

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



ХІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

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

23-25 вересня 2021 року

ЗБІРНИК ДОКЛАДІВ



Одеса - 2021

УДК 621.565; 621.

Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XII Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНТУ, 2021. –196 с.

У збірнику наведені матеріали XIII 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, обладнання кондиціювання повітря, дослідженням робочих тіл та процесів в елементах холодильних та кріогенних систем, застосуванням нано та когенераційних технологій, використанням холоду в харчових технологіях, застосуванням і впровадженням нетрадиційних джерел енергії.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами. За достовірність інформації відповідає автор публікації.

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:

Вансєв С.М.- Сумський державний університет, к.т.н., доцент;

Семенюк Ю.В. - зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д.т.н., професор;

Лабай В. Й. - Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор;

Лавренченко Г.К. – д.т.н., професор;

Мілованов В.І. - зав. кафедрою компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ, заслужений діяч науки і техніки України, д.т.н., професор;

Морозюк Л.І. - д.т.н., професор;

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;

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

Організаційний комітет:

Голова - проф. Хмельнюк М.Г.;

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

Члени оргкомітету - к.т.н. Зімін О.В., к.т.н. Когут В.О., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Трандафілов В.В., к.т.н. Грудка Б.Г., аспірант Дудко О.М., аспірант Крушельницький Д.О.

Література

1. M.I. Baraton. Synthesis, Functionalization, and Surface Treatment of Nanoparticles. Am. Sci., Los-Angeles, 2002
2. Evans W., Prasher R., Fish J., Meakin P., Phelan P. Effect of aggregation and interfacial thermal resistance on thermal conductivity of nanocomposites and colloidal nanofluids, // Inter. J. of Heat and Mass Transfer. 2008. Vol. 51. P. 1431–1438.
3. X. Wang, X. Xu, S.U.S. Choi, Thermal conductivity of nanoparticle-fluid mixture, J. Thermophys. Heat Transfer 13 (1999) 474–480.

УДК 621.564

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ БЕЗСАЛЬНИКОВОГО КОМПРЕСОРА НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ХОЛОДОАГЕНТАХ

Яковлев Ю.О., доцент кафедри КтАПА
Сирбу М.І., студент СВО «Магістр»
Пазина І.В., студент СВО «Бакалавр»
ОНАХТ, м. Одеса, uykovlev11@gmail.com

Директива Європейського парламенту 517/2014 про скорочення використання парникових газів з високим потенціалом глобального потепління (ПГП) в європейському регіоні з метою обмеження глобального зміни клімату обмежує застосування переважної більшості штучних холодоагентів, в число яких входить R134a через його відносно високого ПГП (1301). Широке використання R134a в області охолодження і кондиціонування повітря свідчить про необхідність пошуку нових альтернативних холодоагентів з низьким ПГП і модифікації діючих холодильних систем для роботи на нових холодоагентах.

В даній роботі було виконано чисельне тестування наступних холодильних агентів: R134a, R1234yf, R1234ze(E) і R290 в ідентичній холодильній машині з безсальниковим компресором при однакових умовах експлуатації ($t_0 = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_k = +30\text{ }^{\circ}\text{C}$).

В результаті розрахунків були визначені такі параметри: масова витрата холодоагента G_a , споживана потужність компресора $N_{ел}$, температура нагнітання t_2 , питома об'ємна холодопродуктивність q_v , холодопродуктивність Q_0 і, нарешті, COP.

Щоб порівняти роботу безсальникового поршневого компресора в схемі регенеративної холодильної машини, розрахункові дані представлені на рис. 1-4 у вигляді гістограм. Еталоном для порівняння будемо використовувати отримані параметри для R134a, оскільки його слід замінювати на альтернативні холодоагенти з низьким ПГП.

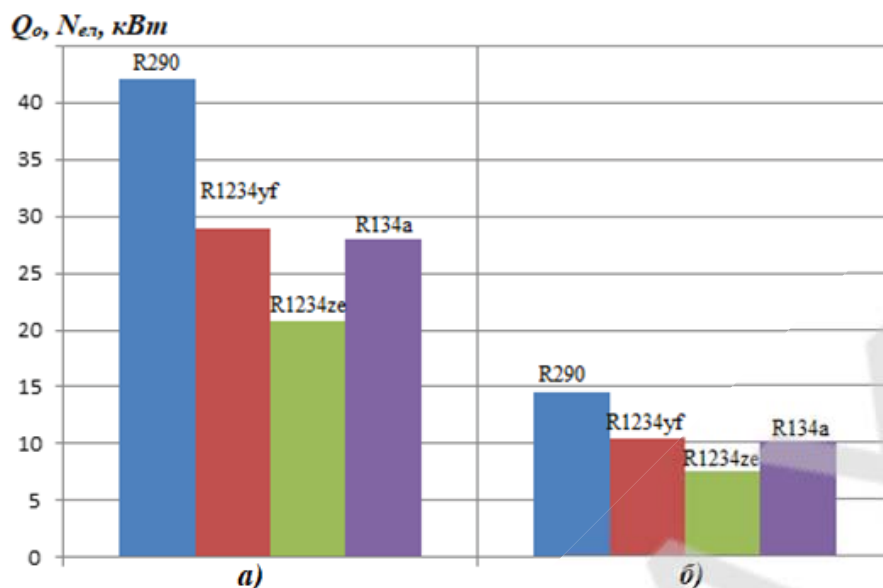


Рис. 1. Робочі характеристики безсальникового компресора: а) – холодопродуктивність; б) – електрична потужність

Холодопродуктивність компресора і споживана електрична потужність представлені на рис. 1. З результатів розрахунків випливає, що при однакових умовах роботи холодопродуктивність при застосуванні R290 на 50% вище, ніж у R134a. Це означає, що для отримання такої ж холодопродуктивності як і у R134a, для R290 необхідно використовувати компресор меншої об'ємної продуктивності. Підтвердженням цього служить і збільшення на 42,4% споживаної компресором електроенергії.

Отже, якщо R290 буде використовуватися в якості альтернативи R134a, то необхідно замінити компресор в холодильній машині. R1234yf дає практично таку ж холодопродуктивність при аналогічному енергоспоживанні.

R1234ze (E) показує значне зниження холодопродуктивності на 25,5%. Якщо R1234ze (E) буде використовуватися в якості альтернативи R134a, то необхідно використовувати компресори більшою об'ємною продуктивності для R1234ze (E), щоб досягти аналогічної холодопродуктивності, як у R134a.

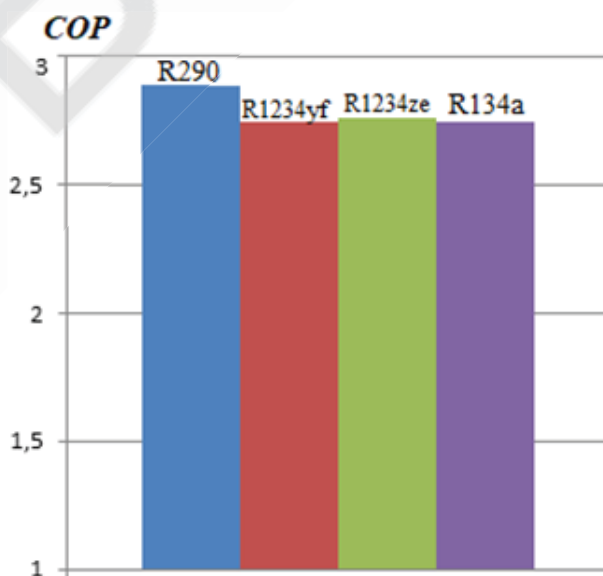


Рис. 2. Коефіцієнт перетворення COP холодильної машини при роботі на альтернативних холодоагентах

COP холодильної машини (рис. 2) визначався як відношення холодопродуктивності (Q_0) до електричної потужності, споживаної машиною (N_{el}). З рис. 2 випливає, що використання R290 замість R134a покращує COP холодильної машини на 5,1%.

У разі R1234yf, R1234ze (E) розрахунки показали, що їх значення COP близькі до значень для R134a.

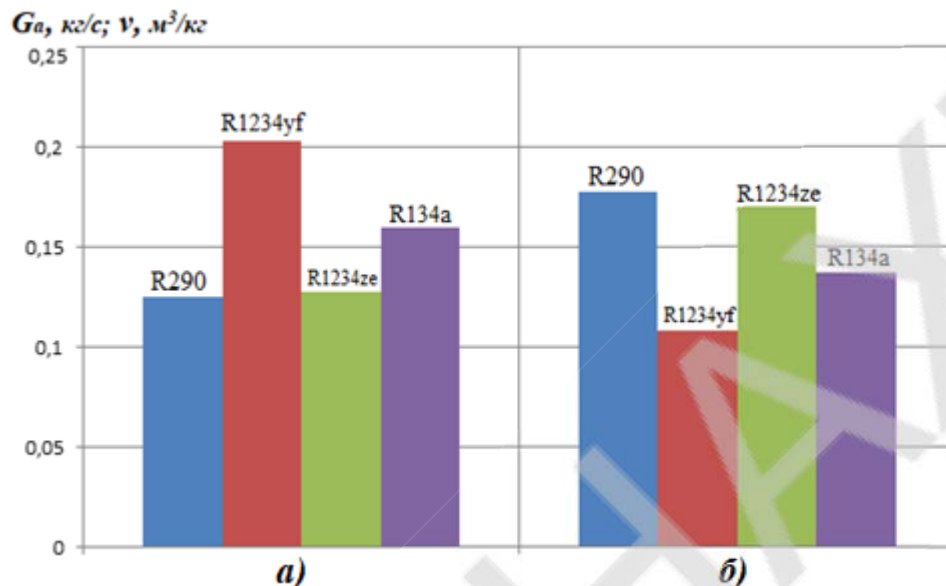


Рис. 3. Характеристики альтернативних холодоагентів: а) – масова витрата холодоагенту;
б) – питомий обсяг холодоагенту на всмоктуванні

З результатів, представлених на рис. 3 а) слід, що масова витрата холодоагенту при роботі компресора на R1234yf, є найвищим з усіх протестованих холодоагентів (на 26,9% більше в порівнянні з R134a). У той же час R290 і R1234ze демонструють протилежну тенденцію, маючи більш низьке значення масової витрати (на 21,9% і 20% менше, відповідно, ніж у R134a). Це обумовлено високим значенням питомого обсягу парів на всмоктуванні (рис. 3 б)).

Температура нагнітання і питомий об'єм пари на всмоктуванні в компресор наведені на рис. 4.. Температура нагнітання - це параметр, який залежить від термодинамічних властивостей холодоагенту, параметрів його на всмоктуванні в компресор і системи охолодження. Температури нагнітання R290 і R134a практично однакові, а у R1234yf і R1234ze (E) нижче температури нагнітання R134a на 9 і 11 градусів відповідно.

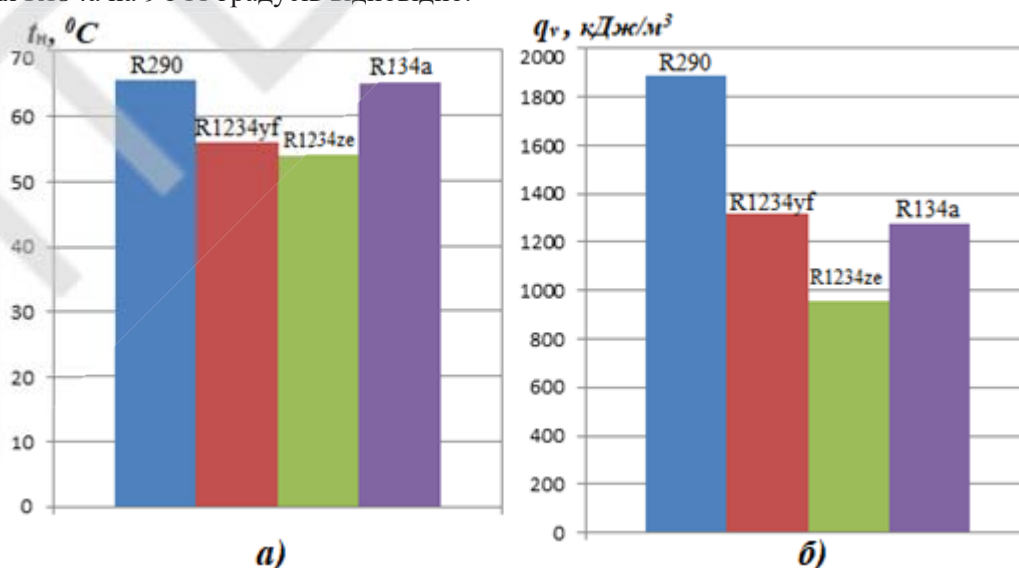


Рис. 4. Характеристики альтернативних холодоагентів: а) – температура нагнітання альтернативних холодоагентів; б) – питома об'ємна холодопродуктивність

Підводячи підсумок, беручи до уваги результати чисельного тестування, можна констатувати, що R1234yf є потенційним альтернативним холодоагентом для заміни R134a з урахуванням енергоспоживання і холодопродуктивності холодильної машини.



УДК 621.51

ОСНОВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ КОМПРЕСОРІВ В ПЕРІОД ПАНДЕМІЇ

Буданов В.О., к.т.н., доцент, ОНАХТ м. Одеса, budanoff@ukr.net

Останні два роки через пандемію стали важким для багатьох галузей – особливо це пов'язане з ринком холодильних систем та побутових і комерційних кондиціонерів. При цьому за рахунок переходу на режим ізоляції та віддалену зайнятість населення попит на холодильну техніку і системи кондиціонування не впав, а навіть виріс.

На сегменти комерційного і промислового холоду пандемія не виявила помітного негативного впливу. Навпроти, вона сприяла зростанню попиту за рахунок збільшення потреби в зберіганні та перевезенні ліків і вакцин, а також підвищення завантаження холодильних ланцюжків. Через пандемію люди стали робити більше покупок онлайн і працювати з дому. Швидке поширення базових станцій мобільному зв'язку стандарту 5G і дата-центрів, що потребують певних температурних параметрів, створює нові можливості для виробників компресорів.

Значні зміни у світовій індустрії роздрібної торгівлі продовольчими продуктами сприяють збільшенню попиту на холодильні компресори. Попит на холодильні компресори у всьому світі дуже стійкий. У Європі, крім того, помітну частину попиту забезпечує потреба в модернізації холодильних систем, пов'язана із прискоренням виводу із вжитку фторвмісних холодоагентів.

На європейському ринку потужним стимулом для компресорної індустрії є безпрецедентне поширення технології теплового насоса. Також слід відзначити значний вплив заходів щодо захисту навколишнього середовища, що вживають у Європі, на напрямок розвитку глобального ринку компресорів.

Розглянемо докладніше основні напрямки розвитку технологій компресорів різних типів.

В останні роки в галузі систем кондиціонування повітря та холодопостачання діють різні нормативні документи, покликані знизити навантаження на навколишнє середовище в глобальному масштабі, скоротити шкідливі викиди в атмосферу шляхом переходу на нові холодоагенти і зменшити енергоспоживання за рахунок підвищення ефективності устаткування. Особливе значення надається розвитку технологій, що використовуються в компресорах – ключових компонентах систем кондиціонування повітря і холодопостачання.

Щоб зменшити енергоспоживання таких систем, скоротивши тим самим парникові викиди, треба у першу чергу звернути увагу на компресори, які споживають до 80% від усієї енергії, що йде на потреби системи. Прагнення підвищити ефективність компресорів привело до появи ротаційних моделей для побутових кондиціонерів в 70-х роках, гвинтових компресорів для чиллерів і холодильних систем в 80-х роках, спіральних компресорів для напівпромислових кондиціонерів повітря в 1980-х.

8	ТЕРМОДИНАМІЧНІ ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ ГІБРИДНИХ ТЕПЛОВИКРИСТАЛЬНИХ ТЕРМО ТРАНСФОРМАТОРІВ	170
	<i>Косой Б.В., д.т.н., професор, Псарьов С.О., аспірант, Куколев А.К., аспірант, ІХКЕ ОНАХТ, м. Одеса</i>	
9	РОЗРАХУНКИ УСТАЛЕНИХ РЕЖИМІВ В ЕЛЕМЕНТАХ УСТАНОВКИ ПОВТОРНОГО ЗРІДЖЕННЯ LPG ГАЗІВ, ЩО ПРАЦЮЄ НА СУМІШІ РОБОЧИХ РЕЧОВИН, МЕТОДОМ ЕКВІВАЛЕНТУВАННЯ	171
	<i>Морозюк Л.І., д.т.н., професор, Косой Б.В., д.т.н., професор, Соколовська-Єфименко В.В., к.т.н., доцент, ІХКЕ ОНАХТ, м. Одеса</i>	
10	ЕНТРОПІЙНИЙ МЕТОД В АНАЛІЗІ ПОВІТРЯНОГО КОНДЕНСАТОРА ПРИ НАЯВНОСТІ ТВЕРДИХ ВІДКЛАДІВ НА ТЕПЛООБМІННІ ПОВЕРХНІ	172
	<i>Мошкатюк А.В., асистент, Бородінська О.В., інженер, ІХКЕ ОНАХТ, м. Одеса</i>	
СЕКЦІЯ №3 – ГАЗОТУРБІННІ УСТАНОВКИ ТА КОМПРЕСОРНІ СТАНЦІЇ		
1	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ВИХРОВОЇ ТУРБІНИ З ПЕРИФЕРІЙНО-БІЧНИМ КАНАЛОМ	175
	<i>Ванєєв С.М., завідувач кафедри, СумДУ, м. Суми; Марцинковський В.С., директор, «ТРІЗ» ЛТД ТОВ, м. Суми; Смоленко Д.В., аспірант, СумДУ, м. Суми, d.smolenko@kttf.sumdu.edu.ua</i>	
2	ВПЛИВ БЕЗРОЗМІРНОЇ НАВЕДЕНОЇ ШВИДКОСТІ НА ЗРЯЗІ ТЯГОВОГО СОПЛА НА КОЛОВИЙ ККД СТРУМИННО-РЕАКТИВНОЇ ТУРБІНИ	177
	<i>Ванєєв Сергій Михайлович, к.т.н., доц., Родимченко Тетяна Сергіївна, асп. СумДУ, м. Суми</i>	
3	ВДОСКОНАЛЕННЯ ВАНТАЖНОЇ СИСТЕМИ СУДНА-ГАЗОВОЗУ ЯК ВАГОМИЙ ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ СПГ МОРСЬКИМ ШЛЯХОМ	179
	<i>Мілованов В.І., д.т.н., проф., Василенко Є.В., студ., Макруха С.І., студ. Одеська національна академія харчових технологій</i>	
4	ЕКСЕРГЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СУДНОВОЇ ПОВІТРЯНОЇ КОМПРЕСОРНОЇ УСТАНОВКИ.	181
	<i>Ярошенко В.М. к.т.н., доцент, Мілованов В.І д.т.н., професор. , Одеська національна академія харчових технологій.</i>	
5	РОБОТА МАЛОГО ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕСОРА НА ХОЛОДОАГЕНТІ З ДОМІШКАМИ НАНОЧАСТОК	184
	<i>Мілованов В.І., д.т.н., проф., Балашов Д.О., інж. Одеська національна академія харчових технологій, м.Одеса,</i>	
6	ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ БЕЗСАЛЬНИКОВОГО КОМПРЕСОРА НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ХОЛОДОАГЕНТАХ	186
	<i>Яковлев Ю.О., доцент кафедри КтаПА Сирбу М.І., студент СВО «Магістр» Пазина І.В., студент СВО «Бакалавр» ОНАХТ, м. Одеса,</i>	
7	ОСНОВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ КОМПРЕСОРІВ В ПЕРІОД ПАНДЕМІЇ	189
	<i>Буданов В.О., к.т.н.,доцент, ОНАХТ м. Одеса, budanoff@ukr.net</i>	

*Матеріали XIII Всеукраїнської науково-технічної конференції
«Сучасні проблеми холодильної техніки і технології», 23 по 25 вересня 2021*

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

XIII ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

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

23-25 вересня 2021 року

ЗБІРНИК ДОКЛАДІВ

Одеса - 2021