

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



XVIII МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ

**«УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТА
ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТА
ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

12-16 жовтня 2020 р.

м. Одеса, Україна

Організатори конференції
Міністерство освіти і науки України
Одеська державна обласна адміністрація
Одеська національна академія харчових технологій
Консалтингова лабораторія ТЕРМА

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

- Єгоров** – голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор
Богдан Вікторович
- Бурдо** – вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор
Олег Григорович
- Атаманюк** – Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор
Володимир Михайлович
- Васильєв** – Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н, професор
Леонард Леонідович
- Гавва** – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
Олександр Миколайович
- Гумницький** – Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор
Ярослав Михайлович
- Долинський** – Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАН України
Анатолій Андрійович
- Зав’ялов** – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
Владимир Леонідович
- Сукманов** – Полтавський університет економіки і торгівлі, д.т.н., професор
Валерій Олександрович
- Колтун** – Technident Pty. Ltd., Australia, Dr.
Павло Семенович
- Корнієнко** – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
Ярослав Микитович

- Малежик**
Іван Федорович – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Михайлов**
Валерій Михайлович – Харківський державний університет харчування та торгівлі, д.т.н, професор
- Паламарчук**
Ігор Павлович – Національний університет біоресурсів та природокористування України, д.т.н., професор
- Снежкін**
Юрій Федорович – Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., академік. НАН України
- Сухий**
Костянтин Михайлович – ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», д. хім. н., професор
- Тасімов**
Юрій Миколайович – Віце-президент союзу наукових та інженерних організацій України
- Товажнянський**
Леонід Леонідович – Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор, член-кореспондент НАН України
- Ткаченко**
Станіслав Йосифович – Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, д.т.н., професор
- Черевко**
Олександр Іванович – Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н, професор
- Шит**
Михаїл Львович – Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова, ректор
Зам. голови

Б.В. Єгоров
Н.М. Поварова
Б.В. Косой

Зам. голови з
організаційних питань
Відповідальний секретар
Секретар

О.Г. Бурдо
Ю.О. Левтринська
Н.В. Ружицька

Члени оргкомітету:

О.В. Зиков
І.В. Безбах
І.І. Яровий
Ю.В. Гарібяр

І.В. Сиротюк
Є.О. Пилипенко
В.П. Алі
Я.О. Масельська

О.Ф. Терземан
С.А. Малашевич
В.Ю. Юрлов
О.В. Акімов

Одеська національна академія харчових технологій
вул. Канатна, 112, г. Одеса, Україна, 65039
Тел. 8(048) 712-41-29, 712-41-75
Факс +724-86-88, +722-80-42, +725-47-83
e-mail: terma_onaft@ukr.net
сайт: www.terma.onaft.edu.ua.

У такий спосіб дослідження коагуляції часток можна звести до вивчення систем з дискретним числом станів, застосовуючи для цього теорію марковських ланцюгів, графічну інтерпретацію стану марковського ланцюга зображує гістограма гранулометричного состава в момент t . Щоб одержати вектор \bar{p} , треба визначити границі класів так щоб матриця перехідних ймовірностей p_{ij} мала найбільш простий вид, тобто мала як можна більше число нулів. Очевидно що $p_{ij} = 0$, якщо $i > j$. Ця властивість слідує з того, що при склеюванні двох часток нова частка не може мати еквівалентний розмір менше кожної з них.

При відомих значеннях щільності потоків обчислення вектора (1) зводиться до рішення системи рівнянь Колмогорова з початковими умовами

$$P_1(0) = p_{01}; P_2(0) = p_{02}; \dots; P_n(0) = p_{0n}; \sum_{i=1}^n p_{0i} = 1.$$

Для розрахунку процесу коагуляції використовуємо перехідну ймовірність p_{ij} , і одержимо матрицю перехідних ймовірностей.

Розглянули докладно процес зміни гранулометричного складу часток домішок в результаті коагуляції за перший інтервал τ_0 . Відповідно до теорії марковських ланцюгів за перший крок зміни стану системи вектор стану її стане рівним $\bar{P}_1 = (P_{01}, P_{02}, P_{03}, \dots, P_{08}) * A$, тут P_{0i} класова ймовірність перебування частки в i класі. $\sum_{i=1}^8 P_{0i} = 1$. Керуючись цим можна представити данні гістограми у табличному виді.

Провівши необхідні розрахунки отримана таблиця перехідних ймовірностей часток у класових інтервалах у результаті злипання після першого зіткнення. Наведені результати були використані при виборі оптимального часу перебування олії в робочій зоні машини.

ІНІЦІУВАННЯ МЕХАНОДИФУЗІЙНОГО РЕЖИМУ ВОЛОГОВІДВЕДЕННЯ В ПРОЦЕСАХ СУШІННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Яровий І.І., к-т. техн. наук, доцент,

Алі В.П., аспірант

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Процес сушіння є одними з найбільш поширених енергетично витратних процесів в галузі переробки харчової сировини. Найбільш поширеним способом теплопередачі в процесах сушіння є конвективний. Одним з загальновизнаних недоліків даного способу є багаторазова конверсія потоку енергії в ході

її перетворення з палива – у тепло частинок об'єкту сушіння.

Проте основним і критичним недоліком даного способу теплопередачі є необхідність нагрівання всього вологого матеріалу, тобто неможливість передачі тепла безпосередньо до вологи зосередженої частинках вологої сировини.

Так як конвективні технології передачі тепла достатньо добре вивчені, а їх обмеження давно відомі, науковцями проводиться активна робота по пошуку нових способів сушіння.

Одним з таких способів є використання в якості системи енергопідводу джерел мікрохвильового випромінювання. Використання надвисокочастотних технологій в якості джерел енергопідводу є одним з напрямів з роботи кафедри ПОЕМ ОНАХТ.

Представлене дослідження є частиною дослідницької програми по впровадженню технологій АДЕ (адресної доставки енергії) в технологічні процеси харчової та переробної промисловості, що реалізується під керівництвом професора Бурдо О.Г.

Задачею дослідження є визначення умов та обмежень для ініціації механодифузійного, гідродинамічного потоку вологи з внутрішніх шарів до поверхні частинок вологої сировини. Основною метою наукової роботи є реалізація процесу інтенсивного високопродуктивного виведення вологи з подальшим впровадженням отриманого способу вологовиведення в процеси сушіння рослинної сировини та продуктів рослинного походження.

Додатковою задачею даного етапу роботи було дослідження можливості інтенсифікації процесу відведення вологи з поверхні частинок матеріалу повітряним потоком високої швидкості за аналогією до фільтраційного способу сушіння.

Застосування технології АДЕ для інтенсивного нагріву вологої рослинної сировини має кілька важливих переваг перед конвективним нагріванням [1].

В першу чергу, внаслідок особливостей мікрохвильового нагріву, вологі шари частинок нагріваються інтенсивніше ніж сухі, енергія використовується раціональніше, а сам матеріал піддається меншому термічному впливу.

По друге, технологія забезпечує високу швидкість вилучення вологи. Інтенсивний вплив мікрохвиль на вологу, яка міститься в капілярах рослинної сировини, призводить до генерації потужних гідродинамічних потоків вологи від внутрішніх шарів частинки до поверхні. При досягненні деяких граничних умов, на поверхні частинок виникають множинні викиди капельної вологи, які можливо видалити механічним шляхом, без випаровування, за принципами фільтраційного сушіння [2], що в перспективі робить досяжною побудову сушильних апаратів з високою продуктивністю та низькими енерговитратами одночасно.

Аналітичний опис комплексу фізичних процесів, що обумовлюють перебіг процесу сушіння з використанням технологій АДЕ, занадто проблематич-

ний, саме тому програма досліджень АДЕ віддає пріоритет проведенню експериментальних досліджень. Узагальнені результати експериментів стають основою для побудови математичних моделей з використанням теорії подібності та розробки методик розрахунку апаратів АДЕ з заданими параметрами [3].

Для проведення експериментальної частини дослідження, в якості рослинного матеріалу обрано горох, початкова вологість становила 20-26% з.в.. Дослідження процесу проводилось на спеціально зібраному стенді при комбінованому впливі мікрохвильового нагріву та короткої продувки шару нагрітої вологої сировини потоком повітря. Загальний вигляд і структурна схема і стенду показані на рис. 1.

Суть експерименту полягає в фізичному моделюванні процесу впливу на матеріал стрічкової сушильної установки з камерами мікрохвильового нагріву. Сам процес вологовидалення являє собою послідовну обробку касети зі зразком вологого матеріалу мікрохвильовим випромінюванням і подальшу продувку касети атмосферним повітрям. Тривалість нагріву і продувки регулюється.

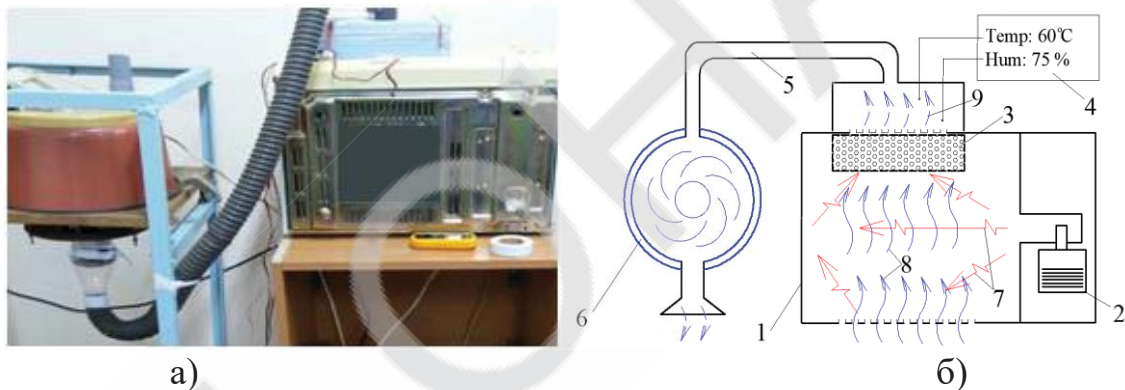


Рис. 1. Стенд для дослідження комбінованого способу сушіння

а) загальний вигляд; б) схема процесу, де: 1- камера нагріву, 2 - генератор випромінювання, 3 - касета з вологим матеріалом, 4 - система вимірювання параметрів, 5 - повітропровід, 6 - вентилятор, 7 - мікрохвильове випромінювання, 8 - потік атмосферного повітря, 9 - вологе повітря.

Експериментально визначено, що для ініціювання механодифузійного режиму вологовиведення, необхідні наступні умови: частинки вологого матеріалу повинні мати достатню кількість води, (від 18-20% з.в.), нагрівання слід здійснювати питомою потужністю 3-4 кВт/кг протягом 40-60 с. При такому впливі на поверхні частинок (бобів) утворюються викиди води у вигляді окремих крапель, які в подальшому, потоком повітря зі швидкістю 6-7 м/с, слід здути з поверхні, тобто видалити без повного випаровування. При наступних циклах обробки тривалість нагріву слід скоротити до 20-30 с, а на етапі досушування до 10-15 с, щоб уникнути перегріву і пошкодження матеріалу. Тривалість продувки може становити біля 5 с.

Алгоритм проведення експерименту включав фазу попереднього нагріву, і понад 20 циклів обробки. Для управління послідовністю дій і реєстрації параметрів процесу, стенд доповнений системою автоматичного управління. В якості додаткового, індикативного, параметра, що характеризує динаміку вилучення вологи, використовувалась вологість потоку повітря що пройшов через касету з матеріалом.

Моделювання навантаження здійснювалося вибором трьох розмірів касети. У кожному досліді товщина шару становила 20 мм., Площа шару становила: 0.0088 м², маса матеріалу - 140 г.; 0.0132 м², матеріал - 164 г.; 0.0176 м², матеріал - 215 г.; потужність: 4.285, 3.658 і 2.79 кВт/кг відповідно.

В досліді, при питомій потужності 4.285 кВт/кг, параметри процесу були наступними:

Матеріал: горох з вологістю 26,1%;

Кінцева вологість матеріалу: 8,2%;

Час обробки (сушіння): 9,2 хв.;

Кількість циклів обробки: 22;

Параметри циклу: нагрівання-20 с. продування-5с.;

Швидкість вилучення вологи: 1-2,4% / хв .;

Режим видалення вологи мав ознаки механодифузійного процесу у вигляді крапель вільної вологи на поверхні касети, рис. 2.



Рис. 2. Капельна волога на поверхні касети

Результати проведеного експериментального моделювання демонструють значний потенціал даного способу вологовидалення.

Для отримання явного, візуального підтвердження наявності механодифузійного режиму вилучення вологи проведено серію експериментів з відеофіксацією процесу. Було використано циліндричну касету, маса вологого матеріалу і режим обробки прийняті близькими до попереднього циклу експериментів.

В ході серії експериментів по візуалізації процесу механодифузії отримано відео процесу вилучення крапельної вологи (рис. 3) та процес з швидкістю видалення вологи 2,5 - 3,2 %/хв..



Рис. 3. Процес видалення крапельної вологи

За результатами дослідження запропоновано конструктивні зміни, щодо удосконалення мікрохвильової сушильної установки кафедри. Як доказ можливості ініціації механодифузійного режиму вилучення вологи отримано серію відеороликів, що фіксують формування крапель води в момент продувки шару вологого матеріалу, попередньо обробленого в камері мікрохвильового нагріву. Експериментально встановлено, що тривалість продувки мало впливає на кількість видаленої вологи, з отриманого відео можна зробити висновок, що основна маса вологи «здувається» з поверхні частинок протягом перших секунд продувки.

Запропоновано до практичної реалізації конструкцію удосконаленого сушильного модуля, що реалізує даний комбінований спосіб сушіння.

Льтература

1. Бурдо, О.Г., Терзієв, С.Г., Бандура В.М., Яровий, І. І. Механодифузійний ефект - нове явище в Тепломассоперенос. Book of Abstracts of the MMF. Minsk, Belarus, 2016, p. 224. [in Russian]https://www.itmo.by/doc/mif_15/Tom2.pdf

2. Atamanyuk, V., Mosiuk, M., Ivashchuk, O., & Zakharkiv, O. (2016). КІНЕТИКА ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ ПОДРІБНЕНОГО МІСКАНТУСА. Науковий вісник НЛТУ України, 26 (8), 257-264.[In Ukrainian]<https://doi.org/10.15421/40260840>

3. Burdo O., Bandura V., Zykov A., Zozulyak I., Levtrinskaya J., Marenchenko E., (2017), Development of wave technologies to intensify heat and mass transfer processes, EA-Western European Journal of Enterprise Technologies , Vol.4 / 11 (88), pp.34-42;<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.108843>

ЗМІСТ

Секція 1

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ, ТЕПЛОВИХ ТА МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ

Сабадаш В.В., Гумницький Я.М. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОДИНАМІКИ ПОЛІМОЛЕКУЛЯРНОЇ АДСОРБЦІЇ ФОСФАТІВ ПРИРОДНИМ ЦЕОЛІТОМ	5
Зав'ялов В.Л., Мисюра Т.Г., Попова Н.В., Запорожець Ю.В., Чорний В.В. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ МЕТОДІВ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ЕКСТРАГУВАННЯ З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ НА ОСНОВІ КОЛИВАЛЬНИХ ЕФЕКТІВ	8
Korinchevska T.V., Mykhailyk V.A.THERMAL DECOMPOSITION OF GRANULATED FUEL FROM MISCANTUS	11
Авдеєва Л.Ю., Макаренко А.А., Господарчук М.В. ДОСЛІДЖЕННЯ МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ОДЕРЖАННІ ВОДОРОЗЧИННИХ ЕКСТРАКТІВ З МАКУХИ КОНОПЕЛЬ	12
Petrova Zh.O., Kremnov V.O., Korbut N.S., Novikova Yu.P. GRANULATION OF MIXTURES OF OBSOLETE SLUDGE AND PEAT ...	14
Турчина Т.Я., Малецкая К.Д., Авдеєва Л.Ю. ПРОЦЕСИ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ РОЗПИЛЮВАЛЬНОГО СУШІННЯ	16
Осадчук П. І. ТЕОРІЯ ПРОЦЕСУ КОАГУЛЯЦІЇ ДОМШОК ПРИ ОЧИСТЦІ РОСЛИНИХ ОЛІЙ	18
Яровий І. І., Алі В. П. ІНІЦІУВАННЯ МЕХАНОДІFUЗІЙНОГО РЕЖИМУ ВОЛОГОВІДВЕДЕННЯ В ПРОЦЕСАХ СУШІННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ	20
Ружицька Н.В., Терземан О.Ф., Акімов О.В. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ОДЕРЖАННЯ ФІТОЕКСТРАКТІВ ТА КОНЦЕНТРАТІВ З ЕФІРООЛІЙНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ХАРЧОВОЇ, ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ТА ПАРФУМЕРНО-КОСМЕТИЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	25

Секція 2

МОДЕЛЮВАННЯ КОМБІНОВАНИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕНОСУ. ОПТИМІЗАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ І СИСТЕМ

Сорокова Н.М., Корінчук Д.М., Сороковий Р.Я. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ СУШІННЯ І ТЕРМОДЕСТРУКЦІЇ	26
---	----