

УДК 663.933.061- 027.332:537-962

ВИКОРИСТАННЯ МІКРОХВИЛЬОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСАХ ЕКСТРАГУВАННЯ ОЛІЇ КАВИ

Терзієв С.Г., к.т.н.,

Ружицька Н.В., к.т.н.

Одеська національна академія харчових технологій

Тел. (048) 712-41-29

Анотація – у роботі розглянуто склад і властивості шламу кави, показано доцільність його переробки. Наведено зразки мікрохвильового обладнання для екстрагування олії кави зі шламу. Наведено характеристики обладнання, методіку розрахунку і результати виробничих випробувань.

Ключові слова – шлам кави, олія кави, бародифузія, екстрактор, мікрохвилі.

Постановка проблеми. За даними [1] ринок кави є одним з найбільш стабільних, йому притаманна незначна сезонність. Найбільш популярним у структурі продажів кавової продукції є розчинна кава, яка складає близько 40 % загального обсягу продаж, молота кава – 30 %, кавові мікси – 25 % [1].

У процесі виробництва розчинної кави шлам складає 60...65% вихідної сировини. На 1 т готової продукції припадає 1,5...2 т шламу [2]. Відповідно, шламу в Україні щороку утворюється близько 1,5...2 тис. т. Неутилізовані відходи чинять негативний вплив на навколишнє середовище і створюють екологічно небезпечну ситуацію [3].

Аналіз останніх досліджень. Шлам кави – порошкоподібна маса вологістю 79...82%, темно-коричневого кольору, з вираженим ароматом кави. Найбільш цінними компонентами шламу, перспективними для подальшої переробки, є: олія кави (7...17%), целюлоза та лігнін (60...75%), суміш смакоароматичних речовин (3...5 %), білків (5...7%) [4]. Крім того, в шламі зберігається 0,12...0,15 % кофеїну, 2,4 % органічних кислот, а рН шламу, в середньому, складає 4,3...4,8 [3]. Олія кави набула застосування у парфумерно-косметичній та фармацевтичній галузях, є багатим джерелом лінолевої кислоти (близько 40%). У роздрібній торгівлі ціна 10 мл косметичної олії кави складає близько 30 грн.

Формування цілей статті. Таким чином, при утилізації шламу кави можливе одержання з нього цінної олії кави. Внаслідок високої

вологості (близько 80 %), шлам кави є нестійким при зберіганні і протягом 2...3 діб виникає його мікробіологічне псування [4]. Наявність води також ускладнює екстрагування олії зі шламу, оскільки вона потрапляє у екстрагент, який внаслідок цього потребує значного очищення. Тому шлам підлягає сушінню.

Основна частина. Інтенсифікація процесу екстрагування здійснюється завдяки впливу мікрохвильового поля на залишкову воду в капілярно-пористих структурах сировини на полярний екстрагент. Внаслідок утворення осередків пароутворення в клітинах та капілярах створюється надлишковий тиск, який спричиняє руйнування стінок та перехід олії у потік екстрагента. Такий принцип дії на сировину впроваджено в мікрохвильовому екстракторі періодичної дії, у якому чергуються операції екстрагування та дистиляції екстракту (рис. 1).

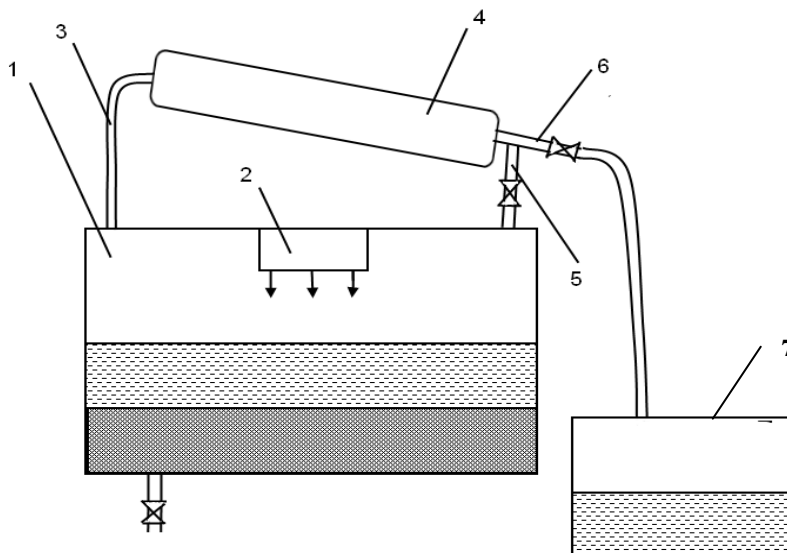


Рис.1. Екстрактор-дистилятор періодичної дії з мікрохвильовим інтенсифікатором

У режимі екстрагування в екстракційну камеру 1 завантажується шлам та екстрагент. Екстракційна камера виконана з харчової неіржавіючої сталі. Характеристики установки: об'єм екстрагенту 0,005...0,02 м³; маса шламу, яку можна завантажити – 1,6...6 кг; тривалість екстрагування $\tau = 30...90$ хв.; вихід олії – 13...20 % від маси сухого шламу, питома потужність мікрохвильового поля – 6...0,15 кВт/кг, потужність магнетрона – 3 кВт.

Мікрохвильова енергія випромінюється магнетроном 2, ізольованим від парів продукту радіопрозорим екраном. Пари екстрагенту, що виділяються в процесі, через патрубок 3 надходять у конденсатор 4, де конденсуються і повертаються патрубком 5, підтримуючи постійний гідромодуль в екстракторі. При цьому

вентиль патрубку 6 закрито.

Після екстрагування екстракт зливається через патрубок 7 і фільтрується. Патрубок 5 перекривається, патрубок 6 відкривається. Зі шламу відганяється екстрагент, пари конденсуються у холодильнику і стікають патрубком 6 у ємкість для екстрагента.

Сухий шлам вивантажується з камери, в камеру подається екстракт, з якого аналогічно відганяється екстрагент. Готова олія стікає патрубком 7 до приймальної ємкості для олії. Екстрагент використовується у наступному циклі екстрагування.

Результати випробувань зразка екстрактора наведено у табл. 3.

Таблиця 3 - Характеристики екстрактора при екстрагуванні етанолом

Показник	Гідромодуль	
	1:3	1:5
Маса шламу, кг	4,2	2,5
Маса екстрагента, кг	10	10
Потужність магнетрона, Вт	3000	3000
Тривалість екстрагування, хв	32	36
Температура, °С	78,5	78,5
Питома потужність, Вт/кг	215	240
Витрати енергії, МДж/кг суміші	0,4	0,46
Тривалість відгонки, хв	53	53
Витрати електроенергії, кВт-хв.	4,25	4,45
Виход олії, кг	0,57	0,37

Для розрахунку маси олії на виході з екстрактора, необхідних витрат енергії, часу екстрагування розроблено методику, в основу якої покладено критеріальне рівняння:

$$Sh = 0,006(Sc)^{0,33}(\tilde{A})^{0,17}(Bu)^{0,71} \quad (1)$$

За рівнянням (1) знаходиться ефективний коефіцієнт масовіддачі, який характеризує інтенсивність масопереносу в системі «шлам кави – етанол».

Вихідними параметрами розрахунку є: початкові параметри екстрагенту (тип, температура та витрати), характеристики шламу кави (питома поверхня 1 кг шламу, густина часток шламу), гідромодуль, енергетичні параметри установки, коефіцієнт дифузії у системі «олія кави-екстрагент», початкова та необхідна концентрація олії у екстракті, температура процесу. Алгоритм розрахунку наведено на рис. 2.

Робоча потужність мікрохвильового поля N визначається заданою температурою процесу $t_{пр}$.

У блоці 6 проводиться розрахунок поточної та середньої температури процесу, за якою визначаються теплофізичні властивості екстрагенту. Поточне значення концентрації екстракту визначається у блоках 10 – 14. У блоці 13 визначається маса олії, що перейшла у екстракт за проміжок часу Δt за допомогою коефіцієнта масовіддачі β , який визначається з критеріального рівняння (1). Площа поверхні контакту фаз визначається за питомою поверхнею та масою шламу. Різниця концентрацій ΔC олії у екстракті та твердій фазі визначається відповідно до робочої лінії процесу.

Тривалість роботи екстрактора визначається моментом, коли концентрація олії у екстракті сягає заданої величини.

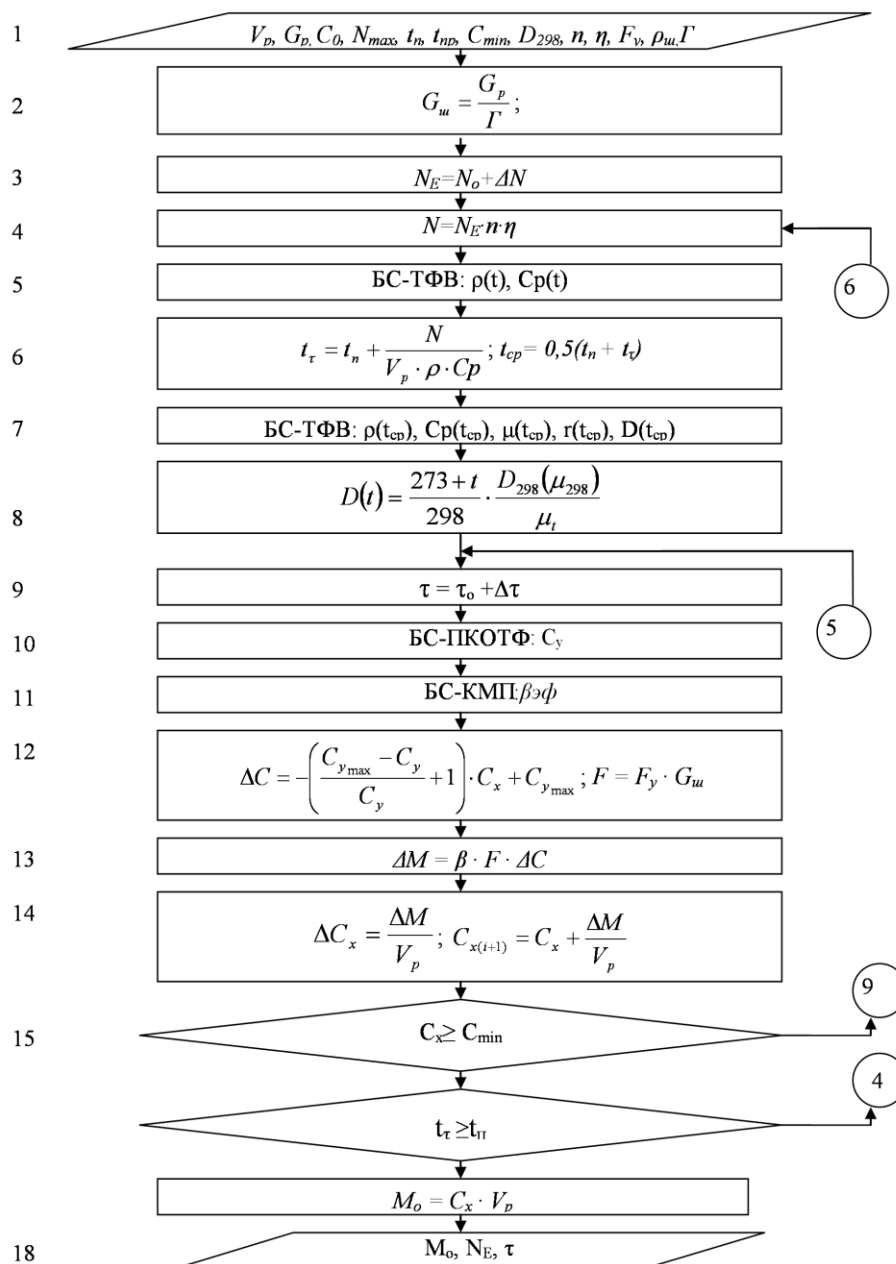


Рис. 2. Блок-схема розрахунку екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором.

Початкове значення поточної концентрації олії в екстрагенті приймається рівним 0. За проміжок часу Δt у екстракт переходить ΔM олії, таким чином, поточна концентрація стає $C_x = \frac{\Delta M}{V_p}$. Це значення

використовується у блок-схемі розрахунку поточної концентрації олії у твердій фазі, якщо за один крок концентрація екстракту не сягає заданого значення. Цикл повторюється до заданого значення концентрації олії в екстракті. За концентрацією визначається маса олії M_o . У результаті здійснення запропонованого алгоритму отримуємо значення енергії N_E , яку необхідно підвести до суміші для досягнення заданої температури процесу, та час обробки τ , необхідний для одержання заданої кількості олії.

Для заданих умов за алгоритмом (рис. 3) розраховали поточні концентрації та порівняли з експериментальними точками. Результати порівняння наведено на рис. 3.

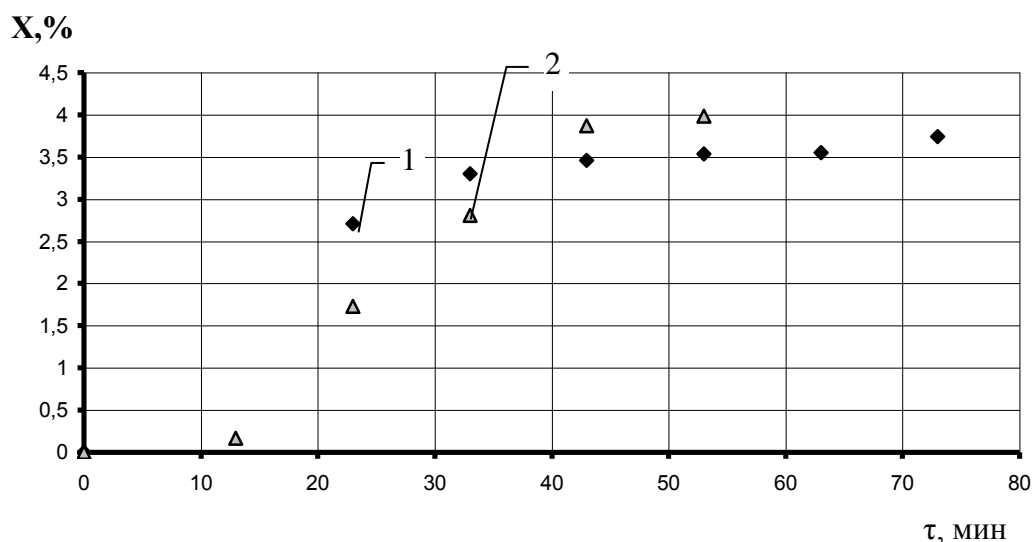


Рис. 3. Порівняння розрахункових та експериментальних значень концентрації олії в екстракті:
1 – експеримент; 2 – розрахунок.

Відносне відхилення розрахункових даних на момент завершення процесу складає 10 %. Результати порівняння експериментальних даних та розрахованих за алгоритмом свідчать про адекватність розрахункової моделі та методики розрахунку.

У результаті випробувань одержано ароматизовану олію кави, яка характеризується вираженим ароматом і смаком кави та інтенсивним темно-коричневим кольором. Встановлено, що впровадження такого екстрактора окупається менше, ніж за 1 рік, що є високим показником економічної ефективності. Це обумовлено передусім високою ціною продукту.

Література

1. Обзор рынка кофе: [Электронн. ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.zmk.com.ua](http://www.zmk.com.ua)
2. Вторичные материальные ресурсы пищевой промышленности (образование и использование) [справ] [Текст]. – М.: Экономика – 1984 г. – 327 с.
3. *Нахмедов Ф.Г.* Технология кофепродуктов [Текст] / Ф.Г. Нахмедов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 184 с.
4. Процеси переробки шламу в технологіях виробництва розчинної кави [Текст] / *Бурдо О.Г., Терзієв С.Г., Шведов В.В., Ружицька Н.В.* – наукові праці ОНАХТ. – Вип. 37. – Одеса, - 2010. – С.252 – 255.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОВОЛНОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССАХ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ КОФЕЙНОГО МАСЛА

Терзиев С.Г., Ружицкая Н.В.

Аннотация – в работе рассмотрены состав и свойства кофейного шлама, показана целесообразность его переработки. Приведены образцы микроволнового оборудования для экстрагирования кофейного масла из кофейного шлама. Приведены характеристики оборудования, методика расчета и результаты производственных испытаний.

USE OF MICROWAVE TECHNOLOGIES IN COFFEE OIL EXTRACTION PROCESSES

Terziev S., Ruzhitska N.

Summary

In current paper composition and properties of coffee sludge are considered, practicability of its treatment is shown. Patterns of coffee oil extraction microwave equipment are described. Equipment characteristics, design procedure and results of in-process testing are shown.