

**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 кондиціонування 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.

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.

У наші дні практично скрізь традиційні поршневі компресори замінені пристроями ротаційного типу. Виключення становлять лише поршневі компресори малої потужності, що використовуються, в основному у побутових холодильниках. Основні принципи роботи ротаційного компресора були сформульовані вже до початку XX століття, однак для їхнього практичного втілення були потрібні технології високоточної механічної обробки для одержання деталей складної форми, створення надійного привода. Особливо важливі ретельне дотримання геометрії деталей і точність складання для компресорів гвинтового і спірального типів, тому своєю появою вони багато в чому зобов'язані прогресу технологій металообробки.

Крім того зменшення енергоспоживання шляхом підвищення ефективності, зниження парникового впливу систем кондиціонування повітря і холодопостачання досягається також за рахунок переходу на холодоагенти з більш низьким потенціалом глобального потепління (ПГП). Зокрема, у побутових холодильниках використовують ізобутан (R600a), у теплових насосах господарсько-побутових потреб, що використовуються для нагріву води, застосовують CO₂, у потужному холодильному і морозильному устаткуванні застосовують аміак (NH₃), а в напівпромислових і побутових кондиціонерах повітря – R32.

Розглянемо деякі технології пов'язані з переводом спіральних компресорів на нові холодоагенти.

У другій половині 1990-х років підсилилася заклопотаність проблемою глобального потепління і почались розробки системи кондиціонування повітря і холодопостачання, що використовують у якості холодоагенту діоксид вуглецю (CO₂). Дослідження показали можливість застосування компресорів на CO₂ в автомобільних кондиціонерах і теплових насосах для нагрівання води.

У порівнянні із традиційними компресорами систем кондиціонування повітря й холодопостачання, компресор на CO₂ відрізняється вкрай високим робочим тиском і малим робочим об'ємом. Щоб забезпечити герметичність і стійкість до високого тиску деталей компресора збільшували міцність рухомої і нерухомої спіралей та підвищували надійність підшипників.

Із цією метою Mitsubishi Electric досліджувала параметри ковзання осьових підшипників рухомої спіралі, Panasonic вивчала деформацію механізму компресора в результаті впливу тиску та температури.

Крім того, було проведено безліч досліджень можливості застосування спіральних детандерів і детандер-компресорів для рекуперації енергії в процесі розширення у надкритичному циклі охолодження. Компанія Hitachi розробила прототип CO₂-розширювача (детандера) і детандер-компресорного агрегату з розширювачем з однієї сторони і осьовим компресором з іншого боку, побудувавши на їхній основі чиллер, який продемонстрував ефективність такої конструкції.

Panasonic проводила моделювання детандер-компресора, що поєднує двоступінчастий ротаційний детандер і спіральний компресор. Порівняльні дослідження теплового насоса для нагрівання води, обладнаного таким детандер-компресором і звичайним компресором, показали можливість підвищення коефіцієнта продуктивності (COP) на величину до 15% за рахунок рекуперації енергії в процесі розширення та поліпшення алгоритмів керування.

Дослідження також показали можливість підвищити ефективність компресорів для CO₂ за рахунок застосування двоступінчастого стиску. Компанія Mitsubishi Heavy Industries (MHI), створила двоступінчастий компресор на CO₂, використовуючи механізм ротаційного типу для ступеня низького тиску та спіральний механізм для ступеня високого тиску. Даний компресор був використаний у тепловому насосі для нагрівання води комерційного призначення. Надалі подібні двоступінчасті компресори знайшли застосування в конденсаторних блоках для холодильного та морозильного устаткування.

В 2017 році компанія Sanden уперше випустила на ринок компресори на CO₂, призначені для автомобільних кондиціонерів.

У якості заходів протидії глобальному потеплінню індустрія клімату і штучного холоду знижує енергоспоживання устаткування, підвищуючи його ефективність, і переходить на холодоагенти з більш низьким ПГП.

На сьогоднішній день найбільш перспективними для використання вважаються помірковано горючі холодоагенти R32, R447A, R454A і негорючий холодоагент R466A у якості заміни R410A у кондиціонерах повітря, а також R448A, R449A і R463A як альтернатива R404A для використання в холодильній і морозильній техніці.

У Японії в результаті поширення холодоагенту R32 у якості робочого тіла для побутових і напівпромислових кондиціонерів були розроблені компресори, що щонайкраще підходять для роботи з ним. Компанія Daikin створила компресор, що відрізняється підвищеною ефективністю і надійністю завдяки періодичному змащенню дотичних частин спіралей і застосуванню спеціальних масел, що добре розчиняються в R32 при низькій температурі. Для мульти спліт-систем Mitsubishi Electric розробила компресор із системою впорскування, що перешкоджає підвищенню температури газу на лінії нагнітання за рахунок подачі рідкого холодоагенту безпосередньо в камеру всмоктування до початку процесу стиску. За повідомленням компанії, така конструкція запобігає витоку холодильного масла в систему, яке залишається в герметично закритому корпусі компресора, а також скорочує втрати через неефективний стиск.

Досліджується можливість використання природних холодоагентів, таких як вуглеводні і аміак. Компанія Emerson розробила спіральний компресор з інверторним приводом, призначений для використання холодоагенту R290. Конструкцією передбачено наявність низького тиску у корпусі компресора, що дозволяє знизити об'єм заправлення холодоагенту за рахунок меншої розчинності R290 у холодильному маслі та зменшення кількості газоподібного холодоагенту усередині корпуса компресора.

Також проводяться дослідження з застосування аміаку як холодоагенту, зокрема, шляхом моделювання визначається оптимальна конфігурація обмотки електродвигуна компресора з алюмінієвого дроту.

Практика показує, що спіральна конструкція підходить для різних видів і галузей застосування: наддування, рідинних насосів, двигунів, детандерів на основі органічного циклу Ренкіна, компресорів паливних гнізд. Очікується, що в майбутньому сфера її використання розшириться ще більше.

На протязі останніх майже ста років холодильні компресори відцентрового типу використовуються в потужних системах опалення, вентиляції і кондиціонування повітря, а також у холодильних установках промислового призначення. На сьогоднішній день діапазон холодопродуктивності відцентрових компресорів лежить в межах від 210 до 19350 кВт. Для виробництв, що вимагають великої холодної потужності, компресори відцентрового типу є найкращим варіантом за параметрами співвідношення вартості та ефективності. Конструкція компресорів відцентрового типу дозволяє стискати значні об'єми газу.

На сьогодні верхню межу діапазону продуктивності інноваційних безолійних відцентрових компресорів вдалося підняти до 5075 кВт, що значно розширило галузь їх застосування. Безолійні технології суттєво підвищують енергоефективність компресорів відцентрового типу, у тому числі й у позаштатних режимах експлуатації. Із цієї причини попит на безолійні компресори стрімко зростає, сьогодні на їхню частку приходить майже 30% усього ринку відцентрових компресорів для чиллерів.

За останні десятиліття з'явилися безліч технологічних інновацій в галузі відцентрових компресорів. Це й перехід від систем з постійною швидкістю обертання до частотно-регульованих приводів (VFD), і поява інноваційних безолійних компресорів, що використовують активну магнітну підвіску, і створення високоефективних крильчаток з 3D-лопатками, форма яких отримана за допомогою моделювання методами обчислювальної гідродинаміки, і впровадження нових

ефективних холодоагентів, що поєднують негорючість із низьким ПГП, таких як R1233zd(E). У результаті енергоефективність компресорів відцентрового типу суттєво підвищилася. Крім того, комбінація безолійної технології із частотно-регульованим приводом не тільки підвищила ефективність і розширила галузь застосування компресорів, але й змінила їхню традиційну конструкцію.

Традиційний відцентровий компресор – одноступінчастий з підвищувальною передачею, що приводиться в рух асинхронним електродвигуном змінного струму. Провідні виробники чиллерів у США, такі як Carrier, YORK і Mcquay (Daikin Applied), застосовували цю конструкцію протягом довгого часу, подібні моделі випускаються дотепер. У той же час Trane традиційно використовувала двох- або триступінчасту конструкцію із прямим приводом від двополюсного індукційного електродвигуна змінного струму з постійною швидкістю обертання. У компресорах такої конструкції застосовуються холодоагенти низького тиску.

На початку 2000-х років конструкція відцентрових компресорів суттєво змінилася: поява інноваційних безолійних конструкцій на основі високошвидкісних електродвигунів на постійних магнітах і з частотним регулюванням привода дозволила відмовитися від підвищувальної передачі і системи змащення.

На сьогоднішній день існують одно і двоступінчасті компресори із прямим приводом на основі індукційних електродвигунів змінного струму або моторів на постійних магнітах. Останнім часом широке поширення одержали двоступінчасті компресори з симетричним розташуванням крилаток та двостороннім всмоктуванням для зменшення осьової сили, яка сприймається підшипниками магнітної підвіски. Крім керування частотою обертання, для регулювання продуктивності таких компресорів можуть використовуватися (разом або окремо) напрямні апарати (IGV) і сопла (дифузори) зі змінюваною геометрією.

Компресори відцентрового типу завжди використовувалися на виробництвах, що вимагають великої холодильної потужності. При цьому протягом довгого часу ведуться дослідження та розробки в галузі малих відцентрових компресорів для побутових або малих напівпромислових теплових насосів.

Жан-Батист Карре (Jean-Baptiste Carré) в 1859 році повідомив про експериментальне дослідження, у рамках якого був створений побутовий тепловий насос «повітря-вода» потужністю 6 кВт на базі безолійного двоступінчастого компресора на підшипниках з газовим змащенням. За габаритами даний компресор подібний з існуючими спіральними компресорами на холодоагенті R410A.

Вода (R718) є ідеальним холодоагентом для пароконденсійних систем, тому що вона нетоксична, не горюча, не сприяє глобальному потеплінню і за ефективністю майже не відрізняється із традиційними гідрофторвуглецевими (ГФВ) холодоагентами. При цьому об'єм всмоктування для води повинен бути приблизно в 160 разів більше, чим для R134a. Отже, необхідні великі відцентрові та осьові компресори з високим ступенем стиску.

В 2020 році Е. Верп (E. Verpe) зі співавторами опублікували результати дослідження застосування води як холодоагенту для теплових насосів. В експериментальному дослідженні вивчалася робота високотемпературного теплового насоса на базі двоступінчастого компресора відцентрового типу, здатного підняти температуру насичення водяної пари з 100 до 146°C.

Гвинтовий компресор – це компресор об'ємного стиску, у якому газоподібний холодоагент, що надійшов з боку всмоктування, стискується за рахунок зменшення обмежуючого його об'єму при обертанні прилягаючих роторів.

Існують три види гвинтових компресорів: зведеного типу, з одним гвинтом і трьохроторні. Габарити гвинтових компресорів обмежені можливою деформацією роторів, максимально допустимим навантаженням на підшипники та граничною швидкістю обертання. Однак немає істотних обмежень, щодо різниці тисків всмоктування та нагнітання. Це помітно розширює робочий діапазон і, відповідно, галузь застосування гвинтових компресорів. У результаті вони використовуються у воді і

повітроохолоджуємих чиллерах, теплових насосах, холодильних установках та промисловому устаткуванні для скраплення газу.

Основними факторами, що впливають на ефективність гвинтових компресорів, є витоки через нещільне прилягання роторів і втрати через тертя при відносному русі роторів. За останні кілька років за допомогою сучасних інструментів комп'ютерного моделювання та удосконалення технологій виробництва форма роторів була оптимізована.

У результаті загальної ефективності гвинтових компресорів вдалося підвищити до рівня, що відповідає або навіть перевищує ефективність малих і середніх компресорів відцентрового типу. Одночасно із цим впровадження систем регулювання, керуючих швидкістю обертання моторів на постійних магнітах, використання змінного об'ємного відношення (VVR) дозволило підвищити ефективність роботи гвинтових компресорів у позаштатних умовах.

Провідні постачальники компресорів розширюють лінійки пристроїв гвинтового типу, розрахованих на роботу із природними холодоагентами такими як аміак, діоксид вуглецю, пропан (R290).

Зусилля багатьох інженерів сконцентровані на оптимізації профілю роторів гвинтових компресорів здвоєного типу. Крім того, ведуться роботи з пошуку оптимального компонування елементів конструкції з одним ротором. Результати дослідження нового типу однороторних гвинтових компресорів із трьома канавками на головному роторі і десятизубцевими веденими зірочками опублікували А. Данпут (A. Dhunput) зі співавторами в 2019 році. Як повідомляється, нова конфігурація підвищує інтегральний показник ефективності при неповному навантаженні (IPLV) на 7% у порівнянні із традиційним компонуванням.

Вважається, що холодоагенти низького тиску не підходять для компресорів об'ємного стиску гвинтового типу. Однак в 2018 році була опублікована робота М. Акеї (M. Akei), що описує конструкцію, що включає гвинтовий мінікомпресор для холодоагенту низького тиску. За габаритами і потужністю цей компресор, що має два здвоєні ротори, які приводяться в рух високошвидкісним електродвигуном на постійних магнітах, зрівняється з існуючими спіральними компресорами на R410A.

Таким чином незважаючи на деякі складнощі, що викликані пандемією, компресорні технології продовжують розвиватися в напрямку підвищення енергоефективності та зниження шкідливого впливу на довкілля в рамках боротьби з глобальним потеплінням.

Література

1. Добірка новин eJARN.com. URL: <http://www.ejarn.com>. (дата звернення 07.07.2021)

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