

УДК 621.926.9

Власенко Д. А.,  
к.т.н. Левченко Э. П.  
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА ЗАГРУЗКИ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ ПРИ ДРОБЛЕНИИ ФЛЮСОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И СТЕПЕНЬ ДРОБЛЕНИЯ ШИХТОВЫХ КОМПОНЕНТОВ В АГЛОМЕРАЦИОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

На основании данных, полученных при проведении промышленного эксперимента дробления флюсов на стадии их подготовки в агломерационном производстве, определена зависимость производительности молотковой дробилки и степени измельчения сырья от режима ее загрузки. В результате исследований определен предпочтительный режим подачи материала, при котором выявлено повышение производительности дробильного комплекса и увеличение степени дробления флюсового доломита.

**Ключевые слова:** агломерационное производство, молотковая дробилка, флюсы, флюсовый доломит, производительность дробилки, степень дробления.

### Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Качество подготовки сырья, характеризующееся однородностью состава и газопроницаемостью шихты, определяется параметрами работы технологического оборудования и физико-химическими параметрами компонентов и существенно влияет на процесс агломерации [1].

Процессы дробления являются весьма распространенными в металлургии черных металлов. В агломерационном процессе они применяются для диспергирования флюсов и твердого топлива. Однако они являются весьма энергоемкими и сопряжены с большой потерей металла из-за износа рабочих элементов.

Поэтому изучение и усовершенствование этих процессов с целью увеличения производительности являются весьма актуальными и существенно влияют на экономические показатели агломерационного производства.

### Анализ исследований и публикаций.

Существует целесообразность измельчения известняка до крупности 0–3 мм при его подаче в поток аглошихты [2]. Измельчение позволяет повысить эффективность применения флюсов, уменьшить на 10–20 % его расход и снизить потребность в твердом

топливе на агломерационный процесс за счет использования технологии спекания аглошихты [3, 4].

Наибольшее распространение при дроблении известняка в агломерационном производстве получили молотковые дробилки [5]. В данном типе дробилок измельчение достигается за счет удара молотков по материалу, взаимодействия удара кусков об отбойные плиты и истирания о колосниковую решетку. Затем продукт выгружается через разгрузочное окно, расположенное в нижней части корпуса.

Как показывает опыт дробления флюса в условиях агломерационного цеха, данный технологический процесс обеспечивает лишь частичную (в пределах 60–80 %) подготовку сырья по фракционному составу. Значительная часть этого компонента шихты имеет размеры, превышающие допускаемые по условиям агломерации шихтовых компонентов. Для обеспечения подготовки флюса необходимой фракции следующей стадией является отделение возврата при помощи виброгрохота.

При таких условиях производительность дробилки зависит не от объема переработанного в ней сырья, а от следующих факторных показателей: сколько ма-

териала после дробления поступило в производство и какая массовая доля возврата вернулась на повторное измельчение.

#### Цель (задачи) исследований.

Целью данных исследований является определение зависимости производительности дробилки и степени дробления флюсов от режима ее загрузки.

#### Изложение материалов исследований.

В условиях агломерационного цеха ПАО «АМК» дробильный комплекс представляет собой систему, включающую шихтовый бункер, трубоконвейер типа 79-ТС, молотковую дробилку ДМРиЭ 14,5×13 и виброгрохот ГИСТ-72 с ситами, позволяющими отсеивать фракцию < 5 мм.

В ходе эксперимента использовался доломит флюсовый (ТУ У 14.1-00191856-008:2007, класса крупности 4, фракцией 40–80 мм), подача которого производится из бункера посредством трубоконвейера.

Режим загрузки дробильного комплекса определяется производительностью питателя, которая, в свою очередь, зависит от силы тока, подаваемого на катушки возбуждения двигателя вибратора.

Эксперимент заключается в следующем: за счет изменения силы тока, подаваемого на двигатель трубоконвейера в диапазоне 5–20 А загружалось различное количество

доломита в рабочую зону дробилки. После стадии дробления и прохождения через виброгрохот материал отбирался с участков ленты длиной 0,5 м на конвейерах возврата и подачи готовых флюсов на агломерацию. Затем производилось разделение при помощи мерных сит на фракции 0–3 мм, 3–5 мм и > 5 мм и дальнейшее провешивание каждой составляющей на лабораторных весах.

В результате было получено распределение фракционного состава флюсов после измельчения при различных режимах загрузки в зависимости от силы тока, подаваемого на двигатель трубоконвейера (табл. 1), и на основании этих данных были определены зависимости, отображенные в графиках (рис. 1).

Таблица 1

Распределение фракционного состава флюсов после дробления в молотковой дробилке при различных режимах загрузки

Сила тока, А	> 5 мм, кг	3-5 мм, кг	0-3 мм, кг	Общая масса, кг
20	5,0	1,6	4,9	11,5
15	4,2	1,4	2,7	9,3
10	2,6	1,2	1,6	5,4
5	1,1	0,2	0,9	2,2



Обозначения: 1 – фракция > 5 мм (возврат); 2 – фракция 3–5 мм; 3 – фракция 0–3 мм

Рисунок 1 График зависимости содержания фракций в шихте при различных режимах загрузки дробилки

При анализе полученных данных было определено, что в режимах работы с более интенсивной загрузкой рабочего пространства дробилки наблюдается увеличение содержания частиц размерами  $< 5$  мм

по отношению к общей массе загружаемого материала в дробилку и уменьшение массовой доли возврата, а значит, увеличивается производительность (рис. 2).

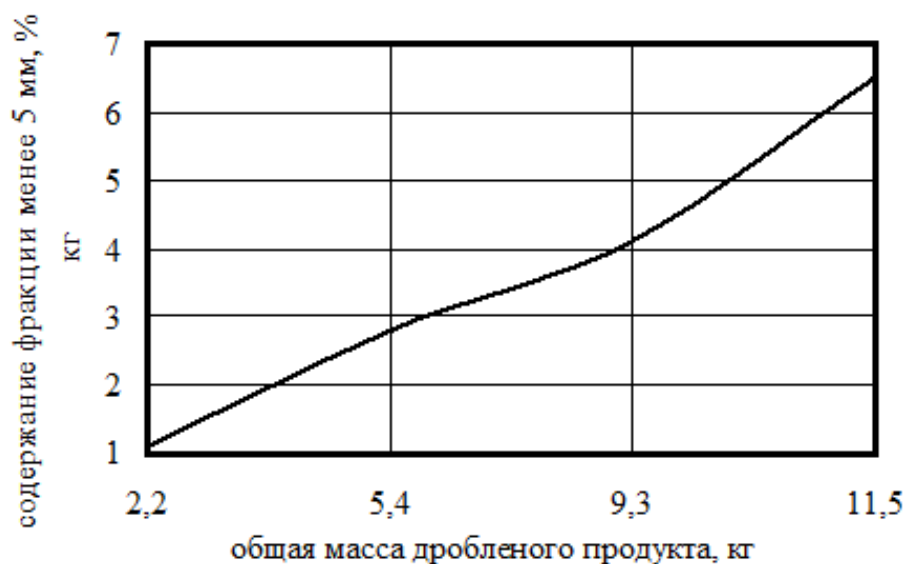


Рисунок 2 График содержания фракции  $< 5$  мм в общей массе дробленого материала

Также наблюдается увеличение содержания фракции 0–3 мм в готовом продукте (рис. 3, 4), которая наиболее оптимально

отвечает условиям спекания аглошихты и позволяет интенсифицировать процесс агломерации железорудного сырья [1].

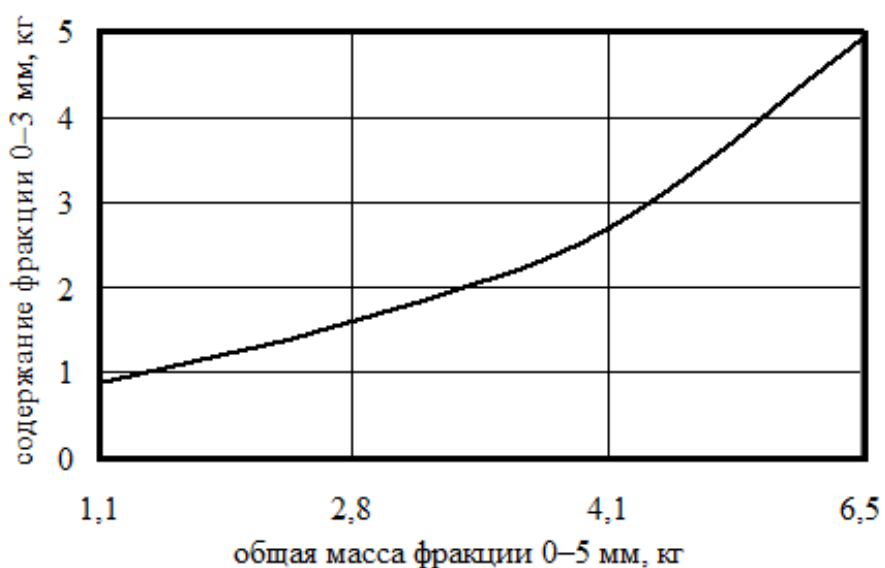


Рисунок 3 График содержания фракции 0–3 мм в готовом продукте



Рисунок 4 График процентного содержания фракции 0–3 мм в готовом продукте в зависимости от режима загрузки

Из графика, отображенного на рисунке 4 видно, что процентное содержание фракции 0–3 мм при увеличении количества подаваемого материала в измельчитель сначала резко уменьшается, а затем начинает расти (в режимах работы свыше 12 А).

Но использование дробильного комплекса с низкой степенью заполнения рабочей камеры дробилки неэффективно с точки зрения экономических показателей из-за слишком малого количества материала на выходе. В настоящее время подача сырья на диспергирование осуществляется в режимах загрузки от 8–10 А.

Одним из основных показателей эффективности работы дробилок является степень дробления – показатель измельчения сырья, численно равный отношению среднего диаметра кусков до дробления  $D_{cp}$  к средним диаметрам частиц продукта после диспергирования  $d_{cp}$  [6]:

$$i = \frac{D_{cp}}{d_{cp}}. \quad (1)$$

Учитывая данные, полученные при исследовании, формула (1) принимает следующий вид:

$$i = \frac{D_{cp} \cdot M}{(d_{cp1} \cdot m_1 + d_{cp2} \cdot m_2 + d_{cp3} \cdot m_3)}, \quad (2)$$

где  $M$  – общая масса дробимого материала;  $d_{cp1}$ ,  $m_1$  – средний диаметр кусков и массовая доля фракции 0–3 мм;  $d_{cp2}$ ,  $m_2$  – средний диаметр кусков и массовая доля фракции 3–5 мм;  $d_{cp3}$ ,  $m_3$  – средний диаметр кусков и доля фракции  $> 5$  мм (при дроблении доломита в ходе проведения эксперимента было установлено, что средний диаметр кусков возврата составляет 12 мм).

График зависимости степени дробления доломита при различных режимах загрузки дробильного комплекса представлена на рисунке 5, из которого видно, что с повышением интенсивности загруженности рабочего пространства дробилки увеличивается степень дробления, а значит, растет производительность процесса подготовки флюсов.



Рисунок 5 График зависимости степени дробления от режима работы дробилки

### Выводы.

В ходе исследований было установлено, что наибольшая производительность молотковой дробилки обеспечивается при питании приводов трубоконвейера и дробилки током 15-20 А.

При таких условиях диспергирования достигается повышение следующих показателей работы дробильного комплекса: содержание готового доломита в дробленном продукте, процентное содержание фракции 0–3 мм в шихте, а также степень дробления флюсов и производительность в целом.

Перспективным направлением исследования процесса дробления флюсов в молотковых дробилках ударного действия является изучение процесса подготовки доломита в агломерационном производстве с целью определения степени увеличения прироста выхода годной фракции в каждой стадии измельчения и всего процесса в целом.

В настоящее время такие работы проводятся в Донбасском государственном техническом университете с привязкой к агломерационному и коксохимическому производству ПАО «Алчевский металлургический комбинат».

### Библиографический список

1. Мищенко, И. М. *Черная металлургия и охрана окружающей среды : учебное пособие [Текст] / И. М. Мищенко. — Донецк : ГВУЗ "ДонГТУ", 2013. — 452 с.*
2. Каплун, Л. Л. *Экспериментальное исследование процесса горения твердого агломерационного топлива [Текст] / Л. Л. Каплун, А. В. Александров, Л. К. Герасимов // Проблемы теории и технологии подготовки железорудного сырья для доменного процесса и бескоксовой металлургии: тез. докл. всесоюзной научно-технической конференции. — Днепропетровск : Изд-во ДМЕТИ, 1990. — С. 74–76.*
3. Мных, А. С. *Повышение энергоэффективности тепловых процессов окускования сыпучих материалов при интенсификации сегрегации в стационарных слоях [Текст] : дис. ... д-ра. техн. наук: 05.14.06 / Мных Антон Сергеевич; Запорожская гос. инженерная академия. — Запорожье, 2016. — 354 с.*
4. Старк, С. Б. *Пылеулавливание и очистка газов в металлургии [Текст] / С. Б. Старк. — М. : Металлургия, 1977. — 328 с.*

5. Клушанцев, Б. В. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации [Текст] / Б. В. Клушанцев, А. И. Косарев, Ю. А. Муїземнек. — М. : Машиностроение, 1990. — 320 с.

6. Андреев, С. Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых [Текст] / С. Е. Андреев, В. А. Перов, В. В. Зверевич. — М. : Недра, 1980. — 415 с.

© Власенко Д. А.

© Левченко Э. П.

*Рекомендована к печати к.т.н., проф. каф. ММК ДонГТУ Ульяницким В. Н., д.т.н., проф., зав. каф. МОЗЧМ ДонНТУ Еронько С. П.*

*Статья поступила в редакцию 13.06.17.*

**Власенко Д. О., к.т.н. Левченко Э. П. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)**

#### **АНАЛІЗ ВПЛИВУ РЕЖИМУ ЗАВАНТАЖЕННЯ МОЛОТКОВОЇ ДРОБАРКИ ПРИ ДРОБЛЕННІ ФЛЮСІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ І СТУПІНЬ ДРОБЛЕННЯ СИРОВИНИ В АГЛОМЕРАЦІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

*На підставі даних, отриманих при проведенні промислового експерименту дроблення флюсів на стадії їх підготовки в агломераційному виробництві, визначена залежність продуктивності молоткової дробарки і ступеня подрібнення сировини від режиму її завантаження. У результаті досліджень визначено кращий режим подачі матеріалу, при якому виявлено підвищення продуктивності дробильного комплексу та збільшення ступеня дроблення флюсового доломіту.*

**Ключові слова:** агломераційне виробництво, молоткова дробарка, флюси, флюсовий доломіт, продуктивність дробарки, ступінь дроблення.

**Vlasenko D.A., PhD Levchenko E.P. (DonSTU, Alchevsk, LPR)**

#### **ANALYZING THE INFLUENCE OF LOADING CONDITIONS OF HAMMER CRUSHER AT FLUX CRUSHING ON PRODUCTION AND THE BURDEN CRUSHING DEGREE IN AGGLOMERATE PRODUCTION**

*Based on data obtained during the industrial flux crushing experiment at their preparation stage in agglomerate production, the dependence of hammer crusher capacity and degree of raw material crushing from its loading conditions has been determined. The research resulted in determination the preferable regime for material feed whereby there has been found out increasing capacity of crushing complex and enhancement the crushing degree of flux dolomite.*

**Key words:** agglomerate production, hammer crusher, fluxes, flux dolomite, crusher capacity, crushing degree.