

**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.

Такі системи можна вважати ідеальними у всіх випадках, коли є вузько локалізовані латентні навантаження, наприклад, в ресторанах.

Можливість використання холодної води для охолодження, а також гарячої води помірної температури для опалення, створює гарні передумови для застосування систем підготовки теплоносія в системах з рекуперацією тепла. У міжсезонний період може виявитися ефективною подача в панелі води від "сухої градирні", тобто застосування вільного охолодження (free cooling). Єдине, на що треба звертати увагу в цих випадках - наявність "сухої градирні" із замкнутим контуром, оскільки при використанні води з відкритою градирнею істотно підвищується ризик забруднення трубопроводів, прокладених в панелях.

Список інформаційних джерел:

1. <https://aw-therm.com.ua/potolochnoe-ohlazhdenie-kak-alternativa-kondicionirovaniyu/?telegram>
2. [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=21](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=21)
3. <http://uponor.kiev.ua/cms.php?view=7>
4. <https://zehnder.ee/ru/produkcija/potolochnoje-otoplenije-i-ohlazhdenije/>
5. <https://z.hot-design.com.ua/potolochnoe-otoplenie-i-ohlazhdenie-zehnder-ru>

УДК 621.565

## **ГРАФІЧНІ МЕТОДИ ДЛЯ ПРОЦЕДУР ОПТИМІЗАЦІЇ ТА РЕТРОФІТУ.**

*Дудко О.М., аспірант, Одеса, ОНАХТ.*

Енергоефективність процесів, що працюють в умовах нижче навколишнього середовища, сильно залежить від методів які використовуються для підвищення енергоефективності.

Парокомпресійні холодильні цикли, є найбільш практичними методами, які використовуються при отриманні низьких температур для промислових процесів. Хоча конструкція і робота таких промислових холодильних циклів добре відома в інженерних спільнотах, все ж важливо шукати поліпшення COP, які можуть знизити споживання енергії.

Для проектування холодильних циклів інженерні спільноти використовують графічні інструменти. Наприклад, найбільш підходящі рівні температури випаровування для циклів чистого холодоагенту (з урахуванням підходу мінімальної температури для теплопередачі) можуть бути визначені (що дає енергоефективні рішення) з використанням методу GCC (Grand Composite Curve). GCC - загальна складова крива являє собою графічне представлення надлишкового тепла, в кожному температурному інтервалі. В інтервалах, де існує чистий надлишок тепла, ми застосовуємо каскадну систему, тобто транспортуємо це тепло в інтервали з більш низькою температурою. Після того, як ми задовольнили потребу в теплі з більш низькими інтервалами температур, ми застосовуємо системи охолодження, щоб видалити залишкове тепло. В інтервалах, де існує чистий дефіцит тепла, ми спочатку використовуємо надлишкове тепло з інтервалів з більш високими температурами. Тільки після вичерпання надлишків тепла з більш високих температурних інтервалів ми застосовуємо теплові мережі.

GCC ефективний для надання концептуальних керівних принципів для підприємств економічним способом. Крім того, графічне представлення доступних джерел і поглиначів тепла може спростити процедуру визначення витрати енергії для систем з чистим холодоагентом (визначення теоретичних мінімальних характеристик охолодження і їх робочих температур). Однак це регулювання енергії має обмежене застосування у випадках, коли використовується змішаний холодоагент в результаті часткового випаровування і конденсації, які відбуваються під час фазових переходів в широкому діапазоні температур.

Існує безліч можливих модифікацій конструкції, які можуть знизити потужність на валу, і ці модифікації можна розділити на три категорії:

- Модифікації конструкції.
- Регулювання умов експлуатації.
- Модифікація складу холодоагенту.

Конструктивні зміни збільшують структурну складність холодильних циклів, зазвичай за рахунок додавання: випарного барабана для зменшення витрати пари холодоагенту, що надходить в компресор (це широко відомий як економайзер або попередній сатуратор), кілька рівнів випаровування для ефективного виконання необхідних режимів охолодження при різних температурах або комбінація двох або більше циклів холодоагенту для забезпечення охолодження при дуже низьких температурах (відомий як каскадний цикл). Дана категорія модифікації конструкції дозволяє підвищити енергоефективність холодильного циклу за рахунок додаткових капітальних вкладень.

Регулювання умов експлуатації і складу холодоагенту часто розглядається одночасно. Робочі умови, включаючи витрату холодоагенту, а також робочі температури і тиску, можна регулювати. У випадках, коли використовується чистий холодоагент, зміна складу може означати або заміну іншим чистим холодоагентом, або перехід на використання змішаного холодоагенту.

В ідеалі холодильні цикли повинні розроблятися з урахуванням всіх трьох елементів: визначення найбільш підходящої конфігурації, вибору найбільш підходящого холодоагенту (і складу холодоагенту) та визначення оптимальних робочих умов комплексним і економічним чином. Однак через складність цієї проектною проблеми непросто відстежити різні комбінації варіантів конструкції і оцінити їх потенціал. Отже, рішення цих складних проблем вимагає складної процедури оптимізації для одночасного визначення оптимальної конфігурації циклу і робочих умов.

Багаторівневі цикли чистого холодоагенту використовуються, коли потрібно більше одного рівня охолодження. Беручи до уваги необхідний режим охолодження,  $\Delta T_{\min}$  (мінімальну різницю температур для теплообміну) і доступну зовнішню холодопродуктивність, проблема полягає в тому, щоб визначити найбільш підходящі робочі тіла, які будуть використовуватися в циклах, і оптимальні робочі умови (включаючи витрату і випаровування холодоагенту).

У випадках, коли профілі температури охолодження (забезпечуються охолодженням) в GCC більш-менш плоскі, цикли охолодження з використанням чистих холодоагентів, ймовірно, будуть енергоефективними. Однак в деяких випадках процес може зажадати охолодження в широкому діапазоні температур. У таких випадках різниця температур між охолоджуваними технологічними потоками і потоками холодоагенту, що випаровується, може бути значно зменшена за рахунок використання змішаних рідин, які зменшують необоротну теплопередачу в холодильних циклах.

Для нових проектів найбільш підходящу конфігурацію холодильних циклів можна визначити з GCC, який створюється на основі балансу енергії. Однак у випадках, пов'язаних з модернізацією існуючих холодильних циклів, зміни, що вносяться у конструктивну конфігурацію, повинні бути зведені до мінімуму. Таким чином, розглядається заміна одинарних чистих холодоагентів змішаними

холодоагентами в традиційних багаторівневих циклах, щоб можна було досягти поліпшеної енергоефективності.

Порівнюються профілі охолодження чистого холодоагенту і змішаного холодоагенту для того ж багаторівневого циклу. Отже, використання змішаного холодоагента в існуючих багаторівневих циклах має деякий потенціал для підвищення енергоефективності. Крім того, цей варіант може бути привабливим, коли режими охолодження і їх рівні змінюються під час роботи, наприклад, через зміни в складі сировини, змін робочого тиску і т.д. Система змішаного холодоагенту може пристосуватися до цих змін завдяки додатковим ступеням свободи в процесі роботи (тобто змішаний холодоагент). Типи варіантів модернізації, може бути декілька. Розглядаючи базовий варіант, одним з варіантів може бути внесення структурної модифікації (наприклад, попереднього сатуратора) без зміни холодоагенту. Інший варіант - ввести змішаний холодоагент в багаторівневий цикл охолодження з чистим холодоагентом без будь-яких змін конфігурації. Третій варіант - використовувати змішаний холодоагент, а не чистий холодоагент, і додати конструктивну модифікацію (наприклад, самоохолоджуючийся теплообмінник). Самоохолоджуючийся теплообмінник використовується для подальшого відведення тепла від газоподібного холодоагенту перед розширенням за рахунок випаровування рідкого холодоагенту, що є спільною рисою циклів змішаного холодоагента. Хоча додавання самоохолоджуючогося теплообмінника небажано через необхідних капітальних вкладень, переваги використання змішаного холодоагенту можуть бути збільшені за рахунок використання більш низьких температурних умов перед розширенням.

#### **Інформаційні джерела**

- 1.Improving the energy efficiency of industrial refrigeration systems\Jin-Sik Oh, Michael Binns, Sangmin Park, Jin-Kuk Kim,5 August 2016-с.3;
- 2.A User Guide to Process Integration for the Efficient Use of Energy\Linnhoff, B., Townsend, D. W., Boland, D.,IChemE UK (1982)-с.4.

УДК 621.565

### **РЕТРОФІТ ХОЛОДОАГЕНТУ ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ НА ДІЮЧИХ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИНАХ.**

*Дудко О.М.,аспірант, Єршов В.О., аспірант, Козут В.О., к.т.н., доцент,  
Жихарева Н.В., к.т.н., доцент., ОНАХТ Одеса.*

Відповідно до Монреальського протоколу і поправок до нього, поетапну відмову від холодоагентів CFC завершено в 2010 році, включаючи країни, що розвиваються. За останні вісім десятиліть газу CFC з дуже високими значеннями GWP були викинуті в атмосферу, і, що ще гірше, вони мають довгий термін служби. Наприклад, найбільш часто використовуваний холодоагент R12 має GWP = 10300 і термін служби 102 року (UNEP 2014 року).

Цей та інші газу CFC всюди навколо нас, і неможливо сказати скільки в даний час утримується в атмосфері. Але дивно, що в багатьох звітах сьогодні немає інформації про те, яка частка газів CFC в загальному впливі на глобальне потепління. У 1990 році вважалося, що ця частка становила приблизно 15%, але, з огляду на їх хімічну стабільність, все ще грає важливу роль, безумовно, більш високу, ніж газу HFC. І це факт, що навіть незважаючи на те, що це заборонено, газу CFC все ще викидаються в атмосферу в деяких країнах, що розвиваються.

	<i>Середа В.В., доцент КПІ ім. Ігоря Сікорського, Горін В.В., проф. каф. Одеська академія технічного регулювання та якості, Лю Ян, аспірант КПІ ім. Ігоря Сікорського,</i>	
31	<b>ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ</b> <i>Крушельницький Д.О. аспірант ІХКЭ ОНАХТ, м. Одеса : Жихарева Н.В., к.т.н., доцент ОНАХТ</i>	111
32	<b>ЧИСЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛАСТИНЧАСТО-РЕБРИСТОГО ТЕПЛООБМІННОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РЛГХМ</b> <i>Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор ІХКЕ ОНАХТ, Трандафілов В.В., к.т.н., ст. викладач ІХКЕ ОНАХТ, Яковлева О.Ю., к.т.н., доцент ІХКЕ ОНАХТ</i>	112
33	<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ РОТОРНО-ЛОПАТЕВОЇ ГАЗОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ</b> <i>Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор ІХКЕ ОНАХТ, Трандафілов В.В., к.т.н., ст. викладач ІХКЕ ОНАХТ, Яковлева О.Ю., к.т.н., доцент ІХКЕ ОНАХТ</i>	117
34	<b>МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПРОДУКТИВНОСТІ ГЕНЕРАТОРА БІНАРНОГО ЛЬОДУ ШНЕКОВОГО ТИПУ</b> <i>Зімін О.В., к.т.н., доцент ОНАХТ м. Одеса</i>	120
35	<b>АКТУАЛЬНІСТЬ СТЕЛЬОВОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ</b> <i>Бурдюжа С.А., Беркань І.В. – викладачі ВСП «ОТФК ОНАХТ»</i>	122
36	<b>ГРАФІЧНІ МЕТОДИ ДЛЯ ПРОЦЕДУР ОПТИМІЗАЦІЇ ТА РЕТРОФІТУ</b> <i>Дудко О.М., аспірант, Одеса, ОНАХТ.</i>	123
37	<b>РЕТРОФІТ ХОЛОДОАГЕНТУ ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ НА ДІЮЧИХ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИНАХ</b> <i>Дудко О.М., аспірант ОНАХТ, Козут В.О., к.т.н., доцент ОНАХТ, Жихарева Н.В., к.т.н., доцент ОНАХТ., Єршов В.О., аспірант, ОНАХТ Одеса</i>	125
38	<b>ПРИМЕНЕНИЕ КОНДЕНСАЦИОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА ПРИ СЖИГАНИИ СЕРНИСТЫХ ВОДОТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЙ</b> <i>Корниенко В.С., к.т.н., доцент кафедри теплотехники ХФ НУК Херсонский филиал Национального университета кораблестроения имени адм. Макарова</i>	128
39	<b>ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF A SOLAR AIR CONDITIONING SYSTEM</b> <i>Ovchinnikov M., higher education Odessa National Technological University, Zhykharieva N.V. ass. phrofessor Odessa National Technological University</i>	129
40	<b>ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ І ПОКРАЩЕННЯ УМОВ ПРАЦІ ВИРОБНИЦТВА КАРБАМІДУ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ</b> <i>Жихарева Н.В., к.т.н., доцент ОНТУ., Одеса, Філков І.О, здобувач вищої освіти ОНТУ,</i>	132
41	<b>ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОТРИМАННЯ ВОДИ З АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ</b> <i>Біленко Н.О., старший викладач, Тітлов О.С., завідувач кафедрою, Одеська національна академія харчових технологій, Одеса,</i>	133
42	<b>МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ РЕЖИМІВ ГЕЛЕОГЕНЕРАТОРІВ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН</b> <i>Осадчук Є.О., старший викладач, Тітлов О.С., завідувач кафедрою, Одеська національна академія харчових технологій, Одеса</i>	135
43	<b>РОЗРОБКА СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ ДЛЯ ПЕРВИННОЇ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ОБРОБКИ ТА ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА ДРІБНОНАСІННЄВИХ КУЛЬТУР</b> <i>Петушенко С.М., викладач вищої категорії, Одеський технічний коледж, Тітлов О.С., завідувач кафедрою, Одеська національна академія харчових технологій, Одеса</i>	136
44	<b>РОЗРОБКА АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДІВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ В ШИРОКОМУ ДІАПАЗОНІ ТЕМПЕРАТУР ПОВІТРЯ НАВКОЛИШНЬОГО</b>	138

*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