

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ СХЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ В КОНВЕКТИВНИХ СУШАРКАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Розглянуто перспективні способи енергоефективних схем підключення тепло утилізаційного обладнання в конвективних сушарках.

Ключові слова: тепловий процес, сушіння, утилізація, теплоносії, робоче тіло, сушильний агент, тепловтрати, повітря, теплота.

Abstract. Promising ways of energy-efficient schemes of connection of heat utilization equipment in convective dryers are considered.

Keywords: thermal process, drying, utilization, heat carrier, working body, drying agent, heat exchangers, air, heat.

Вступ

В конвективних сушильних установках найбільші втрати теплоти відбуваються з відпрацьованим сушильним агентом і в навколишнє середовище через теплову ізоляцію корпусу. Звідси випливають найочевидніші шляхи підвищення економічності роботи сушильних установок, пов'язані з зменшенням зазначених вище втрат теплоти.

Перший найбільш раціональний шлях зумовлений скороченням втрат теплоти з відпрацьованим теплоносієм (зниженням температури відхідних газів, їх витрати, рециркуляції сушильного агента) і зменшенням втрат в навколишнє середовище (наприклад, за рахунок зменшення тепловіддаючих поверхонь, габаритів камери, покращення теплоізоляції).

Другий шлях – раціональне використання теплоти відпрацьованого теплоносія в різних типах утилізаційних установок та теплових насосів [1].

Основна частина

Застосування утилізаторів і регенераторів теплоти різних типів дозволяє значно підвищити ефективність використання палива, економічність роботи промислових сушильних установок. Утилізатори теплоти (теплообмінники) діляться на такі групи:

- регенеративні (з проміжним теплоносієм);
- рекуперативні (газоповітряні, водоповітряні, повітряноповітряні);
- змішувальні.

Принципові схеми сушильних установок з утилізаторами (регенераторами) теплоти представлені на Рис.1.

Найпростіший утилізатор (рекуператор) є теплообмінником рекуперативного типу, в якому вхідне повітря підігривається відпрацьованим сушильним агентом (Рис.1,а).

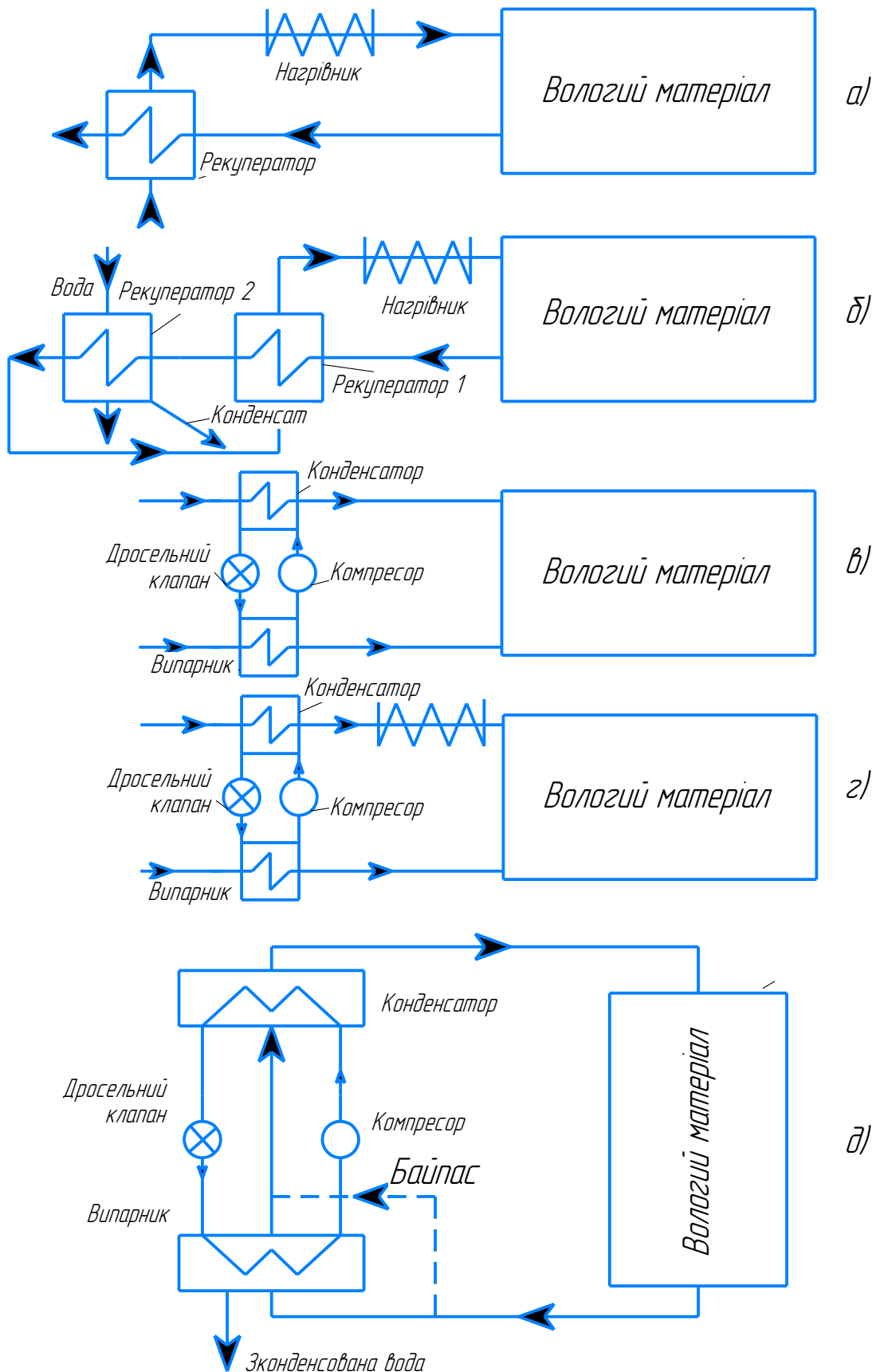


Рисунок 1 – Принципові схеми сушильних установок з утилізацією теплоти:
 а) – з рекуператором; б) – з рекуператором і осушувачем
 в) – з тепловим насосом; г) – з тепловим насосом і додатковим підігрівачем;
 д) – з теплонасосним осушувачем

Якість утилізації теплоти (і якість висушеного продукту!) можна покращити, застосувавши схему з двома теплообмінниками: газоповітряним і газоводяним (Рис.1, б).

При використанні в якості утилізатора теплоти теплового насоса відпрацьований сушильний агент надходить в його випарник, де віддає теплоту киплячого робочому тілу (Рис 1,в). Пара робочого тіла, що утворилася внаслідок поглинання теплоти стискається в компресорі і надходить в конденсатор, де теплою, що виділяється при конденсації нагрівають атмосферне повітря, що надходить в сушильну установку.

У випадку, якщо неможливо нагріти повітря в конденсаторі до необхідної температури, додатково встановлюють електронагрівник (Рис.1,г).

В сушильній установці з теплонасосним осушувачем можна організувати замкнутий контур сушильного агента (Рис.1.д) за аналогією з (Рис. 1,б). У випарнику вологе повітря охолоджується нижче точки роси, внаслідок чого осушується і далі поступає в конденсатор, де нагрівається до необхідної температури.

При високій відносній вологості відпрацьованого сушильного агента найбільш ефективним є застосування теплонасосного осушувача з байпасуванням повітря. Застосування байпасування частини повітря повз випарник збільшує температуру повітря перед конденсатором і тим самим знижує необхідну для нагрівання кількість теплоти.

На Рис.2 представлено питома енергоспоживання в сушильних установках з різними типами утилізаційних пристроїв [2-7].

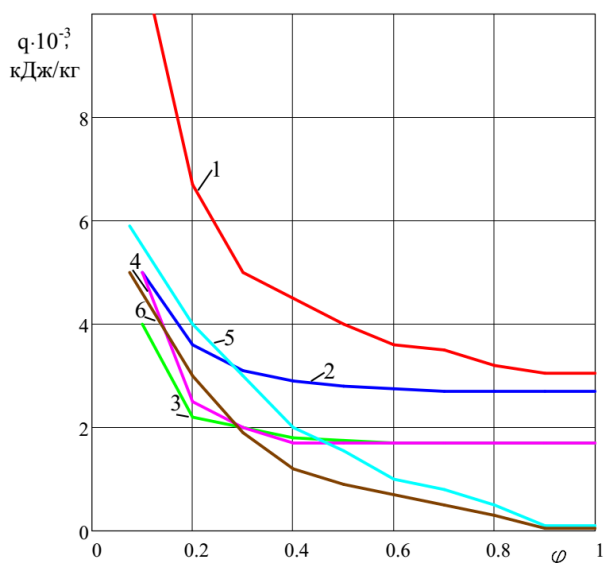


Рисунок 2 – Енергоспоживання сушильних установок з утилізацією теплоти

- 1 – відсутність утилізатора; 2 – рекуператор; 3 – тепловий насос;
- 4 – тепловий насос з додатковим нагрівачем;
- 5 – теплонасосний осушувач без байпасування повітря;
- 6 – теплонасосний осушувач з байпасуванням повітря

Зі зменшенням відносної вологості відпрацьованого повітря ефективність застосування теплового насоса знижується, і при її значенні менше 30% тепловий насос стає невигідним. Це зумовлено тим, що зі зменшенням вмісту водяної пари в повітрі скорочується кількість теплоти пароутворення і це призводить до зниження температури кипіння у випарнику. Отже, при сталій температурі конденсації зменшується коефіцієнт перетворення теплоти.

З рисунка видно, що за температури вхідного повітря $t_1 = 0\text{ }^\circ\text{C}$ і його відносній вологості 100%, температури відпрацьованого сушильного агента $t_2 = 50\text{ }^\circ\text{C}$ і відносній вологості 80% питома витрата енергії для схем з теплонасосним осушувачем становить близько 800 кДж/кг, тоді як для звичайної сушильної установки без утилізатора – близько 3500–4000 кДж/кг.

Висновки

Застосування теплоутилізаційного обладнання підвищує коефіцієнт корисної дії сушильного комплексу, сприяє енергозбереженню і збереженню паливних ресурсів.

Застосування теплового насоса для утилізації теплоти відпрацьованого сушильного агента доцільне лише за вологості останнього не менше 30%.

Для вибору способу утилізації необхідно враховувати вартість утилізаційного обладнання, можливість його надійної роботи, простоту експлуатації і ремонту та зміну собівартості висушеної продукції при забезпеченні її необхідної якості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Акулич, П. В. Расчеты сушильных и теплообменных установок / П. В. Акулич. - Минск : Беларус. навука, 2010. – 443 с.
2. Ганжа В. Л. Об эффективности использования газопоршневых когенерационных установок / В. Л. Ганжа, С. Г. Горошевич // Тепло и массоперенос–2005: Сб. науч. тр. ИТМО НАН Беларуси. – Минск, 2005. – С. 12–19.
3. Данилов О. Л. Экономия энергии при тепловой сушке / О. Л. Данилов, Б. И. Леончик. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 136 с.
4. Гинзбург А. С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов / А. С. Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528с.
5. Янтовский Е. И. Промышленные тепловые насосы / Е. И. Янтовский, Л. А. Левин. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 128 с.
6. Долинский А. А. Оптимизация процессов распылительной сушки / А. А. Долинский, Г. К. Иваницкий. – К. : Наук. думка, 1984. – 240 с.
7. Ткаченко С. Й. Сушильні процеси та установки / С. Й. Ткаченко, О. Ю. Співак. – Вінниця,: ВНТУ. 2008.– 98с.

Олександр Юрійович Співак – канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail : spivak000@gmail.com.

Дзюбанчук Максим Сергійович – студент групи ТЕ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail : dziubanchuk.maksym@gmail.com.

Dziubanchuk M.S.— student of group TE-19m, department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : dziubanchuk.maksym@gmail.com.

Spivak O.Y. — scientific supervisor, Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail : spivak000@gmail.com