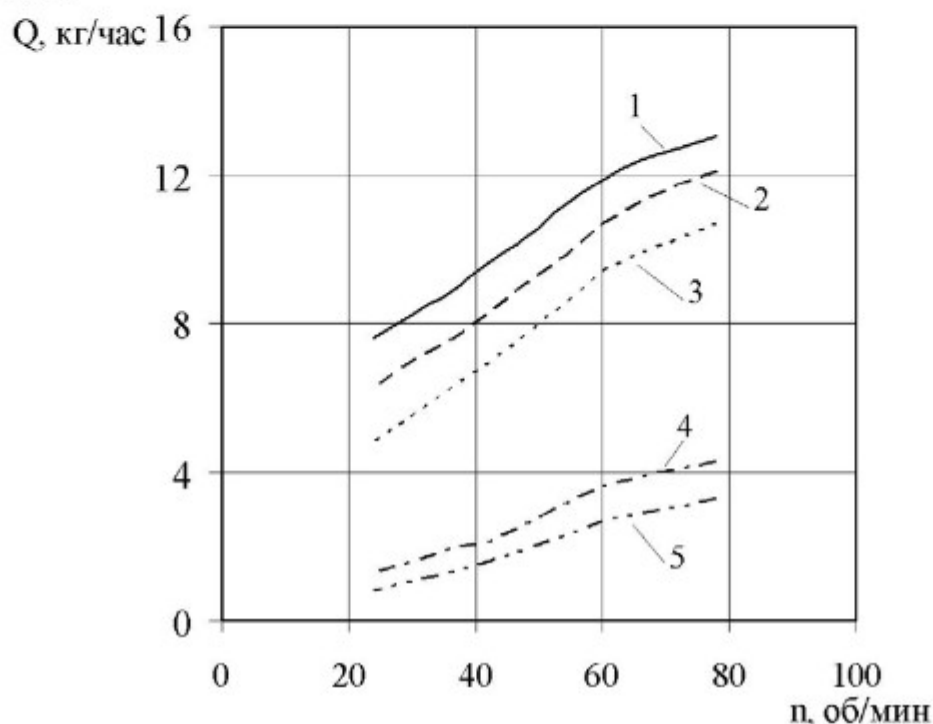
Рис. 2 – Зависимость производительности от прочности материала



1 - уголь, 2 - туф, 3 - песчаник, 4 - гранит, 5 - базальт.

Рис. 3 – Зависимость производительности от ширины зазора мельницы

В результате экспериментов установлено, что частотный диапазон привода мельницы имеет рациональные пределы. Это связано с физическим процессом разрушения твердых тел при силовом воздействии. Установленная зависимость производительности мельницы от оборотов вала привода или (что аналогично) частотой вращения мелющих конусов мельницы представлена на рис. 4. Характер зависимости слабонелинейный. Рациональные обороты привода не превышают 100 об./мин. при максимальной производительности для пород различной твердости.



1 - уголь, 2 - туф, 3 - песчаник, 4 - гранит, 5 - базальт.

Рис. 4 – Зависимость производительности от оборотов вала мельницы

Таким образом, выполненный комплекс исследований показал работоспособность внутривалковой конусной мельницы. Установлена существенно нелинейная зависимость ее производительности от прочности измельчаемых пород, линейная зависимость от зазора разгрузочной щели и слабонелинейная зависимость от оборотов привода мельницы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. – М.: Недра, 1978. – С. 368-369.
2. Пат. UA №53418, МКИ⁶ В02С 2/10, В02С 15/16. Пристрій для тонкого подрібнення матеріалів / Ягнюков В.Ф. – №2002054117; Заявл. 21.05.2002, Опубл. 15.01.2003, Бюл. № 1
3. Друкованый М.П., Дубнов Л.В., Кутузов Б.Н. Справочник по буровзрывным работам на карьерах. – Киев: Наук. думка, 1973. – С. 7-8.