



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
АСОЦІАЦІЯ ІНЖЕНЕРІВ ПО ВЕНТИЛЯЦІЇ, ОПАЛЕННЮ ТА
КОНДИЦІОНУВАННЮ «АВОК України»
СПІЛКА ХОЛОДИЛЬЩИКІВ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ**

**XI Всеукраїнська науково-технічна конференція
XI Всеукраинская научно-техническая конференция
XI International scientific conference**

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
MODERN PROBLEMS OF REFRIGERATION EQUIPMENT AND TECHNOLOGY**

21-22 вересня 2017 року

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ



ОДЕСА 2017

УДК 621.565 (075.6)

Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2017. – 243 с.

У збірнику наведені матеріали XI Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні проблеми холодильної техніки та технології» та розглянуто різні аспекти науково-технічних питань, пов'язаних з проектуванням, виготовленням та експлуатацією холодильного обладнання різного призначення, дослідженням робочих тіл та процесів в елементах холодильних та криогенних систем, застосуванням нано та когенераційних технологій, використанням холоду в харчових технологіях, застосуванням і впровадженням нетрадиційних джерел енергії.

В сборнике представлены материалы XI Всеукраинской научно-технической конференции «Современные проблемы холодильной техники и технологии» и рассмотрены различные аспекты научно-технических вопросов, связанных с проектированием, изготовлением и эксплуатацией холодильного оборудования различного назначения, исследованием рабочих тел и процессов в элементах холодильных и криогенных систем, применением нано и когенерационных технологий, использованием холода в пищевых технологиях, применением и внедрением нетрадиционных источников энергии.

Рекомендовано до видання Вченою Радою Одеської національної академії харчових технологій протоколом №6 від 07.11.2017 р.

Відповідальність за достовірність інформації несе автор публікації.
Матеріали публікуються мовою оригінала, наданого автором.

Голова конференції – Єгоров Богдан Вікторович – ректор Одеської національної академії харчових технологій, член-кореспондент НААН України, Заслужений діяч науки і техніки, д-р техн. наук, професор.

Заступник голови – Косой Борис Володимирович – директор Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, д-р техн. наук, професор.

Члени наукового комітету:

Хмельнюк М.Г. – зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Лагутін А.Є – академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Морозюк Л.І. – д-р техн. наук, професор.

Желєзний В.П. – зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Симоненко Ю.М. – зав. кафедрою криогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Мілованов В.І. – зав. кафедрою компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ, заслужений діяч науки і техніки України, д-р техн. наук, професор.

Радченко М.І. – зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Бондаренко В.Л. – д-р техн. наук, професор.

Лавренченко Г.К. – д-р техн. наук, професор.

Семенюк В.О. – к.т.н., директор НВФ «Терміон».

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова – проф. Хмельнюк М.Г.

Науковий секретар – к.т.н. Зімін О.В.

Члени – к.т.н. Буданов В.О., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Стоянов П.Ф., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Ерін В.А., к.т.н. Гайдук С.В., к.т.н. Соколовская В.В., к.т.н. Подмазко І.О., к.т.н. Федоров О.Г.

ТЕМИ ДОКЛАДОВ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

1. 30 РОКІВ МОНРЕАЛЬСЬКОГО ПРОТОКОЛУ. СТРАТЕГІЇ В СФЕРІ ОБІГУ ОЗОНОРУЙНУЮЧИХ ХОЛОДОАГЕНТІВ

Возний В.Ф., к.т.н., президент ВГО «Спілка холодильщиків України»

2. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ І СПОЖИВАННІ РІДКІСНИХ ГАЗІВ

Бондаренко В.Л., доктор техн. наук, професор, МДТУ ім. М. Е. Баумана, м. Москва;

Биканов О.М., «KLA–Tencor Corporation», Milpitas, California, USA;

Симоненко Ю.М., доктор техн. наук, професор, ОНАПТ, м. Одеса

Чигрин А.А., інженер-технолог, ООО «Кріоін Інжиніринг», м. Одеса;

e-mail: ysim1@yandex.ua

3. ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ, ТЕПЛА И ХОЛОДА: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КАФЕДРЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И РЕФРИЖЕРАЦИИ НУК ИМ. АДМИРАЛА МАКАРОВА

Радченко Н.И. доктор техн. наук, професор, Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев, nirad50@gmail.com

4. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

Трушляков Е.И., к.т.н., доц., Радченко А.Н., к.т.н., доц., Грич А.В., к.т.н., ассистент

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев,

nirad50@gmail.com

5. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ. СОЛНЕЧНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АБСОРБЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛО-ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

А.В. Дорошенко, доктор техн. наук, професор кафедры термодинамики и возобновляемой энергетики

6. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВЫБОРЕ КОМПРЕССОРА. СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО ВИНТОВОГО И ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРОВ

В. Гринько Региональный представитель J&E Hall и GEA ВОСК/Генеральный директор ООО «Еврокул

**СЕКЦІЯ № 3. КОМПРЕСОРИ ТА ПНЕВМОАГРЕГАТИ.
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ. РОБОЧІ РЕЧОВИНИ**

стр.

99.	КАЛОРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ R600a / МИНЕРАЛЬНОЕ МАСТИЛО ТА DME / TEG Мотовой І.В., Івченко Д.О., Железний В.П	225
100.	ПРОЦЕС ТЕПЛООБМІНУ МІЖ ЗЕРНІВКАМИ ТА ОХОЛОДЖУВАЛЬНИМ ПОВІТРЯМ У ЗЕРНОСХОВИЩІ Кюрчев С.В., Кюрчева Л.М., Верхоланцева В.О.,	228
101.	ЗАСТОСУВАННЯ МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ ПАЛИВА ДЛЯ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК Андреев А.А., Максимов В.І.	230
102.	ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ ПОВІТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ Федоров О.Г.	231
103.	НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТУРБОКОМПРЕСОРІВ ДВС Буданов В.О., Мілованов В.І., Губінов Д.О.	233
104.	ДОСЛІДЖЕННЯ РІДИННО-ПАРОВИХ ЕЖЕКТОРІВ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ ЗА ПРИНЦИПОМ СТРУМИННОЇ ТЕРМОКОМПРЕСІЇ Шарапов С.О., Арсеньев В.М.	236
105.	ІНТЕНСИФІКАЦІЯ МІЖФАЗОВОГО ВОЛОГООБМІНУ КАПЛІАРНО-ПОРИСТИХ ТІЛ Гапонюк І. І.,	237
106.	30 РОКІВ МОНРЕАЛЬСЬКОГО ПРОТОКОЛУ. СТРАТЕГІЇ В СФЕРІ ОБІГУ ОЗОНОРУЙНУЮЧИХ ХОЛОДОАГЕНТІВ Возний В.Ф.	238
107.	СТРАТЕГІЯ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ Дорошенко А.В.	239

УДК 631.56:633

ПРОЦЕС ТЕПЛООБМІНУ МІЖ ЗЕРНІВКАМИ ТА ОХОЛОДЖУВАЛЬНИМ ПОВІТРЯМ У ЗЕРНОСХОВИЩІ

Кюрчев С.В., Кюрчева Л.М., Верхованцева В.О.,

Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь, wer.valentina@gmail.com

У багатьох технологічних процесах, а також у техніці й побуті, при сушінні і зволоженні матеріалу, опаленні приміщень, при пневматичному приводі механізмів як робоче тіло застосовується повітря. При розрахунках вказаних процесів необхідно знати властивості і параметри атмосферного повітря, який завжди містить деяку кількість вологи.

Атмосферне повітря являє собою суміш сухого повітря і водяної пари, будучи так званим вологим повітрям. При охолодженні повітря нижче температури точки роси відбувається конденсація водяної пари. В природних умовах прикладом подібного явища є утворення туману [1, 2].

Виходячи з самої природи зерна та можливих втрат врожаю виникає необхідність у захисті його від активного впливу факторів абіотичного середовища, а також у створенні таких умов протягом зберігання, які б попереджували інтенсивний обмін речовин у клітинах зерна.

Механізм процесу передачі теплоти від зерна до охолодженого повітря при охолодженні можна розділити на 2 етапи. На першому етапі при працюючій холодильній установці і при примусовій подачі охолоджуючого повітря заснованим способом відводу теплоти від зерна можна вважати конвективну тепловіддачу з поверхні зернівки. На другому етапі при вимкненій холодильній машині і вентиляторі, подающем охолоджуюче повітря теплова енергія передається за рахунок теплопровідності шару зерна, який можна розглядати, як двокомпонентну пористе середовище, яке складається з скелетної структури дотичних між собою зерен і парогазового середовища заповнює простір між зернами [1,3].

Ми пропонуємо розглянути перший етап при працюючій холодильній установці і при примусовій подачі охолоджувального повітря.

При подачі охолоджуючого повітря вентилятором (рис. 1) розподіл температур підпорядковується диференціальному рівнянню енергії:

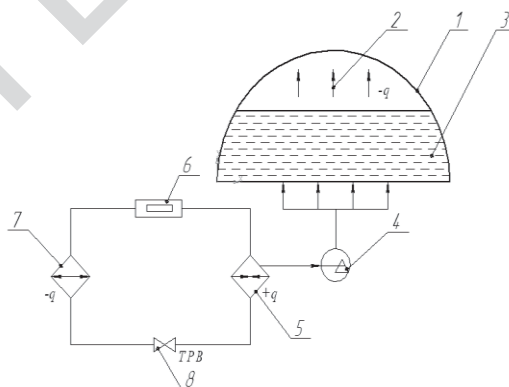


Рисунок 1 – Схема вентилятора з охолоджувачем, який працює (конвективна тепловіддача):

1 – зерносховище; 2 – охоложене повітря; 3 – зерно; 4 – вентилятор; 5 – випарник; 6 – компресор; 7 – конденсатор; 8 – вентиль.

Наведемо диференціальне рівняння енергії:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + W_x \frac{\partial t}{\partial x} + W_y \frac{\partial t}{\partial y} + W_z \frac{\partial t}{\partial z} = \frac{\lambda}{\rho c} \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right), \quad (1)$$

де $\frac{\partial t}{\partial \tau}$ – зміна температури за часом;

W_x, W_y, W_z – швидкість потоку парогазового середовища по осях x, y, z ;

$\frac{\partial t}{\partial x}, \frac{\partial t}{\partial y}, \frac{\partial t}{\partial z}$ – градієнт температури в прикордонному шарі в точці зіткнення охолоджуючого

повітря з поверхнею зерна;

λ – коефіцієнт теплопровідності $\frac{Вт}{м \cdot К}$;

ρ – насипна щільність, $\frac{кг}{м^3}$;

c – питома масова теплоємність, $\frac{Дж}{кг \cdot К}$;

$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 t}{\partial y^2}, \frac{\partial^2 t}{\partial z^2}$ – друга похідна зміни температури по осях x, y, z .

Другу похідну зміни температури можна представити у вигляді, наприклад для осі x :

$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial t}{\partial x} \right)$, тобто вона визначає інтенсивність зміни градієнта температури по осях або

інтенсивність зміни теплового потоку в цьому напрямку.

Для представлення диференціального рівняння теплообміну врахуємо, що все передане від зерна кількість теплоти проходить через граничний шар.

Тобто щільність теплового потоку за рахунок теплопровідності зернівки і за рахунок конвективного теплообміну повинні бути рівні (2):

$$q_{\text{теплопров}} = q_{\text{конвек}} \quad \text{або} \quad -\lambda_{\text{зерн}} \left(\frac{\partial t}{\partial x} \right) = \alpha (t_{\text{зерн}} - t_{\text{охолодов}}) \quad (2)$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі від поверхні зерна до охолодженого повітря, $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$.

При заповненні пір повітрям відносна вологість його коливається в зазначений період з липня – грудень від 37- 85%, тому кількість випарувалася із зерна вологи буде різна. Для його визначення скористаємося H-d діаграмою вологого повітря Л.К. Рамзіна.

Таким чином, данні рівняння можна використовувати при розрахунках теплообміну процесу охолодження зерна, що дозволить розрахувати періодичність роботи холодильної машини і дуттєвого вентилятора в металевому зерносховищі.

Список інформаційних джерел

1. Кюрчев С.В. Конструктивные особенности установки для охлаждения и сушки зерна активным вентилярованием С.В. Кюрчев, В.А. Верхованцева // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету [Електронний ресурс]. – Мелітополь: ТДАТУ, 2015. – Вип.5, Т.1. – С. 108 – 113. Режим доступу: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/e-index.html>
2. Вобликов Е.М. Технология хранения зерна /Е.М. Вобликов. Учебн.для вузов. Под ред. Е.М. Вобликова. – СПб.: Издательство «Лань», 2003. – 448с.
3. Кюрчев С.В. Исследование рабочего процесса при вентилировании зерна в зернохранилище / С.В. Кюрчев, В.А. Верхованцева // Ежемесячный научный журнал Международного научного института «EDUCATION». – Новосибирск: Международный научный институт «EDUCATION», 2015. – №9(16). – С. 75 – 76.