

ТЕПЛОВІ НАСОСИ В ПРОЦЕСАХ СУШІННЯ

Процеси конвективної сушки належать до найбільш енергоємних промислових технологічних процесів. Згідно проведеним оцінкам на проведення процесів термічного зневоднення в Україні витрачається приблизно 10 % національного споживання енергії. При цьому на процеси зневоднення тільки в промисловості доводиться біля 28 % загальних витрат енергії. Традиційні конвективні сушильні установки, разом з безперечними якостями, що виражаються в простоті конструкції та експлуатації, мають ряд істотних недоліків, основними з яких є низька інтенсивність процесу, значні витрати теплоти з вихідним повітрям, залежність ефективності роботи сушарки від вологовмісту атмосферного повітря. Витрати енергії на видалення вологи при конвективній сушці, з урахуванням втрат теплоти з відпрацьованим теплоносієм і відхідним висушеним матеріалом, досягають 6000 кДж/кг, тому рішення питань зниження енергоспоживання та інтенсифікації процесу теплообміну при сушінні є актуальним науково-технічним завданням.

Одним з перспективних напрямків при вирішенні даної задачі є застосування теплових насосів (ТН). Застосування ТН в процесах сушіння дозволяє значно на 20-25 % знизити питоме споживання первинної енергії на вилучення вологи з матеріалу в порівнянні з традиційними конвективними сушарками. При використанні теплонасосного обладнання для сушіння різноманітних матеріалів волога, що вилучається з матеріалу, не виноситься сушильним агентом в оточуюче середовище, як це має місце в конвективних сушарках, а конденсується на холодній поверхні випарника ТН і вилучається в скрапленому вигляді. Таким чином з'являється можливість утилізувати теплоту конденсації і повернути її в процес сушіння на більш високому температурному рівні, що суттєво впливає на енергоспоживання сушарки.

Здатність ТН знижувати вологовміст сушильного агента робить їх незамінними при вирішенні питання інтенсифікації вологовидалення, особливо при низькотемпературній сушці термолабільних матеріалів, до яких в більшості відносяться харчові продукти.

У харчовій промисловості існує певна потреба в натуральних харчових добавках у вигляді порошків. У більшості випадків при одержанні харчових порошків необхідно сушити вихідну сировину до низької кінцевої вологості ($W \leq 6$ %). Проте при високому

вологівмісті атмосферного повітря (d до 30 г/кг с.п.) висушити до низької кінцевої вологості цукороутримуючі продукти дуже важко, а в деяких випадках (при $d > 30$ г/кг с.п.) в принципі неможливо, тому що матеріал, який висушується, приходить у стан рівноваги з теплоносієм, і процес сушіння припиняється.

Основним недоліком теплонасосних сушарок для зневоднення рослинної сировини є те, що під час сушіння тепловологісні характеристики матеріалу змінюються, а температура охолодження сушильного агента і, відповідно, ступінь його зневоднення, впродовж усього періоду сушіння матеріалу підтримуються незмінними. При такому режимі сушіння не забезпечується оптимальна швидкість процесу і мінімальні енерговитрати впродовж усього періоду сушіння, тому що спочатку, коли матеріал має найбільшу вологість, і з нього легко вилучається вільна волога, не потрібно підтримувати високий ступінь осушення агента, а в кінці процесу, коли в матеріалі залишається лише зв'язана волога, необхідно проводити більш глибоке осушення агента, тому що при невеликому ступені зневоднення агента тривалість останнього періоду сушіння значно збільшується. Це призводить до зайвих енерговитрат.

На основі кривих сушіння й ізотерм десорбції рослинних матеріалів розроблено технологію теплонасосного конвективного сушіння, що забезпечує оптимальний, з точки зору енерговитрат, режим роботи на всіх стадіях процесу сушіння.

В інституті створено декілька сушарок з ТН. Для кліматичних умов тропіків розроблена багатозонна конвективна сушильна установка з теплонасосною системою осушки повітря, яка впроваджена на півдні В'єтнаму (середньорічна температура повітря 32 °С, вологість – 95 %). Сушарка тунельного типу має чотири робочі зони, в кожній зоні підтримуються свої тепловологісні параметри сушильного агента. Перші три зони працюють за традиційною схемою з викидом вологого повітря та підживленням свіжого з атмосфери, яке нагрівається в теплових генераторах. Четверта зона має замкнутий контур циркуляції з теплонасосною системою осушки повітря. Установка призначена для сушіння 450 кг в годину тропічних фруктів до вологості 6 % з метою одержання з висушеного матеріалу харчових порошоків. Сушарка витрачає на 1 кг випареної вологи 3400 – 4200 кДж/кг.

На промислових підприємствах існує велика різноманітність процесів, що протікають за умов, які сприяють використанню ТН, тому введення їх в процес в більшості випадків не представляє практичних труднощів.