

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ МЕЛКОГО ДРОБЛЕНИЯ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ РОТОРОМ

Ханин С.И., Гарбузов Д.Д.

*Белгородский государственный технологический университет
имени В.Г. Шухова, Белгород*

Ключевые слова: молотковая дробилка, переизмельчение, классифицирующая торцевая перегородка, разгрузочная камера, камера дробления.

Аннотация. Показана целесообразность применения молотковых дробилок для дробления материалов мягких и средней твердости пород на предприятиях перерабатывающей отрасли промышленности. Рассмотрена актуальная проблема переизмельчения материала в молотковых дробилках мелкого дробления традиционной конструкции, выполнен анализ причин, приводящих к этому явлению. Приведено описание технического решения, направленного на снижение переизмельчения материала и удельного расхода электроэнергии, обеспечиваемое повышением эффективности выделения в разгрузочную камеру частиц кондиционных размеров.

IMPROVEMENT OF THE DESIGN OF A HAMMER CRUSHER WITH A HORIZONTAL ROTOR

Khanin S.I., Garbuzov D.D.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod

Keywords: hammer crusher, re-grinding, classifying end wall, discharge chamber, crushing chamber.

Abstract. The expediency of using hammer crushers for crushing soft and medium-hard rock materials at processing industry enterprises is shown. The current problem of over-grinding of material in traditional small-scale hammer crushers is considered, and the reasons leading to this phenomenon are analyzed. A technical solution is described to reduce over-grinding of material and energy consumption by increasing the efficiency of separating particles of the desired size in the discharge chamber.

Введение

На многих предприятиях перерабатывающей отрасли промышленности дробление является важнейшей технологической операцией, позволяющей осуществить подготовку сырьевых материалов в соответствии с требованиями технологического процесса производства. Разнообразие свойств измельчаемых материалов и технологических требований к продукту дробления формирует потребность в дробильных машинах различного принципа действия.

Согласно [1], молотковые дробилки являются эффективными машинами, применяемыми для дробления материалов мягких и средней твердости пород. Они обеспечивают относительно высокую степень измельчения, обладают невысокими массогабаритными показателями в сравнении с дробилками иного принципа действия, а также характеризуются достаточно высокой производительностью.

Конструкция молотковой дробилки мелкого дробления включает станину, камеру дробления, колосниковую решетку, ротор с шарнирно закреплёнными на нём молотками, а также привод [2].

Обоснование актуальности

Молотковые дробилки не лишены недостатков. Так одной из проблем таких машин, предназначенных для мелкого дробления, является переизмельчение

материалов, приводящее к появлению в продукте дробления частиц, размер которых меньше кондиционных. Это явление приводит к негативным последствиям, таким как повышенные износ рабочих органов, удельный расход электроэнергии на процесс дробления, увеличение переизмельченной фракции, которая нуждается в удалении и снижает экологические показатели дробилки [3]. Решение проблемы переизмельчения требует новых технических решений при проектировании молотковых дробилок, позволяющих существенно повысить их энергоэффективность и качество продукта.

В работе [4] авторы указывают на основную причину возникновения переизмельчения – несвоевременный вывод продукта из камеры дробления. Они обосновывают это тем, что образующиеся при дроблении материала мелкие частицы снижают эффективность ударного воздействия молотков на более крупные частицы, что негативным образом сказывается на равномерности гранулометрического состава готового продукта и производительности дробилки.

Приведённые авторами работы [5] данные подтверждают предположение о том, что образование слоёв частиц материала различного размера ведёт к увеличению энергоёмкости процесса измельчения и неоднородности размеров полученных частиц.

Булатов С.Ю. в своих исследования [6] отмечает, что недостаточная площадь сепарирующей поверхности решета приводит к тому, что крупные частицы, образующиеся вследствие снижения эффективности ударного воздействия молотков, вызванного повышенным содержанием мелкой фракции в камере, приводят к закрытию отверстий решета. Это повышает степень снижения эффективности процесса дробления материала.

Таким образом, техническое решение, направленное на снижение количества переизмельчённых частиц и энергопотребления, должно обеспечивать своевременный вывод кондиционных частиц материала из камеры дробления, что может быть реализовано посредством увеличения площади просеивающей поверхности, расположенной в камере дробления.

В [7] авторами представлена конструкция дробилки, ставшая прототипом разработанного технического решения. Корпус содержит загрузочную камеру, сообщающуюся с ней камеру дробления, разгрузочную камеру и торцевые разгрузочные камеры. Камера дробления неподвижно прикреплена к корпусу и образована расположенными с зазорами по отношению к рядам молотков ситом, ограничивающим их со стороны корпуса, и ограничивающими сито, установленными с зазорами по отношению к валу и перпендикулярно его продольной оси перфорированными торцевыми перегородками со спиральными направляющими. Разгрузочная камера образована корпусом и ситом. Торцевые разгрузочные камеры образованы корпусом и торцевыми перегородками, сообщаются с разгрузочной камерой и закрыты крышками со стороны загрузочной камеры.

Предложенное в [7] техническое решение позволяет увеличить площадь поверхности сита, а также улучшить самовентиляцию дробильной камеры. Находящиеся в камере дробления возле классифицирующих поверхностей сита и торцевых перегородок частицы, измельченные до размеров, меньших ширины их отверстий, перемещаются через эти отверстия соответственно в разгрузочную и

дополнительные разгрузочные камеры. По мере удаления от сита в радиальном и от торцевых перегородок в осевом направлениях, образовавшиеся между рядами молотков кондиционные частицы материала испытывают сопротивление при перемещении к ситу и торцевым перегородкам со стороны расположенного возле них материала. Чем дальше они удалены, тем большее сопротивление продвижению они испытывают. В результате увеличивается время нахождения этих частиц в камере измельчения, что приводит к их переизмельчению и нерациональным затратам на это электроэнергию.

Описание технического решения

Разработанное техническое решение предполагает установку разделяющих камеру дробления на промежуточные камеры дробления и разгрузочные камеры перфорированных классифицирующих торцевых перегородок (рис. 1). При этом в каждой промежуточной камере дробления предполагается установка 1-2 рядов молотков в целях минимизации траектории движения частиц кондиционных размеров к классифицирующим торцевым перегородкам.



Рис. 1. Схема продольного разреза молотковой дробилки с промежуточными камерами дробления

Промежуточным камерам дробления назначаются одинаковая ширина и равные количества расположенных в них рядов молотков, что обеспечивает равные условия для вывода из камер дробления в промежуточные разгрузочные камеры частиц кондиционных размеров. Количество промежуточных камер дробления и находящихся в каждой из них рядов молотков, а также ширина промежуточных камер дробления и промежуточных разгрузочных камер назначаются исходя из характеристик подаваемого на дробление материала и требований к характеристикам продукта дробления.

Отверстия перфорированных торцевых перегородок, промежуточных перегородок, а также перфорированных крышек расширяются в направлении разгрузочных камер. Им назначается одинаковая ширина или диаметр. За счет выполнения крышек перфорированными материал, включающий частицы различного размера, может быть классифицирован с помощью отверстий крышек,

не попадая в промежуточные камеры дробления, что позволит исключить его из процесса дробления.

Материал, попадая в загрузочную камеру, просыпается в промежуточные камеры дробления, где подвергается ударному воздействию молотков и, разрушаясь, перемещается от центральной части дробильной камеры по направлению к перфорированным перегородкам, попадая затем в промежуточные разгрузочные камеры и удаляясь из дробилки через основную разгрузочную камеру.

Таким образом, рассмотренная конструкция дробилки обеспечивает повышение эффективности процесса дробления материала, проявляющееся в повышении качества продукта дробления уменьшением содержания в нем переизмельченных частиц и снижении удельного расхода электроэнергии, обеспечиваемые повышением эффективности выделения в разгрузочную камеру частиц кондиционных размеров.

Выводы

Показана целесообразность применения молотковых дробилок для дробления материалов мягких и средней твердости пород на предприятиях перерабатывающей отрасли промышленности. Приведены их основные преимущества и недостатки. Выполнен анализ причин, приводящих к переизмельчению продукта дробления в молотковых дробилках мелкого дробления. Приведено описание технического решения, обеспечивающего уменьшение содержания переизмельчённых частиц в продукте дробления молотковой дробилки и снижение удельного расхода электроэнергии.

Список литературы

1. Гарбузов Д.Д., Бардынин А.А. Анализ преимуществ применения молотковых дробилок // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2025. – С. 14-19.
2. Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. – М. Машиностроение, 1990. – С. 235-238.
3. Корчевский А.Н., Назимко Е.И., Серафимова Л.И., Наumenко В.Г. Подготовительные процессы при обогащении полезных ископаемых. Дробление, измельчение, грохочение и классификация: Учебное пособие. – Донецк, 2017. – 180 с.
4. Савиных П.А., Турубанов Н.В., Алешкин А.В., Сухляев В.А. Влияние давления воздуха на технологический процесс измельчения зерна в дробилке // Инженерные технологии и системы. – 2025. – Т. 35, №1. – С. 60-83.
5. Киприянов А.Ф., Палицын А.В., Сухляев В.А., Белозеров С.А. Обоснование конструкции молотковой дробилки с возможностью регулирования параметров искусственно создаваемой рабочей атмосферы // Вестник АПК Верхневолжья. – 2021. – №4(56). – С. 76-82.
6. Булатов С.Ю., Миронов К.Е., Шкилев Н.П., Рукавишникова В.Н., Сергеев А.Г. Влияние торцевых решет на качественные показатели работы дробилки зерна с увеличенной сепарирующей поверхностью // Вестник НГИЭИ. – 2021. – №2(117). – С. 5-16. – DOI: 10.24412/2227-9407-2021-2117-5-16.
7. А.с. №1804909 СССР. Молотковая дробилка / А.П. Барбицкий, А.А. Сундяев. – Заявка №4908360 от 07.02.1991, опубл. 30.03.1993.

Сведения об авторах:

Ханин Сергей Иванович – д.т.н., профессор;

Гарбузов Дмитрий Денисович – аспирант.