

Таким чином, ультразвукові коливання, які поширюються в рідких середовищах, призводять до збільшення питомої поверхні взаємодії та зменшення величини дифузійного граничного шару, забезпечуючи тим самим багаторазове прискорення процесів масообміну і масопереносу. Крім цих двох основних факторів, в ультразвукової хвилі виникають різні вторинні ефекти (електричні розряди в кавітаційних бульбашках, величезні температури в дуже маленьких обсягах оброблюваних речовин, ударні хвилі та ін.)

Сучасні технології найчастіше ґрунтуються на реалізації гетерогенних процесів, які протікають між двома або кількома неоднорідними середовищами в системах «рідина-рідина» і «рідина-тверде тіло». Кавітація і потужні мікропотоки, які її супроводжують, звуковий тиск і звуковий вітер впливають на граничний шар і усувають опір перенесенню реагуючих речовин і інтенсифікують технологічний процес.

З вищевикладеного можна зробити висновок, що вплив ультразвукових коливань на різні середовища обумовлений ефектами кавітації, ультразвукового вітру і ультразвукового тиску. У процесах які протікають на межі розподілу фаз ультразвукові коливання, які поширюються в рідких середовищах, призводять до збільшення питомої поверхні взаємодії та зменшення величини дифузійного, граничного шару, забезпечуючи тим самим багаторазове прискорення процесів масообміну і масопереносу. Теорія поширення ультразвукових коливань застосована нами для аналізу механізму впливу ультразвукових коливань на інтенсифікацію процесу соління риби та визначення параметрів ультразвукового випромінювача, що реалізує цей процес.

В.О. Потапов, д-р техн. наук, проф. (*ХДУХТ, Харків*)

О.Ю. Гриценко, асп. (*ХДУХТ, Харків*)

ПОРІВНЯННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ ТА СУШІННЯ В ТЕПЛОМАСООБМІННОМУ МОДУЛІ ПІД ДІЄЮ ПІДВИЩЕНОГО ТИСКУ

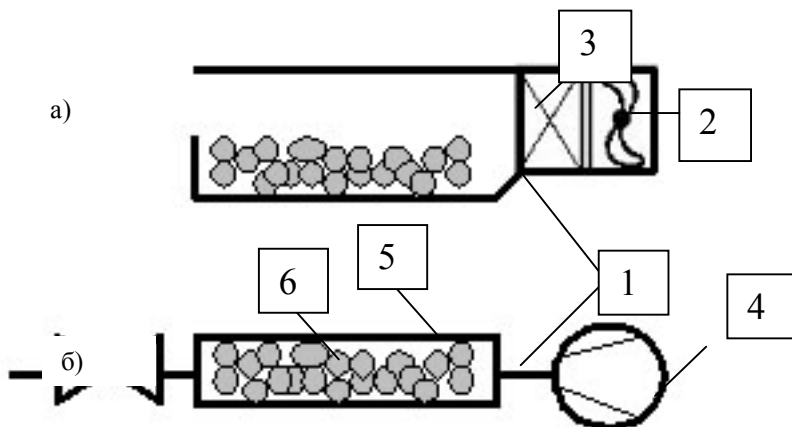
Відповідно до проведеного аналізу літературних джерел по техніці й технології сушіння харчової рослинної сировини найбільше використання в цей час одержав конвективний метод сушіння,

реалізований у сушильних установках тунельного, конвексного й стрічкового типів, завдяки простоті їхньої конструкції, низької вартості устаткування й експлуатації. Відповідно до закордонних джерел на сушіння доводиться 25% національного споживання енергії промислово розвинених країн, а в харчовій і переробній промисловості до 30%. У той же час питомі енерговитрати сучасних конвективних сушарок становлять 4000...9000 кДж/кг випарованої вологи, що в 2...4 рази більше теоретичного мінімуму на випаровування 1 кг води. Аналіз енергетики процесу конвективного сушіння показує, що 30% із загального теплового балансу доводиться на прямі втрати, з яких 70% це втрати із сушильним агентом, що викидається в навколишнє середовище при підвищеній температурі. У зв'язку з високою вартістю енергоресурсів рішення завдання зниження споживаної енергії є актуальним.

Сучасними методами енергозбереження в процесах сушіння є: утилізація теплоти сушильного агента, примусове зневоднення сушильного агента з метою інтенсифікації масообміну, керування змінними режимами сушіння. Раніше нами був запропонований спосіб сушіння в тепло-масообмінному модулі (ТМOM) під дією підвищеного тиску за рахунок фільтрації сушильного агента крізь матеріал. Відповідно до цього способу подрібнений вологий матеріал розміщується в герметичному ТМOM, де створюється надлишковий тиск за допомогою зовнішнього компресора. При цьому в результаті стиснення в компресорі повітря нагрівається до необхідної температури. При фільтрації повітря через пористу структуру вологого матеріалу він повністю насичується до стану конденсації пари й під дією надлишкового тиску парорідинна суміш виводиться із ТМOM. Висушена зона поступово просувається від входу до виходу ТМOM. При цьому сушильний агент повністю використовує свій сушильний потенціал, охолоджуючись до температури навколишнього середовища і навіть нижче внаслідок роботи з витиснення парорідинної суміші з пористої структури. У результаті практично відсутні втрати теплоти із сушильним агентом, що виходить із сушарки, який є основною причиною низького КПД конвективних сушарок. В даному способі сушіння функції калорифера й вентилятора сполучені в одному пристрої – компресорі, таким чином, зникають додаткові енерговитрати на переміщення сушильного агента, як у конвективних сушарках.

У цей час і дотепер відсутні кількісні оцінки порівняння енерговитрат для конвективного сушіння й сушіння в ТМOM при підвищеному тиску, тому метою роботи є порівняння

енергоефективності процесів конвективного сушіння й сушіння в тепло-масообмінному модулі під дією підвищеного тиску. Для рішення поставленого завдання було проведено математичне моделювання процесів конвективного сушіння й сушіння в ТМОМ при підвищеному тиску (рис.).



**Рисунок – Схема конвективної сушарки (а) і ТМОМ з компресором (б).
1 – продукт; 2 – калорифер; 3 – вентилятор; 4 – компресор; 5 – ТМОМ;
6 – дросель**

Показано, що перспективним напрямком підвищення енергоефективності процесу сушіння в тепло-масообмінних модулях є застосування фільтрації сушильного агента під дією підвищеного тиску. Величина енерговитрат для конвективного сушіння при $t_1=60...160^{\circ}\text{C}$ $\varphi_2=0,4$ на 45...85% вище, ніж для фільтраційного сушіння в ТМОМ при однаковій продуктивності по випаруваній волозі.

Область раціональних тисків нагнітання компресора лежить у діапазоні 0,15...0,25 МПа. При подальшому підвищенні тиску зниження енерговитрат відсутні.