

## **СЕКЦИЯ 6 «ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»**

УДК 66.047; 621.928

### **ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОЦЕССА СУШКИ И КЛАССИФИКАЦИИ ПИЩЕВОГО ПОРОШКА В РОТОРНОМ АППАРАТЕ**

**Киркор М.А., Бондарев Р.А., Никитин И.Н.**  
**Могилевский государственный университет продовольствия**  
**г. Могилев, Беларусь**

Классификация и сушка пищевых порошков растительного происхождения являются весьма сложными и достаточно энергоемкими процессами. Традиционно данные процессы проводят в отдельных аппаратах, установленных в пределах технологической линии. Накопленный опыт в изучении конструкций теплового и механического оборудования, применяемого при производстве пищевых порошков, позволил выдвинуть гипотезу, согласно которой комбинирование процесса сушки и классификации в одном аппарате представляется возможным. Основа научной идеи состоит в том, что при подаче в корпус роторного классификатора вместо транспортирующего воздуха сушильного агента активизирует отвод части влаги от продукта, а процесс сортировки по размеру будет сопряжен с процессом сушки. Стоит отметить, что в силу малого времени пребывания частиц в классификаторе, сушка с начального до конечного значения влажности порошка согласно технологическим требованиям практически невозможна. Для описанного комбинированного процесса наиболее подходящим является термин досушка. Досушка продукта в камере роторного классификатора позволит с одной стороны частично разгрузить основные сушильные аппараты в пределах линии получения порошков, а с другой стороны создать более благоприятные условия для процесса разделения частиц.

Целью данного исследования является изучение комбинированного процесса сушки и классификации пищевого растительного сырья при производстве натуральных добавок заданного размера частиц и регламентированной влажности. В частности было определено влияние процесса досушки в роторном аппарате на гранулометрический состав готового продукта.

Для изучения комбинированного процесса был составлен план экспериментальных исследований. В качестве входных факторов была выбрана частота вращения ротора классификатора ( $n$ , об/с) и температура сушильного агента, подаваемого в рабочую камеру аппарата ( $t$ , °C). Серии опытов производились при оптимальном объемном расходе сушильного агента и постоянной концентрации твердой порошка, подаваемого в аппарат [1,2]. Результаты экспериментов представляли собой навески отделенного порошка, которые в дальнейшем подвергались гранулометрическому анализу. В ходе анализа определялся средний размер частиц ( $d_{50}$ , мкм) в навеске. Обработка опытных данных позволила установить зависимость, представленную на рисунке 1 а. Анализ графической зависимости, показал, что с увеличением температуры сушильного агента средний размер частиц порошка снижается. Данная тенденция вызвана активизацией отвода влаги от частиц порошка с увеличением температуры сушильного агента. Снижение содержания влаги в порошке в свою очередь создает благоприятные условия для проведения процесса классификации за счет уменьшения адгезии между разделяемыми частицами. Стоит отметить, что температура сушильного агента может быть ограничена технологическими требованиями, предъявляемыми к пищевому порошку.

Изменение частоты вращения ротора оказывает нелинейное влияние на средний размер отделенных частиц. При низких частотах вращения наблюдается повышение среднего размера разделения во всем интервале температур сушильного агента. Данный факт связан с преобладанием сил вязкого трения воздушной среды над инерционной составляющей центростремительного ускорения, что приводит к проскоку грубой фракции в целевой продукт. Из рисунка 1а видно, что существует оптимальный интервал частот вращения от 24 до 29 об/с, в котором средний размер разделения достигает наименьшего значения. Далее с увеличением частоты вращения ротора средний размер разделения вновь возрастает, что связано с турбулизацией воздушного потока в межлопаточных каналах ротора, и как следствие нарушение стабильных условий проведения процесса.

Полученные данные были обработаны и преобразованы с использованием критериев подобия Фруда и безразмерной температуры в результате чего была получена новая зависимость, представленная на рисунке 1б и описываемая уравнением (1).

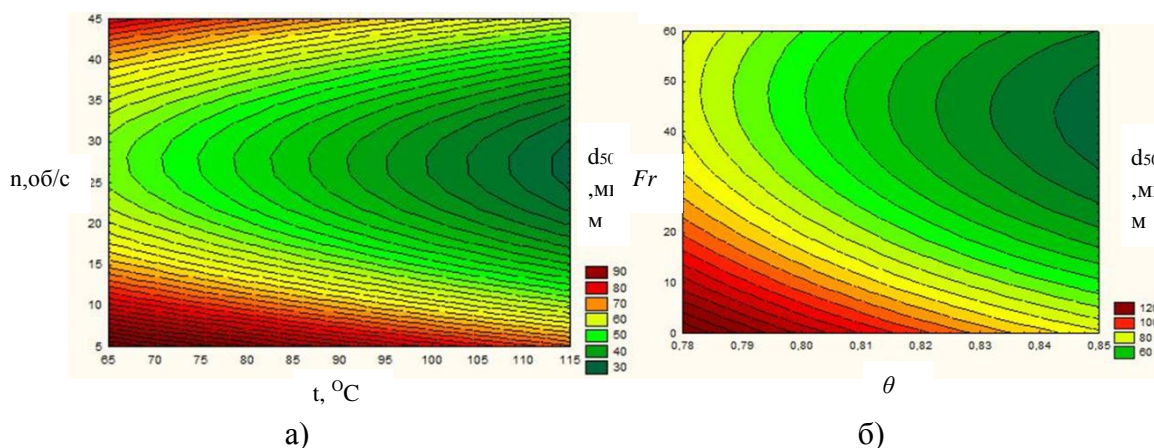


Рисунок 1 – Зависимость среднего размера частиц порошка от частоты вращения ротора и температуры сушильного агента

Уравнение (1) может быть использовано для прогнозирования гранулометрического состава порошка при моделировании комбинированного процесса сушки и разделения в роторных аппаратах. Оно связывает в себе качественные показатели готового продукта с технологическими параметрами комбинированного аппарата и свойствами сушильного агента.

$$d_{50} = 3,01 \cdot 10^3 - 6,49 \cdot 10^3 \theta - 4,65 Fr + 3,56 \cdot 10^3 \theta^2 + 21,3 \cdot 10^{-3} Fr \quad (1)$$

где  $Fr$  – критерий Фруда;  
 $\theta$  – безразмерная температура.

#### Литература

1. Киркор, М.А. Определение оптимальных параметров работы механического оборудования при производстве биоэтанола / М.А. Киркор [и др.] // Энергоэффективность. – 2015. – № 3. – С. 24 – 25.
2. Бабуха, Г.Л. Взаимодействие частиц полидисперсного материала в двухфазных потоках / Г.Л. Бабуха, А.А. Шрайбер. – Киев: Наук. думка, 1969. – 218 с.