



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
АСОЦІАЦІЯ ІНЖЕНЕРІВ ПО ВЕНТИЛЯЦІЇ, ОПАЛЕННЮ ТА
КОНДИЦІОНУВАННЮ «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

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 криогенних 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.

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

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.

Железний 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. Яковлева 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.

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, професор 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 ВОСК/Генеральный директор ООО «Еврокул

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

стр.

79.	МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ	181
	С. А. Задорожний, С.Г. Потапов, А.В. Форсюк	
80.	ВИЗНАЧЕННЯ СУМАРНОГО ТЕРМІЧНОГО ОПОРУ ТЕПЛОВІДДАЧІ БАГАТОШАРОВОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ СТІНКИ ПРИ НЕСТАЦІОНАРНИХ УМОВАХ	183
	С.А. Задорожний, С.Г. Потапов, А.В. Форсюк	
81.	ДИНАМІКА ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ГАЗІВ В МАЛОРУХОМОМУ ШАРІ ЗЕРНА	184
	Гапонюк І. І.	
82.	АНАЛІЗ ПРИРОДНИХ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ХОЛОДОАГЕНТІВ В ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИНАХ І КОМПРЕСОРАХ МАЛОЇ ХОЛОДОПРОДУКТИВНОСТІ	186
	В.І. Мілованов, А.В. Зажий	
83.	ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ	188
	В.І. Мілованов, О.Л. Клебан	
84.	ЗАСТОСУВАННЯ SCHUKER-ДВИГУНА ДЛЯ КОНДИЦІОНУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	191
	Мілованова В.В	
85.	ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ ВИНИКНЕННЯ ГІДРОУДАРІВ У ГІДРОСИСТЕМАХ	193
	Скалозубов В.І., Чулкін О.А, Пірковський Д.С.	
86.	ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБЛЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	194
	Іщук В.І., Козлов Я.М.	
87.	СУЩЕСТВУЮЩІЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОРШНЕВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ	195
	Яковлев Ю.А., Дяченко И. А., Чербаджи С. В.	
88.	ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИЛОВОЇ РЕГАЗИФІКАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ ЗПГ	197
	Ярошенко В.М. к.т.н., Бабамірадов Максат,	
89.	УТИЛІЗАЦІЯ АВТОТРАКТОРНИХ ШИН НА ОСНОВІ ТУРБОХОЛОДИЛЬНОГО ЦИКЛУ	199
	Ярошенко В.М., Кусік О.	
90.	АНАЛІЗ ХОЛОДИЛЬНОГО ЦИКЛУ З РТО ПРОМІЖНОГО ТИСКУ	201
	Ярошенко В.М., Переход О.,	
91.	ВРАХУВАННЯ ГРАНИЧНИХ УМОВ ПРИ РОЗРАХУНКАХ ЗАПІЗНЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ХВИЛІ В ОГОРОДЖЕННІ	203
	Миرونчук Ю. А	
92.	ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА НАКЛОНА СОПЛА ДВУХПОТОЧНОЙ ВИХРЕВОЙ ТУРБИНЫ С ВНЕШНИМ ПЕРИФЕРИЙНЫМ КАНАЛОМ НА ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ	206
	Ванеев С.М., Д.В. Мирошниченко,	
93.	ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ ПІД ДІЄЮ ВИСОКОГО ТИСКУ	208
	Потапов В.О., Гриценко О.Ю	
94.	ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УЛЬТРАЗВУКОВОГО І НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГЕМОЛІЗУ ЕРИТРОЦИТІВ КРОВІ	210
	Євлаш В.В., Погожих М.І., Потапов В.О.	
95.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВОК НАНОЧАСТИНОК TiO₂ НА ВНУТРІШНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕСУ КИПІННЯ ХОЛОДОАГЕНТУ R141B	213
	Хліва О.Я., Гордейчук Т.В., Семенюк Ю.В.	
96.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ КОЕФІЦІЕНТІВ ТЕПЛОВІДДАЧІ ПРИ КИПІННІ РОБОЧИХ ТІЛ R600A/КОМПРЕСОРНЕ МАСТИЛО ТА R600A/КОМПРЕСОРНЕ МАСТИЛО /ФУЛЕРЕНИ C₆₀ У ТРУБІ	216
	Мороз С.О., Хліва О.Я., Железний В.П.	
97.	МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕПЛОСМНОСТІ НАНОФЛОЇДІВ	219
	Железний В.П., Мотовий І.В.	
98.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВОК НАНОЧАСТИНОК TiO₂ НА В'ЯЗКІСТЬ І ПОВЕРХНЕВИЙ НАТЯГ ХОЛОДОАГЕНТУ R141B	222
	Гордейчук Т.В., Лук'янов М.М., Семенюк Ю.В.	

УДК: 632-564

АНАЛІЗ ПРИРОДНИХ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ХОЛОДОАГЕНТІВ В ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИНАХ І КОМПРЕСОРАХ МАЛОЇ ХОЛОДОПРОДУКТИВНОСТІ

В.І. Мілованов, д.т.н., проф., А.В. Зажий, ОНАХТ, Одеса, milowanov@mail.ru

У зв'язку з руйнуванням озонового шару в світі почали скорочувати випуску холодоагентів, що впливають на нього. І замінили іншими, але з'ясувалося, що нові охолоджуючі речовини впливають на парниковий ефект. Вперше про виснаження озонового шару вчені заговорили ще в сімдесяті роки минулого століття. Багато людей вважали ідею абсурдною, але з часом теорія про те, що хлорфторвуглеці (ХФВ), які найчастіше використовувалися в якості холодоагентів, витікали з охолоджуючих систем і, піднімаючись в стратосферу, руйнували озон. Руйнування в озоновому шарі призвело до того, що ультрафіолетові промені стали досягати поверхні землі у великих обсягах. Це призвело зростання кількості ракових захворювань, появи у тварин і рослин різних мутацій. Після того, як факт зростання озонової діри був визнаний всіх світах, лідери розвинених країн почали вживати заходів для виправлення ситуації. В 1987 році був підписаний перший варіант Монреальського протоколу, який послужив початку поетапного скорочення ХФУ, а також інших речовин які руйнівню діяли на озоновий шар. У підписанні взяли участь делегації з 43 країн. У 1999 році протокол був ратифікований вже 196 державами. Багато політичних експертів вважають Монреальський протокол найуспішнішим з договорів про охорону навколишнього середовища, укладених коли-небудь. В даний час його підписали всі країни, в результаті чого скоротилося виробництво 96 діючих на озоновий шар речовин на 97%. Дослідження озонового шару показали, що він почав поступово відновлюватися. Однак, вирішення однієї проблеми стало початком іншої. Нові холодоагенти гідрофтор-вуглеці (ГФВ) - виявилися не менш небезпечні для екології планети, так як впливають на розвиток парникового ефекту. Який можна застосовувати в звичайних побутових холодильниках ГФВ небезпечніша, ніж вуглекислий газ в 1500 рази з точки зору зміни клімату. [1] Витік з домашнього холодильника 300 грамів ГФВ порівнянн з викидом вуглекислого газу від автомобіля, який проїхав від України до Лондона. Однак вчені стверджують, що альтернатива є, це природні холодоагенти, які знаходяться в складі атмосфери: аміак, CO₂, вуглеводні. Незважаючи на те, що існують труднощі застосування цих речовин в системах охолодження, використання сучасних технологій дозволяє знайти ефективні шляхи вирішення. Зараз багато країн вводять різні законопроекти, які спрямовані на впровадження натуральних холодоагентів. Для досягнення цієї мети вирішуються наступні питання:

1. Природні холодоагенти : «Три складові»
2. Область застосування природних холодоагентів
3. Енергетична і економічна ефективність природних холодоагентів

Природні холодоагенти це речовини, які утворюються в природі природним шляхом, а неприродні або синтетичні - штучні хімічні речовини, які в природі не зустрічаються. Оскільки використовувані в якості холодоагентів аміак, вуглекислий газ і вуглеводні піддаються процедурі промислового очищення і переробки, час від часу піднімаються суперечки про точність терміна «природні холодоагенти». Проте, сьогодні проводиться чітке розходження між речовинами, чий хімічні властивості і характеристики безпеки були повністю вивчені, і тими хлор і фторвмісними газами, чий негативний вплив на озоновий шар, внесок в глобальне потепління і загроза екологічної безпеки в силу хімічної складності і порівняно нетривалого періоду використання цих речовин визначені з тим або іншим ступенем достовірності. Як наслідок, ведеться постійне обговорення проблеми використання цих газів.

Серед найбільш поширених природних холодоагентів можна назвати аміак (NH₃, R717), вуглекислий газ (CO₂, R744) і такі вуглеводні (HC), як пропан (R290), ізобутан (R600a) і пропілен (R1270), відомий як пропен.

Крім того, слід зазначити, щоб була створена суміш аміаку і диметилового ефіру (R723) і різноманітні вуглеводневі суміші, які відрізняються оптимізованими експлуатаційними властивостями і характеристиками безпеки (ізобутан і пропан R441 і т.д.). Менш поширені вода і повітря, що використовуються в адсорбційних чиллерах і низькотемпературних системах. Завдяки широкій поширеності, нетоксичність, негорючості і ідеальним екологічними параметрами вода і повітря стали об'єктом пильної уваги дослідників. Два природних холодоагенту (двоокис сірки (SO₂) і хлористий метил (CH₃Cl) вже вийшли з ужитку.

Вуглеводні характеризуються прекрасними термодинамічними властивостями і в цьому відношенні вони так само хороші і навіть краще, ніж холодоагенти групи ХФУ або ГХФУ в більшості областей застосування.

Відносна вартість системи на вуглеводнях в значній мірі залежить від сфери її застосування. Вартість систем побутового та торговельного призначення невеликої продуктивності аналогічна вартості систем на холодоагентах групи ГФУ. Системи охолодження на вуглеводнях комерційного та промислового призначення характеризуються, як правило, відносно високою вартістю зважаючи на необхідність використання електрообладнання у вибухобезпечному виконанні, хоча для чілерів, що розміщуються на відкритому повітрі, додаткові витрати, пов'язані із забезпеченням експлуатаційної безпеки, є більш помірними.

CO₂ є побічним продуктом багатьох галузей промисловості, тому і ціни на CO₂ невеликі. Разом з тим, системи на CO₂ є, як правило, більш дорогими у порівнянні з традиційними системами через використання більш високих тисків (транскритичні системи) і підвищеної конструктивної складності систем (як транскритичних, так і субкритичних). З впровадженням бустерних систем конструктивна складність, здається, зменшується, і, як показують дані, зі збільшенням кількості діючих систем на CO₂ їх вартість наближається до вартості порівнянних систем на холодоагентах групи ГФУ. [2]

Крім того, системи на CO₂ великої продуктивності, особливо це стосується промислових систем охолодження, можуть виявитися менш дорогими у порівнянні з їх аналогами з гліколевим охолодженням, що забезпечує зменшення початкових витрат і зниження вартості життєвого циклу. Аміак є високоефективним холодоагентом, а його теоретична ефективність трохи вище, ніж у R134a або пропану. Є докази того, що на практиці ефективність аміачних систем навіть вище теоретичної. Аміак є недорогим і в надлишку наявним холодоагентом. Разом з тим, аміачні установки, як правило, є відносно дорогими зважаючи на вимоги до використання сталевих трубопроводів, напівгерметичних компресорів та комплектації цілим рядом пристроїв безпеки, таких як датчики системи газоаналізації.

Література

1. Цветков О.Б. Диоксид углерода: природный экологически безопасный хладагент // Холодильная техника. – 2004. - №2.
2. Niels P. Vestergaard, Rainer Bock. Zu beachtende Charakteristika bei CO₂-Kälteanlagen // Kälte & Klimatechnik.-2006.-Vol.1. –P.26-33.