

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ СКОРОСТИ ГАЗОВОГО ПОТОКА НА СРЫВ ВЛАГИ С ПОВЕРХНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ

**Левданский И.А., Ковалева А.А., Глеумуратов А.А., Левданский А.Э.
УО Белорусский государственный технологический университет
г. Минск, Республика Беларусь**

Процесс сушки находит широкое применение в различных отраслях промышленного производства. В классическом понимании процесс сушки связан с изменением агрегатного состояния влаги путем перевода её из жидкого состояния в парообразное состояние. Изменение агрегатного состояния вещества всегда сопряжено с большими удельными энергозатратами. Как следствие во всем мире проводятся исследования по снижению удельных энергозатрат при сушке материалов. В промышленности стараются максимально использовать так называемую «механическую сушку». В частности стараются удалить максимальное количество влаги механическими методами, такими как фильтрование, центрифугирование и др.

Одним из перспективных методов удаления поверхностной влаги с частиц высушиваемого материала, является их обдув скоростным газовым потоком. При этом важным является создание минимальной скорости обдува частиц газовым потоком.

Минимальная скорость газового потока должна обеспечивать срыв пленки жидкости с поверхности твердых частиц. Для определения критической скорости газового потока, нами были рассмотрены силы, действующие на пленку жидкости находящейся на поверхности частицы обдуваемой газовым потоком. На пленку жидкости действуют: сила тяжести, сила трения, вызванная обтеканием её газовым потоком и сила поверхностного натяжения, предотвращающая разрыв пленки жидкости. Установлено, что на величину критической скорости газового потока существенное влияние оказывает взаимное направление векторов силы тяжести, действующей на пленку жидкости, и скорости газового потока. Очевидно, что сила тяжести всегда направлена вниз, а направление вектора скорости газового потока может быть любым. В случае восходящего газового потока силы трения будут преодолевать не только силы поверхностного натяжения, но и вес пленки жидкости срывающейся с частицы. В случае нисходящего газового потока вес пленки жидкости будет наоборот способствовать её срыву с поверхности частицы.

В обоих случаях для расчета силы тяжести пленки жидкости и поверхности контакта с обдувающим её газовым потоком, необходимо знать какое максимальное количество жидкости может находиться на поверхности частицы. Максимально возможное количество влаги на поверхности частицы было найдено нами для состояния покоя из условия статического равновесия сил тяжести пленки и поверхностного натяжения жидкости. Результаты наших расчетов показали, что максимальное количество влаги на поверхности частицы сильно зависит от размера частицы, плотности жидкости и величины её поверхностного натяжения. Впоследствии нами был выполнен пересчет полученных результатов в величину влажности сыпучего материала состоящего из монодисперсных частиц. Результаты этих расчетов показали, что поверхностная влажность частиц, диаметр которых превышает 20 мкм, зачастую не может превышать и нескольких процентов. В тоже время поверхностная влажность частиц, диаметр которых миллиметр и меньше может превышать и 80 процентов.

При механическом методе удаления поверхностной влаги, возможны различные варианты технической реализации этого процесса: обдув частицы нисходящим потоком газа, обдув частицы восходящим потоком газа, а также промежуточные варианты. При этом частицы влажного материала могут, как перемещаться вместе с газовым потоком, так и находиться в неподвижном состоянии (например, находиться на перфорированной поверхности пропускающей газ и влагу).

Нами были выполнены теоретические расчеты для обоих крайних случаев. При рассмотрении случая обдува частицы восходящим газовым потоком принималось условие, что на поверхности частицы содержится максимальное количество влаги, которую способны удержать силы поверхностного натяжения. Для случая обдува частиц нисходящим газовым потоком, расчеты проводились для разного количества поверхностной влаги. Количество этой влаги учитывалось величиной относительной доли к максимально возможному, количеству воды на поверхности частицы.

При расчете силы трения возникающей на границе раздела фаз газ-жидкость, вызванной обтеканием пленки поверхностной влаги газовым потоком была учтена деформация пленки жидкости под воздействием газового потока. Поверхностная влага будет вытягиваться в виде цилиндра в направлении скорости газового потока. Диаметр цилиндра будет сопоставим с диаметром частицы. Завершаться данная форма капли будет полусферической поверхностью, так как жидкость всегда стремится к минимальной поверхности границы раздела фаз. Величина силы трения значительно зависит от скорости газового потока. При обтекании тела газовым потоком всегда наблюдается неравномерность поля распределения скоростей движущейся среды вокруг обтекаемого тела. Данными исследованиями занимались многие именитые ученые Г. Стокс, Л. Прандтль и др. В наших расчетах использовалось полученное ими уравнение описывающее распределение скоростей среды обтекающей сферу. Нами также были проанализированы зависимости для расчета силы трения, имеющиеся в различных литературных источниках.

Выполненные расчеты показали целесообразность разработки аппаратов удаления поверхностной влаги, в которых используется нисходящий газовый поток, и не перспективность разработки аппаратов с восходящим газовым потоком. В случае восходящего потока газу для удаления поверхностной влаги необходимо придать скорость, как минимум, в десятки метров в секунду, что приводит к значительным энергетическим затратам. При этом следует учитывать, что речь идет не столько о скорости газового потока, сколько о разности скоростей газового потока и влажных частиц в нем. Выполненные нами теоретические и экспериментальные исследования позволили создать на уровне изобретений ряд конструкций аппаратов для удаления поверхностной влаги [1, 2].

Список использованных источников

1. Способ удаления влаги с поверхности частиц крупнозернистого материала [Текст]: пат. 20508 Респ. Беларусь, МПК В01D12/00 / Левданский Э.И., Левданский И.А.; заявитель и патентообладатель: УО «Белорусский гос. техн. ун-т». заявл. 15.02.2013; опубл. 30.10.2016. – 4 с.

2. Устройство для сушки сыпучего материала [Текст]: заявка 20210147 Респ. Беларусь: МПК F26B 7/00 / Левданский И.А., Ковалева А.А., Нестерова С.В., Левданский А.Э.; заявитель УО «Белорусский гос. техн. ун-т»; заявл. 2021.05.17; опубл. 2023.01.12, приоритет 2021.05.17. – 1 с.