

**СУЧАСНІ ЗЕРНОСУШАРКИ ТА ЗАХОДИ З ЇХ ЕНЕРГЕТИЧНОГО
ВДОСКОНАЛЕННЯ**

Пазюк Вадим Михайлович к.т.н., доцент
Пазюк Оксана Дмитрівна асистент
Савчук Вадим Валентинович студент
 Вінницький національний аграрний університет
Pazyuk V.
Pazyuk O.
Savchuk V.
 Vinnytsia National Agrarian University

Анотація: проведений огляд існуючого обладнання для сушіння зерна та розглянуті можливі заходи щодо зниження енергетичних витрат на процес сушіння.

Ключові слова: зерно, сушіння, витрати теплоти, зерносушарки.

Сучасний стан обладнання для сушіння зерна доцільно класифікувати за основними типами зерносушарок (табл. 1.) [1,2,3].

Таблиця 1

Класифікація основних типів зерносушарок

Класифікаційна ознака	Тип сушильної установки	Класифікаційна ознака	Тип сушильної установки	
Режим роботи	періодичної дії	За типом теплоносія	повітряна	
	безперервної дії		топковий газ	
За конструктивним виконанням	стаціонарні		суміш повітря з топковими газами	
	пересувні		атмосферна	
Спосіб підведення теплоти	конвективний		Величина тиску в камері	вакуумна
	кондуктивний		Спосіб циркуляції теплоносія	природна
	контактний	примусовою		
	вакуумний	Напрямок потоку матеріалу та теплоносія	прямотечійний	
	радіаційний		протигечійний	
	високочастотний		перехресний	
	За станом зернового шару	комбінований	Особливості конструкції	бункери та силоси для вентилявання
елементарний		шахтні		
щільний нерухомий		колонкові		
щільний рухомий		карусельні		
псевдозріджений		барабанні		
віброкиплячий		конвеєрні		
падаючий		камерні		
завислий	баштові			

Найбільше поширення набули зерносушарки конвективного типу з прямоточним та рециркуляційним веденням процесу.

Витрати теплоти в зерносушарках показані на рис. 1 [4].

За енерговитратами на процес сушіння, зерносушарки можна поділити на наступні чотири групи [5]:

1. Зерносушарки, в яких не застосовують утилізації охолоджуючого повітря. Питомі витрати теплоти становлять 5000 кДж/кг вип. вологи, при ККД 49,2% (прямоточні зерносушарки).

2. Установки з утилізацією охолоджуючого повітря і частково відпрацьованого теплоносія з нижніх зон сушіння. Знижує питомі витрати теплоти до 4800 кДж/кг вип. вологи та збільшує ККД до 52,4 % (рециркуляційні зерносушарки).

3. Сушарки, котрі використовують утилізацію охолоджуючого повітря і ненасиченого теплоносія. Питомі витрати теплоти становлять 4350 – 4400 кДж/кг вип. вологи, ККД – 56,9%

(колонкові зерносушарки)

4. Сушарки, які використовують утилізацію охолоджуючого повітря, ненасиченого і насиченого теплоносія. Питомі витрати теплоти можуть досягти 3244 кДж/кг вип. вологи з ККД – 77,5 % (зерносушарки з тепловими трубами або тепловими насосами) (рис. 2).

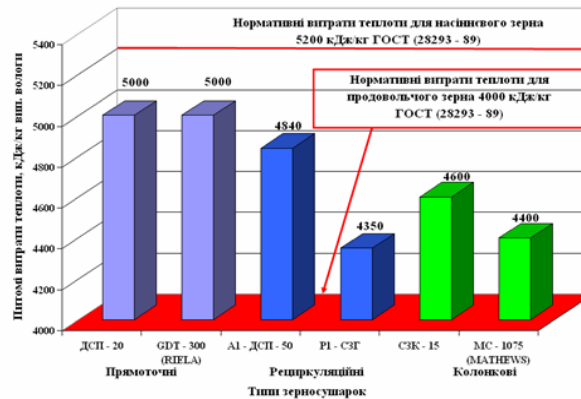


Рис. 1. Питомі витрати теплоти в зерносушарках при сушінні продовольчого зерна

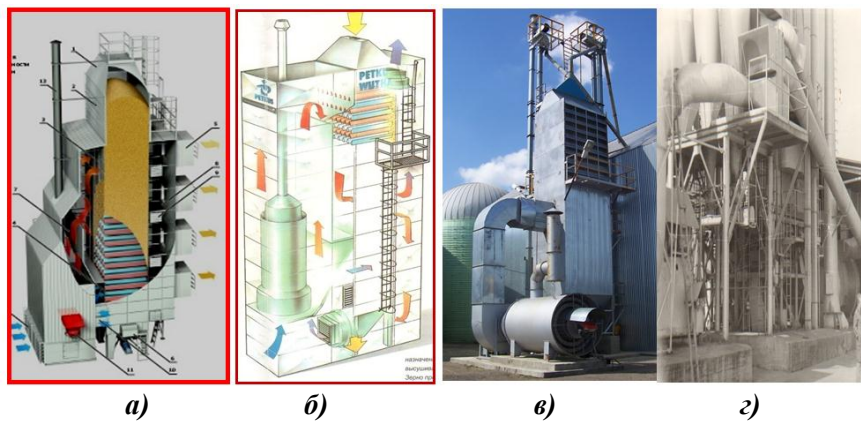


Рис. 2. Зерносушарки, які відносяться до 1,2,3,4 групи за енергозбереженням: а – шахтна прямоточна зерносушарка фірми АRAJ (Польща); б - шахтна прямоточна зерносушарка фірми РЕТКУS (Німеччина); в – колонкова прямоточна зерносушарка фірми Мельнвест (Росія); з – шахтні прямоточні зерносушарки з тепловими трубами фірми ЛСО (Чехія)

Аналіз загальних витрат на процес сушіння поділяється на витрати на паливе, електроенергію, амортизація та ремонт устаткування та заробітну плату (рис. 3). Основні витрати складають енергетичні близько 65% від загальних витрат на сушіння, тому основним напрямком є зменшення цих витрат.

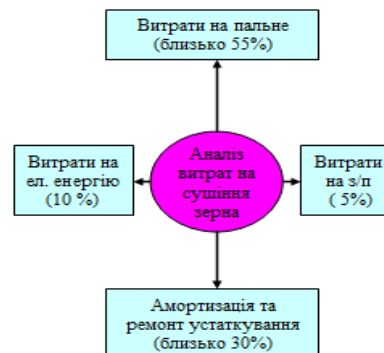


Рис. 3. Аналіз витрат на сушіння зерна

Основні напрямки досліджень зі зменшення витрат теплоти на процес сушіння, можна поділити на наступні етапи (рис. 4):

- розробка нових енергозберігаючих технологій сушіння зерна;

- створення теплогенераторів на біомасі та альтернативних джерел енергії;
- проведення заходів з зменшення втрат теплоти в зерносушарках.



Рис. 4. Напрямки енергозбереження в процесах сушіння

Якщо провести загальний аналіз втрат теплоти в шахтних зерносушарках, то основні корисні втрати для проведення процесу сушіння – це втрати на нагрів зерна 11 – 13% та на випаровування вологи біля 42 - 49% (рис. 5) [5].

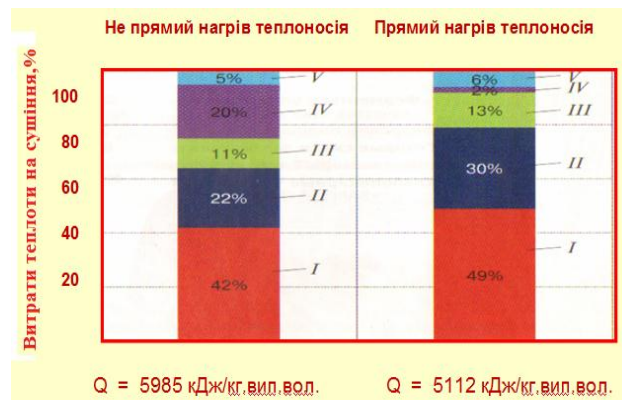


Рис. 5. Втрати теплота в шахтних зерносушарках I – витрати теплоти на випаровування вологи; II – втрати теплоти з відпрацьованим теплоносійом; III – втрати теплоти на нагрів зерна; IV – втрати теплоти в теплогенераторі (топці); V – втрати теплоти від металоконструкції зерносушарки

Для зниження теплоти на випаровування вологи необхідно:

- вдосконалення технології сушіння зерна: подача в зону сушіння попередньо нагрітого зерна; використання теплоносія з максимально можливими значеннями температури та швидкості;
- автоматизація процесу сушіння: організація контролю вологості та температури зерна (для недопущення пересушування зерна);
- вдосконалення конструкції зерносушарок: зведення до мінімуму нерівномірність нагрівання і сушіння зерна; використання вузлів для зневоднення повітря, що подається в зону зневоднення.

Для зниження втрат теплоти на нагрівання зерна необхідно:

- вдосконалити процес охолодження просушеного зерна;
- вдосконалення конструкції охолоджувача: створення поточного охолоджувача безперервної дії, що дає можливість регулювати швидкість охолодження повітряного потоку в широкому діапазоні.

Для зниження втрат з відпрацьованим теплоносійом необхідно:

- вторинне використання теплоти відпрацьованого теплоносія;
- вдосконалення конструкції зерносушарок: використання раціональної схеми підведення агента сушіння до зневодненого шару зерна; усунення нерівномірності нагрівання і сушіння зерна; використання теплових насосів;
- автоматизація процесу сушіння: підтримання оптимальної витрати теплоносія та повітря.

Для зниження втрат в теплогенераторі (топці) та від металоконструкцій зерносушарок в навколишнє середовище необхідно:

- необхідна теплоізоляція зовнішніх та внутрішніх поверхонь зерносушарок та топок;
- вдосконалення конструкції зерносушарок і топок: зменшення ділянок з найбільш інтенсивним тепловиділенням;
- використання теплоти зовнішніх поверхонь топок для підігрівання повітря; заміна великогабаритної топки декількома малогабаритними;
- правильна технічна експлуатація зерносушарок та топок;
- контроль і автоматизація спалювання пального.

Велике значення має створення теплогенераторів для сушарок нового покоління, які зменшують енергетичні витрати та не забруднюють зерно. Також набуває значення використання відходів рослинного та тваринного походження (теплогенератори на соломі, лушпинні сояшника, качанів кукурудзи, тощо).

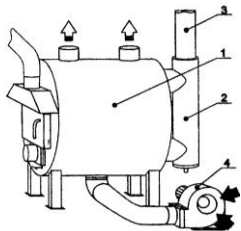
Енергетичний потенціал по біомасі в Україні складає 23,1 млн. тон умовного палива в рік (див. табл. 2), основними джерелами енергії є відходи сільськогосподарської та деревообробної продукції. Заслуговує на увагу розвиток напрямку вирощування плантацій енергетичної верби або тополі, що використовується при створенні паливних брикетів.

Таблиця 2

Енергетичний потенціал по біомасі в Україні

Вид палива	Енергетичний потенціал млн. т у. п/рік
Солома зернових культур	5,6
Стебла і качани кукурудзи	2,4
Стебла і лушпиння сояшнику	2,3
Біогаз з гною та орган. відходи	1,6
Деревне паливо та відходи	2,0
Паливні брикети з твердих побутових відходів	1,9
Рідкі палива (біодизель, біоетанол)	2,2
Енергетичні плантації (верба, тополя)	5,1
Разом	23,1

Приклад теплогенератора, що працює на твердому паливі та на відходах сільськогосподарської та будівельної галузі представлений на рис. 6.



Об'єм камери згоряння	700...1100 л
Потужність	60 ...90 кВт
Витрати палива	24...35 кг/год

Рис. 6. Теплогенератор, що працює на твердому паливі (біомаси): 1- теплогенератор; 2 – стояк; 3 – димохід; 4 – вентилятор

Орієнтовна вартість теплової енергії з відходів біомаси та від традиційних джерел енергії для підприємств на 2015 р. представлена в табл. 3.

Таблиця 3.

Орієнтовна вартість теплової енергії з відходів біомаси та від традиційних джерел енергії для підприємств України на 2015 р.

№ п/п	Вид палива	Кількість тепла, ккал	Вартість на 05.05.15, грн.	Кількість теплоти за 1 грн, ккал/грн.
1.	Солома (біомаса)	1 кг = 2000	1	2000
2.	Газ	1м ³ = 8400	7,6	1105
3.	Дизельне паливо	1л = 8960	22	407
4.	Електроенергія	1 кВт. год. = 864	1,40	617

Порівняння вартості теплової енергії з відходів біомаси та традиційних джерел енергії в Україні за 2015 році показало, що на даний час найбільш ефективно використовувати біомасу, так як вона приблизно в 2 рази більше отримуємо кількість теплоти за 1 грн. чим при спалюванні газу.

**Список літератури**

1. Станкевич Г.М. Сушіння зерна: Підручник / Г.М. Станкевич, Т.В.Страхова, В.І. Атаназевич – К.: Либідь, 1997. – 352 с.
2. Гришин М.А. Установки для сушки пищевых продуктов / М.А. Гришин, В.И. Атаназевич, Ю.Г. Семенов – М.: Агропромиздат, 1989. – 215 с.
3. Снежкін Ю.Ф., Теплонасосна зерносушарка для насіннєвого зерна / Ю.Ф. Снежкін, В.М. Пазюк, Ж.О. Петрова, Д.М. Чалаєв - Київ: ТОВ «Поліграф-Сервіс», 2012. – 154 с.
4. ГОСТ 28293 – 89. Зерносушилки шахтные. Показатели энергопотребления. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 4 с.
5. Сорочинський В. Зневоднення зерна за різних схем утилізації сушильного агента й охолоджуючого повітря може бути доволі ефективно // Зерно і хліб – 2011, №3 – С. 40 – 41.

References

1. Stankevych H.M. Sushinnya zerna : Pidruchnyk / H.M. Stankevych, T.V.Strakhova , V.I. Atanazevich - K .: Lybid', 1997. - 352 s.
2. Grishin M.A. Ustanovki dlya sushki pishchevykh produktov / M.A. Grishin , V.I. Atanazevich , YU.G. Semenov - M .: Agropromizdat , 1989. - 215 s.
3. Snyezhkin YU.F., teplonasosnykh Zernosusharka dlya nasinnyevoho zerna / YU.F. Snyezhkin , V.M. Pazyuk , ZH.O. Petrova, D.M. Chalalayev - Kyiv: TOV « Polihraf -Servis », 2012. - 154 s.
4. GOST 28293 - 89. Zernosushilki shakhtnyye . Pokazateli energopotrebleniya . - M .: Izd -vo standartov , 1990. - 4 s.
5. Sorochyns'kyu V. Znevodnennya zerna za riznykh skhem utilizatsiyi sushyl'noho ahenta y okholodzhuyuchoho Povitrya mozhet buti dovoli efektyvna // Zerno y khlib - 2011 , №3 - S. 40 - 41 .

**СОВРЕМЕННЫЕ ЗЕРНОСУШИЛКИ И МЕРЫ ПО ИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМУ
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ**

Аннотація: проведено огляд наявного обладнання для сушки зерна і розглянуті можливі заходи по зниженню енергетических витрат на процес сушки.

Ключевые слова: зерно, сушки, расхода теплоты, зерносушиллки.

OF DRYERS MEASURES AND THEIR ENERGY IMPROVEMENT

Summary: a review of existing equipment for drying grain and the possible measures to reduce energy costs in the drying process.

Keywords: grain drying costs of heat dryers.