

**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

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 криогенної 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. Жихарева 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.

подъемным участком дефлегматора АХА, не приводит к росту энергопотребления и не ухудшает эксплуатационные характеристики камер охлаждения.

Оценка техногенного воздействия на окружающую среду бытовых холодильных приборов позволила сделать следующие выводы: новые АХП существенно превышают по экологическим характеристикам (в среднем – на 35 %) лучшие зарубежные и отечественные аналоги; в сложившихся условиях в Украине эксплуатация новых моделей на органическом топливе будет оказывать соизмеримое или меньшее, по сравнению с компрессионными аналогами, техногенное воздействие на окружающую среду.



УДК 621.575.932:621.565.92

ИСПОЛЬЗОВАНИИ БРОСОВОГО ТЕПЛА БЫТОВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Гратий Т.И., Титлов А.С.

Одесская национальная академия пищевых технологий

E-mail: tgratij@ukr.net; titlov1959@gmail.com

Каждая семья сегодня имеет бытовой холодильник, который, как правило, работает круглосуточно. Вся энергия, использованная бытовым холодильником в конечном счете, рассеивается его конденсатором в окружающий воздух в виде низкопотенциальной теплоты. Полезное использование этой теплоты в масштабе страны может дать значительную экономию энергетических ресурсов. Поэтому разработка технологий и устройств для ее полезного использования является актуальной задачей на сегодня. Одним из возможных путей использования бросовой низкопотенциальной теплоты конденсаторов бытовых холодильников является использование ее для нагрева воды для бытовых потребностей.

Подобная разработка бала выполнена на базе серийно выпускаемого бытового холодильника [1]. Усовершенствование комбинированного бытового холодильника с двухступенчатым конденсатором первая ступень, которого охлаждается водой и должна обеспечить нагрев воды в термоизолированном автономном блоке от температуры 25 °С до температуры 42 °С при обеспечении средней температуры в камере для хранения свежих продуктов не выше 4 °С и температуры в морозильной камере холодильника не выше минус 18 °С, определенных ДСТУ EN ISO 15502:2009 «Холодильные приборы бытового назначения. Характеристики и методы испытания».

Для описания процесса нагревания воды в блоке горячей воды при работе холодильника с двухступенчатым конденсатором был использованный закон сбережения энергии. Математическая модель учитывает мощность, которая потребляется холодильным агрегатом, и суммарную мощность тепловыделений в окружающее пространство от конденсатора второй степени и блока горячей воды, а также отдача тепла в автономном блоке горячей воды при конденсации холодильного агента. Для упрощения постановки задачи предусматривалось, что температура конденсации равняется температуре воды в блоке горячей воды.

Расчеты показали, что теоретически в течение суток максимальное значение массы воды, которое возможно нагреть до температуры 42 °С, составляет 48...54 кг [2].

Перспективным, с точки зрения энергосбережения [3], направлением в современной технике

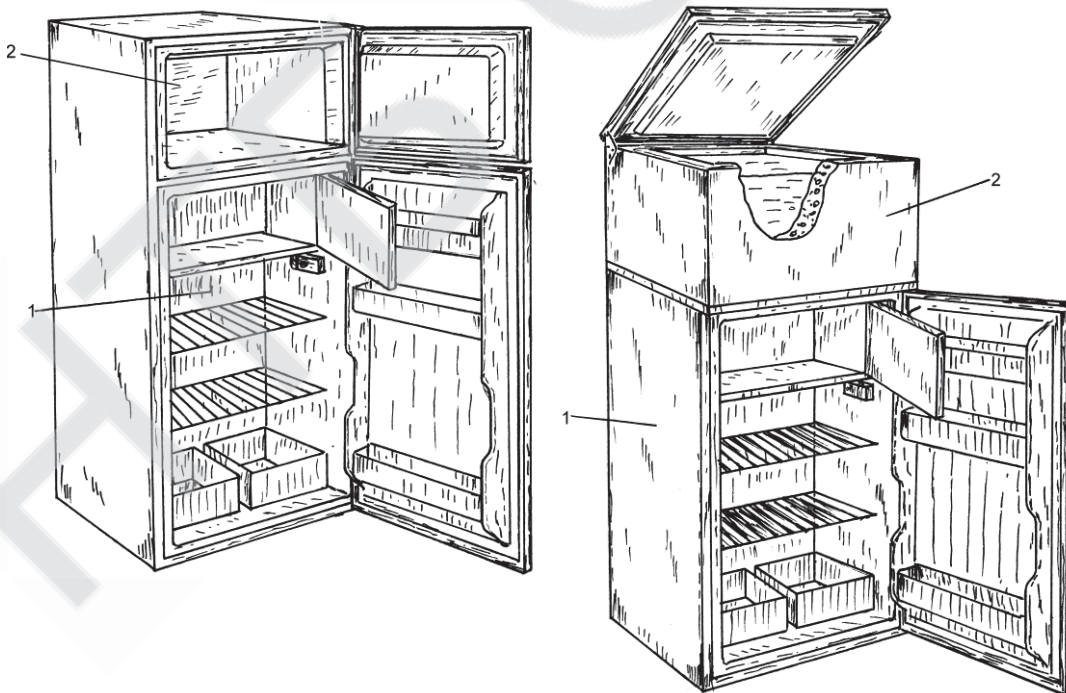
является создание конструкций комбинированных бытовых абсорбционных холодильных приборов, объединяющих функции холодильного хранения и тепловой обработки пищевых продуктов, полуфабрикатов и сельскохозяйственного сырья. Тепловая камера комбинированного абсорбционного холодильника в настоящее время может обеспечивать поддержание температурного уровня в пределах от 25 до 70 °С, а в будущем возможно достижение и высоких температур. Применение тепловых камер ориентировано, прежде всего, для домашнего хозяйства различных климатических зон.

Использование тепловых камер возможно для [4]: сохранения и поддержания температуры на определенном уровне (термостатирование); подогрева продукта до заданной температуры; - различных видов технологической обработки, в результате которой может быть получен новый продукт (сушка, вяление, брожение и др.).

При проведении большинства бытовых технологических процессов температура не превышает 70 °С. Для технологических режимов с уровнем температур ниже 70 °С в тепловой камере (ТК) холодильника могут быть использованы устройства позволяющие отводить нагретый воздух за пределы камеры, например, шиберы, заглушки и т.п. Из всех типов современного бытового холодильного оборудования таким температурным потенциалом обладают элементы абсорбционного холодильного агрегата (АХА) — дефлегматор и ректификатор.

Разработаны различные схемы бытовых холодильных приборов с дополнительной ТК, отличающиеся: способом передачи тепла (непосредственный контакт дефлегматора и ТК, использование промежуточных теплопередающих устройств, в том числе и с эффектом «осмоса»); расположением ТК (сверху холодильного шкафа и в нижней части); конструктивным исполнением ТК (однокамерная, двухкамерная); источником бросового тепла и, соответственно, температурным уровнем (конденсатор, дефлегматор).

Наиболее простой в конструктивном исполнении является схема с промежуточным теплопередающим устройством, которая предполагает минимум изменений в составе бытового комбинированного прибора и АХА. Разработано и исследовано два типа таких бытовых комбинированных приборов — с воздушной ТК и жидкостной ТК (рис 1).



а

б

а) с воздушной с жидкостной ТК; б) с жидкостной ТК
1- ТК; 2- холодильный прибор.

Рис.1. Бытовые комбинированные приборы – с воздушной ТК (рис.1а) и жидкостной ТК (рис. 1б).

Расчет конструктивных параметров ТК был проведен по тепловой нагрузки на подъемном участке дефлегматора 19...22 Вт.

Толщины теплоизоляции боковых стенок, дна и крышки определены в результате математического моделирования нестационарных температурных полей. При этом учитывались: ориентация поверхностей камеры и ее тепловая связь с холодильной камерой; конструктивные особенности ТК (воздушная камера выполнена в виде шкафа, а жидкостная в виде ларя); коэффициент рабочего времени КРВ серийной модели бытового однокамерного абсорбционного холодильника «Кристалл-408» АШ-150.

Опытные конструкции были изготовлены на Васильковском заводе холодильников. Во всех случаях наружные геометрические параметры ТК составляли: высота — 0,420 м; глубина — 0,540 м; ширина — 0,570 м; полезный объем — 35 дм³. Толщина теплоизоляции: боковых стенок — 0,080 м; дна — 0,075 м; крышки, задней и передней стенок — 0,10 м. В жидкостной ТК внутренний корпус был изготовлен в виде целостного короба. Материал короба — нержавеющая сталь. Толщина стенки — 0,001 м. Внутренний корпус воздушной ТК изготовлен из пищевого алюминия. Толщина стенки составляла — 0,001 м. Для обеспечения тепловой связи подъемного участка дефлегматора АХА с ТК использовался двухфазный термосифон (ДФТС) длиной 1,2 м и диаметром — 0,010.0,001 м. Материал корпуса ДФТС — нержавеющая сталь. Теплоноситель — этиловый спирт. Крепление ДФТС к дефлегматору диаметром 0,016.0,0014 м осуществлялось при помощи медной обжимающей пластины, причем для снижения термического сопротивления в зоне контакта находился сжатый высокопористый ячеистый материал на основе меди, поры которого были заполнены теплопроводной пастой КТП-8. Во всех случаях испарительный участок ДФТС крепился в нижней части подъемного участка дефлегматора и устанавливался параллельно ему.

Длина участка испарения ДФТС в исследованиях варьировалась путем изменения зоны тепловой связи с дефлегматором. Транспортная зона ДФТС закрывалась теплоизоляционным кожухом. Длина конденсационного участка ДФТС не изменялась и составляла — 0,3 м. Исследование тепловых режимов ТК осуществлялось как в стационарном (в «жестких» условиях — $t_{o,c} = 32^{\circ}\text{C}$, КРВ = 1), так и в переходных ($t_{o,c} < 32^{\circ}\text{C}$, КРВ < 1) режимах работы АХА. В результате исследований была определена оптимальная длина испарительного участка ДФТС — 0,15 м. На выходе этого участка температура дефлегматора составляет 73...76°C. Наиболее благоприятными условиями для ТК были режимы с повышенными температурами окружающей среды, когда снижаются тепловые потери, а КРВ АХА и, соответственно, период подачи тепловой нагрузки увеличивается. В связи с недостаточной величиной тепловой мощности дефлегматора для подогрева воды либо другой жидкости в ТК изучалась и работа аппарата в режиме термостатирования. В этом случае вода нагревалась до температуры 60°C специальным электронагревателем, а после его отключения тепловые потери в окружающую среду компенсировались за счет подвода тепла от дефлегматора, что позволяло поддерживать температуру в ТК в диапазоне 55...65°C. С учетом результатов экспериментальных исследований проведен вариантный расчет толщины теплоизоляции ТК. Для создания некоторого запаса расчет проведен при $t_{o,c} = 20^{\circ}\text{C}$ и КРВ = 0,55 и представлен в виде номограмм. Рассмотрено два варианта теплоизоляции — пенополиуретан и стекловолокно, при этом зафиксирована наружная ширина (0,570 м) и глубина (0,54 м), в соответствии со стандартными размерами холодильного шкафа. Выбор определенной конструкции ТК проводится с учетом располагаемой тепловой нагрузки подъемного участка дефлегматора с температурным уровнем 70 °C и выше, при этом варьируемыми параметрами являются: тип тепловой изоляции (стоимость); полезный объем ТК; высота ТК.

Литература

1. Васылив, О. Б. Моделирование тепловых режимов нагревательных камер комбинированных бытовых аппаратов абсорбционного типа / О. Б. Васылив, А. С. Титлов, А. А. Оргиян // Холодил. техника и технология. – 2003.– № 2. – С.13-18.
2. Галимова Л.В. Абсорбционные холодильные машины и тепловые насосы: Учебное пособие для специальности «Техника и физика низких температур»/ Астрахан.гос.тех.ун-т. – Астрахань: Издательство АГТУ, 1997. – 226 с.
3. Титлов А. С. Разработка бытовых холодильных аппаратов с дополнительной нагревательной камерой / А. С. Титлов, О. Б. Васылив, С. В. Вольневич // Современные проблемы холодильной техники и технологии (прил. к журн. «Холодил. техника и технология»). – 2002.– С.85-90.
4. Использование тепловой камеры комбинированного холодильника для обработки пищевых продуктов / В. Ф. Чайковский [и др.]; Одес. технол. ин-т пищ. пром-сти. – Одесса, 1991. – 22 с. – Рус. – Деп. в УкрНИИНТИ 02.07.91, № 949-Ук91.

УДК 621 564.

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

Ткач Сергій аспірант ОНАХТ

Витрати енергії є основною проблемою в житловому секторі України. Понад 60-70% енергії витрачається на опалення, через те у світі тенденція що до зниження використаної енергії будинками. За даними житлового-комунального фонду України, понад 40% будівель побудовані ще в СРСР і не відповідають енергетичним умовам. Понад 0,45–0,67 мВт·год/(м²·рік) витрачається на охолодження та опалення. Розроблення та впровадження nZEB проєктів збільшить енергоефективність України в будівельному секторі. Зараз розвивається житло-комунальний сектор, але будівництво будівель які не відповідають енергетичним умовам ще більше загострює проблему.

Проєкти nZEB і ZEB будівель забезпечать будівельний сектор України забезпечить енергоефективним використанням енергії від мережі, та відновлювальних джерел енергії. Економічна складова є пріоритетною умовою що до зведення nZEB і ZEB будівель, це все ґрунтується на економічній доцільності та інвестиційній привабливості таких проєктів[3].

Постійне зростання цін на енергоносії, підштовхують проєктантів до розробки проєктів nZEB і ZEB будівель[6]. Директива 2010/31/EU (Energy Performance of Buildings Directive), ця директива впливає на будівництво будинків на території Європейського Союзу з 2022 р. тільки з низькою потребою в енергії. Прийняття доктрини веде до тепло модернізації старого житла, а при зведенні нових будинків будуть дотримуватися норм 20-35 кВт · год / (м² · рік). В м. Розенхайм (Німеччина) було проведено дослідження в 2014 році, показало, вікно стандартних розмірів втрачає близько 40 Вт тепла, а в провітрюваному режимі вже 1200 Вт теплової енергії, тобто в 30 разів більше. Підраховано, що в ЄС вентиляційні теплові втрати сягають 370 ТВт·год/рік теплової енергії. А за рахунок рекуперації можна відновлювати близько 80-85% вентиляційних тепловтрат.

	СЕРЕДОВИЩА	
	<i>Селіванов А.П., викладач вищої категорії, Одеський технічний коледж, Тітлов О.С., завідувач кафедри, Одеська національна академія харчових технологій, Одеса</i>	
45	РОЗРОБКА СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ МОРСЬКИХ І РІЧКОВИХ СУДЕН НА БАЗІ АБСОРБЦІЙНИХ ВОДО АМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГРЕГАТИВ З ВТОРИННИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ	141
	<i>Адамаєв Д.Б., аспірант, Тітлов О.С., завідувач кафедри, Одеська національна академія харчових технологій, Одеса</i>	
46	ПОШУК ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДІВ З АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ	142
	<i>Березовська Л.В., аспірантка, Тітлов О.С., завідувач кафедри, Одеська національна академія харчових технологій, Одеса</i>	
47	ВИКОРИСТАННЯ СКИДНОГО ТЕПЛА ПОБУТОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ	145
	<i>Гратій Т.І., аспірантка, Тітлов О.С., завідувач кафедри, Одеська національна академія харчових технологій, Одеса</i>	
48	ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬВ УКРАЇНІ ТА СВІТІ	148
	<i>Ткач Сергій аспірант ОНАХТ</i>	
49	СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ НА ПРИРОДНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГЕНТАХ	151
	<i>Сазанський А.Р., аспірант Хмельнюк М.Г. дтн. проф. ІКХЕ, ОНАХТ</i>	
50	ДО ПИТАННЯ ЗНИЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОГО ІНДЕКСУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА МОРСЬКИХ СУДАХ	153
	<i>Кіценко А.Р., аспірант. ІКХЕ, ОНАХТ</i>	

СЕКЦІЯ №2 –НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНІ ХОЛОДИЛЬНІ І КРІОГЕННІ МАШИНИ

1	ВИЯВЛЕННЯ ТА УСУНЕННЯ ОТРУЙНОЇ ДІЇ ПРОЦЕСУ ВАКУУМУВАННЯ НА ТЕПЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРІОПОСУДУ	155
	<i>Жунь Г.Г., д.т.н., професор, Старіков В.В., Борщ О.С., НТУ “ХПІ”, м. Харків</i>	
2	СХЕМНЕ РІШЕННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ АМІАКУ ВИСОКОЇ ЧИСТОТИ	159
	<i>Морозюк Л.І., д.т.н., професор, Симоненко Ю.М., д.т.н., професор, Костенко Є.В., аспірант, ІХКЕ ОНАХТ, м. Одеса</i>	
3	МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗРІДЖУВАЧІВ ГЕЛІУ	160
	<i>Бондаренко В.Л., д.т.н., професор, Симоненко Ю.М., д.т.н., професор, Чігрін А.О., інженер, ІХКЕ ОНАХТ, м. Одеса</i>	
4	ТЕХНОЛОГІЇ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ВИРОБНИЦТВІ РІДКІСНИХ ГАЗІВ	161
	<i>Бондаренко В.Л., д.т.н., професор, Симоненко Ю.М., д.т.н., професор, Медушевський Є.В., ІХКЕ ОНАХТ, м. Одеса</i>	
5	ДО РОЗРАХУНКІВ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИКЛІВ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ З ДВОМА НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛА	161
	<i>Соколовська-Єфименко В.В., к.т.н., доцент, Грудка Б.Г, к.т.н., ст.викладач, Басов А.М., викладач-стажист, аспірант, ІХКЕ ОНАХТ, м. Одеса</i>	
6	МОДЕЛЮВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПОДАВАННЯ ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕСОРА TAG 2513Z	162
	<i>Кравченко М.Б., д.т.н., професор, Кокул С.В., аспірант, ІХКЕ ОНАХТ, м. Одеса</i>	
7	ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ РОБОТИ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ НА БАЗІ КОМПРЕСОРА TAG 2513Z	165
	<i>Кравченко М.Б., д.т.н., професор, Кокул С.В., аспірант, ІХКЕ ОНАХТ, м. Одеса</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