



**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.

Желізний 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 ОЗОНУЙНУЮЧИХ 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, профессор 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 BOCK/Генеральный директор ООО «Еврокул

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ № 1. ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ. КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ. ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ		стр.
1.	EFFICIENCY OF REFRIGERATING EJECTOR SYSTEMS FOR CONDENSATION OF LIQUID HYDROCARBONS OF OIL PRODUCTS I. D. Butovskyi, V. E. Kogut	11
2.	MATHEMATICAL MODEL OF VAPOUR CONDENSATION IN THE CONTACT HEAT EXCHANGER I. D. Butovskyi	14
3.	ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ШТУЧНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ОБОРОТНОЇ ВОДИ У СОДОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ Цейтлін М.А., Райко В.Ф.	15
4.	ВПЛИВ РІЗНИЦІ ТЕМПЕРАТУР МІЖ ВНУТРІШНІМ І ПРИПЛИВНИМ ПОВІТР'ЯМ НА ЕКСЕРГЕТИЧНИЙ ККД СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТР'Я ОПЕРАЦІЙНИХ ЧИСТИХ КІМНАТ Гарасим Д.І., Лабай В.Й.	18
5.	ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТР'ЯНОГО СЕРЕДОВИЩА В ОБ'ЄМІ ХОЛОДИЛЬНИХ КАМЕР ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ОВОЧІВ Кудрін О.Б., Данько В.П.	20
6.	РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ПРИНЦИПОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИХ ВОДООХОЛОДЖУВАЧІВ ВИПАРНОГО ТИПУ Дорошенко А.В., Цапушел А.М., Іванова Л.В.	22
7.	АНАЛІЗ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОЗОНАЛЬНИХ VRF СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТР'Я Піщанська Н.О., Подмазко І.О.	25
8.	ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМАХ ТЕРМОСТАТУВАННЯ ДЛЯ ЖОРСТКИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ А. В. Лоза, Ю. А. Єланський, В. Н. Покатаєв	28
9.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВИЗОРА В ДИАГНОСТИКЕ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ Жук Н.П.	29
10.	ТРАНСПОРТНИЙ РЕФРИЖЕРАТОР НА БАЗІ АВТОМОБІЛЮ ГАЗЕЛЬ ГАЗ-3302 Коломієць О.В., Сухий К.М.	32
11.	ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ І ЕКОЛОГІЯ Зацеркляний М.М., Столевич Т.Б.	34
12.	АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ПОБУТОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ, НАПІВФАБРИКАТІВ І СИРОВИНИ Приймак В.Г.	36
13.	РОЗРОБКА СИСТЕМ ОТРИМАННЯ ВОДИ З АТМОСФЕРНОГО ПОВІТР'Я Озолін М.Є., Осадчук Є.О., Мазуренко С.Ю.	37
14.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАКЕТІВ ТРУБ З НАХИЛЕНИМИ ПОПЕРЕЧНИМИ РЕБРАМИ Князюк В.І., Лагутін А.Ю., Стоянов П.Ф., Гоголь М.І.	39
15.	ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОПАНА В БЫТОВОМ КОНДИЦИОНИРОВАНИИ Жук Н.П.	42
16.	ВИМОГИ ДО КЛІМАТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТИПОВИХ БІОЛАБОРАТОРІЙ ТА БІОФАБРИК, ЩО ЗДІЙСНЮЮТЬ ВИРОБНИЦТВО ЕНТОМОФАГІВ Піщанська Н.О., Бельченко В.М.	44
17.	АНАЛІЗ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОЛОГІСНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СИСТЕМИ ЗАБЕСПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ ЕНТОМОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА Піщанська Н.О., Подмазко І.О.	45
18.	ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РОБОТИ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НА РІЗНИХ РОБОЧИХ РЕЧОВИНАХ Подмазко О.С., Подмазко І.О.	46
19.	РЕФІТ (РЕТРОФІТ) ХОЛОДИЛЬНИХ АГЕНТІВ, ТА ЙОГО НЕОБХІДНІСТЬ У ФРЕОНОВИХ ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ Подмазко О.С.	48
20.	ТРИВИМІРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНОГО ТЕПЛООБМІНУ В ЕЛЕМЕНТАХ АКУМУЛЯТОРІВ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ Р.В. Грищенко, А.В. Форсюк, Я.І. Засядько, О.Ю. Пилипенко, Р.І. Колодзінський	50

РОЗРОБКА СИСТЕМ ОТРИМАННЯ ВОДИ З АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Озолін М.Є., Осадчук Є.О., Мазуренко С.Ю., ОНАХТ, м. Одеса lintekor@gmail.com

Загальновідомо, що найціннішим ресурсом на планеті найближчим часом стане вода, а боротьба за водні ресурси в світі є одним з факторів в сучасних збройних конфліктах і, ця тенденція буде тільки рости в досяжному майбутньому. Для сприяння у вирішенні цієї проблеми, у грудні 2003 року Генеральна Асамблея Організації Об'єднаних Націй оголосила 2005-2015 роки Міжнародним десятиріччям дій «Вода для життя».

Близько 70 відсотків поверхні земної кулі покрито водою, проте на 97,5 відсотка вона складається з солоної води. Решта 2,5 відсотка припадають на прісну воду, майже дві третини якої знаходиться в замороженому стані в льодовикових шапках. Між тим, основна частина прісної води знаходиться в 1 кілометровому шарі атмосфери. Її сумарний обсяг становить не менше 1000,000,000,000,000 літрів. За даними роботи середня абсолютна вологість поблизу земної поверхні становить 11 г / м^3 , а в тропічних регіонах вона доходить до 25 г/м^3 і вище. Велика кількість країн тропічного поясу страждає від відсутності прісної води, хоча її зміст в атмосфері досить значно. Наприклад, в Джібуті протягом усього року практично не буває дощів, але абсолютна вологість становить 18-24 г/м^3 . Кількість води, проносяться над кожним квадратом в 10 км^2 Аравійської пустелі або Сахари, одно за обсягом озера площею 1 км^2 і глибиною 50 м.

Тому одним з найважливіших завдань є розвиток технологій дозволяють витягати воду з повітря, причому безпосередньо на місці, де вона необхідна.

З давніх часів прісну воду, в дуже обмежених кількостях, отримували шляхом збору сконденсованих крапель з повітря в результаті природного добового радіаційного охолодження земної поверхні (охолодження в нічний час пористих каменів з утворенням роси). Наприклад, в Нуакшоті (Мавританія) середня місячна температура в травні-жовтні становить 27-30 °С, відносна вологість 60-80 %. Це означає, що в кожному кубічному метрі повітря міститься 20-24 г води. При зниженні температури на 10-15 °С з кожного кубічного метра можна виділити 10-14 г води. В Ізраїлі, наприклад, 190-200 ночей характеризуються вигідними умовами для отримання прісної води з атмосферного повітря (в Ашдот, Тель-Авіві дуже часто влітку буває 100 % вологість повітря). Для підвищення ефективності процесу конденсації пари води в цих умовах використовують інтенсифікують елементи - холодоакумулятори (щобінь), теплові труби, що забезпечують передачу тепла на значні відстані і систему сорбентів, що працюють в циклічному режимі «зарядки-розрядки».

Найбільші перспективи мають методи, пов'язані з роботою автономних генераторів штучного холоду – холодильних машин, які гарантовано забезпечують температуру нижче температури точки роси. Відомо, що для отримання 1 літра води потрібно затратити близько 1 кВт·год електроенергії, а в середньому з потоку повітря 1 кг/с виділити $\sim 10 \text{ г / с}$ води. При холодильному коефіцієнті компресійної холодильної машини, рівному 3, на виробництво 1 літра води буде витрачається енергія порядку $\sim 0,33 \text{ кВт·год}$.

В даний час, основний обсяг ринку обладнання по виділенню води з повітря припадає на системи, що мають у своєму складі компресійну холодильну установку з електричним приводом. Разом з тим застосування компресійних установок перспективно тільки для продуктивності до 3-4 літрів води на годину. При більш високій продуктивності відбувається суттєве зростання габаритів установок.

Необхідною умовою роботи компресійної холодильної машини є наявність електричної енергії. У теж час переважна кількість країн, що зазнають дефіцит води, обмежені і в енергоресурсах. Чи не єдиним доступним джерелом енергії у них є сонце.

Таким чином проблема отримання води з атмосферного повітря - актуальна наукова та практична задача, яка до цього часу не знайшла свого рішення, а більшість технічних пропозицій залишаються на рівні патентів.

Тому, як найбільш перспективного напрямку нами вибрано використання модернізованих абсорбційних холодильних машин (АХМ), що працюють від джерела нізкопотенціального тепла - сонячної енергії. Одним з перспективних напрямків є можливість використання існуючої інфраструктури сонячних нагрівачів води, сумарний обсяг площ колекторів яких у світі більше 110 млн.м².

Аналіз режимних характеристик АХМ показав, що основні проблеми, які треба вирішити при їх використанні в системах отримання води наступні: по-перше, розробити конструкції АХМ з повітряним охолодженням теплорозсіюючих елементів, а по-друге, запропонувати цикл, який можна було б реалізувати в умовах тропічних температур зовнішнього повітря і рівні температур традиційних водяних сонячних колекторів (80-100 °С).

У таких умовах найбільші перспективи мають абсорбційні водоаміачних холодильних машин (АВХМ), які дозволяють провести необхідну модифікацію циклу.

У зв'язку з вибором АВХМ необхідно відзначити, що в останні роки у зв'язку з несприятливим техногенним впливом на навколишнє середовище систем холодної техніки все більша увага приділяється природним холодильним агентам. Останні документи вже чітко регламентують застосування конкретних природних холодильних агентів для різних типів холодильних машин: для побутових і торгових холодильників - пропан; для середніх холодильників - вуглекислота; для великих систем - аміак.

АВХМ на відміну від аналогів - бромістолітєвих абсорбційних холодильних машин і пароежекторних водяних холодильних машин, холодильним агентом в яких є вода, мають більш широку сферу застосування, зокрема, в області негативних температур до мінус 50 °С. Для їх роботи можна використовувати самі різні джерела теплової енергії: технологічний пар, гарячу воду, гази печей, вихлопні гази двигунів внутрішнього згорання. АВХМ крім завдань кондиціонування повітря можуть бути використані і в холодильниках при тривалому зберіганні заморожених продуктів і сільськогосподарської сировини.

Особливий інтерес представляють АВХМ працюють на поновлюваних джерелах енергії, зокрема, на енергії сонячного випромінювання. Такий інтерес пов'язаний з можливістю цілорічного використання сонячних колекторів, що знаходять в даний час широке застосування в системах опалення та гарячого водопостачання. Передбачається, що при надлишку сонячної енергії в теплий період року частина її можна направляти на генератор АВХМ для виробництва штучного холоду. Отриманий холод можна використовувати як в системах кондиціонування, так і в холодильниках.

Цикли АВХМ реалізовані в насосній і безнасосної схемою. Насосні схеми мають більш високу енергетичну ефективність, але мають у своєму складі циркуляційний насос і не автономні. Безнасосні схеми автономні, але недостатньо ефективні.

На підставі наведеного вище аналізу різних холодильних систем абсорбційного типу та результатів аналізу енергетичних характеристик циклів АВХМ, а також з урахуванням простоти конструкції і способу реалізації для подальшої розробки був обраний варіант традиційної АВХМ з теплообмінником розчинів і з бустер-компресором на магістралі подачі пари аміаку в конденсатор ,

Був проведений аналіз енергетичної ефективності циклів АВХМ з підтискає бустер-компресором перед конденсатором.

Інтерес представляв своєрідний «модифікований холодильний коефіцієнт» циклу АВХМ, який являє собою відношення корисного ефекту (штучного холоду) до витраченої в циркуляційному насосі і бустер-компресорі електричної потужності. З урахуванням того, що тепла енергія гріє джерела надходить від неелектричного джерела, вона не враховується при аналізі.

Було показано, що з підвищенням температури гріє джерела від 80 °С до 100 °С ефектність АВХМ зростає майже в 2 рази.