

**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

**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 кондиціонування 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 криогенної 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. Жихарева 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.

повітряних мас. З урахування визначених вимог для реалізації повітроподачі рекомендовано використовувати насадки із форсунками та перфоровані панелі.

Визначено ключові складові технології вирощування маточних культур. Досліджено технології, обладнання та апарати для їх забезпечення та сформовано вихідні вимоги до енергоефективних систем, що з них складаються.

Аналіз показав переваги використання для обробки повітря у технологіях культивування маточних ентомокультур плівкових контактних апаратів та ультразвукових за показниками енергоефективності майже на 20% та економічності на 15%. Для забезпечення необхідного типу та рівня освітлення рекомендовано до використання у світильниках ламп розжарювання та світлодіодних ламп. У якості розподільних елементів для подачі повітряних мас визначені насадки із форсунками та перфоровані панелі, що майже у 2 рази підвищують ефективність використання потенціалу повітря підготовленого системою мікроклімату.

### Література

1. Valentyna Krutyakova, Nonna Pishchanska, Volodymyr Bulgakov, & Aleksandrs Adamovics. Investigation of the efficiency of adaptive technologies and technical means for growing entomocultures. *19<sup>th</sup> International Scientific Conference "Engineering for rural development" / Latvia University of Life Sciences and Technologies. Jelgava. 2020*, DOI: 10.22616/ERDev.2020.19.TF284.
2. Піщанська Н.О., Подмазко О.С. Подмазко І.О. Використання насадок упорядкованої структури для суднових апаратів зволоження повітря. *Науково-технічний збірник НУ ОМА «Автоматизація суднових технічних засобів»*. 2017, вип.41, С. 118 -126.
3. Пищанская Н.А., Хмельнюк М.Г. Усовершенствование поперечноточных аппаратов увлажнения воздуха на основе насадок упорядочной структуры. *Пищевая промышленность: наука и технологии*. 2014, № 3(25), С. 57-63.
4. N. Pishchanska, M.G. Khmelniuk, V.Y. Baidak. Mathematical modeling and analysis of humidification, air-conditioning systems. *European Science Review*. 2014, № 5-6, P. 128-133.

---

УДК 621.564

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ХМ НА РІЗНИХ РОБОЧИХ РЕЧОВИНАХ

Подмазко І.О. доцент кафедри КПА, ІХКЕ ОНАХТ  
Подмазко О.С., доцент кафедри ХУ і КВ, ІХКЕ ОНАХТ  
Одеська національна академія харчових технологій

Загально відомо, що основне призначення будь-якої охолоджувальної системи – це підтримання температурного режиму, що визначається технологією. Будь-яке значне коливання температури в холодильному контурі може призвести до негативних наслідків. За останні роки доволі популярним є питання, пов'язане з використанням різноманітних речовин (холодильних агентів) в охолоджувальних системах, зокрема в холодильних машинах (ХМ).

Згідно Монреальської угоди, країни, які її підписали, вирішили відмовитись від холодильних агентів, які, на їх думку, шкідливо впливають на озону атмосферу Землі, та перейти на «екологічно» чисті фреони (провідна фірма DuPont de Nemours). Це, як правило, так звані

зеотропні холодильні суміші. Наприклад, представником цього класу є R404a, який складається із суміші R125/R134a/R143a, відповідно пропорції (%) 44/4/52. Цей холодильний агент, рекомендований для заміни традиційного R22. Заміна, або рефіт (від англійського слова refit – споряджати заново), відбувається наступним чином. Спочатку проходить утилізація з холодильної установки R22, далі – промивка трубопроводів і внутрішньої поверхні всіх теплообмінних апаратів з метою видалення мінерального мастила. Оскільки всі «екологічно» чисті фреони потребують синтетичного мастила, а суміш мінерального і синтетичного приводить до того, що на стороні високого тиску проходить «коксування», а на стороні низького тиску – «парафінізація» суміші мастил.

Промивка здійснюється, як правило, за допомогою «миючих» фреонів (наприклад, R11), або з три разовою заміною синтетичного мастила. При проведенні рефіту з картера компресору зливається мінеральне мастило, заливається синтетичне, здійснюється заправка системи «екологічно» чистим фреоном, холодильна установка працює протягом доби, далі зливається масло з картера компресора, заливається нове, і так – три кратне повторення. При цьому слід зауважити, що заправка і дозаправка холодильної установки допускається тільки по рідинній фазі «екологічно» чистого фреону.

Холодильні машини та установки, як правило, містять штуцерні та сальникові з'єднання, які б ці з'єднання не були ідеальними, все рівно через з них з часом проходить втрата частки холодильного агента. Згідно норм експлуатації, якщо заправка холодильним агентом системи за рік не перевищує 25% від його вмісту в самій системі, це являється нормальним явищем. З використанням традиційних фреонів (R12, R22) не з'являється ніяких проблем, тобто здійснюється дозаправка і все. Якщо використовувати «екологічно» чисті суміші, то тут з'являються проблеми: на деякому етапі експлуатації «дозаправка» не допомагає – спостерігається ріст тисків як конденсації, так і кипіння, відповідно температур конденсації і кипіння – так званий температурний глайд. При цьому температурний режим в охолоджувальному контурі забезпечити неможливо. Єдиний вихід – утилізувати залишки холодильного агента і здійснити заправку системи по новому. Враховуючи ціну синтетичного мастила, та так званих «екологічно» чистих фреонів (ціна мінімум в три рази вища), з'являється думка, для чого це потрібно?

Для прикладу візьмемо охолоджувальний контур, який працює на R22, при цьому об'єм, описаний поршнями  $V_h = 18,87 \text{ м}^3/\text{г}$ ; холодовидатність  $Q_0 = 12 \text{ кВт}$ ; навантаження на компресор  $N = 4,24 \text{ кВт}$ ; навантаження на конденсатор  $Q_k = 16,7 \text{ кВт}$ . За основу розрахунків візьмемо  $V_h = 18,87 \text{ м}^3/\text{г}$ ; температуру конденсації  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  і температуру кипіння  $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ , як незмінні параметри, та проведемо теоретичний перерахунок на різні робочі речовини. Технічні показники представлені на рис. 1 – 4.

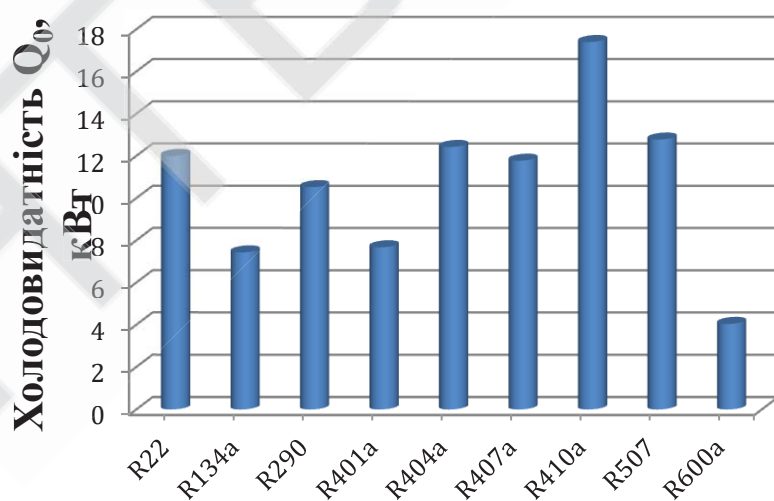


Рис. 1. Залежність холодовидатності від речовини

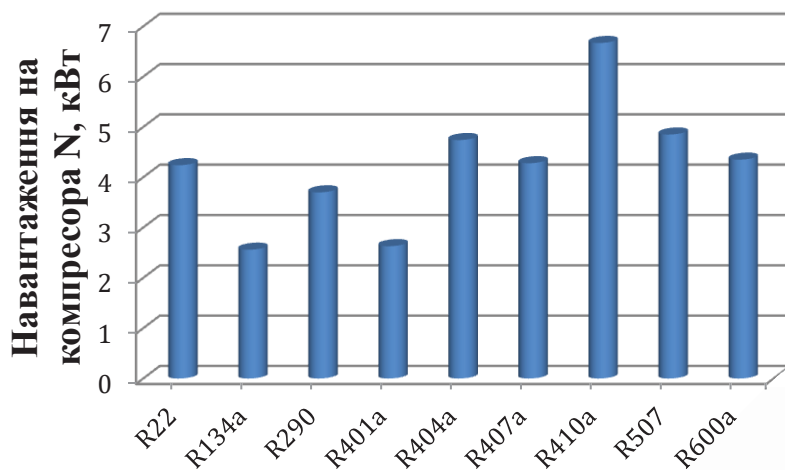


Рис. 2. Залежність навантаження на компресор від речовини

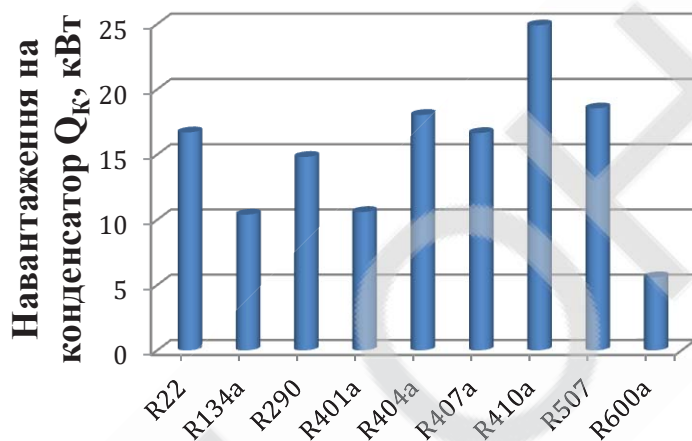


Рис. 3

Рис. 3. Залежність навантаження на конденсатор від речовини

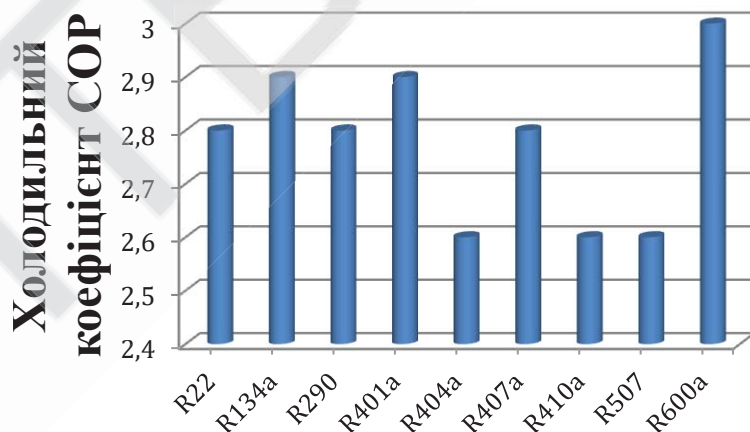


Рис. 4. Залежність холодильного коефіцієнту від речовини

Аналізуючи отриманні данні, можна зробити висновок, що використання холодильних агентів, таких, як R134a, R401a, R600a, не дозволить забезпечити роботу ХМ в потрібному режимі.

Крім того, слід зазначити, що тільки  $V_h$  являється незмінним параметром (з деякими припущеннями), а всі інші взаємно пов'язані один з одним.

Виходячи з вище приведеного, можливо зробити наступний висновок: для вивчення питання, пов'язаного з дослідженням роботи ХМ на різних робочих речовинах потрібне не тільки теоретичне, а і експериментальне дослідження.

На нашу думку в найближчому часі користувачі відмовляться від використання так званих зеотропних і азеотропних фреонів і перейдуть на натуральні, або одно компонентні речовини.

#### **Інформаційні джерела:**

1. Хмельнюк М. Г., Подмазко О. С., Подмазко І. О. Холодильні установки та сфери їх використання. видавництво Грінь, м. Херсон 2014, с. 488.

УДК 621.564

### **РОЗРАХУНОК ТЕПЛООБМІНУ МІЖ КРАПЛЯМИ РОЗПОРОШЕНОЮ ОХОЛОДЖУЮЧОЇ РІДИНИ І ДИМОВИМ ГАЗОМ**

*Бушманов.В.М. аспірант, Козут В.О. доцент, Жихарева Н.В. доцент,  
Одеська національна Академія Харчових Технологій м.Одеса*

Процес тепло- масообмінних в середовищі зважених крапель рідини і газу є великий інтерес. У цій роботі розглянемо спосіб розрахунку цього процесу, що протікає в контактному теплообміннику, ґрунтуючись на основі енергетичного балансу.

Використовуючи закон збереження енергії складений для системи в яку входить група розпоршених дрібнодисперсних крапель рідини, які випаровуються, і охолоджується газ. Використовуючи рівняння енергії в початковий і кінцевий момент часу. Вирішуємо це рівняння щодо температури газу. У рівнянні використовується різниця мас випарувалася рідини.

$$T_{inf} = \frac{m_n c T_{kn} - m_k c T_{kk} + (c_{pp} M_{Hn} + M_v c_{pv}) T_{infn} - \partial m H}{(M_{Hn} + \partial m) c_{pp} + M_v c_{pv}} \quad (1)$$

$T_{inf}$ ,  $T_k$ - температура газу поблизу краплі і на великій відстані від неї,  $m_n$ ,  $m_k$ ,  $\partial m$ -маса випаровується рідини на початку процесу, в кінці, і різниця між ними,  $c$ -теплоємність рідини,  $c_{pp}$ -теплоємність пара,  $c_{pv}$ - теплоємність рідини,  $M_{H0}$ - маса насиченого пара при  $T_{inf}$ ,  $M_v$ - маса газу в одиниці об'єму

Маючи необхідні дані використовуючи отримане рівняння можливо отримати кінцеве значення температури. Щоб дізнатися проміжні значення розрахунок проводиться малими кроками. Результат попереднього розрахунку стають початковими даними для подальшого розрахунку. Для визначення значень мас розраховуємо зміна радіуса і отже маси. Формула для обчислення швидкості зміни температури краплі

- 8 **СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕПЛООБМІНУ ПІД ЧАС ПРИРОДНОЇ ТА ЗМІШАНОЇ КОНВЕКЦІЇ У ВОДІ В ОБЛАСТІ ІНВЕРСІЇ ГУСТИНИ** 46  
*Р.В. Грищенко, канд. тех. наук, доц. каф. ТЕХТ, ННІТІ, НУХТ, м. Київ*
- 9 **ПОТЕНЦІАЛ ОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ** 48  
*Голуб О.В., аспірант кафедри ТЕХТ, Пилипенко О. Ю., доцент кафедри ТЕХТ, НУХТ, м. Київ,*
- 10 **ПОРІВНЯННЯ АНАЛІТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСТКИ ВИМОРОЖЕНОЇ ВОЛОГИ** 51  
*Потапов В.О., д.т.н., Мольський О.С., аспірант, Смілик М. М., аспірант, Державний біотехнологічний університет м. Харків*
- 11 **OPTIMIZATION AND IMPROVEMENT OF ENERGY EFFICIENCY OF REFRIGERATION UNIT WITH THE USE OF SPRAYING POOLS** 54  
*Zhykharieva N.V. ass. phrofessor Odessa National Technological University. Kogut V.E, ass. phrofessor Odessa National Technological University. Dragnev M., engineer Israel, Ostapenko D.student*
- 12 **ОСОБЛИВОСТІ ОБ'ЄКТІВ ВИНАХОДІВ В ГАЛУЗІ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ** 57  
*Томчик О. М., к.т.н., ст. викл. кафедри ХУКП, інженер з патентної та винахідницької роботи І категорії відділу ПтаНТЗ ОНАХТ, м. Одеса, Хмельнюк М. Г., професор, зав. кафедрою ХУКП ОНАХТ, м. Одеса*
- 13 **ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ МІКРОКЛІМАТУ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЙ КУЛЬТИВУВАННЯ МАТОЧНИХ ЕНТОМОКУЛЬТУР** 59  
*Піщанська Н.О., доцент кафедри ХУ і КВ, ІХКЕ ОНАХТ, Одеський національний технологічний університет Подмазко О.С., доцент кафедри ХУ і КВ, ІХКЕ ОНАХТ, Одеський національний технологічний університет Бельченко В.М., в.о. заст. Директора за наукової роботи Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН*
- 14 **ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ХМ НА РІЗНИХ РОБОЧИХ РЕЧОВИНАХ** 61  
*Подмазко І.О. доцент кафедри КПА, ІХКЕ ОНАХТ, Подмазко О.С., доцент кафедри ХУ і КВ, ІХКЕ ОНАХТ, Одеська національна академія харчових технологій*
- 15 **РОЗРАХУНОК ТЕПЛООБМІНУ МІЖ КРАПЛЯМИ РОЗПОРОШЕНОЮ ОХОЛОДЖУЮЧОЇ РІДИНИ І ДИМОВИМ ГАЗОМ** 64  
*Бушманов.В.М. аспірант, Когут В.О. доцент, Жихарева Н.В. доцент, Одеська національна Академія Харчових Технологій м.Одеса*
- 16 **ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ДИМОВИХ ГАЗІВ СИЛОВИХ УСТАНОВОК СУДЕН** 66  
*Бушманов.В.М. аспірант, Когут В.О. доцент, Жихарева Н.В. доцент, Одеська національна Академія Харчових Технологій м.Одеса*
- 17 **ДОСЛІДЖЕННЯ В'ЯЗКОСТІ РОЗЧИНІВ ХОЛОДОАГЕНТ R290/КОМПРЕСОРНЕ МАСТИЛО ТА ХОЛОДОАГЕНТ R290/ КОМПРЕСОРНЕ МАСТИЛО/ФУЛЕРЕН C<sub>60</sub>** 67  
*Корнієвич С.Г., Борисов В.О., Желєзний В.П. Одеський національний технологічний університет, м. Одеса,*
- 18 **ЕКОЛОГО-ТЕРМОЕКОНОМІЧНИЙ МЕТОД АНАЛІЗУ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РОБОЧИХ ТІЛ З ДОМІШКАМИ ФУЛЕРЕНУ C<sub>60</sub> В ПАРОКОМПРЕСІЙНОМУ ХОЛОДИЛЬНОМУ ОБЛАДНАННІ** 70  
*Корнієвич С.Г.<sup>1</sup>, Хлісва О.Я.<sup>1,2</sup>, Борисов В.О.<sup>1</sup>, Валбах Е.<sup>1</sup>, Желєзний В.П.<sup>1</sup> Одеський національний технологічний університет, м. Одеса, Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса*
- 19 **ТЕПЛОАСОСНІ ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ СУДНОВИХ ДВЗ** 74

*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