

РАСЧЕТ СРЫВА ВЛАГИ С ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ШАРООБРАЗНОЙ ЧАСТИЦЫ

При движении частицы в потоке газа характер её движения определяется большим количеством факторов воздействующих на эту частицу. В случае неравномерного распределения скоростей газового потока, твердой частице может быть сообщено вращательное движение. При вращении частицы, на пленку жидкости находящуюся на её поверхности действуют центробежные силы инерции. Эти силы стремятся сорвать пленку жидкости с поверхности частицы.

Нами рассмотрен случай, когда на поверхности сферической частицы радиусом r находится пленка жидкости толщиной δ . Частица с пленкой жидкости вращается относительно некоторой оси с угловой скоростью ω . Пленка жидкости, плотностью ρ , на поверхности частицы удерживается за счет сил поверхностного натяжения σ . Нами был рассмотрен элементарный объем этой пленки и действующие на его силы. Элементарный объем пленки жидкости был вырезан двумя конусами и двумя меридиональными сечениями. Вершины конусов расположены в центре масс шарообразной частицы. Рассмотрены силы, действующие на элементарный объем пленки жидкости и их проекции на ось направленную по радиусу сферы. В момент разрыва пленки проекция всех сил на упомянутую ось равна нулю. Просуммировав полученное выражение по всей поверхности частицы, получено выражение для расчета максимальной толщины пленки жидкости на поверхности вращающейся частицы:

$$\delta = \frac{4 \cdot \sigma}{\rho \cdot \omega^2 \cdot r^2}$$

Анализ зависимости позволяют сделать вывод, что в случае вращения частицы на срыв пленки жидкости с её поверхности, влияет много параметров: поверхностное натяжение жидкости, плотность жидкости, толщина пленки жидкости (количество жидкости), размер частицы и её угловая скорость вращения.

Если известна конкретная жидкость, которую необходимо удалить с поверхности частиц, получаем зависимость угловой скорости от размера частицы и количества влаги содержащейся на её поверхно-

сти. Следует помнить, что на поверхности конкретной частицы может находиться различное количество влаги, но не более некоторого максимального значения.

На первом этапе нами были выполнены расчеты для различных видов жидкости. Цель расчетов это определение скорости вращения шарообразной частицы обеспечивающей срыв конкретного вида влаги находящейся на её поверхности в зависимости от размера частиц. Для определенности принималось, что на поверхности частицы находится максимально возможное количество влаги. Результаты этих расчетов для воды, бензола и этанола приведены на рис. 1.

Для удобства восприятия результатов, угловые скорости вращения частиц на графиках представлены в виде частоты их вращения с размерностью обороты в минуту. Представленные графики показывают, что срыв влаги с поверхности вращающейся частицы возможен только при очень значительных скоростях вращения частицы.

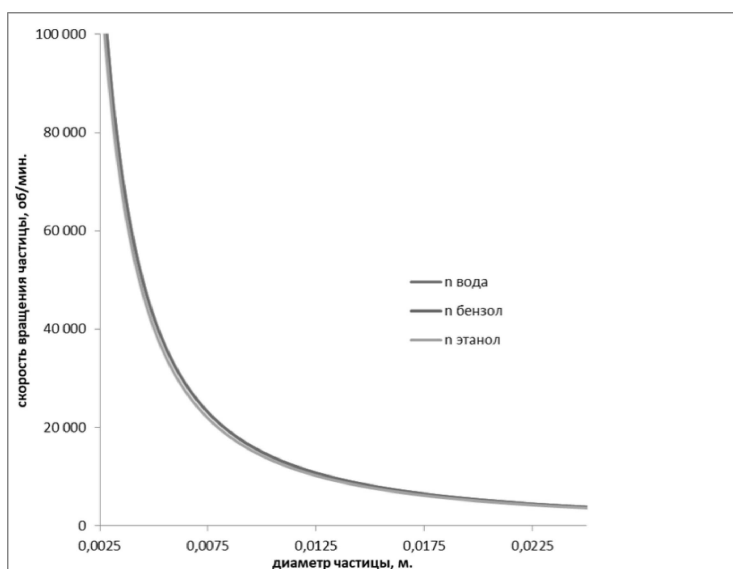


Рисунок 1 – Условия срыва пленки жидкости с поверхности вращающейся частицы в зависимости от вида влаги

Очевидно, что выполненные нами расчеты описывают идеализированную картину процесса срыва влаги. Частицы имеют правильную шарообразную форму, также в расчетах нет учета воздействия на пленку жидкости движущегося газового потока.

Реальные значения скоростей вращения частиц, при которых будет происходить срыв влаги с их поверхности, будут значительно ниже расчетных. При этом, выполненные расчеты позволяют сделать

ряд практических выводов. Срыв влаги с поверхности вращающейся частицы существенно зависит от размера частицы, и в меньшей степени от вида влаги находящейся на её поверхности.

Из литературных источников [1, 2] известно, что скорость вращения частиц движущихся в газовом потоке может достигать до ста тысяч оборотов в минуту.

Исходя из этого, можно утверждать, что удалять влагу с поверхности частиц за счет придания им высокой частоты вращения для частиц размером менее миллиметра нецелесообразно.

Нами также были выполнены расчеты по изучению того как влияет количество влаги находящейся на поверхности частицы на величину минимальной скорости вращения частицы при которой происходит срыв этой влаги. Результаты этих расчетов приведены на рис. 2.

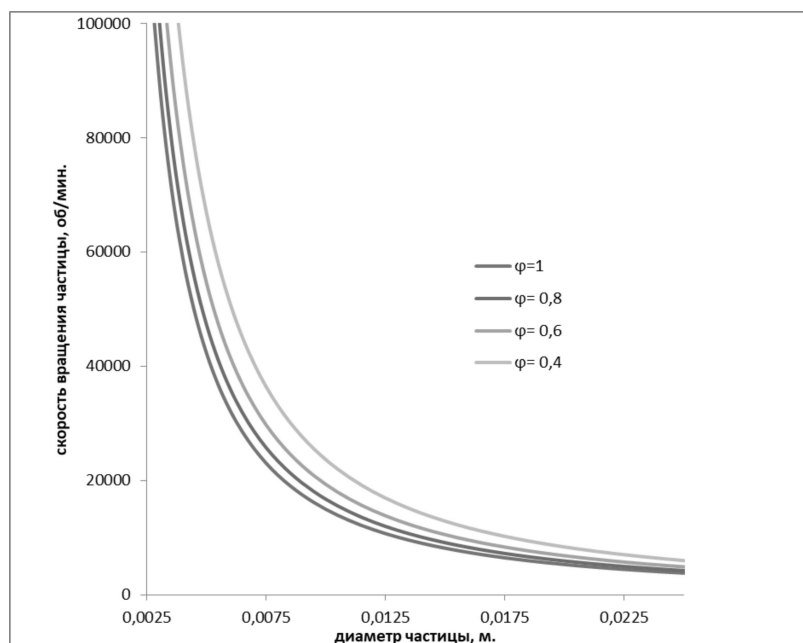


Рисунок 2 – Условия срыва пленки воды с поверхности вращающейся частицы в зависимости от количества воды находящейся на её поверхности

Расчеты подтверждают, что чем меньше влаги на поверхности вращающейся частицы, тем сложнее её сорвать.

В целом результаты расчетов указывают на то, что придание вращения влажным частицам, движущимся в газовом потоке, существенно не изменит условия срыва пленки влаги с их поверхности. Из графических зависимостей, представленных на рис.1 и рис. 2 видно,

что частицам размером менее 1 мм для срыва пленки жидкости необходимо придать частоту вращения порядка 100 000 об/мин.

Для более крупных частиц необходимы частоты вращения, исчисляемые тысячами оборотов в минуту.

Раскрутить частицы до таких высоких скоростей возможно только при создании в газовом потоке высокого градиента скоростей. Частицы приобрести высокие скорости вращения могут также и в результате касательных соударений между собой и со стенками аппарата. Для случаев ударных воздействий на частицы, не имеет значение, какую скорость вращения приобретают частицы в результате этих соударений.

В момент соударений частицы будут испытывать динамические напряжения, которые в соответствии с классическими представлениями «сопротивления материалов» [3] будут в разы превышать статические напряжения при сопоставимых условиях. Как следствие в момент удара с поверхности частиц будет сорвана пленка влаги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабуха, Г.Л., Шрайбер, А.А., Взаимодействие частиц полидисперсного материала в двухфазных потоках, Киев: Наукова думка, 1972, 175 с.
2. Дзядзио, А.М., Кермер, А.С. Пневматический транспорт на зерноперерабатывающих предприятиях, М.: Колос, 1964 – 324 с.
3. Беляев, Н.М. Сопротивление материалов, М.: Альянс, 2015. – 608 с.

УДК 66.074.51

С.У. Ганиева, соискатель;

Н.Ш. Худайбердиева, PhD, доц. (НавГМУ, г. Навои, Узбекистан);

Э.Э. Абдулахатов, магистр; Ш.Ш. Матчанов, магистр;

Х.С. Нурмухамедов, проф., д-р техн. наук (ТХТИ, г. Ташкент, Узбекистан)

ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ВИХРЕВОГО ЦИКЛОНА С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ПОДАЧЕЙ ФАЗ

В связи с ухудшающейся экологической обстановкой, проблема очистки промышленных газовых выбросов от газообразных и дисперсных примесей стала проблемой мирового масштаба. В 1997 году в рамках Конвенции ООН по изменению климата принят документ, соответствии с которым все развитые страны и страны с переходной