

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СИНТЕЗА ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ АГЛОМЕРАЦИОННОГО СПЕКА В ОДНОВАЛКОВЫХ ЗУБЧАТЫХ ДРОБИЛКАХ

Левченко О.А., Зинченко А.М., Левченко Э.П.

(Донбасский государственный технический университет, Алчевск, Украина)

Рассмотрены вопросы возможности модернизации работы одновалковой зубчатой дробилки горячего агломерата с целью повышения его товарных свойств.

В настоящее время, в условиях всеобщей нехватки сырья и экономии средств на металлургических предприятиях Украины и России, значительное внимание уделяется стратегии устойчивого развития отрасли [1].

Начальным этапом выплавки чугуна и стали является производство агломерата. При этом в агломерационном производстве перспективным является повышение качества готового агломерата за счет снижения в нем пылевидных фракций, вплоть до полной ликвидации [2].

Анализ последних достижений и публикаций показывает, что снижение содержания фракции 0-5 мм на 1% увеличивает производительность доменной плавки на 0,4-0,7 % и снижает расход кокса на 0,4-0,7 %, а минимизация содержания фракции 0-5 мм в агломерате с 14,8 до 10,6 % гарантирует повышение интенсивности плавки на 1,7-2,3 % [3, 4].

На агломерационных производствах Японии, США, Франции, Италии, ФРГ производят железорудный материал в основном крупностью 5 – 35 мм, а фракции 0 – 5 мм в скипе содержится не более 5 -7 %, чем достигается не только меньший удельный вынос пыли, но и наивысшие технико-экономические показатели доменной печи.

В зарубежной практике обработку агломерата осуществляют путем двухстадийного дробления (горячего и холодного) и четырех- пятикратного грохочения, хотя дробильное оборудование и грохоты имеют невысокие показатели работы.

Изучение направлений в патентовании способов и конструкций одновалковых зубчатых дробилок, применяемых для этой цели, показало практически полное отсутствие активности изобретательской работы, начиная с момента применения таких машин в процессе дробления агломерата [5].

Учитывая значительный объем агломерационного производства Украины (миллионы тонн в год) проблема стабилизации гранулометрического состава готового агломерата и приведение его крупности в диапазон 5-50 мм, а лучше 10-60 мм является очень актуальной.

Целью данной статьи является синтезирование новых способов дробления агломерата в одновалковых зубчатых дробилках и развитие их конструкций на основе проведенного системного анализа для внедрения в производство наиболее приемлемых из предложенных вариантов.

В реальном производстве дробление спека осуществляется путем продавливания через колосниковую решетку [6]. Хотя из теории сопротивления материалов известно, что энергия разрушения путем среза значительно превосходит энергию разрушения путем излома [7]. На рисунке 1 показано вид спереди на рабочую камеру одновалковой зубчатой дробилки в период ее планового ремонта, а колосник со следами износа на передней части показан на рисунке 2.

В Донбасском государственном техническом университете (ДонГТУ) на протяжении ряда лет ведутся работы [8] по изучению процесса дробления агломерата. Перспективы дальнейших исследований заложены и развиваются в работе аспирантов

кафедры машин металлургического комплекса и прикладной механики ДонГТУ, факультета механики, применительно к производству агломерата на ОАО "Алчевский металлургический комбинат". Принципиальная новизна технических решений подтверждена патентами на одновалковую зубчатую дробилку ударного действия [9], и на способ многоступенчатого дробления агломерата в одновалковой зубчатой дробилке [10]. По данному направлению поданы к рассмотрению и другие заявки на изобретения.

Основные наработки по развитию способов и конструкций для дробления агломерата, представлены на рисунке 3 [11]. Они могут быть реализованы как по отдельности, так и в сочетании друг с другом, что обеспечит более существенный экономический эффект от внедрения.



Рис. 1. Одновалковая зубчатая дробилка

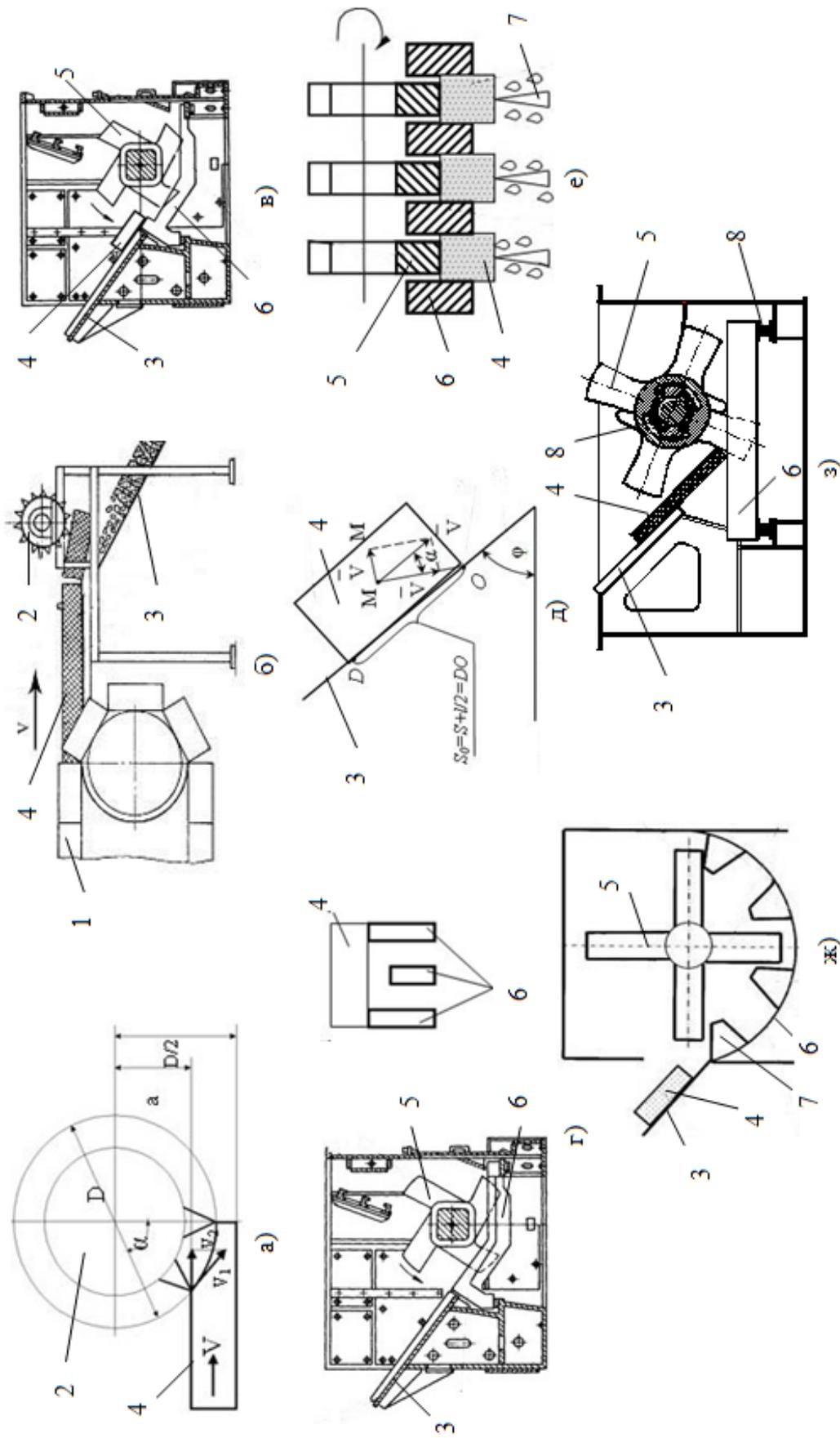


Рис. 2. Общий вид колосника

Так, например, предварительное дробление спека [12, 13] на агломашине (рис. 3-а, б) рекомендуется для повышения потребительских свойств агломерата, в том числе при отсутствии в технологическом процессе агломерации операции дробления.

Преимущественное наложение на агломерационный пирог усилий излома (рис. 3-в, г) целесообразно во всех технологических схемах дробления [14, 15], где применяются одновалковые зубчатые дробилки. При этом экономия энергии на разрушение доходит до 20-30 %. Разрушение спека происходит по наиболее ослабленным (не спеченным) местам, где дефекты его структуры максимальны, что приводит к улучшению фракционного состава готового агломерата при одновременном более полном выделении возврата.

При всех прочих равных условиях, наилучшие результаты в дроблении агломерата достигаются при воздействии на пирог с более нагретой (горячей) стороны. Это связано с пластичностью горячего нижнего слоя аглопирога, играющего, при обычном дроблении, роль демпферной подушки, на преодоление упругости которого затрачивается лишняя энергия.



а) а - патент [12]; б) б - патент [13]; в - патент [14]; г - патент [15]; д - патент [16]; е - патент [17]; ж - патент [10]; з - патент [9];

1 - агломашина; 2 - барабан; 3 - наклонная направляющая; 4 - агломерат; 5 - зубья звездочки; 6 - колосники; 7 - дополнительные колосники; 8 - пружины; 9 - упор

Рис. 3. Конструктивные схемы повышения качества дробления агломерата

Поэтому рекомендуется организовать переворачивание аглопирога перед его подачей в рабочую зону дробилки более нагретой стороной вверх [16] без дополнительных затрат энергии (рис. 3 – д), то есть с использованием силы тяжести и инерции движения самого пирога, что возможно при соблюдении равенства между потенциальной и кинетической энергией накопленной спеком при движении.

В связи с тем, что сами конструктивные решения, примененные при создании дробилки, способствуют значительной неоднородности фракционного состава готового агломерата, в силу значительного расстояния между колосниками, рациональным является усовершенствование этого узла. В производственных условия уменьшение такого расстояния приводит к резкому увеличению износа (до трех раз) рабочих органов дробилки, в том числе и колосников, поэтому не является эффективным к применению. Размещение дополнительных колосников под имеющимися (рис. 3 – е) в дробилке, [17] позволяют, как исключить влияние быстрого износа, так и значительно стабилизировать гранулометрический состав готового агломерата, исключив из него большие куски, саморазрушающиеся в процессе транспортировки к доменной печи.

Другими из вариантов получения более равномерного гранулометрического состава готового продукта является применение многоступенчатой схемы дробления (рис. 3 – ж) [11] и наложение ударных усилий на аглоспек при обычной скорости вращения ротора (рис. 3 – з) [10], что применимо и к одновалковой зубчатой дробилке.

Аналитические исследования, проведенные по схеме преимущественного излома показали, что реакции, действующие на опоры, на треть меньше, а, соответственно, затраты энергии на разрушение агломерата, ориентировочно ниже на 30 %.

Для проверки теоретических положений были проведены эксперименты на физической модели дробилки [7] с целью сравнительной оценки затрат электроэнергии на дробление при размещении верхней поверхности колосников в одной плоскости и с перепадом высот через колосник. Также сравнивались крутящие моменты (таблица 1). Испытаниям подвергались плитки материалу толщиной 10, 20 та 30 мм при перепаде поверхностей колосников, составлявшей 5 та 10 мм.

Таблица 1

Крутящий момент при разрушении материала

Крутящий момент при разрушении, Н•м			
Высота плитки, мм	Перепад верхних поверхностей колосников, мм		
	5	10	0
10	26	28	29
20	49	49	55
30	122	122	134

Таким образом, при перепаде верхних поверхностей колосников удельные затраты электроэнергии на 9-12 % меньше, чем при отсутствии такого перепада, имеющего место при дроблении агломерационного спеку в типовой конструкции одновалковой зубчатой дробилки в действующем производстве.

Было выявлено, что удельные затраты электроэнергии на дробление с увеличением толщины плиток снижаются более чем на 40 %.

Показанные направления усовершенствования дробильных машин позволяет значительно повысить эффективности доменной плавки за счет снижения расхода дорогостоящего кокса и добиться повышения производительности доменной печи порядка 10 %, что в масштабах металлургического предприятия дает значительный экономический эффект.

Выводы. Качество агломерата, выпускаемого аглофабриками металлургических производств, не соответствует требованиям развития отрасли.

Повышение эффективности работы доменных печей возможно путем улучшения фракционного состава и стабилизации крупности готового агломерата, что реально достичь рационализацией конструкций одновалковых зубчатых дробилок, а также применением схем предварительного дробления.

Одним из путей повышения качества готового агломерата является усовершенствование конструкции применяемых дробилок и способов разрушения, которые в них реализуются.

Для внедрения в производства рекомендуются принципиально новые способы и конструкции, разработанные в Донбасском государственном техническом университете.

Список литературы: 1. Стратегия устойчивого развития, что это такое? // За металл. № 27 (9077), 2006. 2. Левченко О.О., Галич В.А. Моделювання процесу роботи одновалкової зубчастої дробарки. Вісник Криворізького технічного університету. - Кривий Ріг: КТУ, 2006. № 13 - С. 100 – 103. 3. Федоровский Н.В., Шанидзе Д.И. Агломерация железных руд: Справочник. – К.: Техника, 1991. -141 с. 4. Интенсивная механическая обработка агломерата. Теория, оборудование, технология / Борискин И.К., Арыков Г.А., Пыриков А.Н. - М.: МИСИС, 1998. – 248 с. 5. Алтухов В.М., Галич В.А., Левченко О.О. та ін. Наукове обґрунтування та оптимізація технологічного процесу дроблення агломерату. Алчевськ, 2006 г. – 131 С. № держгистр. 0105U000939 Звіт про НДР. (проміжн.) ДонДТУ. 6. Клушанцев Б. В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с. 7. Г.С. Писаренко, В.А. Агаев, А. Л Квитка и др. Сопротивление материалов.- 5-е изд., перераб и доп. – К.: Вища школа. Голоаное изд-во, 1986. – 775 с. 8. Научное обоснование и оптимизация технологического процесса дробления агломерата. Отчет о НИР (заключительный) / Донбасский государственный технический университет, № ДР 0207U008783; - Алчевск, 2008. - 318 с. 9. Патент на корисну модель 48679 Україна, МПК7 В 02 С 4/10. Одновалкова зубчаста дробарка ударної дії / Левченко Е.П., Костромицький Д.Ю.; заявник і патентовласник Донбас. держ. техн. ун-т. – № u200911021; заявл. 01.1.09; опубл. 25.03.10, Бюл. № 6. – 4 с.: іл. 10. Позитивне рішення про видачу патенту на винахід по заявці №a200805475 Україна, МПК7 В 02 С 4/10. Спосіб багатоступеневого дроблення агломерату в одновалковій зубчастій дробарці / Левченко Е.П., Зинченко А.М., Левченко О.О.; заявники і патентовласники Левченко Е.П., Зинченко А.М, Левченко О.О. Выд 19.11.2010. 11. Состояние и основные направления развития технического уровня конструкций одновалковых зубчатых дробилок / О.А. Левченко, Э.А. Левченко, А.М. Зинченко // Металлургические процессы и оборудование. – 2011. № 1. – С. 24 – 29. 12. Деклараційний патент на корисну модель № 9901 Україна, МПК7 В 02 С 11/02. Спосіб попереднього дроблення агломерату / Алтухов В.М., Левченко О.О.; заявник і патентовласник Донбас. держ. техн. ун-т. – № u200503717; заявл. 19.04.05; опубл. 17.10.05, Бюл. № 10. – 3 с.: іл. 13. Деклараційний патент на корисну модель № 12363 Україна, МПК7 В 02 С 11/00. Пристрій для попереднього дроблення агломерату / Алтухов В.М., Левченко О.О., Кір'язев П.М.; заявник і патентовласник Донбас. держ. техн. ун-т. – № u200503439; заявл. 12.04.05; опубл. 15.02.05, Бюл. № 2. – 3 с.: іл. 14. Деклараційний патент на корисну модель № 9843 Україна, МПК7 В 02 С 4/10. Спосіб дроблення агломерату в одновалковій зубчастій дробарці / Алтухов В.М., Левченко О.О.; заявник і патентовласник Донбас. держ. техн. ун-т. – № u200503314; заявл. 11.04.05; опубл. 17.10.05, Бюл. № 10. – 3 с.: іл. 15. Деклараційний патент на

корисну модель № 9865 Україна, МПК7 В 02 С 4/10. Спосіб дроблення агломерату в одновалковій зубчастій дробарці / Левченко О.О., Трінєєв Є.Т., Алтухов В.М., Левченко Е.П.; заявник і патентовласник Донбас. держ. техн. ун-т. – № u200503379; заявл. 11.04.05; опубл. 17.10.05, Бюл. № 10. – 3 с.: іл. **16.** Деклараційний патент на корисну модель № 17859 Україна, МПК7 В 02 С 4/10. Спосіб подання агломерату в одновалкову зубчасту дробарку / Левченко О.О., Галич В.А., Алтухов В.М., Левченко Е.П.; заявник і патентовласник Донбас. держ. техн. ун-т. – № u200503423; заявл. 22.09.05; опубл. 16.10.06, Бюл. № 10. – 3 с.: іл. **17.** Патент № 82363 Україна, МПК7 В 02 С 4/10. Спосіб дроблення агломерату в одновалковій зубчастій дробарці / Левченко О.О., Алтухов В.М., Левченко Е.П., Галич В.А.; заявники і патентовласники Левченко О.О., Алтухов В.М., Левченко Е.П., Галич В.А. - № a200511819; заявл. 12.12.05; опубл. 10.04.08, Бюл. № 7. – 2 с.: іл.

НОВЫЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Марунич В.А., Яриз А.Ю. (НМетАУ, Днепрпетровск, Украина)

***Abstract:** For processing by cutting of heat-resistant and heat-insulating materials is offered to use way slithering cuttings, based on use the scheme of the processing in two orthogonally related planes. The physical model was schematized and the cybernetic model was developed of the process slithering cuttings.*

***Key words:** processing in two orthogonally related planes; polymeric materials; physical model of cutting; cybernetic model.*

Обработка резанием полимерных материалов обладает рядом особенностей, отличающих ее от аналогичной обработки металлов. Это объясняется характерными свойствами и структурой обрабатываемых материалов. В то же время процессу резания полимеров сопутствуют те же явления, что и при резании металлов, т. е. наблюдаются стружкообразование, силовые и тепловые явления, интенсивное изнашивание режущего инструмента. Каждое из перечисленных явлений в той или иной мере отличается от аналогичных явлений при резании металлов, поэтому для оптимизации процессов обработки полимерных материалов необходимо по возможности вскрыть физическую сущность процесса их резания.

Анализ литературы об обработке полимерных материалов резанием позволил выделить основные особенности этого процесса:

1. Пластмассы обладают высокими упругими свойствами, что определяет особенности процесса резания. В первую очередь речь идет о больших фактических площадках контакта на задних поверхностях инструмента. Из-за высоких упругих характеристик обрабатываемого материала происходит упругое восстановление слоя обрабатываемого материала, лежащего над поверхностью резания. Это приводит к увеличенным площадкам контакта, и, как следствие этого, к повышенным значениям сил резания на задней поверхности, вследствие чего рекомендуется вести обработку острозаточенным инструментом с большими значениями переднего γ и заднего α углов лезвия;

2. Высокие упругие свойства материала определяют процесс разрушения материала, который носит хрупкий характер;

3. Вследствие низкого сопротивления полимерных материалов сжатию и срезу при их обработке резанием требуется относительно малая сила резания. Силы резания при обработке полимерных материалов значительно ниже, чем при