

Павлиненко О. И.

асс. каф. ПГМ,

Луковой С. В.

студент гр. ПГМ-15м

ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР,

Свиридов М. А.

начальник отдела внутренних коммуникаций

Филиал № 12 ЗАО «Внешторгсервис», г. Алчевск, ЛНР,

Левченко Э. П.

к.т.н., доц. каф. ПГМ

ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ РАСКАЛЫВАНИЯ СТАЛЬНОЙ ДРОБИ

В настоящее время в производственных циклах многих промышленных предприятий используются технологические операции по очистке отливок и заготовок, осуществляемые в дробеметных или дробеструйных камерах с применением чугунной или стальной дробы. Особенно эффективно для выполнения этих операций зарекомендовала себя колотая стальная дробь, как высококачественный абразив, в связи с чем ежегодная потребность в ней возрастает. Отсюда возникла острая проблема в разработке принципиально новых машин для дробления, обладающих повышенной производительностью по выходу годного продукта и низкими удельными энергозатратами на дробление. Последнее очень важно, т. к. процесс дробления и измельчения является одним из самых энергоемких [1].

Процессы дробления и измельчения используются для обеспечения сырьевых компонентов требуемой величины крупности в рамках заданного гранулометрического состава. Применительно к стальной дробы ее частицы могут разрушаться под действием внешних сил преимущественно по ослабленным сечениям, имеющим трещины или другие дефекты структуры, при превышении предела прочности материала на сжатие, растяжение, изгиб или сдвиг.

Диспергирование осуществляется при разрушении цельных компонентов материала при критических внутренних напряжениях, создаваемых в результате какого-либо нагружения, превышающих соответствующий предел прочности.

Разрушение на макроскопическом уровне обусловлено напряженно-деформированным состоянием металла при ударном взаимодействии контактирующих тел, когда микротрещина образуется и в последующем развивается скачкообразно вплоть до магистральной макротрещины [0]. В подвергнутых упрочнению металлах образуются кольцеобразные и радиальные трещины пересекающиеся между собой [2], которые при многократном ударном нагружении, ввиду их развития, приводят к дроблению материала.

Наибольший вклад в механику разрушения внесли Кулон Ш., Ренкин У. Д., Мор О., Гриффитс А., Фридман Я. Д., Орован Е. О., Надаи А., Ирвин Дж., Друкер Д., Новожилов В. В., Журков С. Н., Седов Л. И., Черепанов Г. П., Зайцев Ю. В., Коллинз Д. А. [0].

В дробилках ударного действия разрушаемый кусок материала подвергается воздействию рабочего органа только с одной стороны. Возникающая при этом сила

уравновешивается силой инерции куска, которая должна быть достаточной для создания разрушающих напряжений.

Дробление материала происходит под воздействием механического удара. При этом кинетическая энергия движущихся тел частично или полностью переходит в деформации разрушения.

При рассмотрении типов измельчителей ударного действия указывают, что здесь возможны три основных механизма разрушения куска материала [4]. В зависимости от конструкции и принципа действия машины, имеет место соударение частицы с движущимся рабочим элементом (молотковые или роторные дробилки), с преградой (центробежно-ударные дробилки), а также кусков материала между собой.

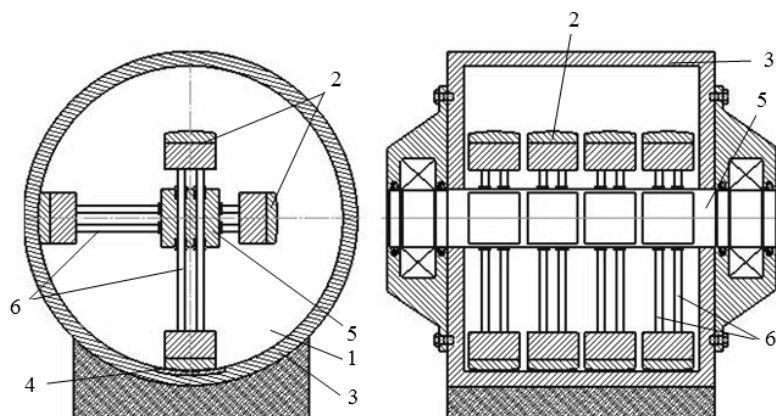
Измельчение материала в молотковой дробилке происходит под действием силы удара быстро вращающихся частей: молотков, бил. Процесс дробления происходит также под действием отраженных ударов отбрасываемых кусков дробленого материала от отбойных деталей, устанавливаемых внутри корпуса дробилки.

Роторные дробилки могут применяться для дробления крупных кусков, так как имеют массивный ротор и обладают большим запасом энергии рабочих органов. Роторные дробилки работают при линейных скоростях бил до 60 м/с с производительностью от 200 до 600000 кг/ч. В молотковых дробилках процесс дробления определяет только кинетическая энергия самого молотка.

В центробежно-ударных дробилках разрушение породных кусков происходит в результате их удара о неподвижную массивную преграду. Такой способ разрушения получил название «ударно-отражательного дробления» [5]. В соответствии со способом разрушения породных кусков получили свое название реализующие его дробилки. При обоих вариантах дробления разрушаемый кусок породы оказывается не подпертым какой-либо жесткой поверхностью, а является «свободным».

Для реализации метода соударения между ударной поверхностью и жесткой поверхностью (наковальней) предлагается использовать ударную роторную дробилку с подвижными молотами (рис. 1), состоящую из корпуса, ротора и ударных элементов (молотов), перемещающихся в направляющих, расположенных в валу ротора [6].

Такой принцип наложения разрушающей нагрузки исключает переизмельчение дробимого материала, снижает энергозатраты [7, 8], вследствие чего повышается эффективность всего процесса раскалывания. Для наибольшей эффективности в мельнице реализуется прямой центральный удар молота по слою дробы.



1 — рабочая камера мельницы; 2 — молот; 3 — корпус мельницы;
4 — зона ударного раскалывания дробы; 5 — ротор; 6 — шток молота

Рисунок 1 — Схема ударной роторной мельницы

Для наглядного отображения зависимости количества дробинки, раскалываемых при наложении одиночного центрального упругого ударного контакта рабочим органом, от массы ударного элемента и его скорости при взаимном контакте с массивом материала на рисунке 2 отображен пространственный график поверхности в зависимости от массы ударника в пределах от 100 до 200 кг и от скорости соударения от 1 до 3 м/с [8].

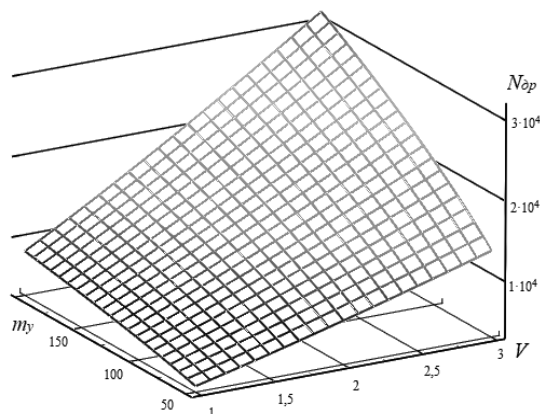


Рисунок 2 — График зависимости количества частиц дробы, раскалываемых одиночным ударом молота, от массы ударного элемента и его скорости

Использование данных зависимостей позволяет обосновать основные параметры процесса дробления материала в ударных мельницах и дробилках.

Библиографический список

1. Павлиненко, О. И. Экспериментальные исследования энергозатрат на раскалывание стальной дробы прямым стесненным ударом / О. И. Павлиненко, Э. П. Левченко // Сб. науч. тр. ДонГТУ. — 2017. — № 8 (51). — С. 145–151.
2. Колесников, Ю. В. Механика контактного разрушения / Ю. В. Колесников, Е. М. Морозов. — М. : Наука, 1989. — 224 с.
3. Леденев, В. В. Теоретические основы механики деформирования и разрушения: монография / В. В. Леденев, В. Г. Однолько, З. Х. Нгуен. — Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. — 312 с.
4. Клейс, И. Р. Износостойкость элементов измельчителей ударного действия / И. Р. Клейс, Х. Х. Ууэмыйс. — М., 1986. — 157 с.
5. Барон, Л. И. Разрушаемость горных пород свободным ударом / Л. И. Барон, И. Е. Хмельковский. — М. : Наука, 1971. — 203 с.
6. Павлиненко, О. И. Обоснование конструктивно-технологических параметров роторной ударной мельницы для производства колотой дробы / О. И. Павлиненко, Э. П. Левченко, Д. А. Власенко // Вестник ДонНТУ. — 2019. — № 4 (18). — С. 3–9.
7. Павлиненко, О. И. Анализ возможности использования существующих технических средств для получения стальной колотой дробы / О. И. Павлиненко, Э. П. Левченко, В. Г. Чебан // Металлургические процессы и оборудование : специальный выпуск сборника научных трудов ДонНТУ. — Донецк : Донецкая политехника, 2016. — № 4 (3). — С. 38–44.
8. Павлиненко, О. И. Аналитические приемы обоснования основных параметров процесса раскалывания стальной дробы стесненным ударом / О. И. Павлиненко, Э. П. Левченко, Д. А. Власенко // Сб. науч. тр. ДонГТУ. — 2019. — № 15 (58). — С. 85–91.