УДК 621.926.2

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРУЙНОЙ ПРОТИВОТОЧНОЙ МЕЛЬНИЦЫ ДЛЯ ТОНКОГО ПОМОЛА МАТЕРИАЛОВ

А. В. ЯКШИНА
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова
Белгород, Россия

Развитие порошковых технологий сопровождается постоянным ужесточением требований к дисперсности, однородности, чистоте и контролируемости гранулометрического состава материалов. Тонкодисперсные порошки широко используются при производстве керамики, цемента и строительных материалов, пигментов, катализаторов, фармацевтических субстанций, наполнителей, абразивов, композиционных материалов и электронных компонентов.

Один из перспективных видов оборудования для сверхтонкого измельчения – струйные мельницы. Они используют энергию сжатого газа для разгона частиц материала до высоких скоростей. Разрушение частиц происходит преимущественно вследствие их взаимных столкновений, а также столкновений с элементами рабочей камеры.

Практика эксплуатации струйных мельниц выявила преимущества мельниц с противоточной помольной камерой (рис. 1) [1].

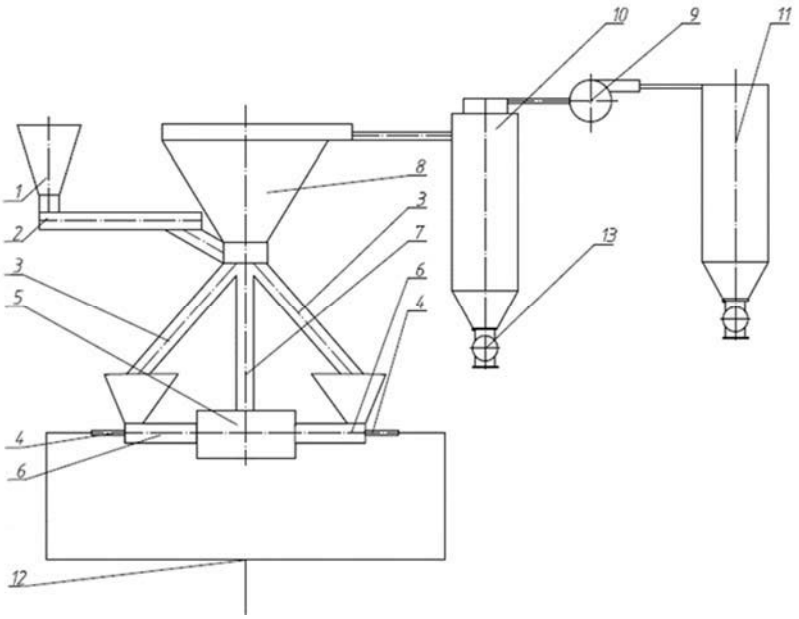

Рис. 1. Принципиальная схема противоточной струйной мельницы: *1* – бункер; *2* – питатель; *3* – течка; *4* – эжекторный узел; *5* – камера помола; *6* – сопло; *7* – патрубок пылеуноса; *8* – классификатор; *9* – вентилятор; *10* – циклон; *11* – пылеуловитель; *12* – коллектор; *13* – устройство разгрузочное

Исходное сырьё из приёмного бункера *1* с помощью питателя *2* направляется в течки *3*, откуда попадает в эжекторы *4*. В помольный блок сжатый воздух, выполняющий роль энергоносителя, подаётся по коллектору *12* через

пару сопел *6*, ориентированных навстречу друг другу. Газовые струи из этих сопел подхватывают частицы материала и, пропуская их через разгонные трубки, придают им необходимую скорость. В результате в помольной камере *5* формируются противоположно направленные потоки газовзвеси, которые сталкиваются, вызывая измельчение [2].

Полученный в результате помола продукт уносится по вертикальному стояку *7* в классификатор *8*, где разделяется на фракции. Регулируя скорость вращения ротора классификатора, можно получать нужные характеристики гранулометрического состава порошка.

Частицы крупных фракций, отделённые классификатором, по течкам возвращаются на повторное измельчение. Отходящий газ вместе с частицами нужного размера с помощью вентилятора *9* прокачивается через циклон *10* [2]. В циклоне улавливается большая часть готового продукта. Газовый поток, содержащий тонкодисперсную пыль, по воздухопроводу направляется в пылеуловитель *11*, где пыль улавливается, а очищенный воздух сбрасывается в атмосферу. После завершения цикла готовый порошок и сверхтонкую фракцию выгружают соответственно из циклона *10* и рукавного фильтра *11* через разгрузочное устройство *13*.

Эффективность струйной противоточной мельницы определяется совокупностью конструктивных и технологических факторов.

Основные из них: давление рабочего газа, скорость газовых струй, расход рабочего газа, геометрия и расположение сопел, форма и объём рабочей камеры, концентрация материала в газовом потоке, начальный размер частиц, физико-механические свойства материала и параметры классификации.

Так, повышение скорости газовой струи увеличит энергию столкновения частиц и тем самым повысит интенсивность разрушения. Однако для увеличения скорости нужно повысить давление газа, что в конечном итоге приведет к чрезмерному росту энергозатрат.

При чрезмерной концентрации частиц их скорость падает, а эффективность отдельных соударений снижается. Если загрузка недостаточна, часть энергии газового потока расходуется впустую. Следовательно, оптимальная конструкция мельницы должна обеспечивать баланс между высокой скоростью частиц, интенсивностью их взаимодействия и своевременным отводом готового продукта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Булгаков, С. Б.** Струйные мельницы: конструкции и расчет : монография / С. Б. Булгаков. – Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2020. – 86 с.

2. **Якшина, А. В.** Разработка струйной мельницы с разгрузкой в нижней части противоточной камеры помола : магистерская диссертация : 15.04.02 / Якшина Анна Васильевна ; БГТУ им. В. Г. Шухова. – Белгород, 2026. – 117 л.