

## ПРОЦЕСИ ПЕРЕРОБКИ ШЛАМУ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОБНИЦТВА РОЗЧИННОЇ КАВИ

Бурдо О.Г., професор, Терзієв С.Г., к.т.н., голова правління ЗАО «Одесхарчокомбінат»,  
Шведов В.В., асистент, Ружицька Н.В., інженер  
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Обговорюються шляхи переробки відходів харчоконцентратних виробництв – шламу кави. Наведено поетапну технологію зневоднення шламу, вилучення олії, його активації та використання як сировини в харчовій та парфумерній галузях. Показано ефективність переробки шламу у паливні компоненти, при виробництві будівельних матеріалів.

*The ways of coffee fine material recycling are discussed. A phasic technology of deaquation, oil extraction, activation and using of coffee fine material as a raw material for food and perfumery branches of industry has been given. The efficiency of reprocessing of coffee fine material into fuel materials and using it in building materials manufacturing has been shown.*

**Ключові слова:** шлам кави, утилізація структурованих відходів, олія кави.

Вступ. Функціонування підприємства з виробництва розчинної кави чинить серйозне навантаження на навколишнє середовище. Підприємство має значні технологічні викиди, що забруднюють атмосферу (пил кави, волога, теплота) та літосфери (шлам з кави). Виникає проблема пошуку ефективних технологій переробки шламу з кави, вилучення пилу кави з аерозольних викидів сушарки. Вирішення задач економічно доцільних технологій комплексної переробки та утилізації відходів виробництва дозволить суттєво підвищити ефективність харчоконцентратного виробництва, зменшити витрати енергії, знизити навантаження на довкілля та отримати нову гаму продуктів та матеріалів. Попит на такі продукти та матеріали буде зростати.

Мета досліджень. Поставлено задачі утилізації відходів лінії виробництва розчинної кави, обґрунтування доцільних шляхів переробки шламу кави, визначення характеристик нових продуктів, оцінки пріоритетів та етапів технологічних процесів комплексної переробки шламу з кави.

Система з тепломасоутилізатором. Системи екологічного захисту мають бути скеровані на уловлювання з аерозольних викидів розпилювальної сушарки теплоти, вологи і пилу харчового продукту [1]. Ключовим елементом такої системи є тепломасоутилізатор (рис.1).

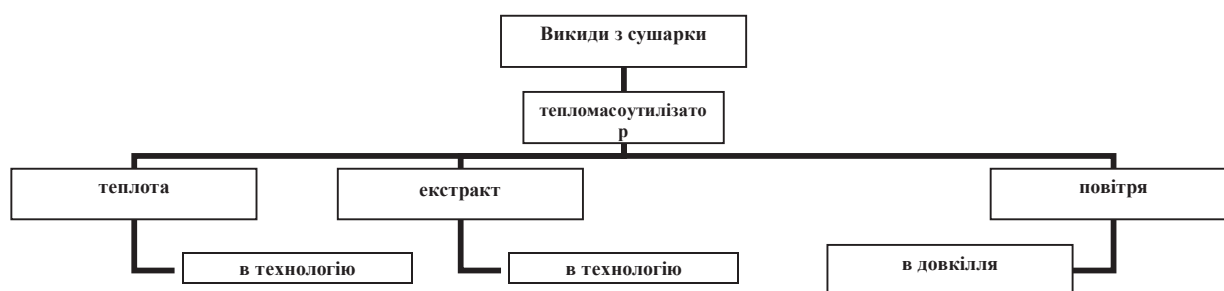


Рис. 1 – Схема утилізації аерозольних викидів.

Тепломасоутилізатор розділяє аерозольний потік на чисте повітря, яке повертається до навколишнього середовища, і розчин кави, який використовується в технології, змішується з первинним екстрактом. В процесі розділення утилізується теплота, яка іде на попередній нагрів повітря перед калорифером. Ефективність роботи тепломасоутилізатора в умовах паропилогазового потоку теплоносія з сушарки забезпечують двофазні термосифони, використання яких дозволило в одному апараті організувати процеси утилізації теплоти, вилучення пилу та захисту довкілля від шкідливих викидів [2 - 3].

Шляхи переробки кавового шламу. Самостійною задачею є утилізація шламу кави. Відомо, що цей шлам містить до 12% масла кави, цінні білки. Масло кави, аналог поширеного масла какао становить інтерес для парфумерної, фармацевтичної, кондитерської промисловості.

На першому етапі екстрагується масло кави. Утворюється знежирений шлам. На другому етапі методом баротермічної обробки активується білок, який використовується як зв'язувальний матеріал для отримання цеглин й інших будівельних матеріалів (рис.2).

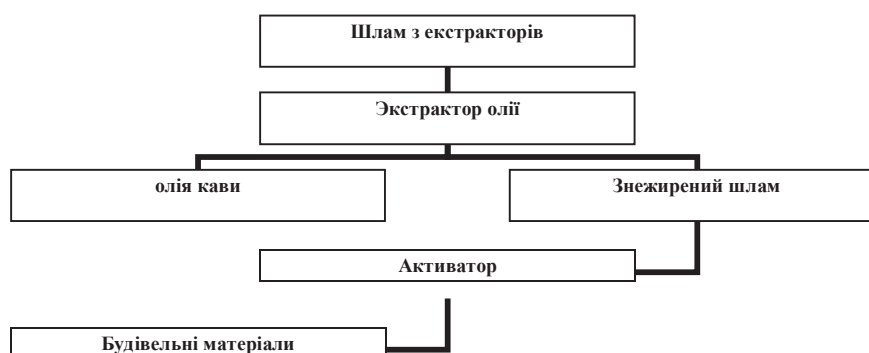


Рис. 2 - Схема утилізації шламу кави

Таким чином, комплексно вирішується проблема ресурсозбереження в технології кавапродуктів.

Найбільш цінними компонентами шламу кави, доцільними для переробки, є масло кави (7-12%), целюлоза і лігнін (60...75 %) і суміш смако-ароматичних речовин (кофеоль) – (3...5%). Решта – мінеральні зольні елементи (вміст компонентів наведено у перерахунку на абсолютно суху речовину шламу) і деяка кількість білків (5...7 %).

Технологію виділення масла кави розроблено в двох модифікаціях: виробництво ароматизованого масла кави і нейтральні (чистої) олії. При виділенні ароматизованої олії кави, воно насичене кофеолем – сумішшю смако-ароматичних речовин, які дозволяють застосовувати цей продукт в кондитерській та лікеро-горілчаній промисловості.

Очищена олія кави може застосовуватись в парфюмерно-косметичній, миловарній і кондитерській промисловостях.

Знежирений залишок шламу кави, що складається в основному з целюлози і лігніна може бути використаний як у вихідному вигляді, так і у вигляді сировини для подальшої переробки.

Знежирений залишок шламу може бути використаний в якості теплоізоляційного структурно-механічного наповнювача для виготовлення будівельних матеріалів. Отримані на цій основі будівельні матеріали мають підвищені теплоізоляційні властивості. Їхня міцність дозволяє використовувати ці матеріали для внутрішніх перегородок будівель цивільного призначення під опорядження штукатуркою. Після додаткового подрібнення шлам може бути використаний в косметичній і миловарній промисловості в якості наповнювачів для виготовлення пілінгів і пілінгового мила.

Після виділення масла шлам може бути підданий лужній баротермічній деструкції. Отриманий при цьому продукт має в'язучі властивості і може бути використаний в будівництві при виготовленні різноманітних сумішей.

В тому випадку, коли знежирений шлам піддається баротермічній аміачній деструкції, утворюється азотно-мінеральне добриво, збагачене мікроелементами, яке може бути використане як в сільському господарстві, так і на присадибних ділянках і при вирощуванні кімнатних рослин.

При помірній лужній деструкції незнежиреного шламу (лужна варка) утворюється маса з поверхнево-активними властивостями, яку можна використовувати в косметичній промисловості для виготовлення пілінгів і в якості наповнювачів в миловарній промисловості.

Шлам після виділення ароматизованого масла з кофеолем після кислотної обробки може бути використаний в якості компонента комбікормів для жуйних тварин.

Після слабо кислого часткового гідролізу з наступним дріжджуванням утворюється кормова добавка. Така біотехнологія дозволяє отримати кормову добавку, збагачену повноцінними білками, вітамінами групи В і мікроелементами.

Щадна кислотна обробка з наступною нейтралізацією й відмиванням дозволяє отримати адсорбент, який застосовується в медицині в якості лікарського засобу при отруєннях.

Гранулювання знежиреного шламу дозволяє виробляти паливні пелети, що використовуються в печах і котлах для обігріву.

Піроліз знежиреного шламу дозволяє отримати активоване медичне вугілля, що застосовується у фармакології.

Використання шламу як палива. Світовий досвід показує, що шлам з кави доцільно використовувати як паливо. Перспективні технології безпосереднього згорання сухого шламу, або виготовлення із нього брикетів чи пелет. Першим етапом підготовки шламу є його зневоднення. Доцільно процес зневоднення проводити у два етапи: механічне вилучення вологи за допомогою центрифуги та термічне - сушіння. Оптимізація процесів зневоднення шламу є самостійною задачею, але попередні оцінки дають наступне.

На 1 т сухого порошку розчинної кави припадає:

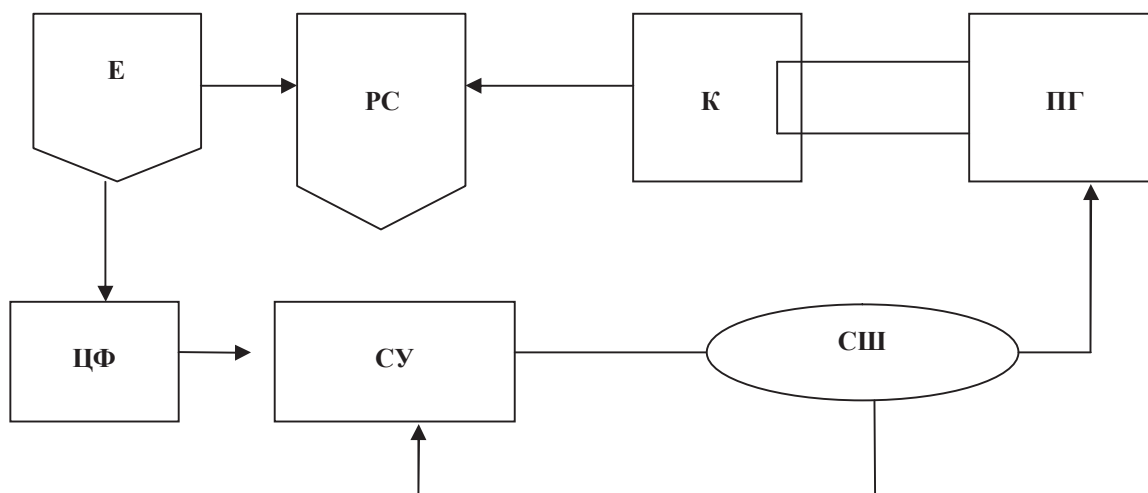
- 8 т шламу, який містить:
- 5,6 т вологи, яку в кількості:
- 4,1 т можна видалити центрифугою (енерговитрати  $\approx 30$  кВт·год)
- 1,5 т сухою, на яку знадобиться 7500 МДж енергії, при цьому отримаємо:
- 2,4 т сухого шламу.

Якщо спалити цей шлам, то:

- 0,4 т – знадобиться для сушіння шламу.

Залишок у 2 т сухого шламу можна використовувати як для виробництва нових продуктів та матеріалів (олії, домішок, цегли та ін.), так і для отримання паливних брикетів та пелет. Енергетичні витрати технології обумовлюються необхідністю залучення процесу екструзії, чи брикетування.

Енергії сухого шламу має вистачити на забезпечення всього процесу сушіння в розпилювальній сушарці. За схемою (рис. 3) з кожної 1 т порошку розчиненої кави має залишатися 300...400кг сухого шламу, який можна використовувати на виробництво нових продуктів.



*Е – екстрактор; РС – розпилювальна сушарка; К – калорифер; ПГ – парогенератор; ЦФ – центрифуга; СУ – сушарка шламу; СШ – ємкість для сухого шламу.*

**Рис. 3** Технологія виробництва харчової добавки на основі шламу кави

Одностадійна технологія виділення масла з кавового шламу. Ціль дослідження: визначити вміст в шламі жирів, отримати зразки екстрактів і масел за різними технологіями, провести баротермічну активацію знежиреного шламу, встановити раціональні шляхи переробки шламу. Принципова схема технології наведена на рис. 4. Підвищення ефективності процесу екстрагування досягається використанням мікрохвильових інтенсифікаторів [4, 5].

На сушіння надходить вологий шлам (82 % вологи), який висушується до рівноважної вологості.

Після видалення розчинника отримано олію кави. За схемою (рис. 4) виділяється близько 10 % масла від маси сухого шламу. Є можливість отримання ароматизованої олії кави. Після видалення розчинника отримано ароматизована олія кави, яке має характерний кавовий аромат і гіркуватий кавовий смак, тверде при 18 °С.

Олія кави містить до 45 % лінолевої кислоти, поступаючись за цим показником тільки маслу чорної смородини і зародків пшениці.

Жирнокислотний склад: пальмітинова кислота – 33,7...34,5 %; стеаринова кислота – 8,9...9,1%; лінолева кислота – 40,3...41,0 %; ліноленова кислота – 1,0...1,1%; олеїнова кислота – 10,2...10,4.



СШ - сухий шлам; Э – екстрагент; МК – масло кави

**Рис. 4 – Принципова технологічна схема виділення олії з кавового шлама**

Олія кави містить речовини з антиоксидантними і антимуtagenними властивостями, зменшує алергічні прояви на шкірі, заспокоює подразнення (за відсутності алергічної реакції на каву). Встановлено, що олія кави зменшує вікові зміни шкіри, розгладжує зморшки, діє як ультрафіолетовий фільтр.

### Висновки

При утилізації шламу екстрагуванням виділяється олія кави. Активація знежиреного шламу дозволяє отримати зв'язуючий компонент і виготовляти на основі тільки шламу будівельні матеріали, цеглу. Шлам може використовуватись як кормова добавка, як паливо.

### Література

1. Бурдо О.Г. Эволюция сушильных установок – Одесса: Полиграф, 2010 – 368с.
2. Бурдо О.Г. Энергетический мониторинг пищевых производств – Одесса: Полиграф, 2008 – 244с.
3. Burdo O.G., Terziev S.G., Zykov A.V. Optimization of Heat Pipes and Mass Recovery // 5-th Int. Seminar “Heat Pipe, Heat Pumps, Refrigerators”, 8–11 September, 2003. – Minsk, Belarus. – p.161–166.
4. Бурдо О.Г. Наномасштабные эффекты в пищевых технологиях // Инженерно-физический журнал. Минск, т.78, № 1.-2005. - С.88-93.
5. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М. Экстрагирование в системе «кофе- вода». – Одесса, 2007. – 176с.

УДК 621.57

## ДОСЛІДЖЕННЯ АДСОРБЦІЙНОГО ТЕПЛООВОГО НАСОСА, ЩО ПРАЦЮЄ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ОБОРІТНИХ ТЕРМОХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ

Чаласв Д.М., канд. техн. наук, старший науковий співробітник,  
Шаврин В.С., Дабіжа Н.О., Корінчевська Т.В., Осадча Л.С.  
Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України, м. Київ

*Представлені результати експериментальних і аналітичних досліджень адсорбційного теплового насоса, що працює із застосуванням оборотних термохімічних реакцій.*

*This paper presents the results of the experimental and analytical studies of adsorption heat pump using reverse thermochemical reactions.*

**Ключові слова:** термотрансформатор, адсорбція, десорбція, оборотні термохімічні реакції, генератор-адсорбер, низькопотенційні джерела енергії.

Останніми роками у зв'язку з підвищеними екологічними вимогами до робочих речовин теплових насосів і холодильних машин, а також з метою залучення в енергетичний обіг низькопотенційних джерел енергії, в розвинених країнах значну увагу приділяють розвитку адсорбційних термотрансформаторів і дослідженням, спрямованим на вдосконалення їхніх конструкцій та пошук нових ефективних сорбційних пар. Адсорбційні теплові насоси розглядаються як реальна альтернатива компресійним — за їх допомо-