



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ІМ. В.С. МАРТИНОВСЬКОГО**

ХІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

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

27-28 вересня 2019 року

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ КОНФЕРЕНЦІЇ



ОДЕСА 2019

УДК 621.565 (075.6)

Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XII Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2019. – 229 с.

У збірнику наведені матеріали XII 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 криогенних систем, застосуванням нано та когенераційних технологій, використанням холоду в харчових технологіях, застосуванням і впровадженням нетрадиційних джерел енергії.

В сборнике представлены материалы XII 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.

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

Голова наукового комітету – 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:

Ванєєв Сергій Михайлович - Сумський державний університет, к.т.н., доцент;

Василенко Сергій Михайлович - Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор;

Железний В.П. - зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д-р техн. наук, професор;

Лабай Володимир Йосипович - Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор;

Лавренченко Г.К. - 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;

Морозюк Л.І. - д-р техн. наук, професор;

Потапов Володимир Олексійович - Харківський державний університет харчування і торгівлі, д.т.н., професор;

Радченко М.І. - зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор;

Семенюк В.А. - к.т.н., директор НПФ «Терміон»;

Симоненко Ю.М. - зав. кафедрою кріогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор;

Снежкін Юрій Федорович - директор Інституту технічної теплофізики, д.т.н., академік НАНУ

Ткаченко Станіслав Йосипович - д.т.н., професор Вінницького національного технічного університету;

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

Щит Михайло Львович - к.т.н., пров. наук. спів. Інституту енергетики Академії Наук Молдови.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова – проф. Хмельнюк М.Г.

Науковий секретар – к.т.н. Зімін О.В.

Члени – к.т.н. Жихарєва Н.В., к.т.н. Когут В.Є., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Подмазко О.С.

ТЕМИ ДОКЛАДОВ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

110 РОКІВ ПРОФЕСОРУ ЧУКЛІНУ СЕРГІЮ ГРИГОРОВИЧУ (1909-1974)

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ, МЕТОДЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ КОМФОРТНОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Н.И. Радченко, д.т.н., проф., Е.И. Трушляков, к.т.н., проф., А.Н. Радченко, к.т.н., доц.,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна

АЗОТНЫЕ ГАЗИФИКАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Кириченко И.В., технический директор ПКФ «Криопром» ООО, г. Одесса;
Леонтьев А.А., главный конструктор ПКФ «Криопром» ООО, г. Одесса.
e - mail: info@krioprom.com.ua

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОЗОНАЛЬНИХ СИСТЕМ КОМФОРТНОГО І ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Жихарева Н.В., к.т.н., доц., Одеська національна академія харчових технологій

СЕКЦІЯ № 1. ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ. КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ.		стр.
ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ		
37.	РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ОХОЛОДЖУВАЧА НАПОЇВ	114
38.	ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТЕПЛОТИ ГОЗОВОГО ДВИГУНА В ХОЛОД ВИКОРИСТАННЯМ СТУПІНЧАСТОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ В ЕХМ І АБХМ	116
39.	ДВОПОТОЧНА ЕЖЕКТОРНО-АБСОРБЦІЙНА СИСТЕМА ТРАНСФОРМАЦІЇ СКІДНОГО ТЕПЛА ГАЗОПОРШНЕВОГО МОДУЛЯ	118
40.	MODIFICATION OF SHIP'S THERMAL INSULATION STRUCTURES IN ACCORDANCE WITH REGULATIONS' REQUIREMENTS FOR THE FROZEN PRODUCTS TRANSPORTATION IN ORDER TO IMPROVE REFRIGERATION SYSTEM EFFICIENCY	121
41.	ВИКОРИСТАННЯ ІМЕРСІЙНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ БІНАРНИМ ЛЬОДОМ НА М'ЯСОКОМБІНАТАХ	123
42.	МОЖЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ПАРИЗЬКОЇ УГОДИ ТА ПОПРАВКИ КІГАЛІ ДЛЯ HVAC&R СЕКТОРУ УКРАЇНИ	125
43.	ЗАТУХАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ХВИЛІ В КОНТЕЙНЕРАХ З ПІДВИЩЕНОЮ ТЕПЛОВОЮ ІНЕРЦІЄЮ СТІНОК	128
44.	АНАЛІЗ ПРИЧИН ОТКАЗОВ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАННЯ НА КРУПНИХ ПЕРЕДПРИЯТТЯХ ТОРГОВЛІ	131
45.	ВПЛИВ ХОЛОДОАГЕНТІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	133
46.	МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ РОТОРНО-ГАЗОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПОМІРНОГО ХОЛОДУ	136
СЕКЦІЯ № 2. ХОЛОДИЛЬНІ ТА КРІОГЕННІ МАШИНИ.		стр.
ТЕПЛОВІ НАСОСИ		
1.	ПРОМИСЛОВІ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ KR ТА Хе З КОНЦЕНТРОВАНИХ СУМІШЕЙ	139
2.	ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ДЛЯ ОТРИМАННЯ ТВЕРДОГО НЕОНУ	141
3.	НЕЧІТКА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ РЕКТИФІКАЦІЙНОЮ КОЛОНОЮ	142
4.	ГАЗОДИНАМІЧНІ ХОЛОДИЛЬНО-НАГРІВАЛЬНІ АПАРАТИ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА ПРИРОДНОМУ ГАЗІ	144
5.	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТВЕРДЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ВОЗДУШНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ КОМЕРЧЕСКИХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК	145
6.	АНАЛІЗ СИСТЕМ КОГЕНЕРАЦІЇ С ДВУМА ТЕМПЕРАТУРНИМИ УРОВНЯМИ ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДА	147
7.	СИСТЕМА ХЛАДОСНАБЖЕННЯ КАМЕР ХРАНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА С СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ	150
8.	DEVELOPMENT OF SYSTEMS FOR OBTAINING WATER FROM ATMOSPHERIC AIR ON THE BASIS OF ABSORPTION WATER-AMMONIA REFRIGERATORS AND SOLAR COLLECTORS	152

153. УДК 669.162.1.

ВПЛИВ ХОЛОДОАГЕНТІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Шумський О.А., магістрант ОНАХТ

Міньков Г.В., магістрант ОНАХТ

Терзійський С.С., бакалавр ОНАХТ

Яковлева О.Ю., доц.каф.ХУКП, ОНАХТ, osarja@gmail.com

Зменшення впливу на навколишнє середовище холодоагентів теплових насосів (ТН) теж є метою дослідження для пошуку ефективного холодоагенту з бажано низьким потенціалом глобального потеплення (GWP). Характеристики холодоагентів дозволяють ТН працювати і використовувати відновлювану енергію для вироблення корисного тепла та холоду. Але ті характеристики холодоагентів, які задовольняють клієнта несуть поряд собою можливі токсичність, горючість, вибухонебезпечність, або вони можуть діяти, як парникові гази з певним GWP. Жодне представлених питань не є важливим, поки холодоагент працює всередині пристрою. Результатом є підвищена увага до розробки високоякісних конструкцій компаніями – виробниками ТН, до кваліфікації монтажників, що мають сертифікати та ліцензію на проведення робіт з демонтажу системи та заправці певного ряду холодоагентів (R717, R744, вуглеводні). Потрапляючи в навколишнє середовище, холодоагент може мати негативний вплив на атмосферу.

У таб.1 порівнюються найпоширеніші холодоагенти, які сьогодні використовуються з точки зору їх потенціалу глобального потепління. Більшість житлових приміщень, які сьогодні розгорнуті, використовують вуглеводні, а в теплових насосах великих / промислових розмірів частіше використовується природні холодоагенти (аміак, пропан, CO²). Використання вуглеводнів у Європі регулюється законодавством, нормативними актами (ЄС 517/2014) [1]. Безперервне поступове зменшення доступності паливних газів буде проводитися до 2030 року. Вплив на їх доступність та на цінову політику починають реалізовуватися на ринку холодоагентів вже сьогодні.

Таблиця 1. Холодоагенти, які використовуються з доступним низьким GWP (адаптовано з Bizzet)

Найменування холодоагенту	Група	Горючість	Клас безпеки	GWP (AR 4)
R32	HFC	легка	A2L	675
R125	HFC	ні	A1	3500
R134A	HFC	ні	A1	1430
R152A	HFC	да	A2	124
R245FA			B1	1030
R404A	HFC	ні	A1	3922
R407C	HFC	ні	A1	1774
R410A	HFC	ні	A1	2088
R1234YF	HFO	да	A2L	4
R1234ZE	HFO	да	A2L	7
R448A	HFO	ні	A1	1387
R449A	HFO	ні	A1	1397
R290PROPANE	Вуглеводні	висока	A3	3
R600	Вуглеводні	висока	A3	3
R717	Аміак	ні	B2L	0
R744	Вуглекислий газ	ні	A1	1

Що в свою чергу примушує працювати над пошуком альтернативних холодоагентів для галузі теплових насосів. Доступні на ринку розчини представляють собою нові суміші з більш низьким GWP, однак ці речовини, як правило, принаймні слабо вогнебезпечні. Інші варіанти - природні холодоагенти, такі як пропан і бутан (легкозаймистий), аміак (токсичний) або вуглекислий газ (з високим робочим тиском).

Найбільша частка викидів від будь-якої системи з опалення та охолодження виходить від енергоресурсів, які використовуються для роботи системи. З метою уникнення антропогенного впливу на навколишнє середовище від врахування екологічних наслідків рішень до прийняття рішень використовують LCA – оцінку життєвого циклу системи з опрацюванням директив 2011/92/EU [2] відома як "Оцінка впливу на навколишнє середовище" та 2001/42/EC [3] відома як "Стратегічна екологічна оцінка". Спільний принцип обох Директив полягає в тому, щоб забезпечити застосування планів, програм та проектів, які можуть мати істотний вплив на навколишнє середовище, проходження їх екологічної оцінки до затвердження або дозволу. Консультації з громадськістю є ключовою особливістю екологічних оцінок, що і бажано застосовувати в Україні.

На Рис. 1 показано порівняння викидів протягом життєвого циклу системи з використанням різних нагрівальних розчинів. Припущення ідентичні тим, які наведені в таблиці 1. Для простоти дослідження в ТН передбачається використовувати лише один холодоагент (R410A), за винятком останнього стовпця, де подальший сценарій ТН з новим холодоагентом з низьким GWP (при $GWP < 1$) також використовується зелена електроенергія (викид CO_2 дорівнює 15). Це реалістичний наслідок постійного озеленення суміші електроенергії та зменшення використання поточних холодоагентів.

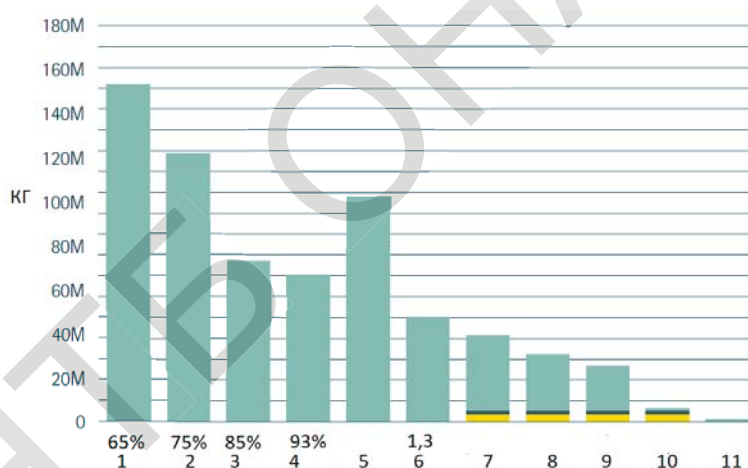


Рис.1 Вплив на навколишнє середовище протягом життєвого циклу системи:

1 – бойлер на вугіллі; 2 – бойлер на нафті; 3 – газовий бойлер; 4 – газовий конденсаційний бойлер; 5 – бойлер на електриці; 6 – газовий ТН (η 1,3); 7- ТН $sCOP3$; 8 – ТН $sCOP4$; 9- ТН $sCOP5$; 10- ТН $sCOP4$ зелена енергетика; 11- ТН $sCOP4$ низьке GWP, зелена енергетика.

■ - викиди з використаної енергії в процесі експлуатації;

■ - витік холодоагенту в кінці терміну служби (% від заправки холодильного агента);

■ - витік в процесі експлуатації.

(Адаптовано з ЕНРА [4])

Швидке скорочення викидів від електрики надає більший вплив на викиди ТН на основі життєвого циклу, ніж на використання холодоагентів з низьким GWP. Це також показує, що навіть ТН з найнижчою в даний час допустимою ефективністю мають більш низькі викиди, ніж навіть найкраща система спалювання викопного палива.

Отже, ключовим завданням для промисловості є розробка продуктів і процедур, які зводять втрати холодоагенту до мінімуму шляхом проектування і виробництва високоякісних герметично закритих вузлів. Монтажники ТН та інші фахівці які працюють з цими системами повинні мати навички з демонтажу та заправки системи холодоагентом.

З екологічної точки зору, вже використання існуючих холодоагентів - при правильному зверненні - сприяє зниженню викидів парникових газів, що прискорюється з кожним кроком скорочення викидів від електрики. Таким чином, слід мати на увазі, що першочерговим завданням при вирішенні проблеми зміни клімату є скорочення викидів CO² в атмосферу, а не заборона існуючих холодоагентів. З галузевої точки зору дослідження та розробка альтернативних холодоагентів низьким або нульовим GWP, що застосовуються в ефективних системах теплового насосу, повинні бути кінцевою метою впровадження технології нагріву та охолодження майже з нульовими викидами - як з боку робочого тіла, так і з боку його експлуатації.

Література

1. Regulation (EU) No 517/2014 of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 on fluorinated greenhouse gases and repealing Regulation (EC) No 842/2006 Text with EEA relevance. [on-line resources] URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ%3AJOL_2014_150_R_0008
2. Directive 2011/92/EU of the European Parliament and of the Council of 13 December 2011 on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment Text with EEA relevance [on-line resources] URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32011L0092>
3. Directive 2001/42/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2001 on the assessment of the effects of certain plans and programmes on the environment relevance [on-line resources] URL: <https://eur-lex.europa.eu/search.html?qid=1568620184025&text=2001/42/&scope=EURLEX&type=quick&lang=en>
4. European Heat Pump Association. [on-line resources] URL: <https://www.ehpa.org/>