



**МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ**

**«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І  
ТЕХНОЛОГІЇ»**

**22 квітня 2014 року**

**Збірник тез доповідей**



Друкується як додаток до журналу “Холодильна техніка і технологія”

ISSN 0453-8307

УДК 621.56/59

**Тематичні напрями:** холодильні машини і установки; теплові помпи; теплообмінні апарати і процеси тепломасообміну; робочі речовини; системи кондиціювання повітря, компресори; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки; холодильна технологія; кріогенна техніка.

**Науковий комітет:**

проф. Єгоров Б.В.  
проф. Капрел'янц Л.В.  
проф. Хмельнюк М.Г.  
проф. Лагутін А.Ю.  
проф. Наєр В.А.  
проф. Тітлов О.С.  
проф. Мілованов В.І.

проф. Радченко М.І.  
проф. Горін О.М.  
проф. Прядко М.О.  
проф. Ванєєв С.М.  
доц. Морозюк Л.І.  
доц. Буданов В.О.

**Організаційний комітет:**

проф. Симоненко Ю.М.  
проф. Мілованов В.І.  
доц. Буданов В.О.  
доц. Морозюк Л.І.

доц. Гоголь М.І.  
асп. Мінєнков В.В.  
ст. Гришин О.О.  
ст. Олалєє Д.В.

**Робочі мови конференції** – українська, російська, англійська.

**Місце проведення** – ауд. 202, вул. Дворянська, 1/3, Одеса, 65082

***Всі тези доповідей надруковані згідно наданих макетів***

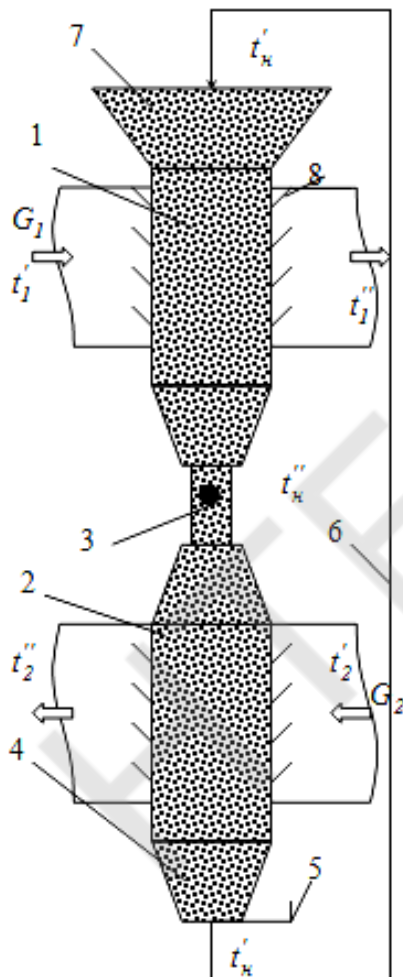
ISSN 0453-8307

©Одеська національна академія харчових технологій  
© Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій  
та екоенергетики ім. В. С. Мартиновського

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОБМІННИКІВ З ПРОМІЖНИМ ДИСПЕРСНИМ ТЕПЛОНОСІЄМ

*Георгієш К.В., асистент ІХКЕ ОНАХТ, м. Одеса*

Ціллю роботи є визначення ефективності, або ККД, теплообмінника-регенератора з насадкою у вигляді дисперсного матеріалу. Використання такої насадки забезпечує значну інтенсифікацію процесу теплообміну. Тому доцільно оцінити ККД реального теплообмінного апарату. Регенератор, схема якого подана на рис. 1, призначений для високотемпературного нагрівання повітря продуктами згоряння. Він працює в такий спосіб. Насадка з верхнього бункера 7 під дією гравітаційних сил надходить у камеру 1, де нагрівається продуктами згоряння, що продуваються через жалюзі 8 у горизонтальному напрямку. Через запірний вузол 3 насадка надходить у камеру 2, де охолоджується, нагріваючи повітря, що продувається крізь шар. З нижнього бункера 4 через випускний пристрій 5 насадка надходить в систему транспорту 6, що повертає її у верхній бункер. Таким чином, насадка, що є проміжним теплоносієм, циркулює по замкнутому контуру. Запірний вузол служить для запобігання витікання повітря з камери 2 у камеру 1. Випускний пристрій забезпечує рух насадки у вигляді щільного шару і необхідну витрату. Насадка являє собою сферичні частки корунду діаметром 10 мм., пористість шару  $\varepsilon = 0,4$ . Густина корунду  $\rho_n = 2,5 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, теплоємність  $c_n = 0,80 + 0,004t$  кДж/(кгК). Витрата повітря, що нагрівається,  $G_2 = 2,5$  кг/с, його температура на вході в регенератор  $t_2' = 20$  °С, на виході  $t_2'' = 1200$  °С. Температура продуктів згоряння на вході в регенератор  $t_1' = 1400$  °С, на виході  $t_1'' = 200$  °С. Задачею роботи було визначити розміри обох камер і аеродинамічний опір шару в них, а також ефективність регенератора і камер 1, 2. Властивості теплоносіїв вибирали, користуючись даними [1].



**Рис. 1**

*Схема теплообмінника з проміжним дисперсним теплоносієм*

- 1 – камера нагріву насадки;*
- 2 – камера нагріву повітря,*
- 3 – запірний вузол, 4 – нижній бункер,*
- 5 – випускний пристрій,*
- 6 – система транспорту насадки,*
- 7 – верхній бункер, 8 – жалюзі*

Кількість теплоти  $Q$  і витрату продуктів згоряння  $G_1$  знаходимо з рівняння теплового балансу для регенератора, що при стаціонарному режимі і відсутності теплових втрат буде  $G_1 = 2,17$  кг/с

Водяні еквіваленти продуктів згоряння і повітря:

$$W_1 = G_1 \bar{c}_{p1} = 2,17 \cdot 1264 = 2743 \text{ Bm/K}$$

$$W_2 = G_2 \bar{c}_{p2} = 2,5 \cdot 1116 = 2790 \text{ Bm/K.}$$

Приймаємо температуру насадки на виході з камери  $t_n'' = 1300^\circ\text{C}$ , а температура на виході з камери 2 буде  $t_n' = 110^\circ\text{C}$ .

Швидкості початку псевдозрідження в камері 1:  $w_{n.n1} = 4,62 \text{ м/с}$ , в камері 2 -  $w_{n.n2} = 4,28 \text{ м/с}$ . Робочі швидкості приймаємо  $w_1 = 4,16 \text{ м/с}$ ,  $w_2 = 3,85 \text{ м/с}$ .

Коефіцієнт міжкомпонентного теплообміну першої камери  $\alpha_1 = 263,7 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ , другої камери  $\alpha_2 = 208,3 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ . Середньоарифметичні температурні напори першої камери при перехресній течії  $\bar{\Delta t}_1 = 47,4^\circ\text{C}$ , другої  $\bar{\Delta t}_2 = 47,5^\circ\text{C}$ .

Поверхня міжкомпонентного теплообміну в камерах 1 і 2  $F_{m1} = 263,4 \text{ м}^2$ ,  $F_{m2} = 332,7 \text{ м}^2$ . Питома поверхня часток в одиниці об'єму шару  $a_n = 360 \text{ м}^2/\text{м}^3$ .

Об'єм теплообмінної ділянки в першій і другій камерах:

$$V_{m1} = \frac{F_{m1}}{a_n} = 0,732 \text{ м}^2$$

$$V_{m2} = \frac{F_{m2}}{a_n} = 0,924 \text{ м}^2$$

Перерізи для проходу газу  $f_1$  і повітря  $f_2$  визначаються з рівняння нерозривності при обраній швидкості фільтрації:  $f_1 = \frac{G_1}{\rho_1 w_1} = \frac{2,17}{0,33 \cdot 4,16} = 1,581 \text{ м}^2$ ,  $f_2 = \frac{G_2}{\rho_2 w_2} = \frac{2,5}{0,4 \cdot 3,85} = 1,62 \text{ м}^2$ .

Аеродинамічний опір шару визначаємо за залежностями [2] через число Рейнольдса. Для камери 1 аеродинамічний опір шару складає  $\Delta p_1 = 4138 \text{ Па}$ , для камери 2  $\Delta p_2 = 5076 \text{ Па}$ .

Ефективність (ККД – коефіцієнт корисної дії) регенератора [1] по теплоносію з меншим водяним еквівалентом складає  $\varepsilon_1 = 0,87$ . Ефективність всього апарата може бути визначена також і за значеннями ефективності окремих камер: для першої камери  $\varepsilon_{1n} = 0,93$ , для другої камери  $\varepsilon_{n2} = 0,93$

$$\varepsilon = \left( \frac{1}{\varepsilon_{1n}} + \frac{1}{\varepsilon_{n2}} - 1 \right)^{-1} = \left( \frac{1}{0,93} + \frac{1}{0,93} - 1 \right)^{-1} = 0,87$$

Таким чином, встановлено, що ефективність теплообмінника-регенератора, призначеного для підігрівання повітря продуктами згоряння, та який містить дві камери і використовує в якості насадки дисперсний матеріал, є високоефективним і може бути використаним для утилізації теплоти продуктів згоряння

#### Інформаційні джерела:

1. В.П. Исаченко, В.А. Осиповна, А.С. Сукомел. Теплопередача. М., Энергоатомиздат, 1981. – 416 с
2. Горбис З.Р., Календерьян В.А. Теплообменники с проточными дисперсными теплоносителями. – М.: Энергия, 1975. – 296 с.
3. Календерьян В.А., Корнараки В.В. Теплообмен и сушка в движущемся плотном слое. К., Вища школа. – 1982. – 160 с.
4. Е.А. Краснощеков, А.С. Сукомел. Задачник по теплопередаче: учебное пособие для вузов. М.: Энергия, 1980. – 288 с.
5. А.И. Погорелов. Тепломассообмен (основы теории и расчета). Одесса, Черноморец, 1999. – 127 с.

Науковий керівник: Бошкова І.Л., к.т.н, доцент кафедри теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв ОНАХТ

*Автори наукових робіт:*

**Д**

Dimitrov O., **37**

**А**

Арабаджи Д.Д., **5**  
Афоніна Н.Б., **92**

**Б**

Байдак В.Ю., **60**  
Балашов Д.А., **64**  
Башкиров Г.В., **131**  
Богаченко С.С., **135**  
Бондаренко А.В., **131**  
Бондарев О.Є., **39**  
Бондарь Д.В., **31**  
Бондарук А.В., **52**  
Бондарук В.А., **117**  
Братейко С.В., **131**  
Бузовский В.П., **31**  
Бутовский Е.Д., **100**

**В**

Власенко К.С., **50**

**Г**

Гаврильчик С.В., **115**  
Георгієш К.В., **98**  
Гнідий О.Л., **93**  
Горобец Е.А., **10**  
Грамма Л.С., **48**  
Грицик С.М., **13**  
Грищенко Р.В., **40, 112**  
Грудка Б.Г., **53**

**Д**

Денисюк В.В., **116**  
Джуган В.Ю., **19**

**Е**

Егоров Д.А., **6**

**Ж**

Желиба Т.А., **25**  
Жихарева Н.О., **92**

**З**

Захарчук О.О., **101**

**И**

Ионов М.И., **131**

**К**

Канифольская А.А., **136**  
Капауз К.О., **92**  
Козак О.Л., **73**  
Козаченко И.С., **25**  
Колесник А.О., **103**  
Колесник Е.И., **96**  
Колодзінський Р.І., **42**  
Копытин А.В., **124**  
Корж Е.Г., **118**  
Король Д.Л., **14**  
Костецкий Д.В., **66**  
Кузьменко М., **43**  
Кулик А., **45**  
Кулишов Б.А., **75**

**Л**

Лапинский А.А., **24**  
Лисица А.Ю., **29, 108**  
Лука О.В., **107**  
Лютый В.В., **17**

## **М**

Мациборук В.А., **60**  
Мазуренко С.Ю., **86**  
Марченко В.Г., **94**  
Матвеев Э.В., **126**  
Миненков В.В., **100**  
Младёнов И.Ю., **27**  
Мороз С.А., **115**  
Мотовий І.В., **48**  
Мухортов В.В., **73**

## **Н**

Наголович М.С., **91**  
Найчук В.В., **85**  
Нянцу А., **36**

## **О**

Оболоник В.Ф., **85**  
Обухов А.А., **69**  
Осадчий С.К., **7**  
Охотский П., **139**  
Очеретяний А., **61**

## **П**

Пасечник А.Ю., **3**  
Паранина О.Ю., **78**  
Пароконий М.О., **71**  
Пилипенко Б.А., **133**  
Плесной А.В., **122**  
Повіт О., **129**  
Поворознюк В.В., **91**  
Прокопчук С.Д., **62**

## **Р**

Речицкий В.В., **3**

## **С**

Скорик А.В., **56**  
Сладковский Е.Н., **76**  
Смола В.О., **55**  
Сниховский Е.Л., **29, 108**  
Стоянов П.Ф., **21**  
Стефановский А.Н., **120**  
Стреколовский С.О., **96**  
Сухачов В.С., **63**

## **Т**

Темершин Д.Д., **33**  
Тертышный И.Н., **89**  
Тимошевская Л.В., **124**  
Тишко Д.П., **137**  
Толкачев А.Д., **117**  
Трандафилов В.В., **50**

## **У**

Усик Ю.Ю., **83**

## **Ф**

Фисенко А.В., **136**

## **Х**

Хакимов Р.С., **11**  
Халак В.Ф., **16**

## **Ц**

Цапушел А.Н., **111**

## **Ч**

Чередніченко В.А., **20**  
Чигрин А.А., **127**

## **Ш**

Шагиева А.К., **81**  
Штерндок А.С., **129**

## **Щ**

Щербаков О.Н., **57**  
Щур В., **21**

## **Ю**

Юлдашев А.Р., **133**  
Юсуфі Халід, **72**  
Юшковська А.М., **105**

## **Я**

Яценко Р.О., **94**  
Ябс А.А., **68**

**МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ**

**«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І  
ТЕХНОЛОГІЇ»**

**22 квітня 2014 року**

**Збірник тез доповідей**

Підписано до друку **16.04.2014**. Формат 60x84 1/16.  
Умовн. друк. арк. **6.500**. Наклад **15** прим.  
Надруковано видавничим центром ОНАХТ ННІХКЕ.  
65082, Одеса, вул. Дворянська, 1/3