

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ МАТЕРИАЛА В ВАЛКОВОЙ СРЕДНЕХОДНОЙ МЕЛЬНИЦЕ

Минск, Белорусский государственный технологический университет

В настоящее время основными агрегатами для помола в промышленности стройматериалов пока что остаются шаровые барабанные мельницы. Расход энергии в них на помол материалов очень высок и его снижение является весьма актуальной задачей. Поэтому необходим переход к принципиально новым конструкциям мельниц. Наиболее перспективными являются валковые, которые широко используются за рубежом.

Принцип действия валковой мельницы заключается в следующем: материал подается в центр вращающейся тарелки и под действием инерционных сил движется к ее периферии, где установлены размольные валки, которые измельчают материал путем раздавливания и истирания. Далее измельченный материал попадает в кольцевой зазор, образованный краем тарелки и корпусом мельницы, и потоком газа, подаваемого снизу, уносится в сепаратор, где происходит классификация материала на готовый продукт и крупный, который возвращается на домол.

Валковые мельницы характеризуются более низкими удельными энергозатратами по сравнению с шаровыми, малым износом размольных элементов, занимают меньше места на единицу мощности и требуют значительно меньших капиталовложений. Эти мельницы работают в замкнутом цикле с воздушным сепаратором, легко перестраиваются на требуемую тонкость помола и почти всегда используются в качестве помола сушильных комплексов с пневмотранспортом готового продукта [1].

Процесс помола в валковых мельницах изучен пока недостаточно, что сдерживает их практическое применение. На основе экспериментальных данных определены только некоторые технологические параметры и соотношения геометрических размеров. Рассмотрены также отдельные моменты движения материала по тарелке. Однако эти экспериментальные и теоретические работы не дают возможности провести комплексный расчет помольного агрегата и оптимизировать его параметры.

На кафедре машин и аппаратов химических и силикатных производств была спроектирована и смонтирована экспериментальная установка, включающая валковую мельницу, воздушный проходной сепаратор, центробежный вентилятор и приборы контроля. Первоначальные опыты показали, что качество помола удовлетворяет отдельным технологиям. Повышение качества помола возможно только при оптимизации конструктивных и технологических параметров мельницы. Одним из эффективных направлений оптимизации является математическое моделирование.

Нами была разработана математическая модель движения одиночной частицы материала по вращающейся тарелке мельницы [2]. Используя

лученную модель и исходя из условия гарантированного попадания частицы под валок, можно определить оптимальное количество валков и оптимальный диапазон частот вращения размольной тарелки. С помощью этой модели определяется также величина и направление полной скорости частицы на выходе с тарелки. После отрыва от тарелки частица попадает в кольцевой зазор и движется под действием силы тяжести и силы инерции. Одновременно она попадает в поле силы аэродинамического воздействия. Скорость и траектория движения частицы зависит от баланса этих сил. Для валковых мельниц принципиально важно обеспечить вынос твердых частиц вверх в зону сепарации. Газ в мельницу может подаваться в виде осевого или закрученного потока, причем закрученный предпочтительней, поскольку обеспечивает равномерное распределение газа по сечению мельницы и создает лучшие условия для загрузки материала. Поэтому движение частицы в кольцевом зазоре рассматривается под действием закрученного потока газа. Далее была разработана модель движения частицы в кольцевом зазоре мельницы (между краем тарелки и корпусом), на основе которой были получены численные значения тангенциальной, радиальной и осевой скоростей частицы при различных значениях текущего радиуса. Одновременно определена высота, на которую поднимется частица материала до соприкосновения со стенкой мельницы. По зависимости осевой скорости движения частицы в кольцевом зазоре от среднерасходной скорости газа для различных углов закрутки потока можно определить среднерасходную скорость газа, при которой частица может начать падать вниз под действием силы тяжести. Эти данные важны для определения условий, предотвращающих провал материала. Зная высоту, на которую поднимется частица до соприкосновения с внутренней стенкой мельницы и размер зазора можно определить направление движения частицы. Для эффективной сепарации частицы не должны попадать на стенку. Поэтому поток газа необходимо направить от периферии к центру под углом, большим угла падения частицы.

Полученные данные можно использовать для исследования поведения частицы материала в верхней части мельницы (перед классификатором).

Литература

1. Летин Л.А. Среднеходные и тихоходные мельницы/ Л.А. Летин, К.Ф. Роддатис.—М.: Энергоиздат, 1981.—360 с.
2. Францкевич В.С. Оптимизация движения материала по размольной тарелке среднеходной мельницы/ В.С. Францкевич, П.Е. Вайтешинц//Груды БГТУ. Серия III. Вып. IX. 2001. С. 109-113.