

**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.

З метою скорочення капітальних витрат на придбання лабораторної техніки вивчена можливість використання зазначеної гелієвої техніки для зрідження неону. У першому випадку гелієва установка може працювати в якості рефрижератора і забезпечувати конденсацію неону в зовнішньому теплообміннику. У другому випадку в контурі гелієвого зріджувача як робоче тіло може використовуватися неон високої чистоти, який при конденсації в збірнику і виводиться в посудину Дьюара по штатній лінії.

Модернізація гелієвих установок дозволить розширити можливості лабораторної бази з метою проведення наукових досліджень в діапазоні температур 4,2 ... 30 К.

ТЕХНОЛОГІЇ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ВИРОБНИЦТВІ РІДКИСНИХ ГАЗІВ

Проф. Бондаренко В.Л., проф. Симоненко Ю.М., асп. Медушевський Є.В.

В атмосферному повітрі міститься не більше 0,0024% неону і гелію. Неонгелієва суміш є побочним продуктом, що одержується з конденсатора-випарника в повітророздільній установці. На виході з блоку ПРУ вловлюється суміш із вмістом $\text{Ne} + \text{He} \approx 40 \dots 60\%$. Потім слідує процес переробки, який можна розбити на кілька етапів. Основна частина яких вимагає постійної підтримки криогенних температур (28 ... 78К). Витрати енергії на витяг цільових продуктів можна висловити десятками МДж на 1м^3 . Так як останнім часом спостерігається тенденція збільшення вартості енергоресурсів - підвищення економічності виробництв Ne і He є актуальним завданням.

Технологічний ланцюжок отримання Ne і He передбачає ряд послідовних процесів:

1. Хімічне очищення НГС від водню з використанням каталізатора при температурі навколишнього середовища. В ході процесу утворюються молекули H_2O , які конденсуються і уловлюються адсорбентом.
2. Очищення суміші від азоту та інших домішок в адсорберах на азотному температурному рівні.
3. Поділ суміші в ректифікаційній колоні при $T = 30\text{ К}$, в результаті отримуємо чистий неон і гелієву віддувку ($y_{\text{He}} \approx 80\%$).
4. Переробка потоку отдувки в адсорберах на азотному температурному рівні ($T = 28 \dots 68\text{ К}$), супроводжується отриманням поверненням потоку неоновому концентрату ($y_{\text{Ne}} \approx 80\%$) і чистого гелію.

Основним етапом зниження енергетичних витрат є зниження частоти перемикання адсорберів (процеси 2 і 4). Адсорбери вимагають регенерації, при якій істотно підвищується температура. Для того щоб привести їх у робочий стан його необхідно охолодити до робочої температури. Якщо на вході в адсорбер зменшити концентрацію речовини, що поглинається, то тривалість робочого циклу збільшиться, а витрата холодоагенту на забезпечення адсорбційного очищення буде знижена.

На другому етапі істотна економія досягається шляхом використання додаткового обладнання - дефлегматора (фазовий сепаратор). При використанні дефлегматора знижується концентрація азоту в суміші за рахунок його конденсації. Ці установки краще використовувати в місцях отримання суміші. За рахунок ступеневого охолодження концентрація азоту в суміші знижується з 50% до 7%. Це дозволяє знизити транспортні витрати, скорочення парку балонів і складських витрат. Додатковий ефект досягається шляхом підвищення тиску фазової рівноваги.

Подібним чином можна зменшити навантаження на адсорбери, що використовуються в процесі 4. Також для зменшення витрат енергії використовують альтернативний метод поділу - мембранний метод. В його основі лежить мембранний модуль. Робота заснована на різній проникності окремих компонентів через матеріал мембрани. При однаковому перепаді тисків через одиницю площі мембрани гелій буде проникати в кілька разів інтенсивніше, ніж неон.

Під тиском частина суміші (в основному гелій) проходить через селективний шар в окрему порожнину, де отримують потік збагаченого гелію з концентрацією 90 ... 92% He (інше неон). Потік, який не пройшов через мембрану, зберігає свій тиск і на виході з порожнини збагачується неоном з 20 до 55% Ne.

Використання всіх цих методів призводить до скорочення витрат на виробництва неону і гелію що сприяє зменшенню собівартості і розширенню сфери їх застосування.

ДО РОЗРАХУНКІВ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИКЛІВ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ З ДВОМА НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛА

доц. Соколовська-Єфименко В.В., ст. викл. Грудка Б.Г., викладач-стажист, асп. Басов А.М.

У комерційних підприємствах на реалізацію процесів штучного охолодження та опалення припадає значна частина загального енергоспоживання підприємства, у супермаркетах відсоток енергії становить 50-60% від загального споживання електроенергії.

Для моніторингу справжнього споживання електроенергії під час безперервної роботи холодильних систем сформовано і методично обґрунтовано способи розрахунку характеристик. Методи базуються на визначенні коефіцієнтів, орієнтовних показників, для порівняння характеристик різних холодильних систем у відповідних системних кордонах. Завдяки безперервному моніторингу споживання електроенергії можлива реалізація енергозбереження.

Існують різні показники для оцінки характеристик елементів холодильних та теплонасосних установок, засновані на різних стандартах або принципах. Наведемо приклади різних характеристик систем в цілому під різними впливами під час безперервної роботи, як вони використовуються в сучасній світовій інженерній практиці:

- COP (коефіцієнт перетворення) – теплового насосу;
- EER (коефіцієнт енергоефективності) – холодильний коефіцієнт;
- ESEER (європейський сезонний показник енергоефективності);
- IPLV (показник сумарного неповного навантаження);
- SPF (сезонний показник ефективності холодильного обладнання)
- SEER (сезонне співвідношення енергоефективності) – новий параметр, який дозволяє підтвердити рівень енергоефективності установки, що розрахований за рік, і врахувати неповні теплові навантаження на теплопередавальні прилади.

Теплові насоси відносяться до класу енергоперетворювальних систем, а методики енергетичного аналізу циклів базуються на принципах і законах термодинаміки. Звідси зрозуміло, що практично усі запропоновані коефіцієнти визначення енергетичної ефективності мають єдину природу.

З огляду на зазначене, повернемося до машини, яка досліджується. Машину призначено для підприємства торгівлі з широким асортиментом продуктів. Холодильна система має два постійних температурних рівні короткострокового зберігання продуктів. Щодо холодопродуктивностей, то вони різні за кількісними показниками, але постійні за часом. У такому випадку про сезонну роботу машини мова не йде. Термодинамічний аналіз когенераційної машини з двома температурними рівнями виробництва холоду з залученням «методу циклів» детально викладено в роботі [1]. Дослідження, проведені авторами, є продовженням вказаної роботи.

За наявності еталонних схемно-циклових рішень здійснено числове моделювання процесів в теплому насосі з робочими речовинами R404A та CO₂ у єдиному робочому режимі:

	СЕРЕДОВИЩА	
	<i>Селіванов А.П., викладач вищої категорії, Одеський технічний коледж, Тітлов О.С., завідувач кафедри, Одеська національна академія харчових технологій, Одеса</i>	
45	РОЗРОБКА СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ МОРСЬКИХ І РІЧКОВИХ СУДЕН НА БАЗІ АБСОРБЦІЙНИХ ВОДО АМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГРЕГАТИВ З ВТОРИННИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ	141
	<i>Адамаєв Д.Б., аспірант, Тітлов О.С., завідувач кафедри, Одеська національна академія харчових технологій, Одеса</i>	
46	ПОШУК ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДІВ З АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ	142
	<i>Березовська Л.В., аспірантка, Тітлов О.С., завідувач кафедри, Одеська національна академія харчових технологій, Одеса</i>	
47	ВИКОРИСТАННЯ СКИДНОГО ТЕПЛА ПОБУТОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ	145
	<i>Гратій Т.І., аспірантка, Тітлов О.С., завідувач кафедри, Одеська національна академія харчових технологій, Одеса</i>	
48	ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬВ УКРАЇНІ ТА СВІТІ	148
	<i>Ткач Сергій аспірант ОНАХТ</i>	
49	СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ НА ПРИРОДНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГЕНТАХ	151
	<i>Сазанський А.Р., аспірант Хмельнюк М.Г. дтн. проф. ІКХЕ, ОНАХТ</i>	
50	ДО ПИТАННЯ ЗНИЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОГО ІНДЕКСУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА МОРСЬКИХ СУДАХ	153
	<i>Кіценко А.Р., аспірант. ІКХЕ, ОНАХТ</i>	

СЕКЦІЯ №2 –НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНІ ХОЛОДИЛЬНІ І КРІОГЕННІ МАШИНИ

1	ВІЯВЛЕННЯ ТА УСУНЕННЯ ОТРУЙНОЇ ДІЇ ПРОЦЕСУ ВАКУУМУВАННЯ НА ТЕПЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРІОПОСУДУ	155
	<i>Жунь Г.Г., д.т.н., професор, Старіков В.В., Борщ О.Є., НТУ «ХПІ», м. Харків</i>	
2	СХЕМНЕ РІШЕННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ АМІАКУ ВИСОКОЇ ЧИСТОТИ	159
	<i>Морозюк Л.І., д.т.н., професор, Симоненко Ю.М., д.т.н., професор, Костенко Є.В., аспірант, ІКХЕ ОНАХТ, м. Одеса</i>	
3	МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗРІДЖУВАЧІВ ГЕЛІЮ	160
	<i>Бондаренко В.Л., д.т.н., професор, Симоненко Ю.М., д.т.н., професор, Чігрін А.О., інженер, ІКХЕ ОНАХТ, м. Одеса</i>	
4	ТЕХНОЛОГІЇ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ВИРОБНИЦТВІ РІДКІСНИХ ГАЗІВ	161
	<i>Бондаренко В.Л., д.т.н., професор, Симоненко Ю.М., д.т.н., професор, Медушевський Є.В., ІКХЕ ОНАХТ, м. Одеса</i>	
5	ДО РОЗРАХУНКІВ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИКЛІВ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ З ДВОМА НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛА	161
	<i>Соколовська-Єфименко В.В., к.т.н., доцент, Грудка Б.Г, к.т.н., ст.викладач, Басов А.М., викладач-стажист, аспірант, ІКХЕ ОНАХТ, м. Одеса</i>	
6	МОДЕЛЮВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПОДАВАННЯ ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕСОРА TAG 2513Z	162
	<i>Кравченко М.Б., д.т.н., професор, Кокул С.В., аспірант, ІКХЕ ОНАХТ, м. Одеса</i>	
7	ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ РОБОТИ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ НА БАЗІ КОМПРЕСОРА TAG 2513Z	165
	<i>Кравченко М.Б., д.т.н., професор, Кокул С.В., аспірант, ІКХЕ ОНАХТ, м. Одеса</i>	

*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