

**Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського ОНТУ**



**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ
«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ
ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ»**

*Присвячена 100-річчю інституту холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського*

19-20 квітня 2022 року

Збірник тез доповідей



Одеса – 2022 р

УДК 621.565; 621.

Збірник тез доповідей підготовлений під редакцією
доктора технічних наук, професора Хмельнюка М.Г
Науковий секретар - к.т.н.доц. Жихарєва Н.В.

За достовірність інформації відповідає автор публікації

Збірник тез доповідей за матеріалами Всеукраїнської науково-технічної онлайн-конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти «**Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології**», Одеса, 2022 р. (19-20 квітня) – 113 с.

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень здобувачів вищої освіти та молодих вчених університетів і академій України.

Розглянуто наступні напрямки досліджень: холодильні установки; кондиціонування повітря, холодильні машини, теплообмінні апарати і процеси тепло масообміну; робочі речовини холодильних машин; компресори та пневмоагрегати; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки; холодильна технологія; криогенна техніка; інформаційні технології в холодильній техніці.

Матеріали подано українською та англійською мовами.

Матеріали науково-технічної конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти «Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології», 19 - 20 квітня 2022 р.

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:

Хмельнюк М.Г. - зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, д.т.н., професор;

Мілованов В.І. - заслужений діяч науки і техніки України, д.т.н., професор;

Коновалов Д.Т. - завідувач кафедри Теплотехніки філії НУК ім. адм.Макарова, Херсонська філія, д.т.н., професор;

Тітлов О.С.- завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики ОНАХТ, д.т.н., професор

Морозюк Л.І. - д.т.н., професор кафедри кріогенної техніки ОНАХТ ;

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;

Жихарева Н.В.- к.т.н., доцент кафедри холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ.

Організаційний комітет:

Голова – д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.;

Науковий секретар - к.т.н. доц. Жихарева Н.В.

Члени оргкомітету - к.т.н. доц. Зімін О.В., к.т.н., доц. Когут В.О., к.т.н. доц. Яковлева О.Ю., к.т.н., доц. Трандафілов В.В., к.т.н. Грудка Б.Г., стаж-викл. Басов А.М., асп. Сазанський А.Р., асп. Крушельницький Д.О.

Матеріали науково-технічної конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти «Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології», 19 - 20 квітня 2022 р.

молекулярній основі змушує задуматися про широкі можливості у майбутньому. Нові тенденції в технологіях включають отримання енергії на основі алюмінію, реактор на розплавлених солях, метаматеріали, матеріали, гідрогелі, водневе паливо, суднобудування плюс технології енергії припливу і відливу, розумні вікна, термоелектрична фарба, вилучення поживних речовин зі стічних вод і багато інших.

Для реалізації інновацій необхідно розробити програму діяльності щодо створення потоків фінансування як для інструментарію, так і для навчальних продуктів для вишів, промисловості та практикуючих фахівців. При чіткому розумінні всіх можливостей і вимог, які необхідно виконати, необхідні пропозиції з високою якістю їх реалізації.

Література

1. Delivering the European Green Deal. European Commission. 2021, viewed April 6, 2022, <https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en >
2. Claudio Cazorla, Novel Mechanocaloric Materials for Solid-State Cooling Applications, 2019, School of Materials Science and Engineering, UNSW Sydney, NSW 2052, Australia, viewed April 6, 2022 <<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1906/1906.02363.pdf>>
3. About CCUS. IEA, 2021 viewed April 6, 2022 <<https://www.iea.org/reports/about-ccus>>
4. Matteo Cianchetti, Embodied Intelligence in Soft Robotics Through Hardware Multifunctionality 2021 viewed April 6, 2022 <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2021.724056/full>>
5. M.E. Kiziroglou, E.M. Yeatman, Materials and techniques for energy harvesting, Functional Materials for Sustainable Energy Applications, 2012 viewed April 6, 2022, <<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/energy-harvesting>>
6. Energy Recovery from the Combustion of Municipal Solid Waste (MSW), EPA United State Environmental Protection Agency 2022 viewed April 6, 2022, <<https://www.epa.gov/smm/energy-recovery-combustion-municipal-solid-waste-msw>>

Opportunity and disruption: How circular thinking could change US business models, ING Financial Holdings Corporation, 2020, viewed April 6, 2022, <<https://www.ing.com/MediaEditPage/Opportunity-and-disruption-How-circular-thinking-could-change-US-business-models.htm> >

УДК 621.564

ВУГЛЕВОДНІ СЬОГОДНІ

*Віктор Ялама, аспірант каф. ХУКП
Сергій Ткач, аспірант каф. ХУКП
Ольга Яковлева, доц. каф. ХУКП*

Згідно з дослідженнями Йозефа Седляка компанії Nides, можна простежити, чому вуглеводні є одним з найкращих варіантів для створення стійкої холодильної промисловості сьогодні з боку екологічної безпеки. Якщо говорити про викиди вуглецю (CO₂) на глобальній арені, а також вплив CO₂ викидів на глобальне потепління, холодильна

Матеріали науково-технічної конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти «Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології», 19 - 20 квітня 2022 р.

промисловість відіграє важливу роль. Для якісного зберігання продуктів харчування, ліків, вакцин, та вирішення важливих для людства аспектів для підтримання рівня життя та забезпечення благополуччя людини. Розвиток ринку вуглеводнів та прогноз можливо побачити на Рис.1 згідно дослідженням проведеним компаніями [1].



Рис.1 Ринок вуглеводнів.

(Ресурс: Airgas Refrigerants Inc. Global Hydrocarbon Refrigerant Market Report 2022)

З 2016 до 2029 майже у 4 рази зросте ринкова виручка ринкова тенденція з продажу вуглеводнів.

Виходячи з оцінок, отриманих Бірмінгемським університетом [2], на частку холодильної промисловості припадає приблизно 10% глобальних викидів CO₂, де вчені відзначають, що від 20% до 25% викидів CO₂ у секторі холоду викликані витокami гідрофторвуглецевих (ГФУ) холодоагентів та 75% CO₂ викидів пов'язані зі споживанням енергії.

Якщо розглядати вуглеводні (табл.1), то за класом небезпеки вони відносяться до А3 (сильно-горючі), за впливом на навколишнє середовище з дуже низьким GWP і з низькою вартістю, а також нижчим температурним режимом компресора, при цьому у вуглеводнів більш висока енергоефективність порівняно з HFC холодоагентами з високим і низьким GWP. Межа заправки для автономних герметичних систем (IEC/EN), IEC 13LFL (допустимі межі займистості) згідно з міжнародним стандартом, заправка EN 150грам.

Таблиця 1. Критерії холодоагентів.

	вуглеводні	гідрофторвуглеці з низьким GWP
Клас небезпеки	A3	A2L
Вплив на довкілля	дуже низький	низький
Вартість холодоагенту	нижче	дуже висока
Температурний режим компресора	нижче	висока
Енергоефективність системи	багато вище	вище
Межа заправки для автономних герметичних систем (IEC/EN)	IEC 13LFL EN 150 гр	IEC 1,2кг EN 150 гр

(Ресурс: Jozef Sedliak, Embraco, 2021)

Матеріали науково-технічної конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти «Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології», 19 - 20 квітня 2022 р.

Nidec Global Appliance вирішили підрахувати, наскільки перехід на природні холодоагенти дозволить зменшити вплив на довкілля. За останні 10 років, компресора Embraco, та їх перехід від гідрофторвуглеців до природних холодоагентів дозволило скоротити потенційні викиди на 1,6 млн. тон еквівалента CO₂ (CO₂e) від загального викиду в атмосферу.

Розглядаються основні типи ДФУ - R404A, R134a для холодильного обладнання в комерційному та побутовому холоді:

- R404A з GWP 3920 переведення на вуглеводень R290 GWP 3;
- R134a GWP 1430 переведення на вуглеводень R600a GWP 3.

Embraco компресора, що працюють на природних холодоагентах (вуглеводнях), їх продаж зріс з 40% у 2010 році до 57% на 2021 рік. З 2019 року від 49% зростання продажів показало плюс вісім одиниць всього за два роки, що характеризує тенденцію використання вуглеводнів, що в свою чергу показує намагання сектора холодильної промисловості зробити свій внесок у сталий розвиток із екологічного погляду. Таким чином можна зробити висновок, що сектор холоду працює з двох напрямків на сценарій сталого розвитку: за рахунок зниження власного впливу на навколишнє середовище, а також пропонує можливість придбання обладнання, що дозволяє знизити викиди.

Мета Паризької угоди у тому, щоб обмежити глобальне потепління нижче 2оС, бажано 1,5оС, проти доіндустріальним рівнем. А також працюють світового значення та регіональні договори та правила, спрямовані на зниження викидів ДФУ – Кігалійська поправка до Монреальського протоколу, 2019, де пропонується країнам поступово скорочувати використання ДФУ до 2047. У ЄС також діє регламент «F-Gas», де обумовлено поступове обмеження використання ДФУ з 2006 року.

Компанія Nidec Global Appliance скоротивши використання ДФУ та підвищивши енергоефективність своїх продуктів, прагне скоротити як прямі (внаслідок витоків холодоагенту або неправильної кінцевої утилізації компресора), так і непрямі (у процесі виробництва енергії для споживання холодильним обладнанням) викиди CO₂. Вже 28 років компанія Embraco працює з природними холодоагентами, одні з яких – вуглеводні. Через низький GWP у вуглеводнів, зменшення викидів CO₂-еквівалента значно. Підвищення енергоефективності досліджень видно, що перехід з R404A на R290 в середньому дає до 10% економії енергії. Поряд із природними холодоагентами в даний час на ринку доступні нові синтетичні суміші класу небезпеки A1 з низьким ПГП також відомі як A2L [3]:

– на заміну **R134a GWP 1430**

клас небезпеки A1 (R1234ze(E)/134a GWP 604, R32/1234ze(E)/134a GWP 687, R1234yf/134a GWP 631, R1234ze(E)/227ea GWP 293, R1234ze(E)/1336mzz(E)/227ea GWP 148);

клас небезпеки A2L (R32/152a/1234ze(E) GWP 92, R1234yf/R152a/R134a GWP 142, **R1234yf GWP 4, R1234ze(E) GWP 7**).

– на заміну **R404A/R507A GWP 3922/3985 (R22/R407c)**

клас небезпеки A1 з низьким GWP (R32/125/1234yf/1234ze(E)/134a GWP1387, R32/125/1234yf/134a GWP 1397, R32/125/1234yf GWP 2140),

клас небезпеки A2L (R32/1234yf GWP 239, R32/1234yf/152a GWP 251, R32/1234yf GWP 148, R32/1234yf/CO₂ GWP 148, R32/1234yf/152a GWP 139, R32/1234yf/1132a GWP 148) и

клас небезпеки A2 (R32/1234yf/290 GWP 145)

Матеріали науково-технічної конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти «Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології», 19 - 20 квітня 2022 р.

– на заміну **R22/R407C GWP 1810/1774**

клас небезпеки A1 (R32/125/1234yf/134a GWP 1251)

– на заміну **R410A GWP 2088**

клас небезпеки A2L (R32 GWP 675, R32/125/1234yf GWP 698, R32/1234yf GWP 466),

клас небезпеки A1 (R32/125/1234yf/134a/CO₂ GWP 1494, R32/125/13I1(CF₃I) GWP 733)

Питання безпеки холодоагентів продовжуватимуть поширюватися зі збільшенням щільності населення. Але зараз вчені рекомендують компаніям-виробникам холодоагентів зосередити увагу на оптимізації всіх параметрів: термодинамічних, хімічних, фізичних, екологічних також економічних. Частка виробників виводять на ринок суміші галогенованих сполук з натуральними сполуками для різних галузей застосування [4]. Проте їхній вплив на навколишнє середовище ще має бути повністю вивчити.

У табл.1 представлені критерії, які слід враховувати при прийнятті рішення щодо переведення обладнання на вуглеводні. Температурний режим роботи компресора у природних холодоагентів краще, тобто не так сильно нагрівається компресор, як у холодоагентів класу небезпеки A2L, що сприяє енергоефективності так само, як і надійності компресора.

Питання займистості вуглеводнів залишається найчастіше обговорюваним, необхідно зазначити, що займистість добре контролюється стандартами безпеки при виробництві та обслуговуванні холодильних систем. Перехід на вуглеводні у побутовому холодильному обладнанні в ЄС, R600a з низькою заправкою – успішний та безпечний.

Для зменшення непрямих викидів CO₂ непогано справляється «регульована швидкість». Перевага в енергоефективності порівняно з фіксованою швидкістю (включення-вимкнення), що традиційно використовується у холодильному устаткуванні. Двопозиційний компресор працює з постійною швидкістю, постійно перемикаючись між включенням та вимкненням для задоволення потреб холодильного обладнання в охолодженні. Цей режим роботи потребує різних навантажень під час запуску; в результаті компресор підтримує максимальну швидкість протягом усього періоду роботи незалежно від теплового навантаження, що призводить до втрати енергії. У компресори з регульованою швидкістю вбудовані технології, що дозволяють знижувати робочу швидкість компресора при досягненні заданої температури, а також збільшувати при необхідності великого відведення тепла без включення та вимикання компресора. Це дозволяє компресору використовувати необхідну кількість енергії, необхідну на певний проміжок часу без перевитрати, що призводить до економії енергії. З досліджень фахівцями компресорів Embraco "The use of natural refrigerant R290 adds to these applications an energy economy of another 15%, reaching the whole 55% of consumption reduction. It also brings to the applications a major sustainability gain, because R290 does no harm to the ozone layer and has low GWP (Global Warming Potential)"[5]. Представлені факти зміцнюють і підтримують тенденцію розширення застосування вуглеводнів у різних секторах. Деякі проекти окупаються до шести місяців.

При використанні технології підвищення енергоефективності та переведення холодильного обладнання, установок на природні холодоагенти дозволить на 0,4°C [6] від основного прогнозу запобігти глобальному потеплінню.

Література

Матеріали науково-технічної конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти «Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології», 19 - 20 квітня 2022 р.

1. Air Liquide (Airgas Refrigerants Inc.), Global Hydrocarbon Refrigerant Market Report 2022., /Linde Group, Sinochem Group, A Gas International, Harp International Ltd., Tazzetti S.P.A., Oz Chill Refrigerants, Shandong Yueon Chemical Industry Ltd., Puyang Zhongwei Fine Chemical Co. Ltd., Zhejiang Fotech International Co Ltd/ viewed April 2, 2022, < <https://www.cognitivemarketresearch.com/hydrocarbon-refrigerant-market-report>>
2. Jozef Sedliak, Hydrocarbons mean double gain for green, Technical information, Embraco, 2021, viewed April 2, 2022 <<https://refrigerationclub.com/hydrocarbons-mean-double-gain-green/>>
3. Refrigerant report. “LOW GWP” HFO AND HFO/HFC BLENDS. Aspects on the development of HFO and HFO/HFC refrigerants 2021, viewed April 2, 2022 < <https://www.bitzer-refrigerantreport.com/refrigerants/low-gwp-hfos-and-hfohfc-blends>>.
4. ZunipaRoy, GopinathHalder, Replacement of halogenated refrigerants towards sustainable cooling system: A review 2020, viewed April 2, 2022 < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666821120300272> >
5. Vinícius Delmônego. Embraco and Fricon partnership take energy efficiency to a whole new level. 2020, viewed April 2, 2022
6. EIA. Climate change and cooling 2022, viewed April 2, 2022 <<https://eia-international.org/climate/climate-change/>>

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ПРИ ПІКОВИХ НАВАНТАЖЕННЯХ (ЗИМОВИЙ ПЕРІОД)

Афанасенко В.О, СВО магістр ОНАХТ, Хоцяновський .С.Ю. СВО магістр ОНАХТ

Традиційні системи кондиціонування повітря на промислових підприємствах та створення комфортних умов загалом відповідають поставленим завданням. Однак при зміні навантажень доводиться при проектуванні підбирати обладнання з більшою потужністю за відомо збільшуючи капіталовкладення, тим самим знижуючи енергоефективність установки. Розробка систем кондиціонування повітря блочного типу із застосуванням контактних теплообмінників для стабілізації роботи при зміні навантажень дозволяє використовувати стандартне обладнання

Розробка відноситься галузі кондиціонування повітря, а саме до установок та пристроїв для нагрівання повітря у виробничих приміщеннях, де потрібне зональне нагрівання повітря робочої зони.

Установка містить нагнітач повітря, вихід якого сполучений з конфузором контактного теплообмінника ежекційного типу (КТЕТ). КТЕТ містить конфузор, камеру змішування та дифузор. Дифузор КТЕТ сполучений з розділовою емністю (РЕ). Перший вихід РЕ сполучений з повітропроводом для подачі нагрітого повітря до робочої зони, а другий вихід – з насосом для циркуляції води, який сполучений з основним

- 21 ВИБІР ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОЇ АЛЬТЕРНАТИВИ ТРАДИЦІЙНИМ ХЛАДОАГЕНТАМ** 52
*Борецький Ю.О., СВО бакалавр ОНАХТ,
науковий керівник: доц ОНАХТ Жихарева Н.В.*
- 22 ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВІЗРВ СКП** 55
*Березнюк Д.В., СВО бакалавр ОНАХТ, Кіосе О.В., СВО бакалавр ОТФТК
наукові керівники доц ОНАХТ Жихарева Н.В., доц. ОНАХТ Козут В.О..*
- 23 ТРЬОХСТУПЕНЕВІ АМІАЧНІ СХЕМИ** 56
*Матюшко А.С., магістрант ІХКЕ ОНАХТ, м. Одеса
Керівник доцент Піщанська Н.О.*
- 21 ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ТОРГІВЕЛЬНОГО ЦЕНТРУ** 58
*Харітонов М.А, СВО бакалавр ОНАХТ, Федянін М. О., СВО бакалавр ОНАХТ
наукові керівники доц ОНАХТ Жихарева Н.В., доц.Козут В.О.. ОНАХТ*
- 22 ЗАСТОСУВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ В КОНДИЦІОНУВАННІ ПОВІТРЯ** 59
*Горяченко Р.Р, СВО бакалавр ОНАХТ, Свящук В. О., СВО бакалавр ОНАХТ
Наукові керівники доц Жихарева Н.В., доц.Козут В.О.*
- 23 ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ З ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИМИ ХОЛОДИЛЬНИМИ АГЕНТАМИ НА РИБОЛОВЕЦЬКИХ СУДАХ** 60
*Заруба Г.Г., студент магістр, м. Одеса, ОНАХТ,
Наукові керівники: Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор, ОНАХТ
Яковлева О.Ю., к.т.н., доцент ОНАХТ*
- 25 ОСОБЛИВОСТІ ФІЛЬТРАЦІЇ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ДЛЯ ЧИСТИХ ПРИМІЩЕНЬ** 62
*Скачко І.М, СВО магістр ОНАХТ, Драгнев М СВО бакалавр
Науковий керівник доц ОНАХТ Жихарева Н.В.*
- 26 ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ ТА ЕКОЛОГІЯ** 63
*Андрій Сазанський, аспірант каф.ХУКП
Руслан Талибли, аспірант каф.ХУКП
Юрій Желіба, доц.каф.ХУКП*
- 27 НОВІТНІ ТЕНДЕНЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ** 66
*Віктор Ялама, аспірант каф. ХУКП
Ольга Яковлева, доц.каф. ХУКП
Володимир Трандафілов, доц.каф. ХУКП*
- 28 ВУГЛЕВОДНІ СЬОГОДНІ** 69
*Віктор Ялама, аспірант каф. ХУКП
Сергій Ткач, аспірант каф.ХУКП
Ольга Яковлева, доц.каф. ХУКП*
- 29 ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ПРИ ПІКОВИХ НАВАНТАЖЕННЯХ (ЗИМОВИЙ ПЕРІОД)** 73
*Афанасенко В.О, СВО магістр ОНАХТ, Хоцяновський .С.Ю. СВО магістр ОНАХТ
Наукові керівники: доц ОНАХТ Жихарева Н.В., доц. ОНАХТ Козут В.О.*