

**Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського ОНТУ**



ХІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

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

23-25 вересня 2021 року

ЗБІРНИК ДОКЛАДІВ



Одеса - 2021

УДК 621.565; 621.

Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XII Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНТУ, 2021. –196 с.

У збірнику наведені матеріали XIII 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, обладнання кондиціювання повітря, дослідженням робочих тіл та процесів в елементах холодильних та кріогенних систем, застосуванням нано та когенераційних технологій, використанням холоду в харчових технологіях, застосуванням і впровадженням нетрадиційних джерел енергії.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами. За достовірність інформації відповідає автор публікації.

НАУКОВИЙ КОМІТЕТ

Голова - Єгоров Б.В. - ректор Одеської національної академії харчових технологій, Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, д-р техн. наук, професор

Заступники голови

Поварова Н.М. – к.т.н., доцент, проректор з наукової роботи Одеської національної академії харчових технологій;

Косой Б.В. – д.т.н., професор, директор навчально-наукового Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики Одеської національної академії харчових технологій;

Члени наукового комітету:

Вансєв С.М.- Сумський державний університет, к.т.н., доцент;

Семенюк Ю.В. - зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д.т.н., професор;

Лабай В. Й. - Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор;

Лавренченко Г.К. – д.т.н., професор;

Мілованов В.І. - зав. кафедрою компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ, заслужений діяч науки і техніки України, д.т.н., професор;

Морозюк Л.І. - д.т.н., професор;

Потапов В. О. - Харківський державний університет харчування і торгівлі, д.т.н., професор;

Радченко М.І. - зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д.т.н., професор;

Симоненко Ю.М. - зав. кафедрою кріогенної техніки ОНАХТ, д.т.н, професор;

Хмельнюк М.Г. - зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, д.т.н., професор;

Організаційний комітет:

Голова - проф. Хмельнюк М.Г.;

Науковий секретар - к.т.н. доц. Жихарєва Н.В.

Члени оргкомітету - к.т.н Зімін О.В., к.т.н. Когут В.О., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Трандафілов В.В., к.т.н. Грудка Б.Г. аспірант Дудко О.М., аспірант Крушельницький Д.О.

Ежекторні системи для уловлювання легких фракцій вуглеводнів забезпечують високу ступінь скорочення втрат, мають малу металоємність і капіталоємністю, прості і надійні в експлуатації. Результати підтвердили можливість охолодження потоку суміші повітря з вуглеводнями азотом і вуглекислотою в теплообміннику ежекторного типу для конденсації вуглеводнів різних марок бензинів, біоетанольного палива і дизельного палива, а потім їх поділу. Важливим фактором є зменшення випаровування складових компонентів з біоетанольного палива, що забезпечує не тільки збереження, а й якісні показники суміші.

Підводячи підсумки, можна відзначити, що економічний ефект полягав в наступному: вартість на проектування і придбання устаткування, а також його монтажу склала 53000 гривень. Річні експлуатаційні витрати склали 152 550 гривень. Таким чином, установка окупається менш ніж через рік.

Список літератури:

1. І.В. Е. Когут, Є. Д. Бутовський. Застосування ежекторних теплообмінників в різних областях промисловості Східно-Європейський журнал передових технологій Харків - 2014 року - Вип. 5, Т. 1 (71) - с. 51-58
2. Kogut, V. Application heat exchange ejector for condensation of vapors of hydrocarbons [Text] / V. Kogut, I. Butovskyi, M. Khmelniuk // IV International Scientific and Technical Conference "Kazakhstan-Refrigeration 2014". Almaty, Kazakhstan, 2014. – P. 5–8.
3. Когут В.Є., Хмельнюк М.Г. Питання безпеки при транспортуванні і зберіганні нафтопродуктів // «Вісник Національного університету кораблебудування», 2010.
4. Блінев І.Г., Герасимов В.В. Та ін. Перспективні методи скорочення втрат нафтопродуктів від випаровування в резервуарах - М., Енефтехім. - 2001.

УДК 66.067.1:621.72

**ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЗМІНИ МАСШТАБУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ
ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ**

Луняка К.В.,

доктор технічних наук, професор кафедри теплотехніки Херсонської філії Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Херсон, Україна

lunyka213@ukr.net

Клюєв О.І.,

кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна

З метою створення сприятливих умов роботи кожухотрубчастих теплообмінних апаратів, зокрема. вирівнювання швидкості руху теплоносія по трубах апарату, були проведені дослідження впливу різних факторів (як конструктивних, так і фізичних) на рівномірність розподілу швидкостей [1, с. 222, 2, с. 121]. Більша частина експериментів була виконана для теплообмінника, кількість труб у якому складала 37. Для перенесення отриманих результатів на теплообмінники більших розмірів був використаний метод масштабування [3, 135]. Для цього використовувались рівняння типу, як наприклад, для зміни довжини

$$l_{\omega} = l_m n^{p_l} \quad (1)$$

де l_{ω} і l_m – довжини зразку і моделі відповідно;

n – коефіцієнт зміни масштабу;

p_l – показник зміни масштабу.

При збільшенні продуктивності теплообміннику у n разів маємо відношення

$$n = \frac{d_{\omega}^2 \omega_{\omega} z_{\omega}}{d_m^2 \omega_m z_m} \quad (2)$$

Зміна площі теплообміну

$$n = \frac{\alpha_{\omega} z_{\omega} l_{\omega} d_{\omega}}{\alpha_m z_m l_m d_m} \quad (3)$$

де α – коефіцієнт теплообміну;

d – діаметр труб;

z – кількість труб;

ω – швидкість руху рідини в трубі.

Критеріальне рівняння процесу теплообміну

$$Nu = A Re^a \left(\frac{l}{d} \right)^b Pr^c \quad (4)$$

Відношення критеріїв Нусельта в зразку і у моделі

(5)

$$\frac{Nu_{\omega}}{Nu_m} = \left(\frac{Re_{\omega}}{Re_m} \right)^a \left(\frac{l_{\omega}}{l_m} \right)^b \left(\frac{d_{\omega}}{d_m} \right)^{-b} \left(\frac{Pr_{\omega}}{Pr_m} \right)^c$$

При турбулентному режимі $a = 0,8$, $b = 0$.

Підставляючи у (5), скорочуючи фізичні параметри теплоносія, однакові для моделі й

$$Nu = \frac{\alpha l}{\lambda}$$

зразку, логарифмуючи співвідношення (2), (3) і (5) і переходячи при цьому до показників зміни масштабу, отримуємо систему рівнянь:

$$p_z + 2p_d + p_u + p_z = 1$$

(6)

$$p_z + p_{\alpha} + p_l + p_d + p_z = 1$$

$$p_{\alpha} + 0,2p_d - 0,8p_u = 0$$

$$p_{\Delta p} + (s + 0,2)p_u + (1 - s)p_d - p_l = 0$$

Маємо систему з чотирьох рівнянь з шістьма невідомими. Тому для знаходження показників зміни масштабу скористуємося табличними даними, що характеризують будову теплообмінників [4. с. 25].

Наприклад, треба збільшити продуктивність теплообмінника з 90 л/хв. на 900 л/хв., тобто у 10 разів. Складаємо таблицю:

Таблиця 1

Продуктивні і габарити модельного теплообмінного апарату і зразку

Показник	Модель	Зразок
Продуктивність, л/хв.	90	900
d , мм	15×1,5	25×2
l , мм	1000	3000
z	38	111

$$n = \frac{900}{90} = 10$$

$$p_d = \frac{\lg 21 - \lg 12}{\lg 10} = 1,32 - 1,08 = 0,24$$

Аналогічно для p_l і p_z : $p_l = 0,45$; $p_z = 0,46$.

з 1 рівняння системи (6) $p_u = 0,06$;

з 2 рівняння системи (6) $p_\alpha = -0,09$

з 3 рівняння системи (6) $p_\alpha = 0$, приймаємо $p_\alpha = -0,045$

з 4 рівняння системи (6) при $s = -0,2$ [106] $p_{dp} = 0,27$.

Аналізуючи отримані значення показників зміни масштабу, можна зробити висновок, що у вибраного як зразок теплообміннику близькі до моделі швидкість руху теплоносія і коефіцієнт тепловіддачі. Оскільки основним показником роботи теплообмінника є коефіцієнт тепловіддачі, вибраний як зразок теплообмінник подібний тому, що використовувався у дослідженнях. Для перекачування рідини крізь апарат подібно витратити потужності на 27 % більше, ніж у моделі.

Аналогічні розрахунки можна виконати для теплообмінників, що мають інші габарити. Можливість перенесення отриманих нами даних підтверджується виробничими випробуваннями.

Література:

1. Ключев О.І., Луняка К.В. Дослідження руху рідини в трубах теплообмінника // Проблеми економії енергії. МНПКПЕЕ.– Львів.–2003.–С.222-227.
2. Ключев О.І., Луняка К.В. Дослідження розподілу рідини по трубах кожухотрубного теплообмінника // Вестник Херсонського державного технічного університету.–2004.– №2 (20).– С.121-123.
3. Общие основы химической технологии. Разработка и проектирование технологических процессов. Пер.с польского под ред. П.Г. Романкова, М.И. Курочкиной. – Л."Химия", 1977.– 504 с.
4. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по курсовому проектированию. Под. ред. Ю.И. Дытнерского.– М. "Химия", 1983.– 272 с.

УДК 621.56/.59:623.8.01/08

ДОСЛІД АВТОМАТИЧНОГО РОЗМОРОЖУВАННЯ ВИПАРНИКА ВІТРИНИ

Константинов І.О., аспірант, Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор ОНАХТ

Розглядаючи торгове холодильне обладнання можна виділити ще одну додаткову опцію що застосовується в даного типу обладнанні. Авторозморожування випарника в даного типу обладнанні як і в будь якому холодильному обладнанні виконується декількома способами вибір яких залежить від конструкції холодильної системи, типу охолодження конструкції теплообмінних апаратів та ін.

Найбільш розповсюдженими видами розморожування льодяної шуби являються такі способи як:

- Циркуляцією повітря (здебільшого використовується в високотемпературному та середньотемпературному холодильному обладнанні)

Використання даного способу розморожування випарника є найпростішою в реалізації, про те має ряд недоліків. Такого типу авто. розморожування відбувається досить великий період часу та

Калініченко І.В., к.т.н., доцент кафедри теплотехніки; Асаволук Д.В. магістр Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія, м. Херсон

- | | | |
|--|---|-----|
| 20 | ОПТИМАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОТИ ПРИРОДНОЇ ВОДИ І ҐРУНТУ В ТЕПЛОНАСОСНИХ СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ | 77 |
| <i>Безродний М.К., проф., д.т.н. КПП ім. Ігоря Сікорського, Притула Н.О., доц., к.т.н. КПП ім. Ігоря Сікорського, Фетов І.В. магістрант КПП ім. Ігоря Сікорського</i> | | |
| 21 | ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ. | 81 |
| <i>Терзійський С.С., маг., каф.ХУКП, Яковлева О.Ю., доц. каф.ХУКП
Трандафілов В.В., ст.викл., каф.ХУКП</i> | | |
| 22 | IMPROVING ENERGY EFFICIENCY OF MARINE DIESEL ENGINES BY UTILIZING THE RECIRCULATION GAS HEAT IN ABSORPTION CHILLER | 83 |
| <i>Roman Radchenko, Assistant Professor of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Maxim Pyrysunko, Teacher of Kherson Branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine, Denys Vdovychenko, Student</i> | | |
| 23 | ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ | 86 |
| <i>Калініченко І.В., к.т.н., доцент кафедри теплотехніки; Терещенко М.С., здобувач вищої освіти Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія, м. Херсон</i> | | |
| 24 | ФІЛЬТРАЦІЯ ТА РОЗПОДІЛ ПОВІТРЯ В УМОВАХ COVID -19 | 89 |
| <i>Жихарева Н.В., доц. кт.н. ОНТУ, Соловійова П.В., інженер, Афанесенко С.В, здобувач вищої освіти ОНТУ, Скачко І.М. здобувач вищої освіти ОНТУ</i> | | |
| 25 | ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ ТЕПЛОВИЙ АКУМУЛЯТОР ДЛЯ ПЕРЕДПУСКОВОГО ПРОГРІВАННЯ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ – СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ ДВИГУНА | 93 |
| <i>Клюєва О. О., аспірант кафедри транспортних систем і технічного сервісу, Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна,</i> | | |
| 26 | ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ЕЖЕКТОРНОГО ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ КОНДЕНСАЦІЇ ПАРИ ВУГЛЕВОДНІВ НА НАФТОБАЗІ | 96 |
| <i>Когут В. О., к.т.н., доц., Бутовський Є. Д.,інженер Бушманов В. М. аспірант Кіценко А.О аспірант Одеська національна академія харчових технологій</i> | | |
| 27 | ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЗМІНИ МАСШТАБУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ | 98 |
| <i>Луняка К.В., доктор технічних наук, професор кафедри теплотехніки Херсонської філії Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
Клюєв О.І., кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна</i> | | |
| 28 | ДОСЛІД АВТОМАТИЧНОГО РОЗМОРОЖУВАННЯ ВИПАРНИКА ВІТРИНИ | 101 |
| <i>Константинов І.О., аспірант, Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор ОНАХТ</i> | | |
| 29 | ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ПОВІТРЯ В ПРИСТІННИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ВІТРИНАХ ВІДКРИТОГО ТИПУ З ВБУДОВАНИМ КОМПРЕСОРНО-КОНДЕНСАТОРНИМ ВІДСІКОМ. | 105 |
| <i>Константинов І.О., аспірант, Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор ОНАХТ</i> | | |
| 30 | ГІДРОДИНАМІКА ПІД ЧАС КОНДЕНСАЦІЇ У ТРУБКАХ ІЗ ВНУТРІШНІМ СПІРАЛЬНИМ ОРЕБРЕННЯМ | 108 |

*Матеріали XIII Всеукраїнської науково-технічної конференції
«Сучасні проблеми холодильної техніки і технології», 23 по 25 вересня 2021*

**Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського ОНТУ**

XIII ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

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

23-25 вересня 2021 року

ЗБІРНИК ДОКЛАДІВ

Одеса - 2021