

Ю. Ф. СНЕЖКІН, Н. С. МАЛАШУК, Д. М. ЧАЛАСЬ,
Н. О. ДАБІЖА, Р. О. ШАПАР (УКРАЇНА, КИЇВ)
ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ
ТЕПЛО-НАСОСНОГО АГРЕГАТУ В ПРОЦЕСАХ
КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ

Інститут технічної теплофізики НАН України
03164, вул. Булаховського, 2, Київ, Україна, malashchuk_n@ukr.net

Improving the efficiency, reliability and safety of operation of drying units can be obtained by applying heat generating units of heat pump type, in which the waste heat drying agent is utilized. The use of heat pumps in convective dryers with a closed-loop circulation of the heat carrier allow to reduce costs of primary energy for moisture removal in 1,5-2,5 times in comparison with conventional convective dryers. Also high environmental cleanliness of technological process is provided. The research is focused on the optimization of temperature parameters of the actual heat pump cycle in order to reduce energy consumption in heat drying agent treatment.

Термічне зневоднення є одним з найбільш енергоємних технологічних процесів і, зважаючи на високу вартість енергоресурсів, в значній мірі визначає економічні показники виробництва. Підвищення ефективності, надійності і безпеки роботи сушильного обладнання може вирішуватись шляхом використання теплогенеруючих теплонасосних агрегатів, в яких здійснюється примусове осушення відпрацьованого сушильного агента, утилізація теплоти конденсації вилученої вологи та повернення її на більш високому температурному рівні в технологічний процес сушіння шляхом застосування теплонасосного циклу. Це дозволяє знизити енерговитрати на процес конвективного сушіння майже вдвічі, а також забезпечує високу екологічну чистоту процесу в порівнянні з традиційними конвективними сушарками.

Традиційні конвективні сушарки за своїми конструктивними особливостям є найбільш пристосованими для інтеграції в сушильний цикл теплонасосного агрегату, а відпрацьований сушильний агент є тим видом вторинних енергетичних ресурсів, що слугує низькотемпературним джерелом енергії для теплового насоса.

В процесі теплонасосного сушіння величина поточних енерговитрат значною мірою залежить від вологовмісту сушильного агента і температурного режиму його осушення у випарнику теплового насоса. Для кожного заданого тепловологісного стану сушильного агента відповідно існує оптимальний температурний режим роботи теплового насоса, який забезпечує мінімальні енерговитрати на сушіння. В зв'язку з цим метою дослідження є оптимізація температурних режимів роботи теплонасосного агрегату для скорочення енерговитрат в процесі конвективного сушіння.

Дослідження проводились для камерних конвективних сушильних установок з замкненим контуром циркуляції теплоносія. При цьому теплоносій циркулює по колу, а волога, що вилучається з матеріалу, не виноситься сушильним агентом в оточуюче середовище, а конденсується на холодній поверхні випарника теплового насоса і вилучається в скрапленому вигляді. Така схема роботи сушарки дозволяє використовувати як теплоносій крім повітря інертні гази, а також підтримувати необхідні параметри сушіння незалежно від тепловологісного стану атмосферного повітря.

За результатами аналітичних досліджень теплонасосного циклу отримані енергетичні показники процесу теплонасосного сушіння в залежності від тепловологісних параметрів сушильного агента та визначені оптимальні з точки зору енерговитрат режимні параметри процесу зневоднення. Показано, що енерговитрати в процесі теплонасосного сушіння в значній мірі залежать від вологовмісту та температури теплоносія. Чим більше осушується теплоносій, тим вищі енерговитрати на видалення вологи. При осушенні глибше за $d = 15$ г/кг с.п. енерговитрати різко зростають. Також величина енерговитрат на зневоднення зростає з підвищенням температури сушіння. Тому при застосуванні теплового насоса оптимальні температури сушіння становлять 50...55 °С. При раціональних режимах роботи теплового насоса досягається зниження питомих енерговитрат на видалення вологи у 1,3–1,5 рази.

Дослідження проводяться в рамках цільової програми наукових досліджень НАН України “Надійність і довговічність матеріалів, конструкцій, обладнання та споруд” (Ресурс-2) (проект Р 5.8).