

Виконання теплоізоляції сандвіч-панелей за даними таблиці дозволяють зменшити тепловтрати огорожувальними конструкціями на 15–20 %.

1. Теплоізоляція. Матеріали, конструкції, технології: Справочн. пособие/ Под ред. С.М. Кочергина. – М.: Стройинформ, 2008. – 440 с. 2. Теплоізоляція URSA uralita. Технические характеристики и рекомендации по применению. УРСА ПИИ, 2008. – 42 с.

УДК 664.723.047

Ю.Ф. Снежкін, В.М. Пазюк, Д.М. Чалаєв, В.С. Шаврін
Інститут технічної теплофізики НАН України

ТЕПЛОНАСОСНА СУШИЛЬНА УСТАНОВКА – ЯК СПОСІБ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО СУШІННЯ ЗЕРНА

© Снежкін Ю.Ф., Пазюк В. М., Чалаєв Д.М., Шаврін В.С., 2009

Запропоновано метод сушіння насіння ріпаку, використовуючи низькопотенційну теплоту в теплонасосній сушильній установці. Її ефективність підтверджується числовим аналізом витрат теплоти на сушіння в інших типах зерносушарок.

The paper is method of drying the rapeseed with use lowpotential heat on the heat pump dryer. This method efficiency is assured by numerical analysis expense heat on the process in other types of grain dryers.

Питанням енергозбереження в процесах сушіння зерна присвячено достатню кількість публікацій (1,2,3,4), аналізуючи які, можемо виділити три напрямки з зменшення енерговитрат на сушіння:

Перший напрямок пов'язаний з втратами, які присутні під час сушіння зерна: втрати теплоти з відпрацьованим теплоносієм в зоні нагрівання та сушіння, та втратами теплоносія і зерна, що виходять з зони охолодження. Зменшенню втрат відпрацьованого теплоносія з зони нагрівання та сушіння – можна досягти рециркуляцією або утилізацією теплоти в теплообмінниках та теплових насосів; для зниження втрат теплоти відпрацьованого теплоносія з зони охолодження передбачена його рециркуляція в зони нагрівання та сушіння з додатковим підігріванням в теплогенераторах ; втрати теплоти від зерна з зони охолодження зменшуються при переведенні існуючих зерносушарок на роботу з двома та трьома контурами рециркуляції зерна. Ці заходи дозволяють знизити втрати тепла на 10 – 15% (1).

Другий напрямок. Вдосконалення технології сушіння зерна, на прикладі двостадійного способу сушіння (сушіння з кінцевим досушуванням зерна до конденційної вологості в бункерах вентилявання), який дає змогу знизити витрати на паливо на 36,6% і електроенергії на 18,4% (2).

Третій енергозберігаючий спосіб сушіння, це використання альтернативних видів палива та енергії, вартість яких менша за попередні. Сьогодні відбувається переведення топків існуючих зерносушарок на біопаливо (пресовану соломку, лушпиння соняшника тощо), що дозволяє на 1 коп придбати 400 ККал теплоти. (Порівнюючи з традиційними видами палива, за 1 коп. можна придбати: дизпалива –14 ККал, електроенергії – 17 ККал, газу – 58 ККал, теплоти). Спалювання 1 тонни соломи еквівалентно кількості енергії отриманою при спалюванні 366 м² природного газу або 316 кг дизпалива (3).

Відомий спосіб нагрівання теплоносія за допомогою сонячної енергії. Кожні 9,3 м² поверхні колекторів забезпечують цілодобове надходження енергії, еквівалентне в середньому 18,6 кВт · год. електроенергії або рівну кількість теплоти під час спалювання 2,5 л дизпалива (4).

Наведені напрямки енергозаощадження дають можливість знизити витрати на процес сушіння зерна в існуючих зерносушарках і спонукають до створення економічніших технологій сушіння зерна.

Одним з способів зменшення витрат енергоносіїв на сушіння зерна запропонований метод теплонасосного сушіння. У схемі теплового насоса (рис.1) передбачений рекуператор 3, який додатково дозволяє зменшити витрати на нагрівання теплоносія (а – а').

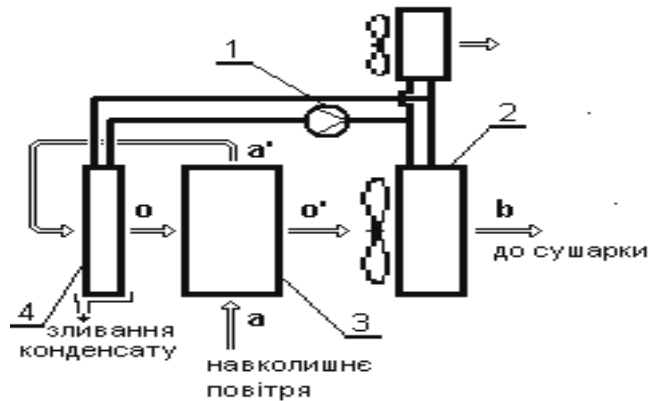


Рис. 1. Схема роботи теплового насоса: 1 – компресор;

2 – повітряний конденсатор; 3 – рекуператор; 4 – випарник

Процес: а – а' – попереднє охолодження навколишнього середовища в рекуператорі;

а' – о – зневоднення навколишнього середовища за рахунок охолодження нижче від температури роси;

о – о' – часткове відновлення температури повітря;

о' – в – нагрівання в конденсаторі до заданої температури.

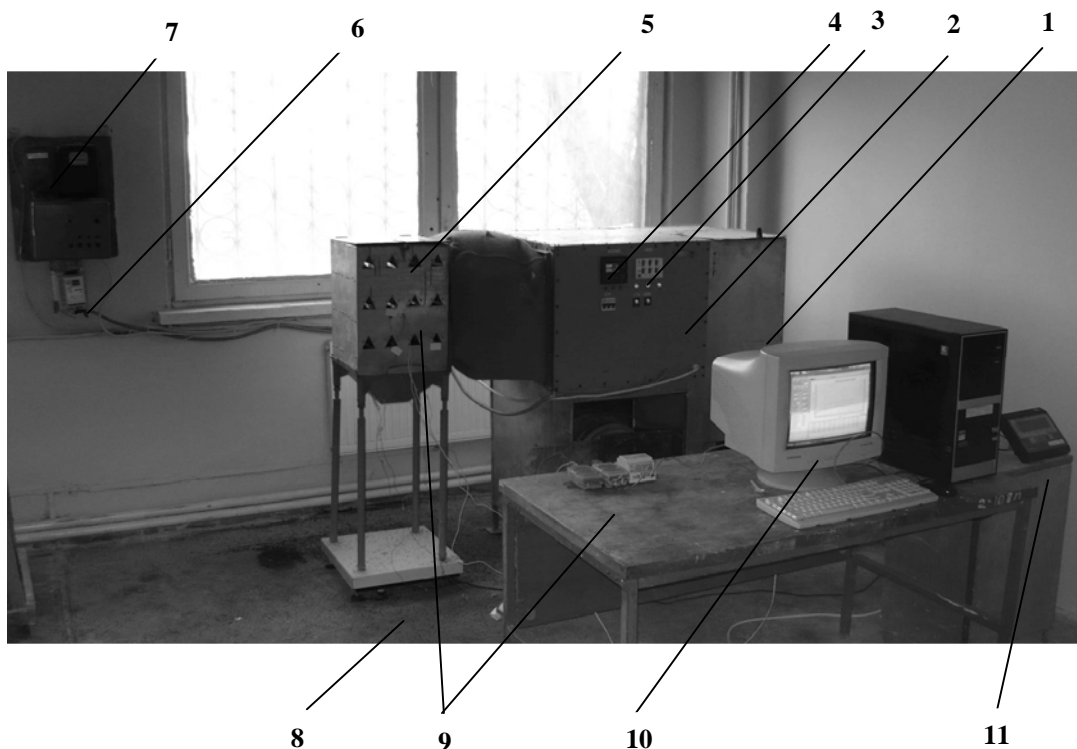


Рис. 2. Експериментальна теплонасосна зерносушарка: 1 – теплонасосний агрегат; 2 – щит керування; 3 – реле часу; 4 – термореле; 5 – сушильна шахта; 6 – регулятор швидкості; 7 – лічильник електроенергії;

8 – напольні терези; 9 – аналоговий цифровим перетворювачем i-7018

конвертор-інтерфейс i-7520 та хромель-копелеві термоелектричні перетворювачі;

10 – персональний комп'ютер з процесором CPU AMD ATHLON XP 2200+; 11 – цифрове табло терезів

Робота теплового насоса полягає в охолодженні теплоносія нижче від температури роси в випарнику 4 (а' – о), відбувається видалення вологи з повітря в збірник для конденсату і нагрівання його в конденсаторі 2 до потрібної температури сушіння зерна (о' – b). Цей спосіб сушіння можливий за рахунок властивості холодоагента, який під час кипіння відбирає тепло низкопотенційного джерела і віддає його теплоносію під час конденсації. Підігріте повітря надходить в сушильну шахту з зерном і відбувається висушування зерна до рівноважної вологості. Враховуючи наведеней вище принцип, в ІТТФ НАН України була розроблена теплонасосна зерносушарка для насіннєвого зерна (рис.2). Дослідження сушіння зерна відбувалось на насіннєвому ріпаку сорту Чорний Велетень.

Для виконання досліджень та відпрацювання технологічного режиму сушіння насіннєвого зерна – ріпаку – експериментальний зразок теплонасосної сушарки обладнаний контрольно-вимірjuвальними приладами та системою автоматики, які дають змогу автоматично підтримувати заданий режим зневоднення, вимірювати та фіксувати необхідні параметри робочого процесу, тобто температуру, вологовміст та швидкість руху теплоносія, а також температуру і тиск випаровування та конденсації холодоагента. Витрати електроенергії та зменшення маси ріпаку в зерносушарці заносили вручну за показаннями лічильника електроенергії та за цифровим табло терезів.

За результатами отриманих досліджень від трьох факторів (температури, швидкості руху теплоносія та товщини шару ріпаку) були отримані криві сушіння та криві швидкості сушіння, температурні та енергетичні криві. Наведемо вплив режиму сушіння на енергетичні витрати в теплонасосній сушильній установці (рис. 3, а) та порівняємо ці витрати з витратами теплоти в інших зерносушарках (вітчизняних) (рис. 3, б).

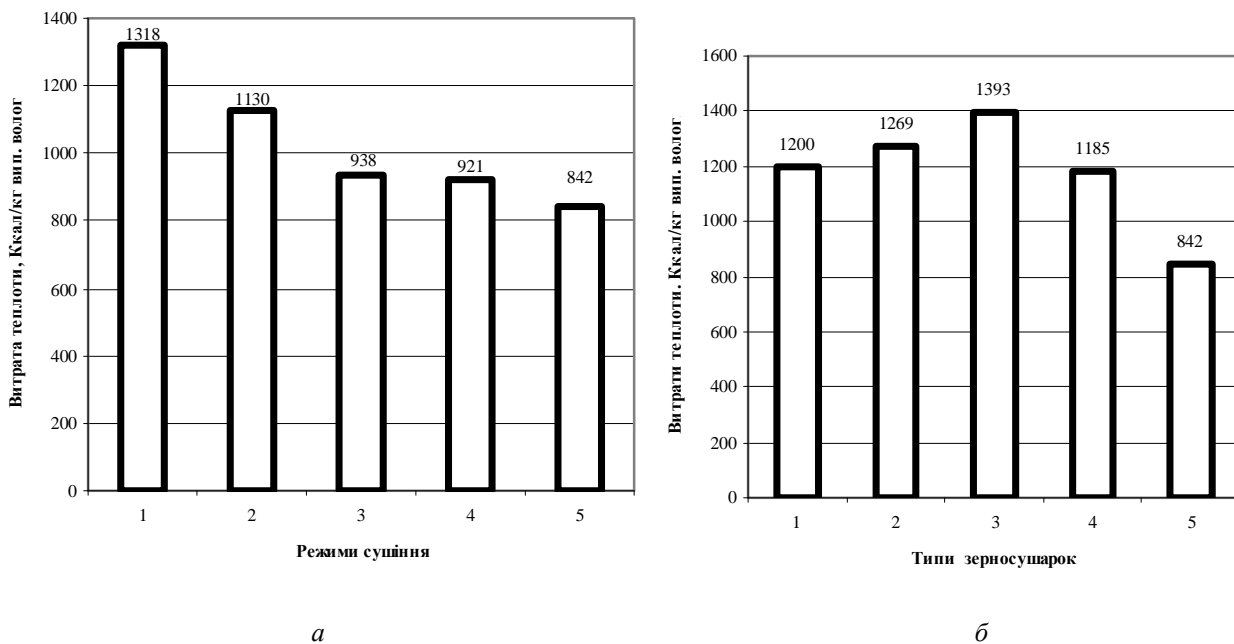


Рис. 3. Енергетичні витрати залежно від режимів сушіння та типу зерносушарки: а – режими сушіння: 1 – $T = 50^{\circ}\text{C}$, $V = 1,0 \text{ м/с}$, $S = 40 \text{ мм}$; 2 – $T = 40^{\circ}\text{C}$, $V = 1,2 \text{ м/с}$, $S = 40 \text{ мм}$; 3 – $T = 50^{\circ}\text{C}$, $V = 1,2 \text{ м/с}$, $S = 40 \text{ мм}$; 4 – $T = 50^{\circ}\text{C}$, $V = 1,5 \text{ м/с}$, $S = 40 \text{ мм}$; 5 – $T = 50^{\circ}\text{C}$, $V = 1,2 \text{ м/с}$, $S = 20 \text{ мм}$;
 б – типи зерносушарок: 1 – прямоточна шахтна ДСП -32 – ОТ; 2 – рециркуляційна шахтна РД*2 -25 -70; 3 – пересувна ЗСПЖ-8; 4 – барабанна СЗСБ -8; 5 – теплонасосна зерносушарка при режимі $T = 50^{\circ}\text{C}$, $V = 1,0 \text{ м/с}$, $S = 20 \text{ мм}$

Висновки. Зменшення температури на 10°C збільшує витрату теплоти на 17%, товщини шару ріпаку на 20 мм – зменшує на 11% і при збільшенні швидкості руху теплоносія від 1,0 – 1,2 м/с відбувається зменшення витрати теплоти на 29%, а при 1,2 – 1,5 м/с майже не змінюється і становить 2%. Порівнюючи витрати від режимів сушіння ріпаку в теплонасосній зерносушарці та

витрати в інших типів зерносушарках, можна відзначити доцільність сушіння зерна ріпаку в теплонасосній сушильній установці, це дає можливість зменшити витрати теплоти на 20 – 40%.

1. Станкевич Г. М., Страхова Т. В., Атаназевич В.І. Сушіння зерна: Підручник – К.: Либідь, 1997 – 352 с. 2. Сорочинський В. Эффективный способ двухстадийной сушки зерна// Комбикормовая промышленность – 1996. – №4. – С. 17 – 18. 3. ОАО „Бріг”. Проспект фірми ОАО „Бріг”. Міжнародна виставка “УкрАГРО – 2007”. 4. Окунь Г. К., Чижиков А. Г. Тенденции развития технологии и технических средств сушки зерна. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1987. – 52 с.

УДК 66.045

І.О. Дубовкіна, Д.М. Чалаєв, Н.О. Дабіжа, В.В. Шморгун
Інститут технічної теплофізики НАН України

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗРАЗКА РЕКУПЕРАТИВНОГО АПАРАТА

© Дубовкіна І.О., Чалаєв Д.М., Дабіжа Н.О., Шморгун В.В., 2009

Подано експериментальні дослідження зразка рекуперативного апарата. Наведені дані лабораторних досліджень, одержані робочі характеристики експериментального зразка рекуперативного апарата.

There are represented experimental researches of experimental model of recuperative apparatus. The data of laboratory experiments are presented. The working characteristics of experimental model of recuperative apparatus were received.

Постановка проблеми. Рекуперативні теплообмінники становлять великий практичний інтерес, як найдоступніший засіб впровадження енергозберігаючих технологій. Теплообмінники на теплових трубах є різновидом регенеративних теплообмінників з проміжним теплоносієм. Вони є замкнутими порожнинами, в які під вакуумом заливається деяка кількість легкокиплячої рідини. Зовнішня поверхня труб має оребрення. Застосовується пластинчасте або спіраль-но-намотувальне оребрення [1].

Переваги теплообмінників з теплових труб: відсутність рухомих елементів, відсутність зовнішнього джерела енергії для перекачування проміжного теплоносія; кожна тепла труба є автономним теплопередавальним елементом; велика площа теплообмінної поверхні на одиницю об'єму; можливість рекуперації теплоти при малих різницях температур; можливість роботи в потоках з високою вологістю: у разі охолодження потоку вологого газу нижче від температури точки роси конденсат стікає в розташовані внизу дренажні канали; реверсивність: у системах кондиціонування повітря теплообмінники можуть як охолоджувати, так і нагрівати припливне повітря залежно від пори року; простота обслуговування, легкий доступ до теплообмінних поверхонь, що спрощує очищення теплообмінника; необмежений термін служби [2].

Недоліком цієї конструкції теплообмінників є порівняно мала довжина (не більше 5 м), звідси обмежена можливість розосередження повітроохолоджувача і повітронагрівача.

Ефективність теплових труб η_t становить від 45 до 65 % і можна регулювати за рахунок зміни нахилу щодо вертикального положення. Серед інших засобів рекуперації теплові труби відрізняються найбільшою компактністю.

З метою зниження трудомісткості виготовлення теплообмінників з тепловими трубами і їхнє здешевлення досліджено можливість застосування в таких системах традиційних теплообмінних