

Технические науки, проблемы химических технологий
зависимость коэффициента теплоотдачи при измельчении комкованных материалов в турболопастном аппарате

Абдуллаев А.Ш., Закирова Н.С., Мавлонов Э.Т., Нурмухамедов Х.С.

Ташкентский химико-технологический институт,

Ташкентский государственный технический университет

Одной из важнейших операций, которую всё больше применяют в различных областях производственной деятельности человека - это измельчение сыпучих материалов.

Существующие способы получения пищевых порошков являются громоздкими в аппаратном оформлении, энергоёмкими, продолжительными во времени, поэтому проблема создания новых высокоэффективных технологий переработки растительного сырья является актуальной задачей.

В современных условиях внедрение энергосберегающих технологий является одним из важных направлений повышения эффективности производства и ведения оптимальных технологических процессов. Одним из самых энергоёмких процессов на многих предприятиях является сушка, т.е. тепловая обработка с целью удаления излишней влаги и связанные с ней энергетические затраты. В частности, продолжительность сушки растительного сырья, являющегося наиболее ярким представителем термолабильных капиллярно-пористых материалов, занимает до нескольких часов в зависимости от свойств перерабатываемого объекта, что обусловлено невозможностью повышения температуры процесса, приводящий к снижению качества продукта.

Значительно сократить продолжительность процесса, а значит, и снизить его себестоимость, позволяет проведение измельчения и охлаждения в одном аппарате для увеличения поверхности теплообмена [1].

Эффективный коэффициент теплообмена растёт с увеличением размера и объёмного веса частиц. Интенсивность теплообмена в псевдооживленном слое настолько высока, что при среднем размере частиц, равном 3 мм, газы охлаждаются практически до температуры материала уже при толщине слоя, соответствующей нагрузке 80 кг на 1 м² поверхности решетки [2]. Кеттенринг с сотрудниками провели исследования тепло- и массообмена в псевдооживленном слое более мелких частиц. Они изучали перенос вещества одновременно с переносом тепла в процессе испарения воды из влажных частиц неправильной формы окиси алюминия и силикагеля [3]. Скорость фильтрации регулировалась в пределах $Re=9-55$. При этом температура газа измерялась непосредственно под решеткой, а температура слоя на разных высотах с помощью термометров. Для расчета интенсивности теплообмена путем обобщения опытных данных авторами выведена критериальная формула в виде функции $Nu=f(Re)$.

По мнению многих исследователей, данные по коэффициенту теплоотдачи полученные в работе несколько завышены ввиду того, что температура материала не могла в действительности превысить температуру адиабатического насыщения. На самом деле измеренная равновесная температура на 5-10°C превышала температуру адиабатического насыщения воздуха, входившего в слой.

Резник и Уайт изучали скорость частиц нафталина при псевдооживлении их широких фракций воздухом, водородом и углекислотой [3,4]. Диаметр слоя составлял 22-24 мм, а начальная высота варьировалась от 13 до 25 мм. Процесс испарения протекал практически в изотермических условиях. Расчетная поверхность частиц в псевдооживленном слое определялась ненадежным

способом – по потерям напора в неподвижном слое. Этот способ неточен из-за тенденции частиц нафталина к образованию комков и каналов.

Коэффициент теплоотдачи в псевдооживленном слое зернистых частиц зависит от скорости газа через слой материала. Причем, до определенного предела с ростом скорости газа коэффициент теплоотдачи возрастает, и, после достижения максимального значения,

наблюдается уменьшение его численных значений. Очевидно, что наиболее эффективная работа теплообменных устройств может быть достигнута при максимальных значениях коэффициента теплоотдачи.

Для определения основных закономерностей при измельчении окомкованных материалов после сушки, изготовлена установка турболопастного типа. Число вращения рабочего вала варьировалось в пределах $n=240-2200$ об/мин. Эквивалентный диаметр окомкованных кусков изменялся от 30 до 80 мм.

Рис. 1. Влияние числа Архимеда Ar на интенсивность теплообмена Nu

при измельчении окомкованных материалов в турболопастном аппарате.

◆ - $n=240$ об/мин; ■ - $n=760$ об/мин; ▲ - $n=1440$ об/мин; ● - $n=2200$ об/мин.

Естественно, что с ростом числа оборотов рабочего вала увеличивается степень измельчения сухого порока при прочих равных условиях, которое ведет к непосредственному ускорению процесса охлаждения измельченной частицы. Так, при числе оборотов $n=240$ об/мин и значении $Ar=75000$ интенсивность теплообмена $Nu=12,87$. Если уменьшить размер частиц до $Ar=6000$, то величина $Nu=4,9$, т.е. при уменьшении размера частицы значение интенсивности теплообмена возрастает в 3 раза. При увеличении числа оборотов до $n=1440$ об/мин и значении $Ar=75000$ интенсивность теплообмена равна $Nu=17,6$, при уменьшении частиц до $Ar=6000$ показатель составит $Nu=6,56$, т.е. процесс охлаждения при измельчении сухих конгломератов порока увеличится в 2,9 раза, а в сравнении с числом оборота вращения рабочего вала $n=240$ об/мин более чем в 1,5 раза. В том случае, когда процесс измельчения протекает в установке с числом вращения рабочего вала $n=2200$ об/мин и значении $Ar=75000$ интенсивность теплообмена $Nu=23,6$ а при $Ar=6000$ показатель $Nu=7,8$, т.е. теплоотдача увеличится в 3 с лишним раза.

Литература

1. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov H.S., Zokirov S.G. Kimyoviytexnologiyaasosiyjarayonvaqurilmalari. – Toshkent, Fanvatexnologiyalar, 2015. – 848 b.
2. Айнштейн В.Г., Гордонов Б.С. Псевдооживление / под ред. А.П.Баскакова. - М.: Химия, 1991. – 400 с.
3. Забродский С.С. Гидродинамика и теплообмен в псевдооживленном слое. – М.-Л.: Энергоиздат, 1983. – 488 с.
4. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы