

ДЕЙСТВИЕ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА НА ЧАСТИЦЫ В ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕ ВСТРЕЧНОГО УДАРА

Ахлюстина Н.В.

Уральский государственный горный университет

Для тонкого измельчения твёрдых материалов используется большое количество аппаратов: истиратели, дезинтеграторы, дисмембраторы. Основой конструкции предлагаемого измельчителя встречного удара являются два двухрядных ротора. В измельчителе происходит разрушение материала ударом и срезанием о роторы, а сам измельчитель при работе создаёт поток воздуха, подобно центробежному вентилятору [1]. Наиболее близкой к рассматриваемому измельчителю является конструкция дезинтегратора [2].

Вращение ротора обеспечивается двигателем с высокой синхронной частотой, обычно не менее 3000 об/мин. Измельчённый материал выносится из зоны измельчения воздушным потоком, который создаёт ротор.

Каждый отдельно взятый ряд зубьев на роторе вместе с диском можно уподобить рабочему колесу своеобразного центробежного вентилятора, в котором ударные элементы выступают как лопатки. Воздух входит в радиальные каналы между элементами ряда со стороны внутреннего радиуса и выходит из них на внешнем радиусе, получив окружную составляющую скорости в направлении вращения ряда. Затем воздух попадает в каналы следующего ряда, вращающегося в противоположную сторону. Воздушный поток обеспечивает самоочистку внутренних поверхностей измельчителя. Большой интерес также представляет изучение влияния воздушного потока на гранулометрический состав продукта.

С увеличением угловой скорости ротора повышается энергия соударения частицы с ударным элементом. С другой стороны, возрастает (по теории турбомашин – по линейному закону) расход воздуха в проточной части, а следовательно, и вероятность безударного прохождения осколков через каналы внешних рядов ротора. Логично предположить, что для частиц размером 200 мкм и меньше эта вероятность уже достаточно велика. Кроме того, в условиях действия двух противоположных тенденций следует ожидать некоторой оптимальной частоты вращения ротора (для данной конструкции) по гранулометрическому составу продукта.

Скорость витания сферических частиц для диаметров 10, 20, 40, 100 и 400 мкм составляет соответственно по эксперименту 0,00306; 0,012; 0,048; 0,246 и 1,57 м/с, а рассчитанная по закону Стокса – 0,00306; 0,012; 0,05; 0,25 и 4,83 м/с.

Значения скорости витания рассчитаны по закону Стокса для частиц разных размеров плотностью 1000 кг/м³ в воздухе при температуре 20°C и давлении 100 кПа [3]. Возникает сомнение в справедливости экспериментальных результатов для частиц диаметром 400 мкм.

При установившемся движении частицы, когда она падает в спокойной среде, скорость витания может быть вычислена по формуле, предложенной Самсоновым В.Т. [4]: $v_B = 0,0556 \sqrt{g \cdot R} \cdot \sqrt{\frac{\rho_p}{\rho_a}}$, где ρ_p – плотность материала частицы, кг/м³; v_B – скорость витания частицы, м/с; g – ускорение силы тяжести, кг/м²; ρ_a – вязкость воздуха, кг·с/м². Поведение рудных частиц в поступательно движущемся воздушном потоке в обогащательных аппаратах изучено в работе [5].

Внутри измельчителя скорость потока воздуха будет складываться из скорости переносной и относительной $v_{абс} = v_{пер} + v_{отн}$, переносная скорость будет направлена по касательной к ротору радиусом R , а относительная скорость направлена радиально и зависит от производительности. При малой производительности абсолютная скорость будет определяться в основном переносной составляющей. Тогда $v_{абс} \approx \sqrt{v_{пер}^2 + v_{отн}^2}$; $v_{пер} = \omega \cdot R$;

Мелкие частицы материала выносятся из ударной зоны потоком воздуха, а крупные остаются в ней и подвергаются дальнейшему разрушению. Таким образом происходит зонная сепарация.

Из приведённой формулы следует, что при данной конкретной величине v_B из ударной зоны выносятся частицы диаметра тем большего, чем меньше их плотность, что отрицательно сказывается на тонине помола. Иначе говоря, аэродинамические качества ротора необходимо учитывать на стадии проектирования в соответствии с заданным гранулометрическим составом продукта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. □ Ахлюстина Н.В., Ляпцев С.А. Моделирование процесса загрузки в измельчителе с ротором встречного вращения. Известия вузов. Горный журнал.- 2007-№ 8.
2. □ Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. М., Химия, 1977, с.150.
3. □ Страус В. Промышленная очистка газов: Пер. с англ. – М., Химия, 1981. 616 с.
4. □ Самсонов В.Т. Универсальный циклон. – ресурсы интернет: http://sam-v1.narod.ru/Universal_C/Universal_Cw.htm.
5. □ Ляпцев С.А., Потапов В.Я. Математическое описание поведения рудных частиц в воздушном потоке разделительных аппаратов. Современные проблемы науки и образования.-2012,№1.