МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
АСОЦІАЦІЯ ІНЖЕНЕРІВ ПО ВЕНТИЛЯЦІЇ, ОПАЛЕННЮ ТА КОНДИЦІЮВАННЮ «АВОК України»
СПІЛКА ХОЛОДИЛЬЩИКІВ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ

XI Всеукраїнська науково-технічна конференція

XI Всеукраинская научно-техническая конференция

XI International scientific conference

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

21-22 вересня 2017 року

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

ОДЕСА 2017

НТБ ОНАХТ

УДК 621.565 (075.6)

Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2017. – 243 с.

У збірнику наведені матеріали XI 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, 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.

В сборнике представлены материалы XI Всеукраинской научно-технической конференции «Современные проблемы холодильной техники и технологии» и рассмотрены различные аспекты научно-технических вопросов, связанных с проектированием, изготовлением и эксплуатацией холодильного оборудования различного назначения, исследованием рабочих тел и процессов в элементах холодильных и криогенных систем, применением нано и когенерационных технологий, использованием холода в пищевых технологиях, применением и внедрением нетрадиционных источников энергии.

Рекомендовано до видання Вченою Радою Одеської національної академії харчових технологій протоколом №6 від 07.11.2017 р.

НТБ ОНАХТ

Відповідальність за достовірність інформації несе автор публікації.
Матеріали публікуються мовою оригінала, наданого автором.

© ОНАХТ

Голова конференції – *Єгоров Богдан Вікторович* – ректор Одеської національної академії харчових технологій, член-кореспондент НААН України, Заслужений діяч науки і техніки, д-р техн. наук, професор.
Заступник голови – *Косой Борис Володимирович* – директор Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, д-р техн. наук, професор.

Члени наукового комітету:
Хмельнюк М.Г. – зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.
Лагутін А.Є – академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.
Морозюк Л.І. – д-р техн. наук, професор.
Желєзний В.П. – зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.
Симоненко Ю.М. – зав. кафедрою криогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.
Мілованов В.І. – зав. кафедрою компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ, заслужений діяч науки і техніки України, д-р техн. наук, професор.
Радченко М.І. – зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.
Бондаренко В.Л. – д-р техн. наук, професор.
Лавренченко Г.К. – д-р техн. наук, професор.
Семенюк В.О. – к.т.н., директор НВФ «Терміон».

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова – проф. Хмельнюк М.Г.
Науковий секретар – к.т.н. Зімін О.В.
Члени – к.т.н. Буданов В.О., к.т.н. Яковлєва О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Стоянов П.Ф., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Ерін В.А., к.т.н. Гайдук С.В., к.т.н. Соколовская В.В., к.т.н. Подмазко І.О., к.т.н. Федоров О.Г.

НТБ ОНАХТ

ТЕМИ ДОКЛАДОВ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

1. 30 РОКІВ МОНРЕАЛЬСЬКОГО ПРОТОКОЛУ. СТРАТЕГІЇ В СФЕРІ ОБІГУ ОЗОНОРУЙНУЮЧИХ ХОЛОДОАГЕНТІВ
Возний В.Ф., к.т.н., президент ВГО «Спілка холодильщиків України»

2. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ І СПОЖИВАННІ РІДКІСНИХ ГАЗІВ
Бондаренко В.Л., доктор техн. наук, професор, МДТУ ім. М. Е. Баумана, м. Москва;
Биканов О.М.,«KLA–Tencor Corporation», Milpitas, California, USA;
Симоненко Ю.М., доктор техн. наук, професор, ОНАПТ, м. Одеса
Чигрин А.А, інженер-технолог, ООО «Кріоін Інжиніринг», м. Одеса;
e-mail: ysim1@yandex.ua

3. ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ, ТЕПЛА И ХОЛОДА: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КАФЕДРЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И РЕФРИЖЕРАЦИИ НУК ИМ. АДМИРАЛА МАКАРОВА
Радченко Н.И. доктор техн. наук, професор, Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев, nirad50@gmail.com

4. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ
Трушляков Е.И., к.т.н., доц., Радченко А.Н., к.т.н., доц., Грич А.В., к.т.н., ассистент
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев, nirad50@gmail.com

5. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ. СОЛНЕЧНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АБСОРБЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛО-ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА
А.В. Дорошенко, доктор техн. наук, профессор кафедры термодинамики и возобновляемой энергетики

6. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВЫБОРЕ КОМПРЕССОРА. СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО ВИНТОВОГО И ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРОВ
В. Гринько Региональный представитель J&E Hall и GEA BOCK/Генеральный директор ООО «Еврокул

НТБ ОНАХТ

СЕКЦІЯ № 2. ХОЛОДИЛЬНІ ТА КРІОГЕННІ МАШИНИ. ТЕПЛОВІ НАСОСИ

стр.

60. **АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЦИКЛІВ ТЕРМОКОМПРЕСІЙНИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ** 142
Арсеньєв В.М., Мелейчук С.С., Проценко М.І.

61. **СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ГЕНЕРАТОРА МІКРОХВИЛЬОВОЇ ЕНЕРГІЇ** 144
Георгієш К.В.

62. **ОЦІНКА ОБСЯГІВ ПОТУЖНОСТІ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В УКРАЇНІ** 146
Басок Б.І., Дубовський С.В.

63. **ДО ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ ПРИ КИПІННІ ВОДИ НА ПОРИСТИХ МЕТАЛЕВИХ ПОВЕРХНЯХ** 149
Шаповал А.А., Стрельцова Ю.В., Шаповал І.О.

64. **ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ** 152
Басок Б.І., Кравченко В.П., Веремійчкук Ю.А.

65. **ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩИХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН В СИСТЕМЕ ТРИГЕНЕРАЦИИ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ** 153
Л.И. Морозюк, С.В. Гайдук, Б.Г. Грудка

66. **ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА РАБОТУ ВОЗДУШНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ КОМЕРЧЕСКИХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК** 155
Л. И Морозюк, В. В. Соколовская, А. В. Мошкатюк

67. **ЕФЕКТИВНІСТЬ ПАРОКОМПРЕССІЙНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ НА ОСНОВІ ЕНЕРГІЇ ХОЛОДНОЇ ВОДИ І ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ПОВІТРЯ** 157
Петраш В.Д., Полунін Ю.М., Висоцька М.В.

68. **EXTENDING MAISOTSENKO CYCLE APPLICATIONS THROUGH A NEW MATERIAL** 160
Levchenko D.A., Yurko I.V.

69. **ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В СУДНОВИХ СИСТЕМАХ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ** 162
Ярошенко В.М., Подмазко О.С.

70. **RADIATIVE COOLING METHOD IN THE AIR CONDITIONING SYSTEM** 165
Tsoy A.P.; Tsoy D.A.

71. **ТРАНСКРИТИЧНІ ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ У СИСТЕМАХ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ТОРГОВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ** 167
Петренко О.В., Семенюк Д.П.

72. **АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ НА СУДАХ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГРЕГАТІВ** 170
Редунов Г.М., Гожелов Д.П., Тимофєєв І.В.

СЕКЦІЯ № 3. КОМПРЕСОРИ ТА ПНЕВМОАГРЕГАТИ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ. РОБОЧІ РЕЧОВИНИ

стр.

73. **ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ НА ВХОДЕ В РОТОР СТРУЙНО-РЕАКТИВНОЙ ТУРБИНЫ НА КОЭФФИЦИЕНТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЛНОГО ДАВЛЕНИЯ В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ** 172
Ванеев С.М., Т.С. Родимченко

74. **ОЦЕНКА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ РЕАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ** 175
Петренко М.А.

75. **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ МАЛОГО ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕСОРА, ПРАЦЮЮЧОГО З ДОМІШКАМИ НАНОЧАСТОК TiO2 ДО МАСТИЛА** 177
Балашов Д.О., Мілованов В.І.

76. **УЧБОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ХОЛОДИЛЬНОГО АГРЕГАТУ ПРИ РІЗНИХ СПОСОБАХ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ОХОЛОДЖУВАНОГО ОБ'ЄКТУ** 178
Водяницька Н.І., Мельников В.Д.

77. **АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕКИСЛОТЫ В ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ** 179
Водяницкая Н.И., Паскаль А.А.

78. **ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ КАМЕРИ ЗМІШУВАННЯ РІДИННО ПАРОВОГО СТРУМЕНЕВОГО КОМПРЕСОРА НА ВЕЛИЧИНУ ТИСКУ ВСМОКТУВАННЯ ПАСИВНОГО ПОТОКУ** 180
Арсеньєв В.М., Прокопов М.Г., Чех О.Ю.

НТБ ОНАХТ

УДК 621.517

АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЦИКЛІВ ТЕРМОКОМПРЕСІЙНИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

Арсеньєв В.М., Мелейчук С.С., Проценко М.І., СумДУ, Суми, mik_protsenko@i.ua

Згідно II—го закону термодинаміки термотрансформація в теплових насосах будь якого типу потребує затрат компенсаційного енергетичного потоку. Якщо таким потоком є тепловий потік джерела з більш високим температурним рівнем, ніж температурний рівень середі, що нагрівається для споживача, то подібні теплові насоси звичайно прийнято класифікувати як тепловикористовуючі.

У принципі, якщо виключити малу долю гідро та вітроенергетики в загальному об'ємі виробництва електроенергії, то будь який тепловий насос можно розглядати як тепловикористовуючий з показником COP_{Σ}. Даний коефіцієнт перетворення дозволяє виконувати порівняння енергоефективності теплових насосів та холодильних машин для різноманітних схемних рішень та видів енергії, що витрачається, як в моноенергетичному споживанні, так і в гібридному.

У теплових насосах незалежно від виду енергоресурсу, що витрачається повинно бути реалізовано підвищення тиску робочої речовини (холодоагенту) для термотрансформації теплоти низькопотенціального джерела. Вказане підвищення тиску забезпечується шляхом:

- механічного або струминного енергетичного перетворення у політропних процесах стиснення парової (газової) фази;
- реалізація насосного режиму рідкої фази з суміщенням поглинально-роздільного процесу зміни агрегатного стану робочої речовини.

У першому випадку теплота забезпечується компресією парової фази за рахунок вироблення її механічного еквіваленту у циклі теплового двигуна суміщеного з компресором або у компресорних порожнинах машини, працюючих за циклом Стірлінга.

У другому випадку теплота витрачається на випаровування або десорбцію парової фази з рідини, на підвищення тиску якого витрачається в незначній кількості технічна робота для приводу насоса. Якщо в якості приводу застосовується електродвигун, то в кінцевому підсумку подібна термотрансформація також основана на тепловикористанні.

Виходячи з концептуальної різниці енергоперетворення високопотенційної теплоти для термотрансформації низькопотенційної теплоти пропонується класифікувати тепловикористовуючі теплові насоси як термокомпресійні за нижченаведеною схемою, представленою в таблиці 1.

Таблиця 1 Класифікація ТКТН

Класифікаційний чинник	Термокомпресійні теплові насосі (ТКТН)					
Вид термокомпресії	Механічна		Струминна		Хімічна	
1	2	3	4	5	6	7
Схемно-циклове рішення	Суміщення циклів Ренкіна та Планка (цикл Чистякова-Плотникова)	Суміщення циклів Стірлінга та Філіпса	Зовнішня генерація робочої пари для ежектора	Релаксаційне пароутворення у ежекторі	Суміщення процесів абсорбції та десорбції Абсорбційний тепловий насос	Суміщення процесів абсорбції та десорбції Адсорбційний тепловий насос
Основне обладнання	Агрегат «Турбіна-компресор»	Комбінація «Поршень-витискач»	Пароструминний ежектор	Струминний термокомпресорний модуль (СТК	Агрегат тепло-масообмінних компонентів	Абсорбційно-десорбційний модуль

Продовження таблиці 1

НТБОНАХТ

1	2	3	4	5	6	7
Робоча речовина	HFC та HC-типу; H_2O+NH_3; CO_2	повітря, азот, CO_2	HFC та HC-типу; H_2O	HFC та HC-типу; CO_2, H_2O; H_2O+NH_3	LiBr+ H_2O	H_2O+цеоліт

Аналіз енергоефективності тепловикористовуючих теплових насосів виконаний для режиму $t_к = 60°C$ та $t_0 = 5°C$ з використанням теплоти від гарячого джерела у інтервалі температур 100-120^{0}С. Результати представлені у таблиці 2.

Таблиця 2 Показники енергоефективності

Цикл	Холодоагент	COP	COP_Σ	ε_{ex}	U
Парокомпресійного теплового насосу	R134a	3,015	0,904	0,11	–
Пароежекторного теплового насосу	R236fa	1,039	0,92	0,125	0,075
Чистякова-Плотнікова	R236fa	1,193	1,052	0,135	–
Теплового насосу з СТК-модулем	R134a	2,31	1,44	0,88	0,047

У розрахунках прийнято: $\eta_{S,K}$=0,8; $\eta_{S,T}$=0,82; $COP_{ТТ}$=0,9; $COP_{ТЕС}\cdot COP_{ЛЕП}$=0,3.

Список інформаційних джерел

1. Морозюк Т. В. Теория холодильных машин и тепловых насосов / Т. В. Морозюк.– Одесса: Студия «Негоциант», 2006.-712с.
2. Тсатсаронис Дж. Взаимодействие термодинамики и экономики для минимизации стоимости энергопреобразующей системы / Дж. Тсатсаронис; под ред. Т. В. Морозюк. – Одесса: Студия «Негоциант», 2002.
3. Холодильные машины: учебн. для втузов по специальности «Холодильные машины и установки» / Н. Н. Кошкин, И. А. Сакун, Е. М. Бамбушек [и др.]; под общ. ред. И. А. Сакуна. – Л.: Машиностроение, 1985. – 510 с., ил.
4. Арсеньев В. М. Применение струйной термокомпрессии в понижающих термотрансформаторах / В. М. Арсеньев, В. Н. Марченко, М. Г. Прокопов, М. И. Проценко // Холодильна техніка і технологія. – 2009. – №5 (121). – С. 51–56.
5. Арсеньев В.М. Характеристики теплонасосного режима гибридного термотрансформатора с использованием естественных источников теплоты / В. М. Арсеньєв, М. И. Проценко, В. Н. Козин, С. В. Буянов // Энергосбережение • Энергетика • Энергоаудит Общегосударственный научно-производственный и информационный журнал № 09 (103) сентябрь 2012. С. 9–23.

НТБ ОНАХТ