

ТЕПЛО- МАССОПЕРЕНОС ПРИ СУШКЕ НА ОДИНОЧНОЙ ЧАСТИЦЕ ИНЕРТНОГО НОСИТЕЛЯ

Качество получаемых полупродуктов и красителей сильно зависит от способа и режима сушки. Выбор метода сушки для полупродуктов органических красителей, имеющих пастообразную структуру и термолабильные свойства, затруднен. При большой длительности сушки даже при относительно низкой температуре такие материалы изменяют свой химический состав. В работе для сушки паст полупродуктов были предварительно изучены: кондуктивный метод сушки в вакуум-гребковой сушилке (ВГС) и конвективный метод сушки в вальце – ленточной сушилке (СВЛ). В ходе экспериментов на модели ВГС была выявлена склонность паст к гранулообразованию, что значительно снижает скорость процесса сушки. Квазиравновесное состояние достигается при содержании влаги в ядре гранулы 10...15 %, в то время как в соответствии с техническими условиями эта влажность должна быть 0,7...1 %.

Аналогично проходит процесс сушки на СВЛ, где агломераты призматической формы формируются на валке. Достижимая конечная влажность продукта на СВЛ 5...6 %.

Поэтому сушку полупродуктов необходимо вести за малое время и в тонком слое при температуре, не превышающей 90 °С. Реализовать эти условия можно в сушилке кипящего слоя с подачей материала на поверхность инертных тел. При этом малое время сушки и температурного воздействия существенно повышает качество продукта.

На скорость проведения процесса сушки материала в кипящем слое инертных тел наряду с макропроцессами большое влияние оказывают процессы, происходящие на отдельной частице инерта. В связи с этим в настоящей работе проведены исследования процессов, происходящих на одиночной частице и предлагается простая модель кинетики сушки, приемлемая для расчета промышленных сушилок.

Предлагается исследование кинетики процесса сушки проводить на сферической частице, выполненной из керамического материала. Схема измерительной ячейки включает в себя: физическую модель одиночной частицы, на поверхности которой находится слой высушиваемого материала, датчики влажности и температуры. Датчики влажности и температуры малогабаритны, обладают хорошей чувствительностью, обеспечивают воспроизводимость результатов измерения, имеют низкую погрешность измерений.

Для экспериментального исследования кинетики процесса сушки полупродуктов органических красителей на физической модели одиночной частицы инертного тела была разработана экспериментальная установка, снабженная средствами автоматического контроля и регистрации технологических параметров процесса сушки. Разработана методика проведения эксперимента и обработки полученных результатов. Анализ и обработка экспериментальных кинетических кривых позволили получить графические зависимости коэффициента массоотдачи при сушке.

Сушка на поверхности инертного тела сопровождается двумя последовательно протекающими процессами носителя удаление влаги и скол продукта с частицы инертного. При этом момент скола высушенного продукта определяет время его пребывания в зоне слоя. Исследование процесса скола высушенного материала осуществлялось на разработанной установке. Результаты представлены в виде графических зависимостей массы материала, сколотого с поверхности одной частицы инертного тела во времени. Их анализ позволяет сделать вывод, что механизм процесса скалывания высушенного продукта с поверхности инертного носителя начинается проявляться при достижении некоторого критического значения влажности материала. Время начала скола определяется технологическим параметрами процесса сушки и колеблется для различных материалов от 5 до 17 мин. Коэффициент скола m_s , (кг/м³·с), рассчитывался по количеству материала (Δm_s), сколовшегося с поверхности (S_{eng}) частицы инертного тела за время (t) при толщине оболочки (h_{eng}):

$$m_s = \frac{\Delta m_s}{S_{eng} h_{eng} t}.$$

Анализ полученных результатов показывает, что характер изменения коэффициента скола в исследованном диапазоне изменения размеров и условий аналогичен поведению коэффициента влагосъема при сушке.

На основании составленных уравнений материального и теплового балансов сушилки с кипящим слоем инертных тел и изучения кинетики тепломассообменных процессов на одной частице инертного тела разработана математическая модель процесса сушки.

Проверка адекватности математической модели осуществлялась на двух уровнях: 1 – по кинетике тепломассопереноса на одиночной частице инерта; 2 – по параметрам высушиваемого материала и отработанного воздуха на выходе из промышленной сушилки.

Из анализа результатов изучения процесса сушки на одиночной частице можно сделать вывод, что расхождение между расчетными кинетическими кривыми и экспериментальными не превышало 7,5 %.

Промышленная апробация процесса сушки на инертных телах пастообразного материала производилась на установке СИН – 6 конструкции НИИХиммаша. Результаты расчета и промышленных измерений позволяют сделать вывод, что погрешность между расчетными и экспериментальными значениями составила 8,5 %.

Кафедра «Химические технологии органических веществ»

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, проф. А.И. Леонтьевой и канд. хим. наук, проф. Н.П. Утробина.