

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

XVII Міжнародної наукової конференції
**«УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ І
ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТА
ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

3-8 вересня 2018 р.



**ОДЕСА
2018**

Публікуються доповіді, представлені на XVII Міжнародній науковій конференції «Удосконалення процесів і обладнання харчових та хімічних виробництв» (3 – 8 вересня 2018 р.) і присвячені актуальним проблемам підвищення енергоефективності в сфері АПК, харчових та хімічних виробництвах, розробки та впровадження ресурсо-та енергоефективних технологій та обладнання, альтернативних джерел енергії.

Редакційна колегія:

Доктор техн. наук, професор
Кандидат техн. наук

О.Г. Бурдо
Ю.О. Левтринська

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

Єгоров <i>Богдан Вікторович</i>	– голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор
Бурдо <i>Олег Григорович</i>	– вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор
Атаманюк <i>Володимир Михайлович</i>	– Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор
Васильєв <i>Леонард Леонідович</i>	– Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н., професор
Гавва <i>Олександр Миколайович</i>	– Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
Гумницький <i>Ярослав Михайлович</i>	– Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор
Долинський <i>Анатолій Андрійович</i>	– Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАН України
Зав’ялов <i>Владимир Леонідович</i>	– Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
Сукманов <i>Валерій Олександрович</i>	– Полтавський університет економіки і торгівлі, д.т.н., професор
Колтун <i>Павло Семенович</i>	– Technident Pty. Ltd., Australia, Dr.
Корнієнко <i>Ярослав Микитович</i>	– Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
Малежик <i>Іван Федорович</i>	– Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
Михайлов <i>Валерій Михайлович</i>	– Харківський державний університет харчування та торгівлі, д.т.н., професор
Паламарчук <i>Ігор Павлович</i>	– Національний університет біоресурсів та природокористування України, д.т.н., професор
Снежкін <i>Юрій Федорович</i>	– Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., академік НАН України
Сорока <i>Петро Гнатович</i>	– Український державний хіміко-технологічний університет, д.т.н., почесний професор
Тасімов <i>Юрій Миколайович</i>	– Віце-президент союзу наукових та інженерних організацій України
Товажнянський <i>Леонід Леонідович</i>	– Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор, член-кореспондент НАН України
Ткаченко <i>Станіслав Йосифович</i>	– Вінницький національний технічний університет, г. Вінниця, д.т.н., професор
Черевко <i>Олександр Іванович</i>	– Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н., професор
Шит <i>Михайл Львович</i>	– Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.
Сухий <i>Константин Михайлович</i>	– ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», д. хім. н., професор

СЕКЦІЯ 3.

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.
РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТА ЕКОЛОГІЧНО-БЕЗПЕЧНІ
ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ**

УДК 664.723.047.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУШІННЯ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ІЗ ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ

Пазюк В. М., к.т.н., с. н. с., Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

ENHANCEMENT OF ENERGY EFFICIENCY OF DRYING SEEDS OF GRAIN CROPS WITH HEAT PUMPS

Pazyuk V.M., Ph.D., p. N. s., Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of
Ukraine, Kyiv

В статті наведені дослідження з енергоефективного сушіння насіння ріпаку із застосування теплових насосів.

The paper presents studies on energy-efficient drying of rape seeds using heat pumps.

Ключові слова: сушіння, тепловий насос, схожість насіння.

В сучасних умовах розвитку зерносушіння основою вибору сушильних установок є енергетична складова процесу сушіння та якісні характеристики матеріалу.

Проведений аналіз існуючих зерносушарок показав, що діючі зерносушарки не відповідають вимогам за енергетичними показниками від 10 – 30% (нормативні витрати 4000 кДж/кг вип. вологи). Для насіннєвого зерна витрати складають більше на 30% (нормативні витрати 5200 кДж/кг вип. вологи) із-за неможливості застосування високотемпературних режимів [1].

Витрати теплоти, якщо взяти за 100% за даними досліджень [2] можна розділити наступним чином:

на випаровування вологи – 53,2%; на нагрівання зерна та транспортних пристроїв – 15%; з відпрацьованим теплоносієм – 23,9%; від корпусу зерносушарки – 6,9%; від неповного згорання палива – 1%.

Заходи направлені на зниження витрат на процес сушіння частково реалізується в сучасних розробках, що відповідно знижує витрати теплоти на сушіння та підвищує коефіцієнт корисної дії зерносушарок.

Зниження витрат теплоти на випаровування вологи, відбувається через розробку енергоефективних технологій сушіння, вдосконалення конструкції зерносушарок, автоматизація процесу.

Для зниження нагрівання зерна та транспортних пристроїв – вдосконалення процесу нагрівання та охолодження, створення конструкцій нагрівача та охолоджувача на основі теплового насосу.

При зниженні втрат теплоти з відпрацьованим теплоносієм, можливо використання теплонасосного циклу для зниження вологи високотемпературного відпрацьованого теплоносія і направлення їх для попереднього нагрівання теплоносія або часткового змішування в системі подачі для сушіння зерна.

Під зниженням втрат в навколишнє середовище розуміють встановлення теплоізоляції зерносушарки та топкових пристроїв та їх найближче конструктивне розташування.

Втрати теплоти від неповного згорання палива вирішуються через автоматизацію спалювання палива, правильної експлуатацією топків, а також використання теплоти димових газів топкових пристроїв та направлення теплоти на сушіння за допомогою теплових насосів.

На основі проведених літературних досліджень та результатів власних досліджень, вказують на доцільність впровадження теплонасосних установок, за енергетичними показниками (табл. 1).

Таблиця 1.

Ефективність технологій сушіння насіння зернових культур

№	Технологія	Витрати теплоти, кДж/кг	Переваги	Недоліки
1	Сушіння на традиційних видах палива	5000 - 11000	Високе знімання вологи, не потребує додаткового обладнання	Великі енергетичні витрати, зниження якості при порушенні технології
2	Активне вентилування	2500 - 3000	Енергозбереження, висока якість насіння	Тривалість процесу, невелике знімання вологи
3	Застосування енергозберігаючих технологій сушіння	3244 - 4800	Енергозбереження, висока якість продукції	Потрібні додаткові капітальні вкладення та введення нового обладнання

4	Сушіння із застосування теплових насосів (власні дослідження) [3]	3000 - 3800	Низькі енергетичні витрати, висока якість насіння, зниження собівартості	Недостатньо вивчено і потребує конструкторських розробок
---	---	-------------	--	--

Особливість використання теплових насосів полягає в тому, що їх можна використовувати для сушіння насінневих культур і отримати високу якість.

Використання теплових насосів досить широке, вони можуть використовувати не тільки теплоту навколишнього середовища, теплоту відпрацьованих газів та теплоносія, але і альтернативні джерела енергії, можуть поєднувати процеси нагрівання, сушіння та охолодження.

Для більш детальної характеристики використання теплових насосів була розроблена схема використання теплових насосів при сушінні насінневого зерна (рис.1).

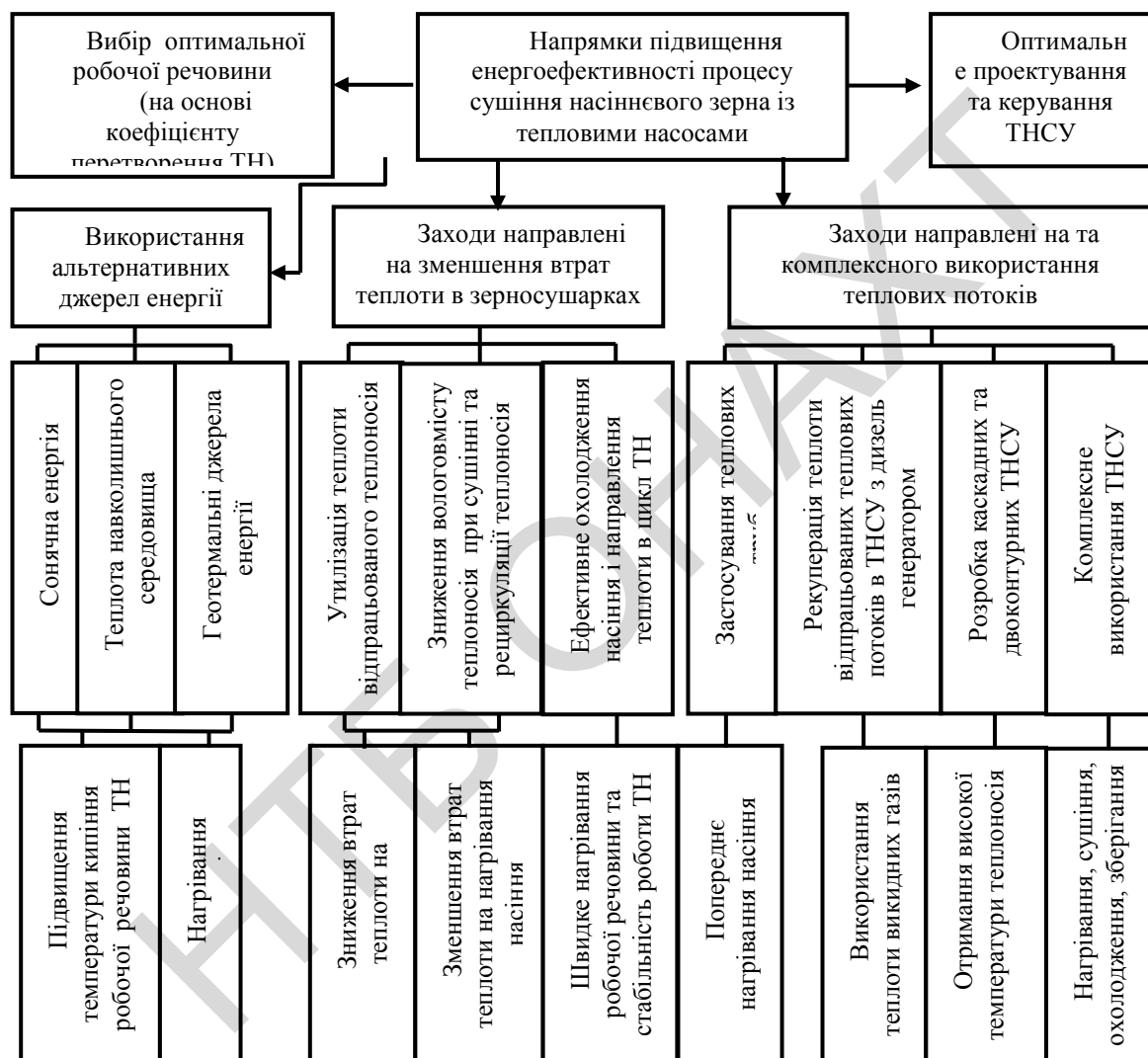


Рис. 1. Напрямки підвищення енергоефективності сушіння насінневого зерна із тепловими насосами

Розроблена схема на рис. 1. показує ефективне застосування теплових насосів через:

- використанням низькопотенційної теплоти альтернативних джерел енергії (сонячна, навколишнє середовище, геотермальні джерела) та сушіння насіння при постійній температурі сушильного агента 40 - 60°C, що залежить також від коефіцієнту перетворення теплового насосу;

- зниження втрат теплоти на сушіння зерна в прямооточних та рециркуляційних зерносушарках, через заходи направлені на рециркуляцію, утилізацію та рекуперацию теплоти відпрацьованого теплоносія і направлення в зону сушіння;

- комплекс заходів направлених на підвищення енергоефективності та інтенсивності сушіння із отриманням високої температури сушильного агенту 80 - 90°C, а також виконання одночасно декількох технологічних операцій;

- заходи по енергозбереженню також залежать від типу робочої речовини в системі ТН, а також розробці та керуванні більш сучасних ТНСУ із коефіцієнтом перетворення 3 і вище.

Використання низькопотенційної теплоти альтернативних джерел енергії залежить від природно-кліматичних умов регіону і не завжди дає можливість ефективного застосування в процесах сушіння насінневого зерна.

Для поглинання сонячної радіації і передачі теплоти теплоносію застосовують спеціальні геліоколектори та геліоконцентратори. Наукові дослідження із використанням сонячної енергії часто проводились із комбінаціями з іншими джерелами енергії, а також з тепловими насосами [4 - 6].

Дослідження із застосування теплових насосів в процесах сушіння насіння зернових культур, зокрема пшениці, ячменя та вівса, засвідчили зменшення енергетичних витрат на процес та високу схожість насіння.

Експериментальна теплонасосна зерносушарка складається з наступних частин (рис. 2): теплонасосного агрегату 1, зернової шахти 5 та приладів контрольно-вимірювальними приладами та систем автоматики: регулятора швидкості 6, лічильника електроенергії 7, терезів 8 з цифровим табло 11.

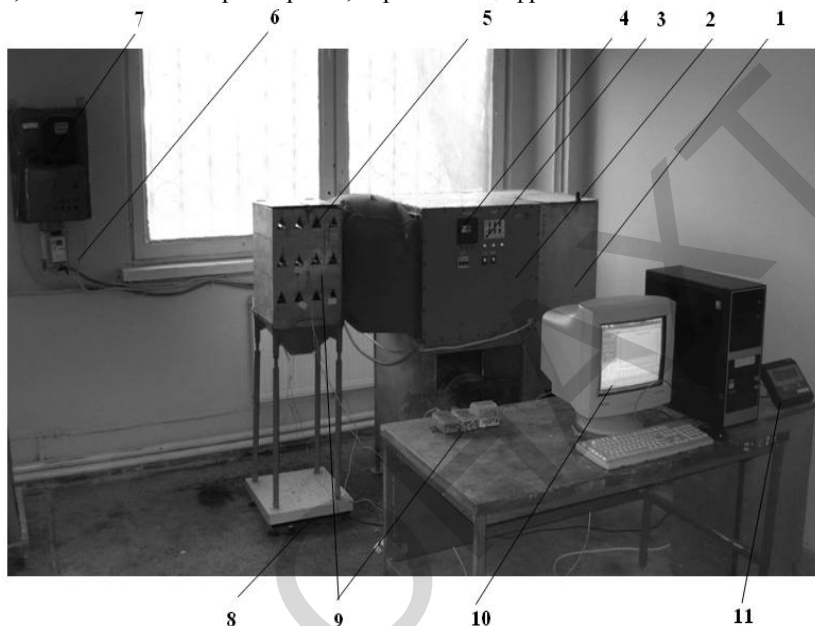


Рис. 2. Експериментальна теплонасосна зерносушарка:

1 – теплонасосний агрегат; 2 – щит керування; 3 – реле часу; 4 – термореле; 5 – сушильна шахта; 6 – регулятор швидкості; 7 – лічильник електроенергії; 8 – напільні терези; 9 – аналоговий цифровий перетворювач *i-7018*, конвертор-інтерфейс *i-7520* та хромель-копелеві термоелектричні перетворювачі; 10 – персональний комп'ютер; 11 – цифрове табло терезів.

Для проведення порівняння теплонасосного та електричного способу сушіння в установку перед зерносушильною шахтою встановлені додатково нагрівачі потужністю 7,5 кВт (на рисунку не показані).

Методика проведення дослідження передбачає зміну наступних параметрів:

- зміна температури сушильного агента від 40 до 50 °С;
- зміна вологовмісту теплоносія від 6 до 12 г/кг сухого повітря;

Методика проведення експерименту на теплонасосній зерносушарці проходить наступним чином:

1. Проведення дослідження починається з вмикання теплонасосної зерносушарки та комп'ютерної системи збору та обробки інформації, яка безперервно реєструє час дослідження, температуру теплоносія, температуру на поверхні та в середині шару матеріалу, зміну маси зерна і покази лічильника електроенергії.

2. Після встановлення в теплонасосній зерносушарці режиму сушіння засипаємо партію зернового матеріалу в сушильну шахту і проводимо сушіння до кінцевої вологості.

3. З партії отриманого висушеного зернового матеріалу відбираємо дві проби:

3.1. Перша проба йде на визначення насінневих властивостей матеріалу.

3.2. Друга – визначає кінцеву вологість матеріалу.

4. Після визначення абсолютно сухої масі зразка розраховуємо і будуємо криві сушіння та швидкості сушіння зерна: $W = f(\tau)$, $dW/d\tau = f(W)$.

Дослідження енергоефективності процесу сушіння проводилось на насінні ріпаку. Визначення кінетики процесу сушіння насіння ріпаку проводилась в зерносушильній шахті з відстанню між коробами 20 мм при температурі теплоносія 50°C з швидкістю руху 1,2 м/с.

Визначив вологовміст теплоносія на виході з теплового насосу 6 г/кг с. п. порівнюємо його з вологовмістом навколишнього середовища без теплового насосу 10 г/кг с. п. з підігріванням теплоносія за допомогою електронагрівачів.

Зменшення вологовмісту теплоносія в тепловому насосі прискорює процес сушіння насіння ріпаку на 11%. Кінцева температура теплоносія в шарі ріпаку в теплонасосній зерносушарці при вологості зерна 8% складає 40,9°C, з електричним нагріванням - 41,2°C (рис. 3,а).

Сушіння насіння ріпаку при різних вологовмісту теплоносія проходить періоди нагрівання, постійної та падаючої швидкості сушіння (рис. 3,б). Чим менший вологовміст повітря, тим більша швидкість сушіння ріпаку. Максимальна швидкість сушіння ріпаку для вологовмісту повітря 6 г/кг с. п. в критичній точці K_1 складає 0,283%/хв, а при вологовмісту повітря 10 г/кг с. п. – 0,243%/хв.

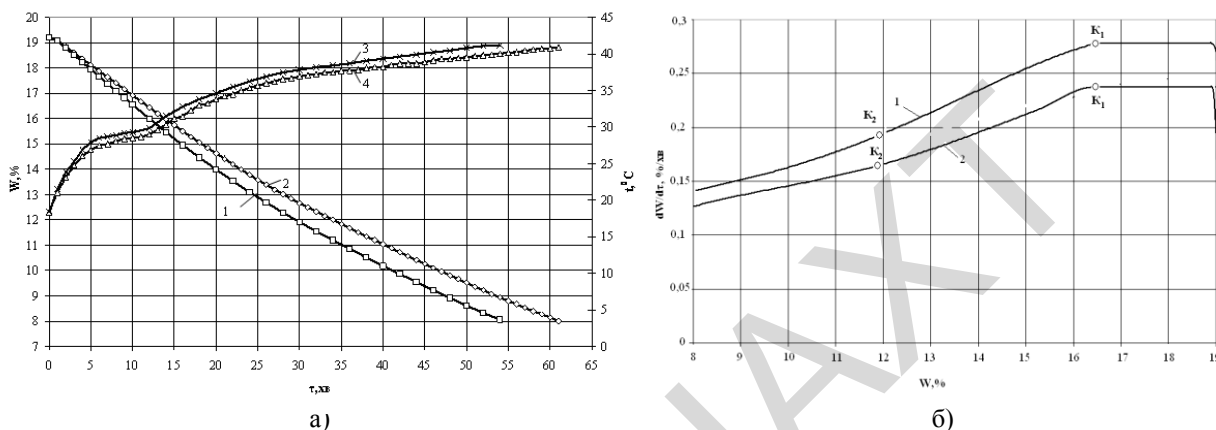


Рис. 3. Кінетика процесу та температурні криві сушіння насіння ріпаку з:
 1 – тепловим насосом ($d = 6$ г/ кг с. п.); 2 – електронагрівом ($d = 10$ г/ кг с. п.).
 $t = 50^\circ\text{C}$, $V = 1,2$ м/с, $W_n = 19,2\%$, $\delta = 20$ мм.

Критичні точки K_2 в залежності від режиму сушіння знаходяться при вологості насіння ріпаку 11,8 – 11,9% з швидкістю сушіння 0,16 – 0,19 %/хв.

Питомі витрати теплоти в теплонасосній зерносушарці в енергоефективних режимах сушіння складають 3675 – 3700 кДж/кг вип. вологи (рис. 4).

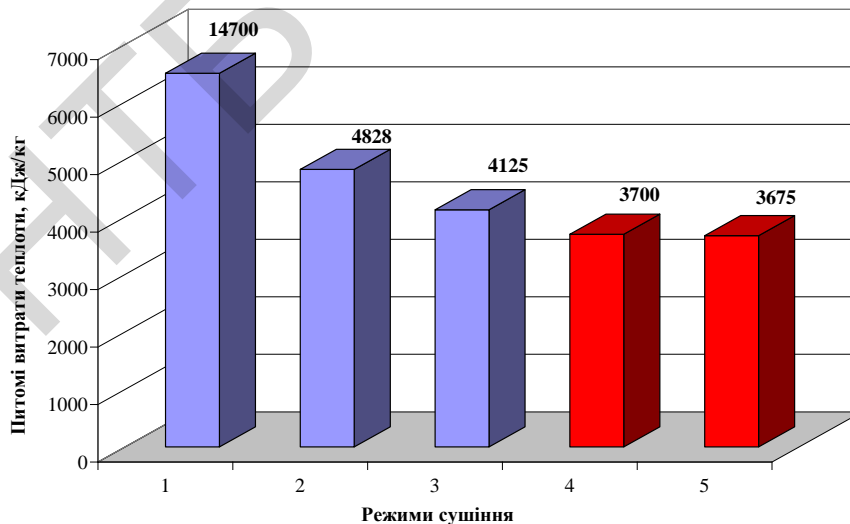


Рис. 4. Середні питомі витрати теплоти від режиму сушіння насіння ріпаку:
 електронагрівом: 1 – $t = 50^\circ\text{C}$, $V = 1,2$ м/с, $\delta = 20$ мм, $d = 10$ г/ кг с. п.;
 в тепловому насосі: 2 – $t = 40^\circ\text{C}$, $V = 1,2$ м/с, $\delta = 40$ мм, $d = 6$ г/ кг с. п.;
 3 – $t = 50^\circ\text{C}$, $V = 1,2$ м/с, $\delta = 40$ мм, $d = 6$ г/ кг с. п.;
 4 – $t = 50^\circ\text{C}$, $V = 1,5$ м/с, $\delta = 40$ мм, $d = 6$ г/ кг с. п.;
 5 – $t = 50^\circ\text{C}$, $V = 1,2$ м/с, $\delta = 20$ мм, $d = 6$ г/ кг с. п.

Схожість насіння ріпаку відповідають початковій схожості насіннєвого матеріалу і складає 100%.

Наведені витрати теплоти в експериментальній теплонасосній зерносушарці показали доцільність використання теплових насосів. Але для підтримання температурних режимів при низьких температурах, для розгону теплового насоса бажано було б використовувати електричне нагрівання теплоносія на початку процесу.

Висновки.

1. Експериментальні дослідження показали, що використання теплових насосів створюють умови для зменшення витрат теплоти на 30 – 40% в діючих зерносушарках, і в 4 рази в сушарках з електричним нагріванням.

2. Тривалість процесу під час сушіння з тепловим насосом зменшується на 13%, кінцева температура нагрівання насіння в тепловому насосі складає 40,9%, що найкраще впливають на схожість насіння.

Література

1. ГОСТ 28293 – 89. Зерносушилки шахтные. Показатели энергопотребления – М.: Стандартиформ, 2006. – 4 с.
2. Малин Н.И. Энергосберегающая сушка зерна / Н.И. Малин – М.: КолосС, 2004. – 240 с.
3. Снежкін Ю.Ф. Теплонасосна зерносушарка для насіннєвого зерна / Ю.Ф. Снежкін, В.М. Пазюк, Ж.О. Петрова, Д.М. Чалаєв. - К.: Поліграф-Сервіс, 2012. – 154 с.
4. Рей Д., Макмайкл Д. Тепловые насосы // М.- Энергоиздат.-1981.-224 с.
5. Fordsmand M. Practical and theoretical investigation of a heating/ cooling heatpump with ground storage and solar collector // Preprints. 16 congress international du froid.- commission E2. 1983. P. 144- 149.
6. Умбетбеков А.Т. Использование солнечной энергии при сушке зерновых культур / А.Т. Умбетбеков, М.М. Абдибаттаева, Г.Б. Танабекова, Д.А. Аманкос [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://group-global.org/ru/publication/33221-ispolzovanie-solnechnoy-energiy-pri-sushke-zernovyh-kultur>.

УДК 662.997

ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ

**Селихов Ю.А., канд. техн. наук., профессор, Коцаренко В.А., канд. техн. наук., профессор,
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков**

INTEGRATION OF THE HEAT EXCHANGER OF SOLAR INSTALLATION

**Selikhov Yu.A., Cand. tech Sciences., Professor, Kotsarenko VA, Cand. tech scientist, professor
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv**

Предложена разработанная, изготовленная и запущенная в эксплуатацию двухконтурная солнечная установка в одном южном регионе Украины. Получены обобщающие зависимости: плотности теплового потока от температуры теплоносителя в коллекторе, времени работы установки в течение светового дня и расхода теплоносителя; коэффициента полезного действия от плотности теплового потока; максимального коэффициента полезного действия от максимальной плотности теплового потока; количества теплоты при конвекции от скорости натекающего ветрового потока от 1 до 6 м/с на внешнюю поверхность солнечного коллектора. Зависимости получены при разных объемных расходах V от 0,5 до 3,0 м³/ч теплоносителя. Максимальная погрешность проведенных расчетов не превышает 5 %.

Ключевые слова: интеграция, солнечные установки, двух контурные установки, возобновляемые источники энергии, солнечный коллектор.

The developed, manufactured and commissioned dual-circuit solar installation in one southern region of Ukraine is proposed. Generalizing dependences are obtained: the heat flow density from the coolant temperature in the collector, the operating time of the installation during the daylight and the coolant flow; coefficient of efficiency from the density of heat flow; the maximum efficiency from the maximum heat flux density; the amount of heat in convection from the rate of leakage of the wind flow from 1 to 6 m / s on the outer surface of the solar collector. Dependencies

МОДЕЛЮВАННЯ РЕАКТОРА НАСИЧЕННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ЦУКАТІВ	
Гузьова І.О., Атаманюк В.М.	78
УНИФИЦІРОВАННИЙ ПОДХОД К МОДЕЛІРОВАНИЮ КАВИТАЦІОННИХ РЕАКТОРОВ	
Иваницкий Г.К., Недбайло А.Е., Коник А.В., Целень Б.Я., Гоженко Л.П.	84
МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У АПАРАТІ З ПНЕВМАТИЧНИМ ПЕРЕМІШУВАННЯМ	
Данилюк О. М., Атаманюк В.М., Гумницький Я.М.	89
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ УВАРЮВАННЯ СОКУ ТА ЙОГО ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ	
Маяк О.А., Сардаров А.М., Костенко С.М., Гриценко О.Ю., Шершньов Г.Г.	94
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СУШКИ И ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ БИОМАССЫ	
Сороковая Н.Н., Коринчук Д.Н.	99

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ. РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТА ЕКОЛОГІЧНО-БЕЗПЕЧНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ

КОМПОЗИТНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ АДСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ГЕЛПОУСТАНОВОК	
Беляновська О.А., Пустовой Г. М., Суха І.В., Губинський М.В., Литовченко Р.Д., Сухий К.М.	106
ЗАСТОСУВАННЯ НВЧ ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРИ ВИЛУЧЕННІ БІЛКІВ ЗІ СТІЧНИХ ВОД ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ	
Сабадаш В.В., Гумницький Я.М.	111
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУШІННЯ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ІЗ ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ	
Пазюк В.М.	116
ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ	
Селихов Ю.А., Коцаренко В.А.	120
ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК У ПРОЦЕСАХ КОМПОСТУВАННЯ ХАРЧОВОЇ СКЛАДОВОЇ ТВЕРДИХ МУНІЦИПАЛЬНИХ ВІДХОДІВ	
Крусір Г.В., Сагдєєва О.А., Чернишова О.О., Мадані М.М., Гаркович О.Л.	125
ПРО ЗБЕРЕЖЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ТА ЗАОЩАДЖЕННЯ РЕСУРСІВ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ТОМАТІВ	
Гаврилов О.В.	131
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ РЕЖИМИ РОБОТИ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ КОМПЛЕКСУ ВИРОБНИЦТВА КОМПОЗИЦІЙНОГО БІОПАЛИВА	
Коринчук Д. М., Снєжкін Ю.Ф., Бунецький В. О.	134
ТЕХНОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ УТИЛІЗАЦІЇ-МОДИФІКАЦІЇ ПОЛІМЕРНОЇ ТАРИ ТА ПАКУВАННЯ	
Бухкало С.І.	140
ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ РІЗНОГО ТИПУ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИХ КОМПЛЕКСІВ	
Ощипок І.М.	143

ІННОВАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ, ФАРМАЦЕВТИЧНИХ, ХІМІЧНИХ ТА ПАРФУМЕРНИХ ВИРОБНИЦТВ

АНАЛІЗ СИРОВИНИ, ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ХАРЧОВИХ ПОРОШКІВ	
Потапов В.О., Євлаш В.В., Педорич І.П.	149
ІНФРАЧЕРВОНЕ СУШІННЯ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З ВІБРОХВИЛЬОВИМ КОНВЕСРОМ. ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ	
Паламарчук І.П., Кюрчев С.В., Верхованцева В.О.	153
РАЦІОНАЛЬНЕ КОМПОНУВАННЯ ФАЗНИХ РОЗДІЛЮВАЧІВ З МОДУЛЬНИМИ СЕПАРАЦІЙНИМИ ПРИСТРОЯМИ	