



**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

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

УДК 621. 564.

## МОЖЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ПАРИЗЬКОЇ УГОДИ ТА ПОПРАВКИ КІГАЛІ ДЛЯ HVAC&R СЕКТОРУ УКРАЇНИ

Хмельнюк М.Г. д.т.н., проф. ОНАХТ

Ткач С.В. магістрант ОНАХТ

За оцінками ІІР, загальна кількість систем охолодження, кондиціонування повітря та теплових насосів, що працюють у всьому світі, становить приблизно 5 мільярдів. Світовий річний обсяг продажу такого обладнання становить приблизно 500 мільярдів доларів. Понад 15 мільйонів людей працюють по всьому світу в холодильній галузі, яка споживає близько 20% від загальної кількості електроенергії, яка використовується у всьому світі. Приведені статистичні дані, підкреслюють важливість галузі охолодження, яка, як очікується, зростатиме в наступні роки через збільшення потреб в охолодженні в багатьох сферах та глобальне потепління. Холодильна промисловість відіграє головну і зростаючу роль у сучасній світовій економіці і в житті людини рис.1, причому великий внесок у сферу харчування, здоров'я, енергетики та навколишнього середовища, які політики повинні краще враховувати.



Рис.1 Вплив холодильного агенту

Паризька угода [1] покликана прийти на зміну Кіотському протоколу в період після 2020р, яка вступила в силу в 2016 році, та Україна стала однією з активних учасників цієї угоди. З аналізу Національного кадастру України вперше представлений звіт по зниженню викидів парникових газів при зростанні показників внутрішнього валового продукту, але навіть таке досягнення не є показовим у зв'язку з поставленими цілями декарбонізації для України.

Згідно з прогнозу [Technavio](#) [2] енергоефективні системи HVAC&R на світовому ринку мають сегмент Рис.2. Україна наподегливо працює з метою досягнення поставлених завдань.

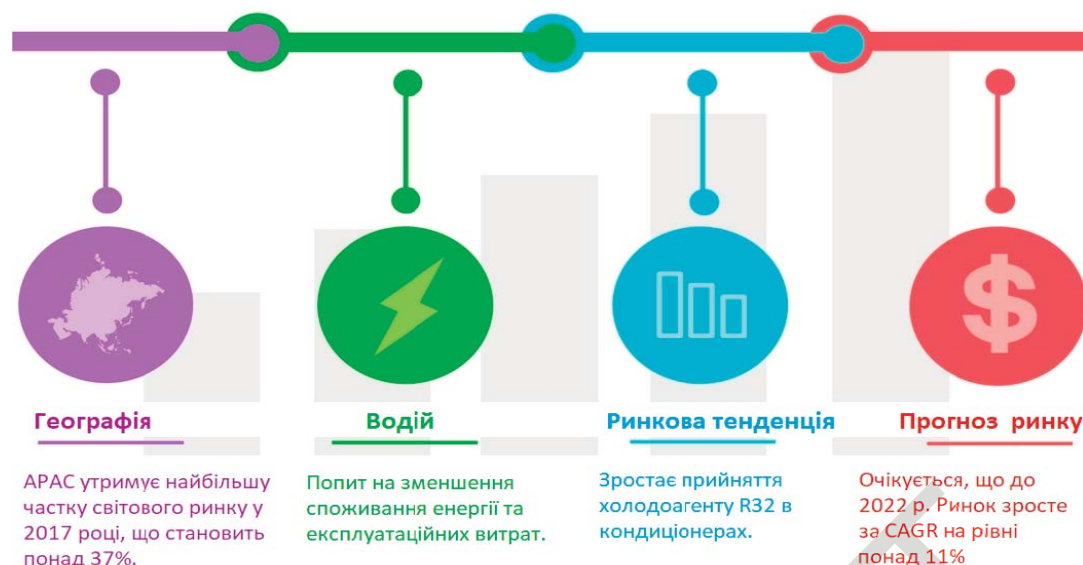


Рис.2 Глобальний ринок енергоефективних систем HVAC&amp;R

Цілі України, відповідно Паризької угоди та адаптованими нормативами з екологічної безпеки, передбачають знизити зростання викидів парникових газів майже вдвічі від сьогоденного рівня. Для виконання Паризької угоди Україні необхідно скоротити викиди CO<sup>2</sup> до 60% від рівня 1990 р. Фактичні показники викидів CO<sup>2</sup> [4] [5] в 2015р склали 32% від рівня 1990-го. Енергетичний потенціал України і потенціал щодо зниження антропогенного впливу на навколишнє середовище на ряду з розвитком інноваційних технологій, використанням чистих джерел енергії, поновлюваних джерел енергії, енергоефективності, як ресурсу, відкриває широкі можливості для роботи об'єднаних команд (університети + промисловість) з досліджень і розробок та залучення інвестування. В даний момент сектор обігріву, вентиляції, кондиціонування повітря і холодильної промисловості (HVAC&R) ставить серйозні завдання, зайняти лідируючі позиції в Україні по декарбонізації, вирішити екологічні завдання, пов'язані з потенційним впливом холодоагентів на виснаження озонового шару і глобального потепління. Після поетапного відмови від озоноруйнівних хлорфторуглеродів (ХФУ) і гідрохлорфторвуглеводів (ГХФУ) промислові системи HVAC&R використовують гідрофторвуглеці (ДФУ), такі як R134a і R410A, що становить близько 2% від загального обсягу викидів парникових газів (ПГ) в Україні в 2011 році (еквівалент 119 мільйон метричних тон CO<sup>2</sup>). З досліджень ОНАХТ Рис3.

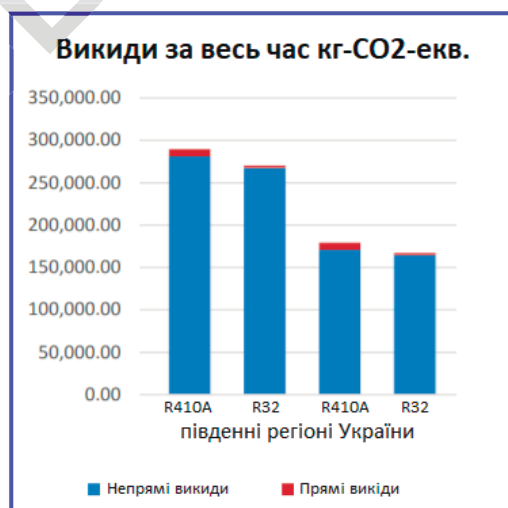


Рис.3 LCCP для циклів R410A і R32

Прогнозує, що національні викиди ГФУ в Україні збільшаться на 54% до 2020 року і на 109% в 2030 році (в порівнянні з рівнем 2011 року). Державна політика спрямована на забезпечення можливості впровадження альтернативних холодоагентів з низьким потенціалом глобального потепління. R32 має 0ODP, і є легкозаймистим (класифікація A2L). Обидва R410A і R407A

[3] складаються з незаймистих сумішей холодоагентів, які включають R32. Оскільки R32 має набагато нижчий ПГП, ніж у цих сумішей, він оцінюється для використання в якості чистої рідини в системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, незважаючи на минулі побоювання з приводу займистості. Слідуючи тенденціям країн Азії, Європи, Нової Зеландії, Австралії, Україна розглядає перехід систем кондиціонування і ТН на використання R32 в якості холодоагенту. При розрахунках наочно підтверджується, що властивості R32 і XL(DR)55 дозволяють їх використання в якості заміни R410A. R290 і R1234ze (E) можуть служити альтернативою для заміни R134a. Для систем кондиціонування повітря і ТН всі перераховані альтернативні холодоагенти обіцяють підвищити ефективність і знизити GWP в порівнянні з R410A.

Оскільки галузь HVAC&R в Україні прагне реалізувати холодоагенти зі зменшеним впливом на навколишнє середовище, доступний необмежений вибір робочих рідин. 1234 R32 для застосування у промислових системах був би більш простим, ніж розподіл нової суміші холодоагенту. R32 має значно менший потенціал глобального потепління, ніж багато використовуваних сьогодні холодоагентів; його GWP на 68% нижче, ніж у R410A. Крім того, були представлені певні докази того, що системи ОБК R32 можуть працювати ефективніше, ніж їх колеги R410A, а перехід може мати істотний вплив на енергетичний ринок та навколишнє середовище. R32 має потенціал для зменшення прямих і непрямих викидів систем ОБК і Р, зменшуючи тим самим вплив на навколишнє середовище та експлуатаційні витрати на опалення та охолодження

#### Список літератури

1. UNEP, 2010 Report of the Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps Technical Options Committee. Retrieved March 19, 2015, from [http://ozone.unep.org/Assessment\\_Panels/TEAP/Reports/RTOC/RTOC-Assessment-report-2010.pdf](http://ozone.unep.org/Assessment_Panels/TEAP/Reports/RTOC/RTOC-Assessment-report-2010.pdf).

2. Глобальний ринок енергоефективних систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря <https://www.businesswire.com/news/home/20180208005515/en/Global-Energy-Efficient-HVAC-Systems-Market-->

3.(2) ADEME, AFCE, UNICLIMA, EReIE, Cemafruid, MINES ParisTech Armines. Alternatives to high GWP HFCs In Refrigeration and Air conditioning applications, December 2013. Retrieved October 15, 2015, from [http://www.cemafruid.fr/doc\\_telechargement/Rapport\\_alternative\\_HFC\\_ENG.pdf](http://www.cemafruid.fr/doc_telechargement/Rapport_alternative_HFC_ENG.pdf)

4. IPCC/TEAP Special Report: Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System.

5. IEA HPP, Heat pumps can cut global CO2 emissions by nearly 8%. Retrieved April 13, 2015 from [www.heatpumpcentre.org](http://www.heatpumpcentre.org). IEA Heat Pump Programme, Heat Pump Centre, Order No. HPC-BR6