

**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

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; кріогенна техніка; інформаційні технології в холодильній техніці.

Матеріали подано українською та англійською мовами.

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;

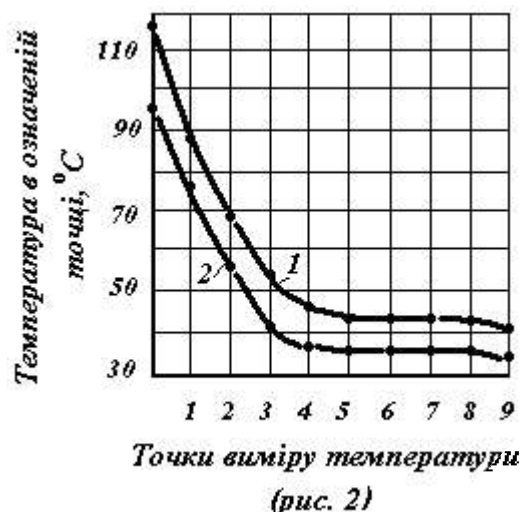
Жихарєва Н.В.- к.т.н., доцент кафедри холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ.

Організаційний комітет:

Голова – д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.;

Науковий секретар - к.т.н. доц. Жихарєва 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.



*Рис. 3. Температурне поле холодильного агрегату, що працює:
1 – без системи охолодження; 2 – з повітряним охолодженням.*

Аналогічні дослідження були проведені для холодильної машини з системою водяного і хладонового охолодження компресора.

Отримані результати дозволяють зробити висновок щодо ефективності використання тієї чи іншої системи охолодження компресора холодильної машини.



УДК 621.56

СУМІШІ ХОЛОДОАГЕНТІВ ЯК ЗАМІНА РОБОЧИХ ТІЛ З ВИСОКИМ GWP

Дудко О.М., аспірант ОНАХТ, Хмельнюк М.Г., професор ОНАХТ

Кігальська поправка до Монреальського протоколу, яка передбачає поетапне скорочення виробництва гідрофторуглеводневих (ГФУ) холодоагентів, набула чинності 1 січня 2019 року. Але ще до того, як ця віха була досягнута, численні регіональні та національні правила щодо використання ГФУ були досягнуті. вже на місці. Наприклад, нормативи «F-газ» в Європейському Союзі (European Environment Agency, 2014) передбачають максимальні значення GWP (потенціал глобального потепління) для холодоагентів у різних сферах застосування, а також визначають вимоги до навчання та звітності.

Парокомпресійні холодильні системи можуть використовувати ряд рідин, таких як діоксид вуглецю, аміак, вуглеводні та фторовані молекули, такі як CFC (хлорфторвуглеці), HFC (гідрофторвуглеці) та HFO (гідрофторолефіни). Перші молекули, які були використані, були найбільш доступними, але представляли проблеми з експлуатаційними характеристиками, займистістю або токсичністю.

Аміак дешевий, але менш ефективний, ніж CO₂, крім того, він токсичний, легко спалахує і несумісний з кольоровими металами. Вуглеводні, такі як пропан або ізобутан, є ефективними холодоагентами, однак мають високий ризик займання. Єдиним реальним фактором, що перешкоджає застосуванню вуглеводневих холодоагентів у холодильному обладнанні та кондиціонуванні повітря, є проблема безпеки під час роботи з відносно великими обсягами заправки вуглеводнями; Безумовно, потрібні спеціальні методи встановлення та процедури звернення.

Тим не менш, CO₂, аміак та вуглеводні в даний час широко використовуються в холодильних установках з великою продуктивністю та ризики можна ефективно контролювати; однак залишається багато холодильних установок, у яких бажаний баланс між безпекою, продуктивністю та вартістю, наприклад, автомобільне кондиціонування повітря або торговельне обладнання.

Порівняно з CFC, HCFC, HFC і HFO вуглеводневі холодоагенти мають нульовий ODP і надзвичайно низький GWP, а щодо своїх характеристик вони в цілому пропонують: високу ефективність, менші обсяги заправки, хороша змішуваність з мінеральними маслами (синтетичні мастильні матеріали не потрібні), нижчі температури нагнітання компресора і трохи краща теплопередача в теплообмінниках.

Хоча майбутня заміна синтетичних холодоагентів природними холодоагентами значною мірою залежить від обмежень використання (або можливої заборони) HFC, необхідно розробити ці стандарти для забезпечення їх безпечного використання до їх можливого впровадження у значно ширших масштабах. На даний момент використання робочих тіл класу A3 обмежено, в даний час стандарти безпеки, такі як ІЕС 60335-2-40, за якими заправка не може перевищувати 150гр. у приміщеннях загального користування. Робочі тіла, які можуть замінити HFC з високим GWP повинні дотримуватися балансу між продуктивністю, безпекою та вартістю, а також високими експлуатаційними властивостями. Високі термодинамічні властивості включають критичну температуру вище температури навколишнього середовища, високу нормальну температуру кипіння та високу теплоту пароутворення. Хороші фізичні властивості включають:

- низька питома теплоємність;
- малий питомий обсяг;
- низька в'язкість;
- висока теплопровідність.

Це дуже довгий список якостей, і жоден із нинішніх холодоагентів не можна вважати ідеальним холодоагентом, придатним для всіх застосувань. Використання вуглеводнів може застосовуватися як хороша заміна існуючим галогеновмісним холодоагентам з точки зору впливу на довкілля та споживання енергії. Однак необхідно зосередитись на виборі холодоагенту для конкретного застосування на основі загальної оцінки.

Кількість доступних чистих вуглеводнів, що мають відповідні властивості для забезпечення альтернатив існуючим традиційним галогенованим холодоагентам, дуже обмежена. Змішування двох або більше цих холодоагентів разом може поліпшити експлуатаційні характеристики робочих рідин, що охолоджують, такі як об'єм пари, ступінь стиснення компресора і температура нагнітання. Відповідно до Європейських правил з фторвмісних газів, які передбачають використання робочих рідин з GWP нижче 150 у побутових холодильниках, теоретично оцінювалися характеристики п'яти нових сумішей холодоагентів з низьким GWP як довгострокових екологічно чистих замінників звичайний

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

холодоагент (R134a) у побутових холодильниках. Розглянуто нові суміші холодоагентів: R440A(R-290/134a/152a), R441A(R-170/290/600a/600), R444A(R-32/152a/1234ze(E)), R445A(R-744/134a/1234ze(E)) та R451A(R-1234yf/134a) (ANSI/ASHRAE Standard 34-2019). Всі вони мають нульовий ODP і дуже низький GWP, що дорівнює 144, 5, 89, 118 та 133 відповідно.

GWP всіх цих холодоагентів становить менше 150 і відповідає правилам ЄС щодо фторвмісних газів для постійних замінників холодоагентів, передбачених для побутових холодильних систем.

Параметри	Холодоагенти					
	R134a	R440A	R441A	R444A	R445A	R451A
Озоноруйнівний потенціал (ODP)	0	0	0	0	0	0
Потенціал Глобального Потепління (GWP)	1430	144	5	89	118	133
Критична температура (C°)	101.1	112.7	188.5	102.2	109.4	105.4
Критичний тиск (Bar)	41	45	45	42	50	3.4
Критична в'язкість (kg/m ³)	511.9	368.8	222	481.9	367.7	479
В'язкість рідкої фази - kg/m ³ при 25 C°	1206.7	897.6	897	1100.8	915.4	1102.9
В'язкість парової фази - kg/m ³ при 25 C°	32.4	18.7	18.7	29.0	20.3	37.3
Молярна маса (kg/kmol)	102	66.2	48.3	96.7	66.2	112.7
Прихована теплота при -15 C° (kJ/kg)	209	327.2	262.9	223.5	256.3	222.8

У пошуках робочих рідин з прийнятним та низьким GWP для побутових холодильних систем нові суміші холодоагентів R440A, R441A, R444A, R445A та R451A з прийнятним низьким GWP (GWP ≤150) для оцінки їх придатності як довгострокові екологічно чисті замінники звичайного холодоагенту зокрема R134a.

Висновки:

- Суміші R451A, R440A і R444A мають аналогічні питомі об'ємні характеристики з R134a і можуть служити замінниками в системах R134a, в той час як R441A і R445A мають вищі зміни питомого обсягу і не може ідеально працювати в системах R134a без модифікацій.
- Подібність характеристик тиск-температура сумішей R451A, R440A і R444A з R134a підтвердило можливість їх використання як заміну R134a.
- Крім займистості цих двох холодоагентів, при використанні яких необхідно дотримуватися встановлених правил і положень з техніки безпеки, вони можуть бути довгостроковою екологічно чистою заміною холодоагента R134a в побутових холодильниках.

Список інформаційних джерел:

1. General framework for revising class A3 refrigerant charge limits –a discussion/ D. Colbourne, K.O. Suen, T.-X. Li, I. Vince, A. Vonsild; [c.2];
2. ANSI/ASHRAE Standard 34-2019, [c.10;11];
3. Vapor–liquid equilibria for binary system of 2,3,3,3-tetrafluoroprop-1-ene (HFO-1234yf) + isobutane (HC-600a), [c.4].

- 11 **ЕНЕРГОМОДЕЛЮВАННЯ, ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА ПІД ЧАС
ЕКООФЕКТИВНОГО ПРОЕКТУВАННЯ** 26
*Р.В. Грищенко, канд. тех. наук, доц. каф. TEXT, ННІТІ, НУХТ, м. Київ,
М.О. Кривошеєв, BREEAM Assessor, Edge expert, МК Sustainable Eng., м. Київ,
А.В. Форсюк, канд. тех. наук, проф. каф. TEXT, ННІТІ, НУХТ, м. Київ
В.С. Калита, студ. каф. TEXT, ННІТІ, НУХТ, м. Київ*
- 12 **ВПЛИВ СХЕМНОГО РІШЕННЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ ТИПУ «ВОДА-
ВОДА» НА ЙОГО ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ** 28
*О.Ю. Пилипенко, канд. тех. наук, доц. каф. TEXT, ННІТІ, НУХТ, м. Київ.
Д.М. Степаніщев, студ. каф. TEXT, ННІТІ, НУХТ, м. Київ*
- 13 **ПРО ДЕЯКІ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ ТРУБ** 29
*Воїнов О.П., професор, Коновалов Д.В., професор, Самохвалов В.С., доцент, ХННІ
НУК ім. адмірала Макарова, Херсон,*
- 14 **DEVELOPMENT OF THE MARINE ENGINE CONTACT COOLING SYSTEM
BY USING A THERMOPRESSOR** 32
*Dmytro Sydorenko, Student, Illia Nadtochii, Student
Halina Kobalava, Associate Professor of the Thermal Engineering Department, Admiral
Makarov National University of Shipbuilding,
Kherson Educational-Scientific Institute, Ukraine*
- 15 **КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ОЧИЩЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ
ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ** 35
*Корнієнко В.С., доцент кафедри теплотехніки, Херсонська філія Національного
університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон,*
- 16 **ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРИ
ДОСЛІДЖЕННІ УМОВ РОБОТИ ТЕПЛОАКУМУЛЯТОРА В СИСТЕМІ
ПЕРЕДПУСКОВОЇ ПІДГОТОВКИ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА** 39
*К.В. Луняка, професор, Національний університет кораблебудування імені
адмірала Макарова, Херсонська філія
С.А. Русанов, к.т.н, Херсонський національний технічний університет, О.І. Ключев,
к.т.н, Херсонський національний технічний університет,
О.О. Ключева, аспірантка, Херсонський національний технічний університет,*
- 17 **СТВОРЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ТА ОРИМАННЯ
РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ СИСТЕМ
ОХОЛОДЖЕННЯ** 41
*Д.т.н., професор Луняка К.В, студент Лещов Є.М.
Херсонська філія Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова*
- 18 **СУМІШІ ХОЛОДОАГЕНТІВ ЯК ЗАМІНА РОБОЧИХ ТІЛ З ВИСОКИМ
GWP** 43
Дудко О.М., аспірант ОНАХТ, Хмельнюк М.Г., професор ОНАХТ
- 19 **ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ НА
СУДНАХ ВОДНОГО ТРАСПОРТУ** 46
Ялама В.В., аспірант ОНАХТ, Хмельнюк М.Г., професор ОНАХТ
- 20 **ДОСЛІДЖЕННЯ МОРОЗИЛЬНОЇ СКРИНІ НА РІЗНИХ ХОЛОДОАГЕНТАХ** 49
Константинов І.М., аспірант ОНАХТ, Хмельнюк М.Г., професор ОНАХТ