

*Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції 14–15 травня 2020 року  
«Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій», Тернопіль, Україна*

**УДК 637.3**

**О.І. Кравець, канд. техн. наук, М.М. Шинкарик, канд. техн. наук, доц.**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ОСОБЛИВОСТІ ФІЛЬТРАЦІЙНО-КОМПРЕСІЙНОГО СУШІННЯ ХАРЧОВИХ МАС**

**О. Kravets, Ph.D., M. Shynkaryk, Ph.D., Assoc. Prof.**  
**FEATURES OF FILTRATION-COMPRESSION DRYING FOOD MASSES**

На даний час перед харчовою галуззю гостро стоїть завдання пошуку нових технологічних прийомів, що дозволять знизити питому енергоємність процесів сушіння. Більшість харчових мас містять велику кількість вологи. Вологий матеріал складається з трьох фаз: твердий скелет (сухі речовини), рідина (вода) і газ (повітря, водяна пара). Основна частина харчових мас є пористими тілами, у порах яких знаходиться повітря або водяна пара [1].

Під час сушіння відбуваються наступні фізичні явища: передача теплоти від теплоносія до матеріалу; рух вологи з центральних шарів матеріалу до поверхневих; випаровування вологи з поверхні матеріалу та дифузія її в навколишнє середовище [1].

Найбільш поширеним у харчовій галузі залишається конвективне сушіння. Проте із розвитком технологій створюються передумови для переходу від традиційного конвективного сушіння до більш ефективних комбінованих способів, які дозволяють підвищити продуктивність сушильних установок та знизити затрати енергії. Зокрема перспективним є поєднання конвективного сушіння із впливом на продукт різного роду електромагнітного випромінювання. Так в роботі [2] наводяться результати експериментів, які свідчать, що використання інфрачервоного випромінювання при конвективному сушінні зерна ячменю підвищує швидкість сушіння та значно знижує споживання енергії. В роботі [3] досліджено можливість інтенсифікації конвекції при сушінні за рахунок так званого «Іонного вітру» - фізичного явища, при якому повітря приводиться в рух за допомогою електромагнітного поля. Достатньо дослідженим є спосіб інтенсифікації процесу сушіння шляхом застосування НВЧ полів [4-6].

Проте мас місце певна обмеженість застосування електромагнітних полів в процесах сушіння, що пов'язана із труднощами організації безпечності даних процесів для обслуговуючого персоналу [3] та їх негативним впливом на сам оброблюваний продукт.

Також інтенсифікація сушіння може передбачати збільшення площі поверхні контакту для теплопередачі й масообміну. Цього можна досягти, наприклад, при проходженні сушильного агента крізь шар висушеного матеріалу. Зокрема цей ефект реалізується при фільтраційному сушінні [7]. Однак існуючі шляхи інтенсифікації сушіння за рахунок збільшення площі поверхні контакту обмежені розмірами дисперсних частинок матеріалу – площа поверхні контакту не може перевищувати сумарну площу усіх частинок матеріалу.

Деякі харчові маси (казеїн, сирне зерно) мають пористу структуру та володіють пружно-пластичними властивостями [8]. При дії навантаження на шар такої маси її частинки деформуються і, частка об'єму пор в загальному об'ємі матеріалу (пористість) зменшується. При припиненні дії навантаження частинки частково відновлюють свою попередню форму – їх пористість зростає. В результаті цього пори, релаксуючи, заповнюються оточуючим середовищем. Цей ефект можна використати при сушінні. Наприклад, створивши умови, при яких матеріал піддаватиметься тимчасовому навантаженню, після зняття якого пори будуть заповнюватися сушильним агентом. Враховуючи це, існує перспектива поєднання фільтрування сушильного агента крізь матеріал із періодичною деформацією шару матеріалу та створення нового способу сушіння – компресійно-фільтраційного.

Метою досліджень була оцінка можливості практичного застосування компресійно-фільтраційного сушіння.

Для досягнення поставленої мети провели дослідження компресійно-фільтраційних властивостей із визначенням пористості деяких харчових мас.

Для експериментальних досліджень, враховуючи потенційні пружні властивості, обрано технічний казеїн (не сушений, вологість 58%) та сирне зерно отримане при виробництві сиру кисломолочного з масовою часткою жиру 9% (періодичний спосіб виробництва).

Вивчення компресійно-фільтраційних характеристик обраних матеріалів проводили з допомогою стандартної для таких досліджень експериментальної установки [8]. Визначення досліджуваних параметрів проводилося в тонкому шарі матеріалу (7–10 мм) при дії на нього тиску. Досліди проводили в одинадцять етапів, з кожним разом збільшуючи тиск, який діє на шар матеріалу, на 0,5 кПа: на першому етапі тиск дорівнював нулю, на останньому – 5,0 кПа.

Встановили, що при зростанні тиску від 0 до 5,0 кПа пористість технічного казеїну зменшується на 18%, а сирного зерна, отриманого при виробництві сиру кисломолочного – на 21%. Тобто з точки зору компресійно-фільтраційного сушіння, деформація шару технічного казеїну чи сирного зерна під тиском 5,0 кПа створить умови для подальшого поглинання ним сушильного агента, об'єм якого приблизно рівний п'ятій частині об'єму продукту. Це дозволить відводити вологу безпосередньо з середини продукту разом із сушильним агентом, який залишить пори продукту при його наступній деформації.

Отже компресійно-фільтраційне сушіння може бути застосоване на практиці по відношенні до пружно-пластичних харчових мас. Ефективність компресійно-фільтраційного сушіння конкретного матеріалу залежить від його пористості та здатності її відновлювати після припинення дії навантаження.

### **Література**

1. Марценюк О.С. Процеси і апарати харчових виробництв : підручник / О.С. Марценюк, Л.М. Мельник – К. : НУХТ. – 2011. – 407 с.
2. T. M. Afzal, T. Abe, Y. Hikida. Energy and quality aspects during combined FIR-convection drying of barley. *Journal of Food Engineering*. 1999 Dec; 42(4):177–182.
3. A. Sumorek, W. Pietrzyk. Influence of corona wind on the convective drying course. *International Agrophysics*. 2001 Jan; 15:125–129.
4. D. Wray, H.S. Ramaswamy Novel Concepts in Microwave Drying of Foods. *Drying Technology*. 2015 Apr; 7(33):769–783.
5. M. Zhanga, J. Tangb, A. S. Mujumdar, S. Wangb. Trends in microwave-related drying of fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*. 2006 Oct; 10 (17): 524–534.
6. Малезик І.Ф. Дослідження процесу НВЧ-сушіння морквяних вичавок при одержанні каротиновмісного збагачувача / І.Ф. Малезик, О.С. Бессараб, Г.М. Бандуренко, Т.М. Левківська // *Наукові праці ОНАХТ*. – 2014. – № 45. – С. 51–55.
7. Матківська І. Я. Кінетика сушіння зерна пшениці фільтраційним методом / І. Я. Матківська, В. М. Атаманюк, І. Р. Барна // *Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ"*. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2014. – № 17 (1060). – С. 130–138.
8. Шинкарик М.М. Дослідження компресійно-фільтраційних характеристик білкової дисперсної фази / М.М. Шинкарик, О.І. Кравець // *Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. – 2012. – № 1 (15). – С. 476–484.