

Веровский А. В.
аспирант,
Левченко Э. П.
к.т.н., доц. каф. ММК,
Вишневский Д. А.
к.т.н., доц. каф. ММК,
Павлиненко О. И.
асс. каф. ПГМ
ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА С ПОМОЩЬЮ РАЗГОННО-УДАРНОЙ МЕЛЬНИЦЫ

В настоящее время для измельчения углеродосодержащих материалов для последующего их применения в качестве пылеугольного топлива, например, при вдувании в доменную печь наибольшее распространение получили барабанные, валковые, бегунковые, молотковые дробильно-измельчительные машины и мельницы вентиляторы [1].

В связи с тем, что процессы приготовления тонкодисперсных фракций требуют значительного количества энергии из-за многократности наложения разрушающей нагрузки на материал, то довольно большая часть ее не рационально затрачивается на второстепенные процессы, обусловленные особенностями конструкций и принципом работы измельчительных машин. Это приводит к не нужным последствиям в виде упругой деформации рабочих органов, излишних сил трения, перемешивания материала (пульпы) и другим явлениям, вызывающим излишний расход электроэнергии, который можно было бы сократить, частично или полностью устранив описанные побочные явления. Поэтому, разработка новых конструкций мельниц и способов разрушения материалов с точки зрения более полного перехода полезной энергии в работу разрушения является актуальным направлением, особенно в металлургической отрасли при экономии ресурсов и энергии для обеспечения работы доменных печей.

Одним из направлений повышения интенсификации измельчения углеродного топлива является применение мельниц-вентиляторов (рис. 1), например представляющих собой комбинацию молотковой дробилки с центробежным вентилятором, смонтированных на одном рабочем валу [2].

Предвключенная бильная часть как правило включает 3–4 ряда молотков, обеспечивающая повышение производительности около 10 %. Наличие вентиляторного эффекта обеспечивает разряжение на входе, что позволяет при использовании газовой сушки для подачи сушильного агента исключить дополнительные машины.

Однако, как известно, машины молоткового типа не всегда обеспечивают условия прямого (лобового) удара при диспергировании материалов [3]. В частности это вызвано неправильной геометрией отбойных плит, а также особенностями отклонения молотков на оси их подвеса от радиального положения в момент контакта крупными кусками сырья, особенно при высокой производительности.

В связи с этим разработана и создана конструкция разгонно-ударной мельницы [4], позволяющая гарантированно организовать эффективный прямой удар, при том, что необходимая степень измельчения угольного топлива обеспечивается высокой частотой вращения ротора и (или) многоступенчатостью компоновочной схемы машины.

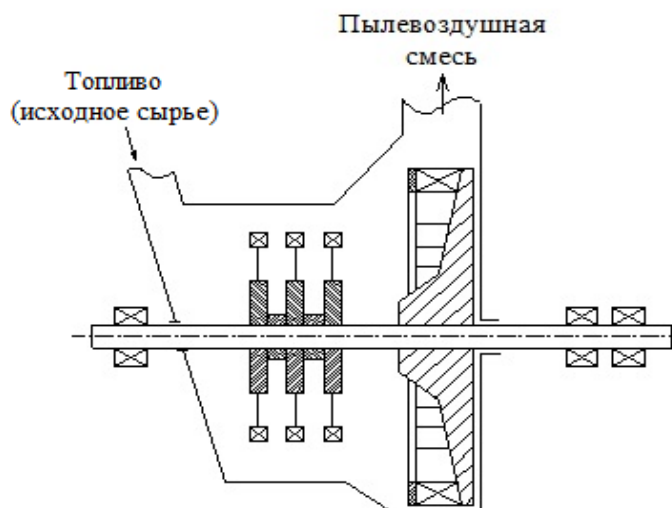


Рисунок 1 — Мельница-вентилятор

При рационально выбранной геометрии рабочих органов разгонно-ударной мельницы основным фактором, оказывающим преимущественное влияние на степень измельчения является абсолютная скорость вылета материала из ротора, определяемая формулой [5]

$$V_{abc} = \frac{\omega \cdot (L - f \cdot r_0)}{2 \cdot \sqrt{1 - f^2}} \cdot e^{\omega(\sqrt{1+f^2} - f)t}, \quad (1)$$

где ω — угловая скорость вращения ротора;

L — расстояние до основания перпендикуляра, опущенного из центра ротора на проекцию лопасти;

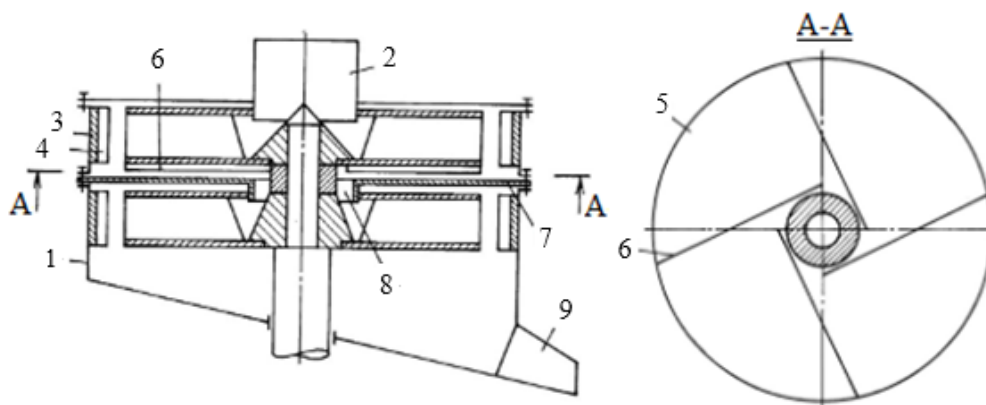
r_0 — длина перпендикуляра;

f — коэффициент трения;

t — время движения частицы по лопасти.

Согласно уравнению (1) оптимальный угол наклона лопасти составляет 25° , тогда абсолютная скорость вылета больше на 8–9 % [6]. Экспериментально установлено, что при одинаковой степени измельчения и производительности затраты энергии разгонно-ударной мельницы по сравнению с молотковой дробилкой в 2 раза меньше.

Конструктивное исполнение разгонно-ударной мельницы для получения пылеугольного топлива рационально выполнить по схеме (рис. 2), где в качестве зубчатой футеровки можно использовать, как наиболее дешевый вариант серийный прокат в виде равнополочного уголка, наваренного на отбойное кольцо. При необходимости повышения долговечности отбойных элементов может применяться сталь Гадфильда (110Г13Л), хорошо зарекомендовавшая себя при работе на ударных нагрузках ввиду образования наклепа, существенно повышающего долговечность. Однако, наиболее изнашиваемыми можно считать лопасти ротора, для которой сталь 110Г13Л не оправдана, так как в условиях повышенного трения подвергается быстрому износу, поэтому их конструкцию необходимо выполнять в виде быстро заменяемых пластин, а лучшие рабочие поверхности армировать более твердым материалом, например, твёрдым сплавом, хорошо работающим на износ.



1 — корпус; 2 — загрузочное устройство; 3 — отбойное кольцо; 4 — зубчатая футеровка; 5 — диск; 6 — лопасть; 7 — перегородка; 8 — отверстие; 9 — разгрузочное приспособление

Рисунок 2 — Разгонно-ударная мельница

Предлагаемое направление применения разгонно-ударных мельниц для приготовления пылеугольного топлива является альтернативным существующим технологиям его получения и требует дополнительных теоретических и экспериментальных исследований. В дальнейшей работе в этом направлении предполагается модернизация имеющейся конструкции экспериментального образца разгонно-ударной мельницы с последующей экспериментальной проверкой его работоспособности.

Библиографический список

1. Ульяницкий, В. Н. Анализ конструктивных особенностей и функциональных возможностей мельниц для приготовления пылеугольного топлива [Текст] / В. Н. Ульяницкий, А. М. Новохатский, П. А. Петров // Сб. науч. трудов ДонГТУ. — Алчевск : ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2018. — № 9 (52). — С. 105–114.
2. Волковинский, В. А. Мельницы-вентиляторы [Текст] / В. А. Волковинский, К. Ф. Роддатис, А. А. Харламов ; под общ. ред. проф. К. Ф. Роддатиса. — М. : Энергия, 1971. — 288 с.
3. Жильцов, А. П. Исследование и обоснование конструктивно-технологических параметров процесса измельчения агломерационных флюсов в молотковой дробилке [Текст] / А. П. Жильцов, Д. А. Власенко, Э. П. Левченко // Черные металлы. — 2019. — № 10 (1054). — С. 4–9.
4. Пат. № 2029618 Российская Федерация. МКИ В 02 С 13/14. Центробежная дробилка / А. Н. Онопченко, А. М. Зинченко, Э. П. Левченко, Р. М. Сухомлин ; заявитель и патентообладатель Левченко Эдуард Петрович. — №4882162/33 ; заявл. 16.11.90 ; опубл. 30.01.93, Бюл. № 6.
5. Елисеев, В. А. Исследование процесса измельчения зерна ударом : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / А. В. Елисеев. — М. : Моск. технол. ин-т пищевой промышленности, 1962. — 11 с.
6. Левченко, Э. П. Диспергирование материалов в разгонно-ударных дробильно-измельчительных машинах : монография / Э. П. Левченко, О. А. Левченко, А. М. Зинченко [и др.]. — Алчевск : ДонГТУ, 2016. — 225 с.