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 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.

.

НТБ ОНАХТ

©ОНТУ, 2021

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:

Ванєєв 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 кондиціювання 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 кондиціювання 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.

НТБ ОНАХТ

МОРОЗИЛЬНИКИ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВАКЦИН И КЛЕТОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР ОТ -90°С ПРИ +32°С

Мостицкий А.В., Баклан О.В., Литвиненко М.П., Кокул С.В., младший научный сотрудник ООО «НПО « ДНИПРО - МТО »»
Киев, 03164, Украина, office@dnipro-mto.com.ua

1. Введение

Эта статья посвящена исследованию и разработке высокоэффективных морозильных камер небольшого объема на основе одноступенчатого дроссельного цикла Джоуля-Томпсона с использованием газовых смесей в качестве хладагента. В статье представлены критерии выбора качественного состава смесей, результаты расчета количественного состава смесей и результаты экспериментальных исследований дроссельного цикла для различных составов смесей. Гидравлические схемы морозильных камер показаны для диапазонов температур -90 ... -100°С. Рассмотрены их отличия и особенности. Выявлены и изучены ключевые факторы, влияющие на эффективность и надежность работы морозильника. Представлены способы оптимизации воздействия ключевых факторов на разработку промышленных образцов. Приведены основные технические характеристики морозильников новой разработки. Морозильные камеры экономичны, энергоэффективны, экологичны и очень надежны.

2. Определение состава смесевого хладагента.

Определение количественного состава многокомпонентной смеси состояло из теоретического и практического метода.

Для теоретического определения удельной холодопроизводительности цикла на различных составах смеси использовалось программное обеспечение РЕФПРОП [4].

В качестве смесевого хладагента использовались экологически безопасные компоненты, а именно углеводороды (изобутан, пропан, этан, этилен, метан) и инертные газы (аргон, ксенон и азот)

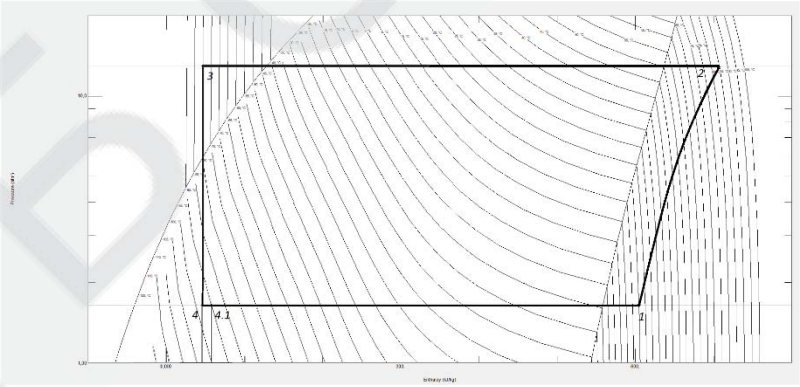

Рис. 1 lgP-h диаграмма с холодильным циклом

Где процессы:

1-2 сжатие в компрессоре;

2-3 конденсация и переохлаждение хладагента;

3-4 расширение хладагента;

4-4.1 удельная холодопроизводительность;

4.1-1 полезный перегрев в теплообменнике.

2.Расчетно – экспериментальные исследования

Морозильники с температурным режимом -90 -100С.

В программе Refprop 9.1 предварительно компонуем смесь углеводородов для морозильников -90°С -100°С.

Смесь 1. По теоретическим расчетам получили большую удельную холодопроизводительность цикла, но при этом давление нагнетания составляет около 3,0 Мпа.

Увеличиваем долю «тяжелых» компонентов.

При смеси 2 по теоретическим расчетам получена достаточно высокая удельная холодопроизводительность цикла при сниженном давлении нагнетания до 2,0 МПа.

На практике при данной смеси получили высокие давления нагнетания, что может привести к высоким температурам компрессора и повышенному выбросу масла в холодильный контур, что, в свою очередь, сказывается на времени выхода на режим, недорекуперации и увеличению КРВ**.

Последующее увеличение доли «тяжелых компонентов» в смеси позволило снизить давление нагнетания менее 1,5 МПа при приемлемой удельной холодопроизводительности цикла. В итоге был выбран компромисс между не высоким давлением нагнетания и удельной холодопроизводительностью и принята за основу смесь 3.

Данная смесь оказалась оптимальной, давление нагнетания не превышает 1,4 МПа, температура компрессора 65°С. При данных давлениях снижается выброс масла в холодильный контур. Время выхода на режим снизилось до1-1,5 часов.

Крв** снизился до 0,3-0,5.

* Время выхода на режим - при достижении температуры -90°С-100°С на контроллере морозильника начало времени работы морозильника в режиме циклирования.

**Коэффициент рабочего времени:

$$\text{к. р. в.} = \frac{t_{\text{выкл4}} - t_{\text{вкл4}}}{t_{\text{выкл5}} - t_{\text{выкл4}}}$$

Необходимо отметить, что использование современного программного оборудования не обеспечивает достаточную точность расчет циклов на принятых составах смесей и требуется проведение экспериментальных исследований.

3. Экспериментальные исследования дроссельного цикла.

Полученные расчетным путем характеристики цикла проверялись и подтверждались на калориметрических стендах, схематическое изображение которых приведены на рисунке №2.1

Калориметрический стенд, для проверки характеристик смеси на -90-100С.

Данные испытаний смесей на калориметрическом стенде для температур -90 -100С занесены в таблицу 1.

Представленная схема морозильников на температуру от -90°С до -100°С без использования маслоотделителей-сепараторов\

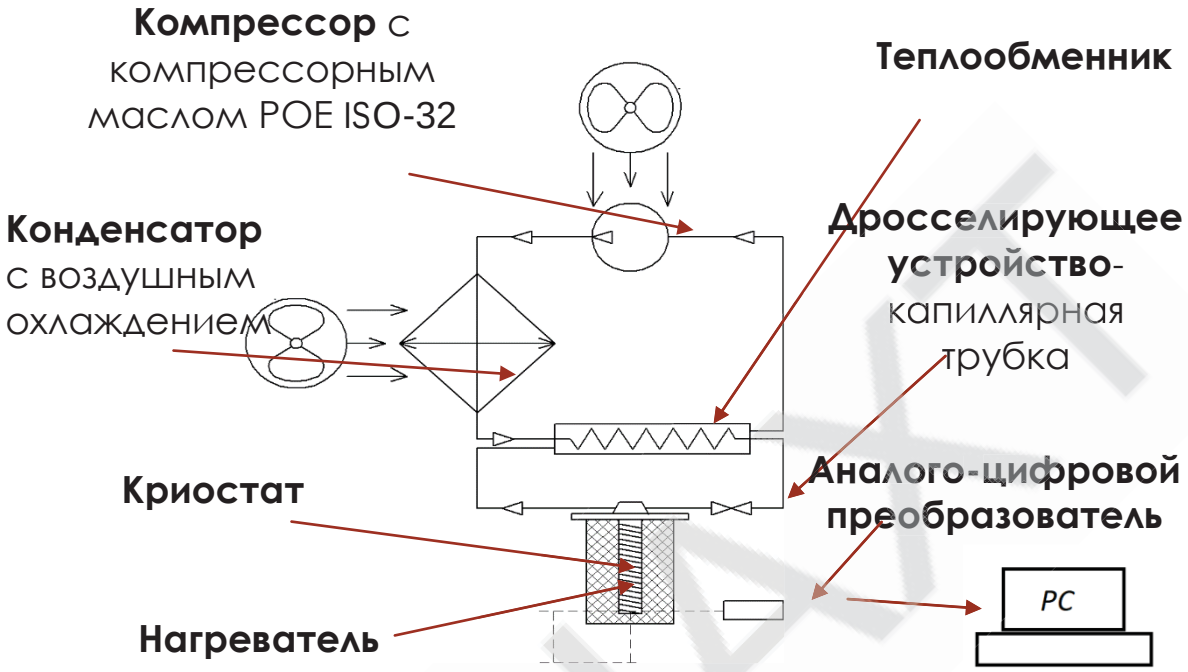

Рис. 2 Калориметрический стенд для морозильников -90-100°C

.

Таблица 1.

Обозначение для многокомпонентного хладагента	Давление всасывания на входе в компрессор, MPa	Давление нагнетания на выходе из компрессора, MPa	Минимальная температура испарителя во время испытания, K	Потребляемая мощность компрессора при минимальной температуре, W
Смесь 1	0,154	2,83	180	860
Смесь 2	0,158	1,62	184	660
Смесь 3	0,170	1,37	183	500

За счет отсутствия маслоотделителя-сепаратора более тяжелая фракция хладагента с маслом, не уходит обратно в компрессор, а циркулирует вместе с хладагентом по холодильной системе. Таким образом состав смеси, полученный расчетным путем, циркулирует в контуре охлаждения
Схема морозильников на температуру -90°C использует углеводородную смесь, в которой масло растворяется в хладагенте и не замасливает холодильный контур, и не замерзает.
Для моделей -90 -100C в ходе исследований при температуре +32°C, была проведена работа по оптимизации длины капилляра холодильного агрегата с учетом снижения давления нагнетания и снижению температуры конца сжатия в компрессоре.
Одновременно за счет установки дополнительного вентилятора в машинном отделении позволило снизить температуру компрессора в нерабочем состоянии холодильного цикла.
В результате выполненных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ были изготовлены опытные образцы низкотемпературных морозильников с регулируемой температурой от -90°C до -100°C.

4. Результаты испытаний прототипов

Технические характеристики морозильников с температурой -90 -100C

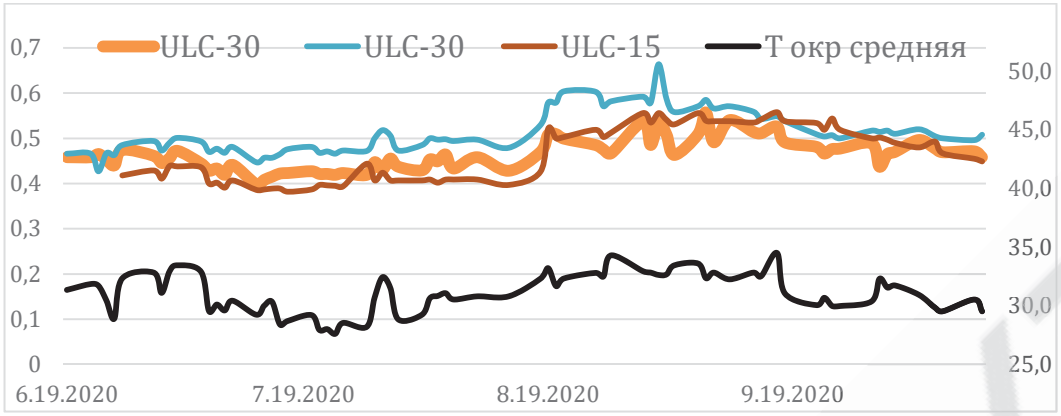

Рис. 3 КРВ Морозильников с рабочей температурой -90 серии ULC 15; ULC-30. КРВ морозильников серии ULC -15, ULC-30 при температуре окружающей среды +32°C.

5. Вывод

Проведены теоретические и практические исследования по выбору многокомпонентных смесей для эффективного использования в морозильных камерах с диапазоном рабочих температур от -90 до -150. Полученная смесь №3 обеспечивает холодопроизводительность для конкретного цикла при рабочей температуре -90 ° С и температуре окружающей среды + 32 ° С.

Список информационных источников:

1.Архаров А. М., Марфенина И. В., Микулин Е.И. Теория и расчет криогенных систем, 1978 г.
2.Мостицкий А., Баклан О., Литвиненко М., Методы усовершенствования портативных криогенных систем до диапазона температур 85 К., 14-я Международная конференция CRYOGENIC 2017 IIR, Дрезден, Германия, 15-19 мая 2017 г
3.Свентославский В.В. Азеотропия и полиазеатропия. Химия, Москва, 1968г.
4,Программа расчетов: Refprop 9.1 NIST Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties

УДК 621.51

ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ СОПЛА АКТИВНОГО ПОТОКУ РІДИННО-ПАРОВОГО СТРУМИННОГО АПАРАТУ

Шарапов С. О., Гусєв Д. М., аспірант, СумДУ, м. Суми, d.husiev@kttf.sumdu.edu.ua

У наш час у різних галузях промисловості й техніки все більш широкого використання набувають технологічні процеси із застосуванням вакууму. Так, у металургії це дугове та індукційне вакуумне плавлення, позапічне вакуумне оброблення та розливання рідкої сталі, вакуумне термічне оброблення, рафінування металів і сплавів у твердому стані, в харчовій промисловості – дезодорація рослинних олій, згущення молока методом випарювання до певного вмісту сухих речовин та ін. Застосування вакууму дає можливість значно покращити якість отриманих кінцевих продуктів за рахунок зменшення у них вмісту шкідливих домішок унаслідок запобігання взаємодії технологічних систем із повітрям і збільшення ступеня повноти протікання процесів, а також відкриває широкі перспективи розроблення нових, більш досконалих

ЗМ ІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ **стор**

1 **ДУАЛЬНЕ НАВЧАННЯ ТА ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНІКА** **10**
Кухаренко В.М., професор, ХНАДУ, Харків

2 **ПРАКТИКА СТУДЕНТІВ У ВІРТУАЛЬНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ КОМПАНІЯХ** **13**
Кухаренко В.М., професор, ХНАДУ, ХарківСословський В.Г., пров.інженер Центру електронного навчання ХНУ ім. В.Н. Каразіна v. Войченко О.П., науковий співробітник Міжнародного навчально-наукового центру інформаційних технологій та систем НАН України та МОН

3 **DEVELOPMENT OF THERMOPRESSOR SYSTEMS FOR AIR INTERCOOLING IN MULTISTAGE COMPRESSORS** **18**
Halina Kobalava, Teacher of Thermal Engineering Department, g.lavamay@gmail.comDmytro Konovalov, D.Sc., Head of Thermal Engineering DepartmentViacheslav Shkvorchenko, StudentAdmiral Makarov National University of ShipbuildingKherson Branch, Ukraine

4 **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ ПОВІТРЯ В СИСТЕМАХ КОМФОРТНОГО КОНДИЦІЮВАННЯ** **20**
Жихарєва Н.В., к.т.н ., доц. Одеський національний технологічний університет

СЕКЦІЯ №1–ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ ТА КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ

1 **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ТЕПЛОВОЇ ПОМПИ SPLIT-КОНДИЦІОНЕРА** **26**
Лабай В.Й., д.т.н., Ярослав В.Ю., ст. викл., Генсецький М.П., к.т.н., НУЛП, м. Львів,

2 **ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ТЕЛА В ТРИГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВКАХ НА ОЦР** **29**
Овсянник А. В., к.т.н., доцент, ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель,
Ключинский В. П., аспирант, ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель,

3 **СИСТЕМЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕПЛА С ТЕПЛОВЫМИ ТРУБАМИ И ТЕРМОСИФОНАМИ** **32**
Васильев Л.Л., д.т.н., профессор, Журавлёв А.С., к.т.н., Рабецкий М.И., к.т.н., Гракович Л.П., , к.т.н., Драгун Л.А., ИТМО НАН имени А.В. Лыкова Беларуси, г. Минск,

4 **АВТОНОМНА СИСТЕМАОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЗА РАХУНОК УТИЛІЗАЦІЇ НАДЛИШКОВОГО ТЕПЛА** **35**
Зур'ян О.В.[1], науковий співробітник, Ніколаєвська Н.В.[1], науковий співробітник
[1]Інститут відновлюваної енергетики НАН України, вул. Гната Хоткевича 20-а, м. Київ,

5 **УДОСКОНАЛЕНА АГНКС З ГАЗОГІДРАТНИМ АКУМУЛЯТОРОМ** **39**
В.В. Клименко, проф., д-р. техн. наук., М.В. Босий, викл., С.М. Якименко, доц, к.ф.-мат наук, ЦНТУ, м. Кропивницький

6 **МОРОЗИЛЬНИКИ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВАКЦИН И КЛЕТОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР ОТ -90°С ПРИ +32°С** **41**
Мостицкий А.В., Баклан О.В., Литвиненко М.П., Кокул С.В., младший научный сотрудник ООО «НПО « ДНИПРО - МТО »» Киев, 03164, Украина,

7 **ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ СОПЛА АКТИВНОГО ПОТОКУ РІДИННО-ПАРОВОГО СТРУМИННОГО АПАРАТУ** **44**
Шарапов С. О., Гусєв Д. М., аспірант, СумДУ, м. Суми

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

НТБ ОНАХТ