

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
75 НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ВИКЛАДАЧІВ АКАДЕМІЇ**

Одеса 2015

СЕКЦІЯ ПРОЦЕСИ, АПАРАТИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

ПЕРСПЕКТИВИ ВАКУУМНИХ МІКРОХВИЛЬОВИХ СУШАРОК

Яровий І.І., к.т.н., ас. Першина Л.І., інж.
Одеська національна академія харчових технологій

Для сучасних технологій сушіння характерне загострення трьох основних проблем: енергетична ефективність процесу вологовидалення, екологічна безпека технології сушіння та безпека отриманих висушених продуктів. На даний час сушку зернових культур переважно здійснюють в шахтних сушильних установках, конвективним способом, застосовуючи в якості сушильного агенту суміш топкових газів і атмосферного повітря. Не можна вважати таку технологію повністю безпечною ні з точки зору екології ні з позиції безпечності продуктів вироблених із зернової сировини. Далеко не кращим чином виглядають конвективні технології сушіння і з точки зору енергетичних витрат, а на фоні стрімкого подорожчання вуглеводнів, ця сторона проблеми стає все більш актуальною.

При всій різноманітності існуючих методів вологовидалення абсолютна більшість з них використовують конвекційний механізм енергопідводу. А саме недоліки конвективного енергопідводу, як то: декількаразова конверсія і як наслідок втрати енергії, використання агенту сушки, складність контролю та керування процесом нагрівання, висока енергоємність сушильних установок, тощо, не дозволяють прогнозувати значного росту якісних показників сушіння для традиційних способів вологовидалення. Названі недоліки можуть бути лише компенсованими або частково усуненими, так як природа цих недоліків лежить у фізичних явищах та обмеженнях притаманних самому конвективному способу теплопередачі.

Розглядаючи можливі альтернативи конвективному способу сушіння, як прикладні для технологічних процесів харчової промисловості, доцільно, в першу чергу звернути увагу на спосіб енергопідводу з використанням надвисокочастотного (НВЧ) електромагнітного випромінювання. При НВЧ опроміненні нагрівання вологого матеріалу здійснюється внаслідок впливу змінного електромагнітного поля надвисокої (2000-2500 мГц) частоти, тому апарати що його використовують називають також мікрохвильовими (МХ). Фізика даного процесу, як і сам спосіб нагрівання в МХ полі достатньо відомі, описані в літературних джерелах [1], проте використовується МХ сушіння дуже обмежено внаслідок цілого ряду факторів [2]. Основними причинами невисоких темпів проникнення МХ технологій сушіння в технологічні процеси вважають відносно низьку енергоефективність МХ нагріву та складність апаратури для генерації електромагнітного поля високої потужності. В той же час переваг, які надає для сушіння МХ нагрів значно більше: виключна екологічна чистота процесу, об'ємний, саморегульований нагрів матеріалу, висока швидкість нагрівання і відповідно надвисока продуктивність вологовидалення, сушіння при відносно низьких температурах, супутня стерилізація матеріалу, зручність керування процесом, висока якість висушеного продукту та інші.

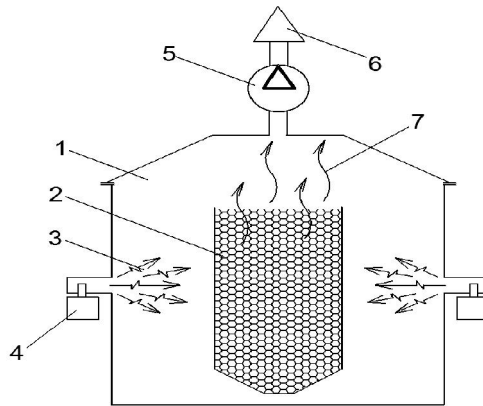
Вищезазнані обмеження мають в основному технічний характер і в найближчий час будуть подолані, вже сьогодні кращі зразки генераторів МХ випромінювання (магнетронів) показують ккд на рівні 80-85 % порівняно з 60 % для найбільш поширених моделей а компанією «Freescale Semiconductor Inc», вже розроблено і серійно випускаються [3] напівпровідникові прилади з характеристиками близькими до параметрів сучасних магнетронів, наприклад LDMOS транзистор МНТ1003N: 250 Вт, 2,45 ГГц, з ккд 58 %. Подальший розвиток елементної бази такого класу дозволить значно підвищити енергоефективність систем і технологій МХ нагріву, а в перспективі зробити їх незрівнянно простішими та дешевшими ніж будь які існуючі сьогодні сушильні технології та апарати.

Однією з проблем поширення МХ сушіння є недостатня вивченість самого процесу вологовидалення внаслідок взаємодії МХ поля з вологими матеріалами рослинного походження та харчовими продуктами. Навіть режими та способи МХ нагрівання, що широко використовуються у побутових мікрохвильових печах досліджені не надто детально і в першу чергу через

безперспективність такого «побутового» масштабу для промислового використання. Проте використовуючи блоки з декількох МХ генераторів можливо створювати промислові та дослідні установки значної продуктивності.

Співставляючи широкодоступну елементну базу та переваги МХ сушіння, можна прогнозувати найбільш високу вірогідність проникнення МХ технологій у технологічні процеси з невисокою та середньою продуктивністю та високою вартістю оброблюємої сировини. Серед концепцій апаратів для реалізації МХ сушіння можна акцентувати увагу на поєднанні МХ енергопідводу з технологією вакуумного вологовидалення. Потенціально, апарати, що реалізують подібну технологію мають поєднати всі переваги МХ нагріву з перевагами сушіння у вакуумі, значно їх посиливши. Технології вакуумного МХ сушіння мають використовуватись в першу чергу для високовартісної сировини з високими вимогами до режимів сушіння та результуючої якості висушеного продукту.

Технологічна схема вакуумної МХ сушарки періодичної дії має наступний вигляд.



1 – вакуумна камера; 2 – контейнер з вологим матеріалом; 3 – мікрохвильове випромінювання; 4 – магнетрони (генератори МХ поля); 5 – вакуумний насос; 6 – видалена волога; 7 – випарувана волога

Рис. 1 – Технологічна схема вакуумної МХ сушарки періодичної дії:

Комерційно важливими у технології вакуумного сушіння є наступні характеристики та очікувані результати: наднизькі температури вологовидалення, що залежать від режиму обробки та величини вакуумування; висока якість та низький вологовміст готового продукту з максимальним збереженням зовнішнього виду та корисних якостей; висока швидкість сушіння, загальна тривалість процесу має зменшуватись в 3-5 разів порівняно з традиційним вакуумним сушінням.

Варіюючи потужність МХ поля, використовуючи імпульсний режим енергопідводу, можливе досягнення режиму, в якому значна частина вологи з матеріалу буде віддалятися внаслідок ефекту «бародифузії». Даний ефект обмежено досліджений на кафедрі ПАіЕМ ОНАХТ для матеріалів, з волокнисто-капілярною структурою, він виникає в таких режимах МХ нагрівання коли бульбашки пари, що утворились всередині капілярів, розширюючись, виштовхують з них частину вологи без повного випаровування, у вигляді туману. При досягненні такого режиму зневоднення стає можливим конструювання сушильних установок з надвисокими енергоефективністю і продуктивністю.

Перший зразок дослідної промислової мікрохвильової вакуумної сушарки періодичної дії науковцями кафедри ПАіЕМ ОНАХТ в поточному році запроваджено в технологічний процес одного з приватних підприємств м. Дніпропетровськ для високоякісного сушіння лецитину.

Література

1. Лыков, А.В. Теория сушки. – М: Энергия, 1968. –472 с.
2. Бурдо, О.Г. Нові принципи термообробки зерна [Текст] / О.Г. Бурдо, Зиков, С. Гайда // Наук. пр. ОДАХТ. – О.: «ТЕС», 1999. – Вип. 20, – С. 223-229.
3. RF and Microwave Power Solutions for Heating. [Текст] / Інформаційне повідомлення, джерело: <http://www.freescale.com/>.

ЗМІСТ

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АДРЕСНОЇ ДОСТАВКИ ЕНЕРГІЇ ПРИ УДОСКОНАЛЕННІ ПРОЦЕСІВ РЕКТИФІКАЦІЇ Зиков О.В.....	189
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕХАНІЗМУ КАПЛІЯРНОГО ГАЛЬМУВАННЯ Зиков О.В., Смірнов Г.Ф.....	191
УЗАГАЛЬНЕННЯ БАЗИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ПРИ ЕКСТРАГУВАННІ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ Капетула С.М.....	193
КОНЦЕНТРУВАННЯ КАВОВИХ ЕКСТРАКТІВ В МІКРОХВИЛЬОВІЙ ВАКУУМ-ВИПАРНІЙ УСТАНОВЦІ Ружицька Н.В., Макаренко Т.А.....	195
РЕЗУЛЬТАТИ ВИРОБНИЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВАКУУМНОЇ МІКРОХВИЛЬОВОЇ СУШАРКИ ЛЕЦИТИНУ Мординський В.П., Светлічний П.І.....	196
СУШІННЯ СОЇ В СТРІЧКОВІЙ ІНФРАЧЕРВОНИЙ УСТАНОВЦІ Паламарчук В.І., Бандура В.М.....	197
ПЕЛЕТИ З ВИНОГРАДНИХ ВИЧАВКІВ Перетяка С.М.....	199
СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТЕПЛОНАСОСНОЇ ВАКУУМ-ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ Резніченко Д., Зиков О.В., Смірнов Г.Ф.....	200
СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВАКУУМ-ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ НА ОСНОВІ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ Резніченко Д. М., Мординський В.П.....	202
КОНСТРУКЦІЇ ВАКУУМ-ВИПАРНИХ АПАРАТІВ НОВОГО ТИПУ Ружицька Н.В., Макаренко Т.А., Малашевич С.А.....	203
ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ДЕМІНЕРАЛІЗАЦІЇ ВОДИ Бурдо О.Г., Трішин Ф.А., Орловська Ю.В.....	205
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ВОДИ В УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ПОЛІ Бурдо О.Г., Трішин Ф.А., Трач О.Р.....	206
ГІДРАВЛІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАСООБМІННИХ МОДУЛІВ ЕКСТРАКТОРА КАВИ Терзів С.Г., Левтринська Ю.О.....	207
ПЕРСПЕКТИВИ ВАКУУМНИХ МІКРОХВИЛЬОВИХ СУШАРОК Яровий І.І., Першина Л.І.....	208

СЕКЦІЯ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ І УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ

МАТЕМАТИЧНА ТЕОРІЯ ВІБРАЦІЙНОГО ГОРІННЯ Волков В.Е.....	210
НЕЧІТКА ЛОГІКА ТА КЕРУВАННЯ СКЛАДНИМИ СИСТЕМАМИ Волков В.Е., Макоєд Н.О.....	211
СУТНІСТЬ І ФУНКЦІЇ ЕЛЕКТРОННОГО ПІДРУЧНИКА В ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ Лобода Ю.Г., Орлова О.Ю.....	212
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРКОЛЯЦІЙНОГО ТИПУ Герера О.М.....	214

СЕКЦІЯ РОЗРАХУНОК ТА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА З РУХЛИВИМ ДНОМ ЖОЛОБА Амбарцумянц Р.В., Орлова С.С.....	215
ДИНАМІКА ІМПУЛЬСНОГО РЕДУКТОРА З КУЛІСНИМ ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ РУХУ Амбарцумянц Р.В., Субботіна М.І.....	217
ЗАХОПЛЮЮЧИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПОТРОШІННЯ КАЛЬМАРІВ Амбарцумянц Р.В., Горкавенко Е.А.....	218
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ НОГИ КРОКУЮЧИХ МАШИН Амбарцумянц Р.В., Арабаджи О.Д.....	219
РОЗРАХУНОК ТА ПРОЕКТУВАННЯ ВІДЦЕНТРОВОЇ ФРИКЦІЙНОЇ МУФТИЗ КЛИНОВИДНИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ ЗУСИЛЬ Делі І.І.....	221
УЗАГАЛЬНЕНІ КРИВІ ЛІССАЖУ Рибін Б.С.....	223
ВИКОРИСТАННЯ ЕКСЕНЕРГЕТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ПЛОДООВОЧЕВИХ СХОВИЩ Кирилов В.Х., Худенко Н.П.....	223

Наукове видання

Збірник тез доповідей 75 наукової конференції викладачів академії
20 – 24 квітня 2015 р.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами
За достовірність інформації відповідає автор публікації

Під загальною редакцією Заслуженого діяча науки і техніки України,
д-ра техн. наук, професора Б.В. Єгорова
Укладач Т.Л. Дьяченко

Редакційна колегія

Голова

Єгоров Б.В., д.т.н., професор

Заступник голови

Капрельянц Л.В., д.т.н., професор

Члени колегії:

Бельтюкова С.В., д.х.н., професор

Бурдо О.Г., д.т.н., професор

Волков В.Е., д.т.н., доцент

Гладушняк О.К., д.т.н., професор

Гапонюк О.І., д.т.н., професор

Іоргачова К.Г., д.т.н., професор

Павлов О.І., д.е.н., професор

Станкевич Г.М., д.т.н., професор

Савенко І.І., д.е.н., професор

Ткаченко Н. А., д.т.н., професор

Хобін В.А., д.т.н., професор

Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор

Черно Н.К., д.т.н., професор