

КИНЕТИКА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ИЗ ШЛАМА КОФЕ ПРИ МИКРОВОЛНОВОМ ПОДВОДЕ ЭНЕРГИИ

Терзиев С.Г., канд. техн. наук, ассистент, Макневская Т.Л., канд. техн. наук,
Ружицкая Н.В., канд. техн. наук, ассистент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Анализируются проблемы полного использования сырья при производстве растворимого кофе. Рассматриваются недостатки традиционных технологий. Показаны перспективы микроволновых технологий экстрагирования. Приведены результаты экспериментального моделирования процесса экстрагирования из кофейного шлама при микроволновом подводе энергии.

The problems of full using raw material in instant coffee production are analyzed. Disadvantages of traditional technologies are considered. The prospects of extraction microwave technologies are shown. The results of experimental modeling of extraction from coffee sludge process with microwave energy supply are given.

Ключевые слова: экстрагирование, кофейный шлам, кинетика массопереноса, микроволновые технологии.

Введение. Традиционные технологии экстрагирования при производстве растворимого кофе характеризуются серьезными научно-техническими противоречиями. С одной стороны, с целью повышения выхода целевых компонентов, температура процесса повышается до 170...180 °С [1]. Однако это требует высоких давлений в аппарате. В этой связи исключаются традиционные методы интенсификации процесса экстрагирования: перемешивание, движение экстрагента и т.п. Кроме того, повышенные температуры в процессе неблагоприятно сказывается на качественных показателях продукта. Отходы после экстрагирования – кофейный шлам, создают определенные экологические проблемы. При этом, в шламе остается до 4 % полноценных водорастворимых компонентов, извлечь которые традиционными методами не удается. Поэтому, актуальными являются создание ресурсоэффективных аппаратов для более глубокого извлечения целевых компонентов из кофейного сырья.

В работе поставлена задача совершенствования конструкций и режимов работы экстракционного оборудования. Техническая идея работы заключается в привлечении микроволновых технологий, возможности которых определились при экстрагировании из различных пищевых систем [2-4].

Общая характеристика экспериментальное моделирование процессов экстрагирования в микроволновом поле. Сырьем для проведения экспериментальных исследований использовался кофейный шлам (зерна кофе сортов арабика и робуста), вторичное сырьё производства растворимого кофе на ПАО «Енни Фудз», в качестве экстрагента – вода. Фракция исходного сырья имела размер частиц в диапазоне $0,5 \cdot 10^{-3} \dots 1,5 \cdot 10^{-3}$ м

Основная часть опытов была направлена на изучение кинетики дополнительного экстрагирования из шлама. Исследования влияния режимных параметров на интенсивность массопереноса проводились в дискретном режиме, то есть исследуемый кофейный продукт был загружен в блок кассет, расположенных по высоте одной камеры, находился неподвижно относительно ее стенок.

Задачами экспериментальных исследований кинетики комбинированных процессов экстрагирования из кофейного шлама являлось определение влияния режимных параметров на интенсивность массопереноса. Исследовалось влияние следующих факторов:

- температуры и интенсивности энергоподвода;
- высоты обрабатываемого слоя продукта;
- скорости потока экстрагента.

Опыты проводились в широком диапазоне параметров (табл. 1).

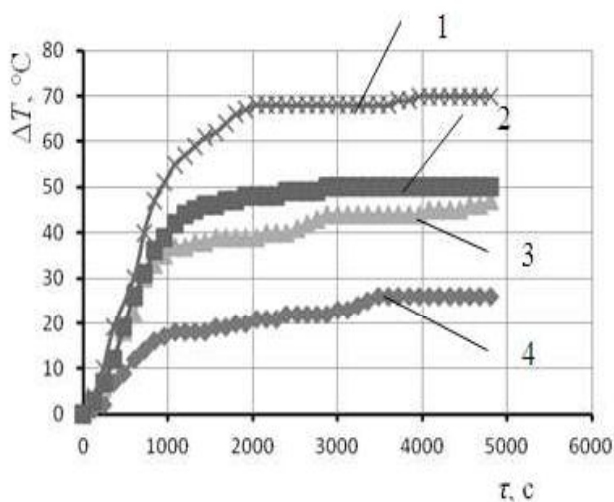
Таблица 1 – Диапазон экспериментального моделирования

Масса шлама в 1 кассете $G_{ш}$, кг	Толщина слоя $\delta \cdot 10^3$, м	Расход экстрагента $V \cdot 10^6$, м ³ /с	Температура t , °С	Микроволновая мощность N , Вт/кг
0,12...0,34	8...27	1...3	30...70	270...900

Методика проведения опытов. В процессе экстрагирования в микроволновом поле параметр температуры связан с мощностью излучения и с расходом экстрагента. Рост мощности излучения приводит

не только к повышению растворимости компонентов в воде (как и в традиционных технологиях), но является причиной возникновения специфических гидродинамических потоков из капилляров и межклеточной структуры сырья [2-4]. Результирующее действие этих потоков в исследованиях учитывалось эффективным коэффициентом массоотдачи (β). Движущей силой процесса считалась степень истощения твердой фазы (C). Текущие концентрации твердой фазы рассчитывались из балансовых уравнений, в соответствии с повышением концентрации раствора. Следовательно, в опытах необходимо измерять: мощность излучения, расход экстрагента, количество экстракта и концентрацию в нем сухих веществ. Последние измерялись с помощью фотокалориметра (предварительно оттарированного на кофе) и специального цифрового измерителя концентрации кофепродуктов. В основе анализа использовались кинетические кривые концентраций раствора в зависимости от исследуемых факторов.

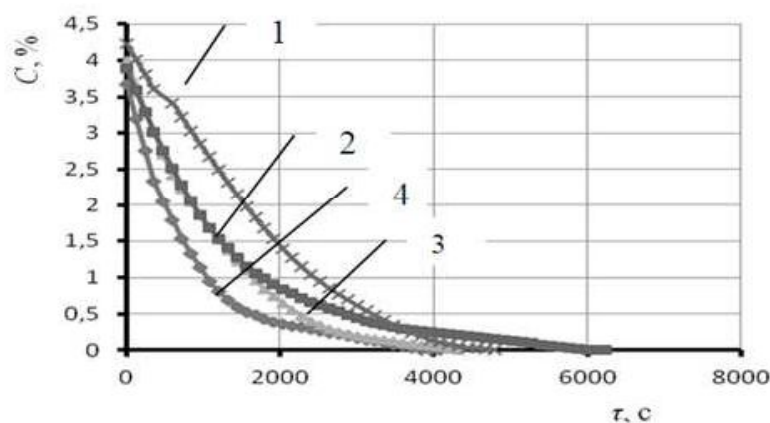
Результаты экспериментального моделирования. Для согласования энергетических и расходных характеристик установки необходимо понимать зависимость между мощностью излучения, количеством экстрагента и временем обработки. Такая зависимость приведена на рис. 1.



удельная мощность СВ поля N [Вт/кг]: 1 – 900, 2 – 630, 3 – 450, 4 – 270

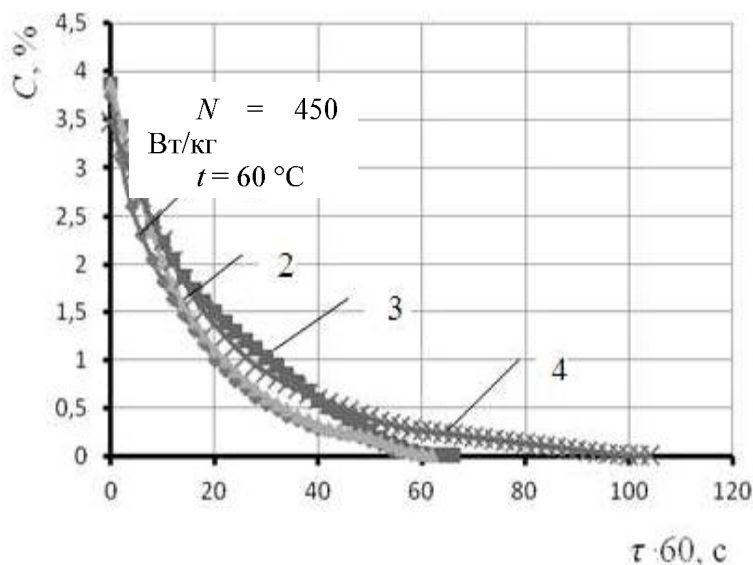
Рис. 1 – Влияние мощности СВ поля на температуру экстрагента

Следующим этапом исследований было определения степени влияния отдельных факторов на кинетику экстрагирования из шлама. Такие опыты проведены во всем диапазоне анализируемых параметров (табл. 1). Некоторые результаты представлены на рис. 2 – 4.



удельная СВ-мощность N [Вт/кг]: 1 – 270; 2 – 450; 3 – 630; 4 – 900

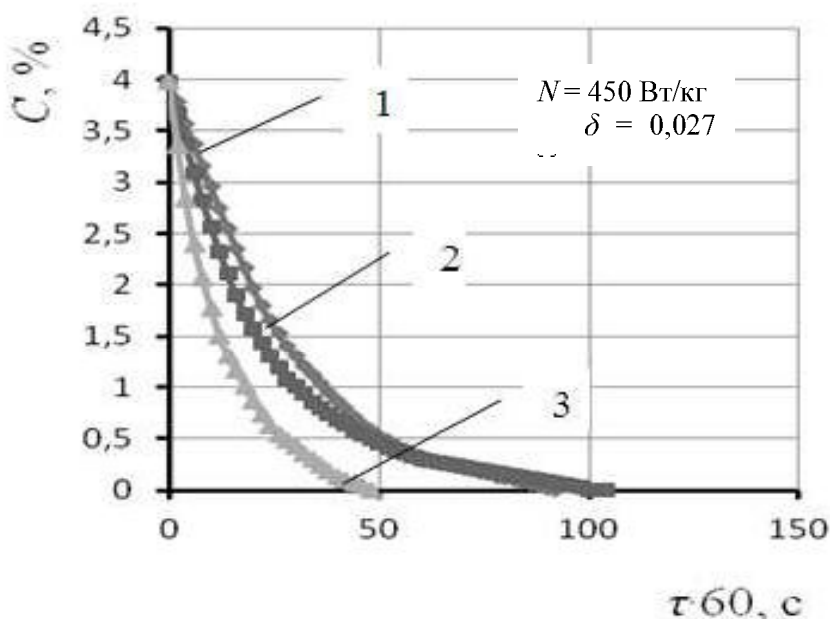
Рис. 2 – Влияние характера энергоподвода на процесс массопереноса из кофейного шлама



(толщина слоя продукта δ [м]: 1 – 0,008; 2 – 0,014; 3 – 0,020; 4 – 0,027)

Рис. 3 – Влияние высоты обрабатываемого слоя продукта на интенсивность процесса экстрагирования в МВ-поле

Масса шлама в 1 кассете составляла, соответственно, для линий: 1 – 0,12 кг; 2 – 0,18 кг; 3 – 0,25 кг; 4 – 0,34 кг.



(объемный расход экстрагента V [м³/с]: 1 – $1 \cdot 10^{-6}$; 2 – $2 \cdot 10^{-6}$; 3 – $3 \cdot 10^{-6}$)

Рис. 4 – Влияние расхода экстрагента на процесс экстрагирования из кофейного шлама

Обработка результатов опытов и их анализ. Во всех сериях опытов изучалось совместное влияние отдельных параметров на основной кинетический параметр – коэффициент массоотдачи (β). Для всех опытов строились графические зависимости коэффициента массоотдачи от сочетания анализируемых факторов. Типичный вид таких зависимостей приведен на рис. 5.

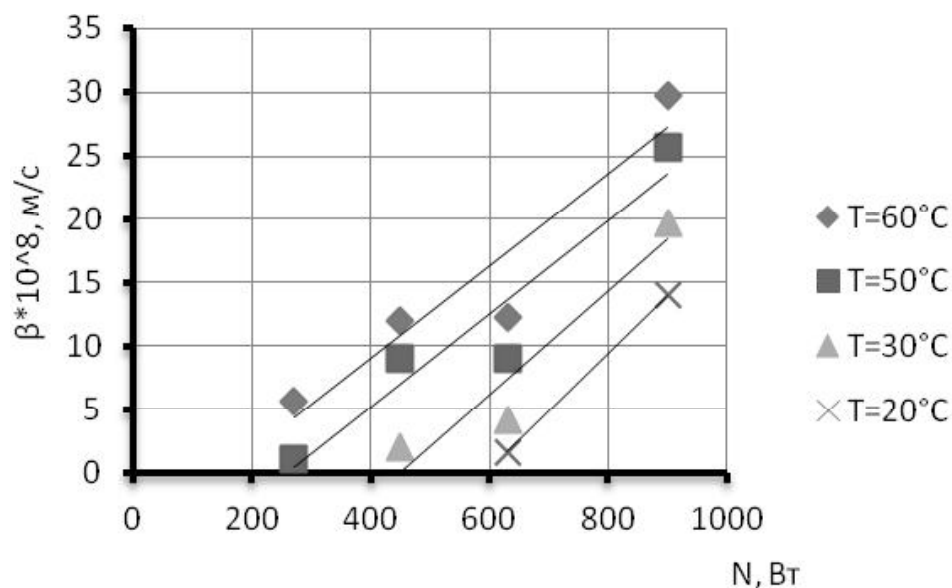


Рис. 5 – Влияние характера энергоподвода на величину коэффициента массоотдачи

По серии опытов сделаны следующие выводы:

— повышение мощности МВ энергии в 3 раза увеличивает выход экстрактивных веществ из кофейного шлама более чем в 2 раза, уменьшает продолжительность процесса экстрагирования на 33 % и энергоёмкость процесса производства экстрактов кофе на 53 % из кофейного сырья;

— с уменьшением толщины слоя обрабатываемого продукта с 27 до 8 мм, уменьшается время экстрагирования из кофейного шлама в 2,5 раза;

— увеличение объёмного расхода экстрагента в 3 раза сокращается время экстрагирования в 2 раза.

Выводы. Микроволновой способ подвода энергии при экстрагировании является мощным фактором интенсификации массопереноса. Применение МВ-поля в конструкциях экстракторов способно на порядок повышать значения коэффициента массоотдачи, в разы сокращать продолжительность процесса.

Литература

1. Нахмедов Ф.Г. Технология кофепродуктов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 184 с.
2. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М. Экстрагирование в системе «кофе- вода». – Одесса, 2007. – 176 с.
3. Бурдо О.Г., Пищевые нанозерготехнологии. – Херсон, 2013. – 294 с.

УДК 664.8.047.014

ТЕПЛОМАСООБМІННІ ПРОЦЕСИ ПРИ СУШІННІ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СИРОВИНИ

Снежкін Ю.Ф., д-р техн. наук, професор, Петрова Ж.О., д-р техн. наук, пров. наук. співр.,

Пазюк В.М., канд. техн. наук, ст. наук. співр.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

У статті наведені дослідження щодо сушіння антиоксидантної сировини на основі моркви та рослинних компонентів.

The article presents research on drying antioxidant-based raw carrots and vegetable ingredients.

Ключові слова: антиоксидантна сировина, сушіння, збереження каротиноїдів.

Зневоднення рослинних матеріалів – один з найважливіших технологічних етапів, який суттєво обумовлює якість готової продукції. Рослинні комбіновані композиції як об'єкти сушіння є складними за своєю структурою, фізико-хімічним та біохімічним складом. Вони поєднують у собі властивості зернових, овочів і фруктів з багатим мінеральним та вітамінним складом та високими поживними властивос-