

АДРЕСНА ДОСТАВКА ЕНЕРГІЇ В ПРОЦЕСАХ СУШІННЯ ЯК СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ

На сьогоднішній день загальноприйнята концепція еволюції сучасної цивілізації базується на концепції сталого розвитку, яка передбачає розвиток, який задовольняє потреби нинішнього покоління без шкоди для можливості майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби. Виходячи з цієї концепції створення інноваційних технологій в харчовій промисловості не можливо відокремлювати вирішення проблем енергоефективності від кологічної безпеки та соціальних умов виробництва. Одним з таких процесів у харчовій промисловості є процес сушіння. У світі консервують сушінням 20% фруктів, що вирощуються. На процеси сушіння витрачається від 30% до 40% енергії агропромислового комплексу, а в собівартості продукції сушеної сировини частка енерговитрат досягає 75%.

В даний час для визначення технічних характеристик сушильних установок використовуються наступні показники: продуктивність по випареній волозі та питомі витрати енергії на сушіння. Ці два показники дозволяють порівнювати різні сушарки або по продуктивності, або за питомими витратами енергії на процес сушіння, проте не дають можливість оцінити саме ефективність використання енергії. Ми пропонуємо визначати енергоефективність технологічного обладнання по аналогії з показником економічного рейтингу країни, який є кутом нахилу кореляційної залежності доходів населення від витрат енергії.

Для визначення енергоефективності сушильного обладнання у якості показника енергоефективності E_{ϕ} , треба застосувати відношення продуктивності сушарки за випареною вологою до питомих витрат енергії на це

$$E_{\phi} = \frac{P}{q} = \frac{P^2}{P}, \quad (1)$$

де P – продуктивність сушарки за випареною вологою, P – встановлена потужність сушарки, q – питомі витрати енергії на сушіння.

Відомо, що основні причини низької енергоефективності сушильного обладнання наступні: значні втрати теплоти з відпрацьованим сушильним агентом, низька інтенсивність процесу вологовидалення при невисоких температурах сушіння, залежність ефективності роботи сушарки від вологості атмосферного повітря.

Виходячи з рівняння (1), існують два шляхи підвищення енергоефективності сушарок: зменшення часу сушіння за рахунок впливу на кінетику сушіння та зменшення питомих витрат на процес. Аналіз існуючих інноваційних розробок показує, що рішенням цієї проблеми є адресна доставка енергії до продукту, за якої енергії використовується рівно стільки, скільки потребує процес видалення вологи. Одним з технічних рішень цього є спосіб сушіння у масообмінних модулях, який відомий ще як сушіння змішаним теплопідведенням, коли продукт розміщується у перфорованому контейнері (модулі) та обдувається зовні гарячим повітрям. Подальшим удосконаленням цього способу є застосування методу адресної доставки теплової енергії до продукту, що висушується шляхом розміщення тепловіділяючих елементів всередині масообмінного модуля. В цьому випадку масообмінний модуль обдувається не підігрітим повітрям та значно зменшуються викиди теплоти в оточуюче середовище, а більша частина теплової енергії витрачається саме на процес випарювання вологи. Наступним кроком в напрямку підвищення ефективності адресної доставки енергії є спосіб сушіння у масообмінному модулю під дією підвищеного тиску. Згідно цього способу продукт розміщується у герметичній замкненій системі, що включає в собі компресор для створення надлишкового тиску, масообмінний модуль з продуктом, теплообмінник, дросель та віддільник рідини. Повітря нагрівається в компресорі та фільтрується через продукт до стану насиченої пари, після охолодження в теплообміннику та дроселі повітря осушується та знову подається до компресора. В цьому випадку практично вся енергія витрачається тільки на процес сушіння і частково зневоднення без випаровування. Відомим прийомом інтенсифікації тепломасообмінних процесів у вологих дисперсних матеріалах є НВЧ-нагрів (мікрохвильова обробка). Адресна доставка енергії в цьому випадку обумовлена безпосереднім перетворенням енергії електромагнітного поля у теплоту, але більший ефект, як показують наші дослідження, має інший не тепловий ефект взаємодії електромагнітного поля з гетерогенною структурою вологи у харчовій сировині, який полягає у селективному впливі НВЧ-поля на молекули зв'язаної вологи, що проявляється у підвищенні коефіцієнту масоперенесення. Цей тип підвищення енергоефективності можна віднести до кінетичного, бо він дозволяє суттєво зменшити енерговитрати на процес сушіння за рахунок скорочення його тривалості.