

**ТЕПЛОАСОСНІ СУШИЛЬНІ УСТАНОВКИ В ПРОЦЕСАХ СУШІННЯ ЗЕРНА**

Пазюк Вадим Михайлович к.т.н., доцент
Вінницький національний аграрний університет
Разуук V.
Vinnitsa National Agrarian University

Анотація: в статті розглянуті заходи із зменшення енергетичних витрат на процес сушіння через використання теплових насосів. Розроблено перспективна технологічна схема теплонасосної зерносушарки, яка дає можливість розподілити теплові потоки та зменшити загальні витрати теплоти до 2800 – 3000 кДж/кг випареної вологи, в залежності від встановленого дизель-генератора та теплового насоса.

Ключові слова: процес сушіння, технологічна схема, зерно.

Вступ

На сучасному етапі розвитку промисловості стають актуальними питання ефективного використання енергетичних ресурсів, утилізації та рекуперації теплоти в технологічних процесах. Зростання цін на енергоносії та підвищення вимог до охорони навколишнього середовища вимагають нового підходу до енергозабезпечення виробництва сушіння зерна шляхом впровадження сучасних енергозберігаючих технологій. Одним із напрямків енергоефективного способу сушіння зерна є використання теплонасосних технологій і використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергії.

Основний зміст роботи

Одним із напрямків підвищення енергоефективності є застосування теплонасосних технологій виробництва теплоти, що дає можливість економити органічне паливо та знижувати забруднення навколишнього середовища, безпечність продукту.

На теперішній час успішно експлуатується більше ніж 130 млн. теплонасосних установок, вартість яких складає біля 125 млрд. доларів США.

Виробництво ТНУ в кожній країні орієнтовано на потребу внутрішнього ринку, наприклад: США і Японія для опалення та кондиціювання повітря використовує реверсивні ТНУ класу «повітря-повітря»; в Швеції, Швейцарії та Австрії мають перевагу теплові насоси, що беруть тепло із ґрунту; в Німеччині використовується теплота від утилізації викидних газів від дизельних та газових двигунів [1].

Найбільш потужна ТНУ встановлена в Стокгольмі тепловою потужністю 320 МВт, що використовує в якості низькотемпературного джерела енергії – теплоту морської води.

В якості джерел низькопотенціальної теплоти використовується атмосферне повітря або різні вентиляційні викиди, стічні води, ґрунт. Можливість застосування джерел низькопотенційної теплоти наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Застосування джерел низькопотенційної теплоти [1]

Джерела низькопотенційної теплоти	Середовище проміжного контуру	Температура джерела, С
Ґрунтові води	вода	8...15
Ґрунт	антифриз	2...10
Вода із водозабору	вода	6...10
Річкова вода	антифриз	1...10
Каналізаційні стоки	вода	10...17
Навколишнє повітря	повітря	-8...15
Відпрацьоване повітря (витяжки)	повітря	18...25

Умовами раціональної роботи ТНУ - одночасне використання теплоти та холоду, що реалізується в ряді технологічних процесів в промисловості, сільському господарстві, в системах кондиціювання повітря і ін.

Основними перевагами застосування ТНУ є:

- висока енергетична ефективність;
- екологічна чистота;
- комбіноване виробництво теплоти та холоду в єдиній установці;



- мобільність;
- універсальність по тепловій потужності;
- універсальність за видом використаної низькопотенційної енергії;
- повна автоматизація роботи установки.

Аналіз способів і режимів сушіння зерна показав, що найбільше розповсюдження отримали сушарки з конвективним способом підведення теплоти: шахтного, колонкового типу, також бункерні установки. Встановлено, що наявні режими сушки в установках періодичної і безперервної дії не забезпечують потрібної якості сушіння і відповідних норм витрат енергії; сушарки характеризуються низьким термічним К.К.Д. і підвищеною питомою матеріалоемністю. Але можливості інтенсифікації процесів сушіння і зниження енерговитрат далеко не вичерпані. Визначено основні напрямки підвищення технологічної та енергетичної ефективності сушіння в теплових насосах (рис. 1).

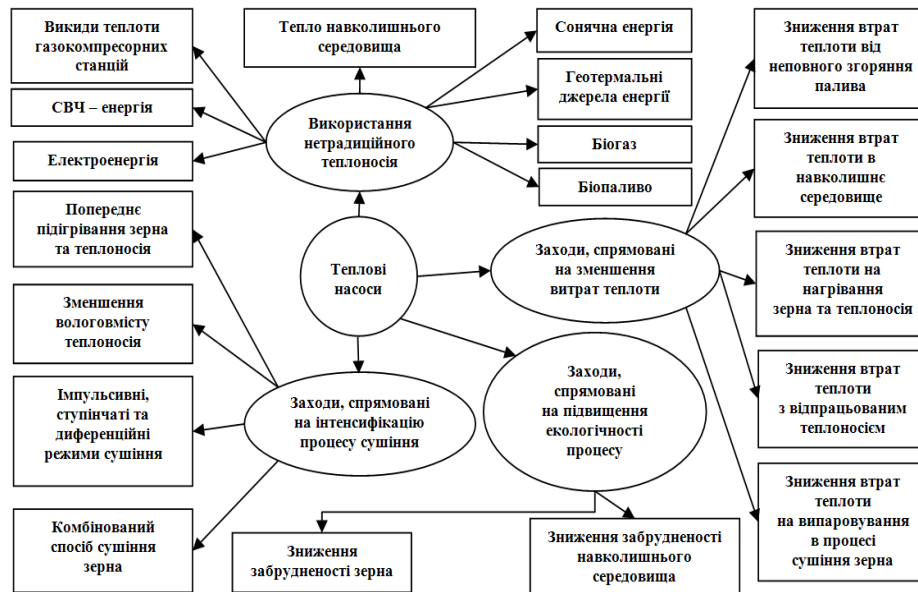


Рис. 1. Заходи із зменшення витрат енергії на процес сушіння зерна в зерносушарках із встановленими тепловими насосами

Основними напрямками роботи для підвищення енергоефективності виробництва теплової та електричної енергії і направлення на процес сушіння є :

1. Проведення енергоаудиту з метою визначення економічно доцільних норм витрат всіх видів енергоносіїв, виявлення неефективного обладнання і технологій, наявності невикористаних вторинних енергоресурсів, включення в енергооборот відновлювальних джерел енергії.
2. Модернізація теплоенергетичного обладнання з метою зниження питомих витрат палива при виробництві енергії.
3. Впровадження ресурсоенергозберігаючих технологій, використовуючи максимальну регенерацію теплоти матеріальних потоків технологічних процесів, вторинні та відновлювальні джерела енергії, в тому числі теплоту навколишнього середовища, теплоту землі та біоенергетику.
4. Впровадження когенераційних установок для одночасного виробництва електроенергії, теплоти і холоду, забезпечення цілодобового режиму роботи енергетичного обладнання.

Одним із найбільш енергоємних технологічних процесів в агропромисловому комплексі України є сушіння рослинної сировини і в першу чергу зерна. Природно-кліматичні умови нашої країни такі, що від 50 до 80% зібраного врожаю зернових культур для доведення до стандартних норм зберігання і переробки необхідно проводити теплову обробку.

В середньому при сушінні тонни зерна необхідно видалити 70 – 80 кг вологи, що при врожаї в 60 млн. т. приводить до витрат в 0,7 млн. т. умовного палива і вище. Також при сушінні зерна витрати часу на сушіння зерна складають до 70% від часу збирання врожаю.

Значна енергоємність процесу конвективного сушіння пов'язана в основному, з викидом в атмосферу відпрацьованого насиченого парами води теплоносія, утилізація теплоти якого може значно підвищити енергоефективність процесу. Приріст ентальпії теплоносія за рахунок вмісту в ньому пари для зерносушарок різної продуктивності і конструкцій знаходиться в інтервалі 2 – 8,4



МДж/годину, у зв'язку з цим утилізація теплоти відпрацьованого теплоносія для підвищення енергоефективності зерносушарок має значну перспективу. Крім того, зерно є термолабільним матеріалом, тому необхідно забезпечити оптимальний тепловологісний режим сушіння з врахуванням термостійкості і вихідної вологості матеріалу, а також повинно відповідати необхідним вимогам. З літературних джерел схожість зерна пшениці з вологістю 10% зберігається навіть при короткотривалому нагріванні до температури 120°C, в той час як нагрівання сирого зерна при $W > 20\%$ до 60 - 65°C приводить до повної втрати схожості, що обмежує максимально допустиму температуру при сушінні насінневого матеріалу в щільному шарі, яка не повинна перевищувати 45°C. Таким чином, найбільш простий і розповсюджений метод інтенсифікації процесу сушки шляхом підвищення температурного рівня в даному випадку є небажаним, а застосування осцилюючого режиму роботи приводить до зниження продуктивності обладнання.

Фактором, що може вплинути на інтенсивність процесу масопереносу при низькотемпературному сушінні є вологість теплоносія, що особливо ефективно в області малого вологовмісту. Згідно отриманим нами результатам при зниженні вологовмісту повітря з 15 до 10 г/кг сухого повітря при температурі матеріалу 45°C інтенсивність процесу сушіння підвищується на 20 – 25%, подальше зниження вологовмісту до 8г/кг сухого повітря забезпечує ріст інтенсивності процесу до 35%.

Зниження вологовмісту і ефективне регулювання температури теплоносія з одночасною утилізацією теплоти конденсації парів видаленої вологи можливо проводити при застосуванні теплонасосних циклів в процесі підготовки теплоносія в конвективних зерносушарках.

Запропоновані комплекси забезпечують цілодобову необхідне споживання електричної і теплової енергії для потреб виробництва, а також сезонну потребу в енергоносіях для тепловологої обробки рослинної сировини, в першу чергу зерна. Когенераційний комплекс на основі теплового насоса забезпечують коефіцієнт використання палива 0,86 – 0,88 і знижує собівартість електроенергії в 3 рази в порівнянні з її виробництвом на дизельгенераторах. Питомі капітальні витрати на 1 кВт встановленої потужності знаходяться в межах 300 – 400 доларів США при строковій окупності 2 – 4 роки.

Технічна характеристика когенераційних установок на базі газових двигунів-генераторів виробництва «Первомайскдизельмаш» представлена в табл. 2.

Таблиця 2

Технічна характеристика когенераційних установок на базі газових двигунів-генераторів виробництва «Первомайскдизельмаш» [2]

Параметри	Од. виміру	ДвГА-315	ДвГА-500	ДвГА-630	ДвГА-800
Електрична потужність	кВт	315	500	630	800
Теплова потужність при повній утилізації теплоти	Гкал/год (кВт)	0,36 (420)	0,58 (680)	0,72 (840)	0,92 (1080 кВт)
Витрата газового палива на номінальну потужність, приведена до теплоти згорання 8000 ккал/м ³	м ³ /год	95	160	195	210 - 230
Об'єм підігріваної води при використанні штатних водяних насосів на двигуні	м ³ /год	24	26	29	45
Ступінь підігрівання води - в теплообмінниках ТУВ1 та ТУВ2 - при повній утилізації	°C °C	9 16	11 21	15 28	
Максимальна температура води на виході із когенераційної установки	°C	85	85	85	85
Тиск води на вході в теплообмінники, не більше	кгс/см ³	3	3	3	3
Кількість випускних газів на виході із двигуна	кг/год	2180	3370	4160	5000
Температура випускних газів за номінальної потужності: - на виході із двигуна, не більше - на виході із ТУВ2, не менше	°C °C	550 150	550 150	550 150	620 150
Ресурс до капітального ремонту	год	60000	60000	60000	70000



seminara , 11 - 13 мая 2010 г. - Voronezh, 2010. - S. 303 -307 .

4. Snyezhkin YU.F. Teplonasosna Zernosusharka dlya nasinnyevoho zerna / YU.F. Snyezhkin , V.M. Pazyuk , ZH.O. Petrova, D.M. Chalayev . Kyiv : TOV « Polihraf - Servis » , 2012. - 154 s.

ТЕПЛОНАСОСНОЙ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ЗЕРНА

Аннотация: в статье рассмотрены меры по уменьшению энергетических затрат на процесс сушки из-за использования тепловых насосов. Разработан перспективная технологическая схема теплонасосной зерносушилки, которая дает возможность распределить тепловые потоки и уменьшить общие расходы теплоты к 2800 - 3000 кДж / кг выпаренной влаги, в зависимости от установленного дизель-генератора и теплового насоса.

Ключевые слова: процесс сушки, технологическая схема, зерно.

IN HEAT PUMP DRYING PLANT GRAIN DRYING PROCESSES

Summary: the article deals with measures to reduce energy costs in the drying process by using heat pumps. Developed promising technological scheme of heat pump dryers, which makes it possible to distribute the heat flow and reduce the overall cost of heat to 2800 - 3000 kJ / kg evaporated moisture, depending on the installed diesel generator and heat pump.

Keywords: the drying process, a technology seed.