

Перепад высот колосников снижает количество крупных кусков от 3 до 13 %, а мелких частиц на 9–6 %. В дальнейшем планируется выполнить оценку крутящего момента и крупности готового продукта при многоступенчатом дроблении за счет изменения геометрии рабочей камеры физической модели дробилки [3, 4].

Список литературы

1. Федоровский, Н. В. Агломерация железных руд : справочник / Н. В. Федоровский, Д. И. Шанидзе. — К. : Техника, 1991. — 141 с.
2. Притыкин, Д. П. Механическое оборудование заводов цветной металлургии. Ч. 1. Механическое оборудование для подготовки шихтовых материалов / Д. П. Притыкин. — М. : Металлургия, 1988. — 392 с.
3. Мороз, В. В. Анализ технических возможностей многоступенчатого дробления агломерата в одновалковой зубчатой дробилке / В. В. Мороз, Э. П. Левченко, В. И. Рубежанский // Инновационные перспективы Донбасса : материалы 4-й международной научно-практической конференции. — ДонНТУ, 2018. — С. 71–75.
4. Пат. 108618 Украина, МПК¹³ В 02 С 4/00. Способ многоступенчатого дробления агломерата в одновалковой зубчатой дробилке / заявитель и патентообладатель Банников Ю. Ю., Мороз В. В., Левченко Э. П. — № u 01600509 ; заявл. 22.01.16 ; опубл. 25.07.16, Бюл. № 14.

УДК 621.926.323

Мележик Р. С.

аспирант,

Власенко Д. А.

к.т.н., доц.

ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», г. Алчевск, ЛНР

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЧЕТЫРЕХВАЛКОВОЙ ДРОБИЛКИ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ТВЕРДОГО ТОПЛИВА В АГЛОМЕРАЦИОННОЙ ШИХТЕ

Приведены результаты анализа исследований прочностных характеристик доменного агломерата зависящих от класса крупности твердого топлива, освещены виды оборудования, применяемого для измельчения топлива, отображены преимущества четырехвалковых дробилок.

Ключевые слова: *агломерационное производство, гранулометрический состав, четырехвалковая дробилка, усилие предварительной затяжки пружин.*

В последние годы проводятся многочисленные исследования в области совершенствования технологии агломерации и модернизации оборудования, применяемого для его реализации. Подготовке шихты уделяют особое внимание, так как от однородности гранулометрического и химического состава в большой степени зависит качество получаемого агломерата. Железорудный агломерат является одним из ключевых шихтовых материалов для доменной плавки, его содержание в доменной шихте на ведущих металлургических предприятиях составляет 65–70 % [1].

Качество агломерата и прогрессивность технологии его изготовления оказывают значительно влияние на качество чугуна и его себестоимость. Удельный расход твердого топлива является основной составляющей энергоемкости агломерационного производства, на отечественных агломерационных фабриках он составляет 44,6–64,3 кг/т, что значительно выше, чем на зарубежных (Япония, Германия — 36–45 кг/т). При производстве агломерата на расход твердого топлива влияют такие факторы как: сортament и характеристика используемого

топлива, компонентный и химический составы аглошихты, технологические параметры процесса агломерации. Рациональное использование твердого топлива повышает его эффективность и оказывает положительное влияние на экологические показатели предприятия.

Подготовка шихты на современных агломерационных фабриках состоит из следующих этапов: подготовка компонентов шихтовых материалов по крупности, усреднение шихты по химическому составу, смешивание и окускование. Снижение в неокусованной шихте доли гранул класса более 10 мм на 1 % приводит к экономии 0,92 % твердого топлива, а стабилизация гранулометрического состава шихты позволяет снизить содержание в агломерате фракции менее 5 мм в среднем на 1,6 % за счет повышения его прочностных показателей.

Согласно данным исследований [1] снижение размеров отдельных частиц твердого топлива до 1–2 мм, в сравнении с более крупным топливом, обеспечивает уменьшение расхода твердого топлива с 57,9 до 46,2 кг/т. Это обусловлено тем, что крупные частицы топлива имеют меньшую реакционную поверхность и, соответственно, большее время сгорания по сравнению с той же массой мелких топливных частиц. Поэтому они догорают в агломерационном слое шихты в зоне кристаллизации расплава, растягивая высокотемпературную область и увеличивая механический недожог топлива.

Вместе с тем прочностные характеристики агломерата по мере снижения содержания фракции менее 0,5 мм в твердом топливе верхнего слоя шихты улучшаются: механическая прочность на удар увеличивается с 61,8 % до 67,2 %, а на истирание уменьшается с 4,7 % до 4,3 % [1]. Исследования показали, что наибольшая теплота сгорания углерода топлива достигается в случае использования его фракции 0,5–3 мм, а агломерация шихты, не содержащей мелкой (до 0,5 мм) фракции топлива обеспечивает более высокую (на 100–140°C) температуру в слое и позволяет увеличить выход годного агломерата на 10–17 % за счет увеличения скорости спекания [2].

Гранулометрический и химический состав твердого топлива оказывают большое влияние на его удельный расход, качество агломерата и вредные выбросы в атмосферу. В то время как на показатели химического состава потребители твердого топлива оказать влияния не могут, то возможности улучшения его гранулометрического состава могут обеспечиваться в условиях самого агломерационного процесса за счет стабилизации фракционного состава.

Использование различного сорта твердого топлива, отличающегося по своему химическому и гранулометрическому составу, усложняют технологию подготовки топлива к агломерационному процессу. В связи с этим разработка эффективных технологий дробления твердого топлива для агломерационного процесса, имеет большое значение для металлургического производства.

Для реализации процесса измельчения твердого топлива в агломерационном производстве применяются дробилки трех типов: молотковые, валковые и стержневые мельницы [3]. При этом молотковые дробилки и стержневые мельницы являются недостаточно эффективными агрегатами, поскольку приводят к переизмельчению топлива (в готовом продукте содержится на 18–20 % больше мелкой фракции твердого топлива — 0,5 мм), а также имеют более высокий удельный расход электроэнергии и больший износ рабочих органов и узлов [4], чем валковые.

В связи с этим широкое применение на отечественных предприятиях нашли именно четырехвалковые дробилки. Эти дробилки наиболее приспособлены для дробления твердого топлива, обладают меньшей энергоемкостью процесса дробления, и содержание мелкой фракции в готовом продукте значительно ниже, чем у молотковых и стержневых дробилок [2]. Валковые дробилки позволяют на выходе в измельченном топливе получать до 75 % содержания кондиционной фракции 0,5–3 мм, при относительно небольшом содержании 12–30 % мелкой до 0,5 мм и 8–30 % крупной более 3 мм. Различные физико-механические свойства топлива существенно влияют на выход кондиционной фракции, однако при определенных режимных параметрах работы возможно добиться наиболее высоких показателей гранулометрического состава.

Кратность дробления определяется размером зазора между валками. Регулирование и корректирование зазора осуществляется при помощи натяжного устройства, представляющего собой систему пружин, регулируемую с помощью прижимных гаек. Натяжное устройство обеспечивает возможность перемещения натяжного валка в противоположную сторону от неподвижного при попадании недробимых материалов или металла защищая валки и основные несущие элементы дробилки от поломок. Благодаря правильно подобранному режиму настройки и величине предварительной затяжки пружин возможно добиться достаточно высокой однородности гранулометрического и химического состава твердого топлива на выходе.

Величину предварительной затяжки пружин можно определить по формуле [5]:

$$X = \frac{2F_{др} (\cos \alpha_{к.ср.} + \sin \alpha_{к.ср.} \cdot \eta) - 2\eta gm - \delta k}{2k},$$

где $F_{др}$ — сила, действующая на валок в процессе дробления, и располагающаяся под углом [6], Н;

$\alpha_{к.ср.}$ — угол, характеризующий точку приложения равнодействующей силы от суммарного давления в процессе деформации и разрушения материала валками, рад.

η — коэффициент трения скольжения стали по стали;

g — ускорение свободного падения, м/с²;

m — масса валка, кг;

δ — величина перемещения, м;

k — жесткость комплекта пружин, Н/м.

В агломерационном производстве широкое применение нашли такие виды твердого топлива, как кокс, кокс сухого тушения, уголь и антрацит семечка. Воспользовавшись формулой (1), определим величину предварительной затяжки пружин для данных видов топлива, при равном усилии дробления, угле захвата, жесткости пружин и величине перемещения (табл. 1).

Таблица 1 — Величина предварительной затяжки пружин

Твердое топливо	Предел прочности на сжатие, МПа	Предварительная затяжка пружин, мм
Кокс	15–25	4–7
Кокс сухого тушения	25–35	7–10
Уголь	5–10	1–3
Антрацит семечка	8–10	2–3

Подводя итоги, можно сказать, что четырехвалковые дробилки нашли широкое применение на отечественных предприятиях благодаря возможности получения достаточно высокой однородности гранулометрического и химического состава твердого топлива, поэтому нахождение наилучших режимов работы, модернизация и совершенствование их конструкции являются насущными проблемами.

Выявлено влияние прочности различного вида топлива на величину предварительной затяжки пружин, которая позволяет более точно настраивать натяжное устройство.

Предложены рекомендации по настройке натяжного устройства при измельчении различного вида топлива в валковых дробилках.

Дальнейшие исследования позволят дать детальные рекомендации по настройке валковых дробилок при измельчении различного вида топлива, а также повысить долю кондиционной фракции в измельченном продукте.

Список литературы

1. Одинцов, А. А. Повышение качества железорудного агломерата на основе разработки ресурсосберегающей технологии подготовки твердого топлива : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.16.02 / Одинцов Антон Александрович. — Новокузнецк : ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», 2015. — 23 с.
2. Мных, А. С. К вопросу оптимизации подготовки твердого топлива к тепловой обработке агломерационной шихты / А. С. Мных, И. Г. Яковлева, М. Ю. Пазюк // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. — Харьков : НТУ «Харьковский политехнический институт», 2015. — С. 56–63.
3. Борщев, В. Я. Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы / В. Я. Борщев. — Тамбов : изд-во Тамбовского гос. технич. ун-та, 2004. — 75 с.
4. Коротич, В. И. Агломерация рудных материалов / В. И. Коротич, Ю. А. Фролов, Г. Н. Бездежский. — Екатеринбург : ГОУ ВПО «УГТУ–УПИ», 2003. — 400 с.
5. Мележик, Р. С. Исследование динамики валковой дробилки в процессе дробления материала / Р. С. Мележик, Д. А. Власенко // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического института. — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2020. — Вып. 21 (64). — С. 94–100.
6. Власенко, Д. А. Уточненная методика определения энергосиловых параметров процесса измельчения в валковых дробилках / Д. А. Власенко // Вестник ДонНТУ. — Донецк : ГОУ ВПО «ДонНТУ», 2019. — № 3 (21). — С. 3–9.

УДК 62.21474

*Бубела А. И.
специалист по физике, инженер,
Бабак К. Ю.
науч. сотр.*

ООО «Технопарк „ Университетские технологии “», г. Донецк, ДНР

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ СУСПЕНЗИЙ ДЛЯ МАГНИТОПОРОШКОВОГО КОНТРОЛЯ

Рассмотрены основные факторы, влияющие на чувствительность магнитопорошкового контроля. В частности рассмотрены характеристики и параметры магнитопорошковых суспензий, и их влияние на чувствительность контроля. Проведен сравнительный анализ чувствительности экспериментальных суспензий на эффективность выявления искусственных поверхностных и подповерхностных дефектов контрольного образца МО-1. Наглядно продемонстрирована качественная эффективность магнитных порошков «Диагма» и «Крокус» в качестве основы для магнитных суспензий. Выполнена проверка эффективности суспензий, основанием которых являются ферромагнитные частицы $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ и Fe_3O_4 , находящиеся во взвешенном состоянии.

Ключевые слова: *магнитопорошковый контроль, магнитная суспензия, магнитный порошок, контрольный образец, дефект, чувствительность.*

Магнитопорошковый метод в системе неразрушающих методов контроля занимает одно из ведущих мест. Примерно 80 % из числа контролируемых ферромагнитных изделий проверяется магнитопорошковым методом [1–3].

Высокая чувствительность метода, его универсальность, относительно низкая трудоемкость контроля, наглядность результатов испытаний обеспечили методу широкое распространение в промышленности.

Магнитопорошковый контроль основан на притяжении магнитных частиц силами неоднородных магнитных полей, возникающих над дефектами в намагниченной детали, с образованием в зонах дефектов индикаторных рисунков в виде скоплений магнитных частиц.