

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ІМ. В. С. МАРТИНОВСЬКОГО



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**ЗА МАТЕРІАЛАМИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦІЇ**

МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ

**«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ
ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ»**

27-28 листопада 2020 року



Одеса - 2020

УДК 621.56/59(03)

ББК 31.3

К-14

**Збірник докладів підготовлений під редакцією
доктора технічних наук, професора Хмельнюка М.Г Науковий секретар - к.т.н.доц.
Жихарєва Н.В.**

За достовірність інформації відповідає автор публікації

Збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської науковотехнічної онлайн-конференції молодих учених та студентів «**Сучасні проблеми холодильної техніки і технології**» 27-28 листопада 2020 року. – Одеса : ТЕС., 2020. – 175 с.

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень студентів, магістрів та аспірантів різних університетів і академій України.

Розглянуто наступні напрямки досліджень: холодильні машини і установки; теплообмінні апарати і процеси тепло масообміну; робочі речовини холодильних машин; системи кондиціонування повітря; Компресори та пневмоагрегати; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки;холодильна технології; кріогенна техніка; інформаційні технології в холодильній техніці

©Одеська національна академія харчових технологій,2020

© Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В. С. Мартиновського

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

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;

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

Морозюк Л.І. - д-р техн. наук, 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-р техн. наук, професор;

Симоненко Ю.М. - зав. кафедрою кріогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор

Організаційний комітет:

Голова – д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.;

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

Члени оргкомітету - к.т.н. доц. Зімін О.В., к.т.н.доц. Когут В.О., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н.доц. Желіба Ю.О., к.т.н. Трандафілов В.В., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н.доц. Подмазко О.С.

Тематичні напрями:

- холодильні машини і установки
- теплообмінні апарати і процеси тепломасообміну
- робочі речовини холодильних машин
- системи кондиціонування повітря
- компресори та пневмоагрегати
- енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки
- холодильна технологія
- кріогенна техніка
- інформаційні технології в холодильній техніці

РОЗРОБКА АВТОНОМНИХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕННЯ НА БАЗИ ПОНОВЛЮВАНИХ І НЕПРИДАТНИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Алімкешова А.Х.1, Джамашева Р.А.1, Цой О.П.1, канд. техн. наук, професорд-р техн. наук, професор Титлов А.С.²

1 – Алматинський технологічний університет

2 – Одеська національна академія харчових технологій

Незважаючи на високі темпи індустріалізації і електрифікації в сучасному світі, в багатьох країнах є значна кількість територій, де або відсутні джерела електропостачання, або їх якість незадовільно.

Одним з таких прикладів є фермерські та селянські господарства, які знаходяться в місцях заготівлі та первинної обробки продукції тваринного і рослинного походження.

Особливо гостро стоять проблеми якісного забезпечення первинної холодильної обробки м'ясних і молочних продуктів відповідно до технологічних вимог.

І, якщо в регіонах з холодним кліматом можна ще використовувати відомі здавна технології застосування водного льоду, то в країнах з помірним і тропічним кліматом потрібно застосовувати тільки штучне охолодження.

З усього спектра сучасного холодильного обладнання для вирішення задач автономного штучного охолодження найбільш ефективними, з енергетичної точки зору, є парокompресійні холодильні машини (ПКХМ), що працюють від дизель-генераторів або сонячних батарей, а також тепловикористовуючі абсорбція холодильні машини, джерелом теплової енергії для яких служать потоки нагрітих газів і рідин.

Як показав порівняльний аналіз, для умов роботи в автономному режимі можна використовувати тільки водоаміачних абсорбція холодильні машини (АВХМ). На відміну від бромістолітєвих аналогів вони не вимагають обов'язкового рідинного охолодження теплорасеиваючих елементів (конденсатора, дефлегматора, абсорбера) і значно дешевше при виготовленні через доступність конструкційних матеріалів (вуглецевих сталей).

При цьому якщо враховувати весь ланцюжок виробництва електричної енергії на теплових станціях, то АВХМ енергетичної ефективності стають порівнянні з ПКХМ.

При розробці нової автономної техніки необхідно пам'ятати, що дефіцит і висока вартість органічних паливних ресурсів, особливо відчутні в даний час в світі, а також робити запеклими екологічні вимоги щодо зниження потенціалу глобального потепління на планеті ставлять як ніколи раніше актуальне завдання зниження споживання палива в енергетичних, холодильних і енерготехнологічних установках.

У зв'язку з цим актуальною стає завдання пошуку шляхів підвищення енергетичної ефективності і автономних систем охолодження, як на базі ПКХМ, так і на базі АВХМ.

Найбільш раціональним буде комплексний підхід, коли розглядаються і зовнішній (особливості роботи в умовах, що змінюються протягом доби та пори року умовах тепловідведення в навколишнє середовище) і внутрішній фактор (вдосконалення термодинамічних циклів і схем).

Об'єкт, мета та завдання дослідження

Об'єкт дослідження - системи охолодження на базі ПКХМ і АВХМ.

Мета дослідження - розробити схеми і конструкції автономних систем охолодження на базі ПКХМ і АВХМ з використанням альтернативних і поновлюваних джерел енергії та визначити енергетичні ефективні режими їх роботи при різних умовах тепловідведення в різний час доби і року.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

1. Розробити методику моделювання режимів АВХМ і провести аналітичні дослідження в широкому діапазоні робочих термодинамічних параметрів.
2. Розробити перспективні схеми автономних систем охолодження на базі ПКХМ і АВХМ з використанням альтернативних і поновлюваних джерел енергії, в тому числі і з використанням технології «ефекту нічного випромінювання».

Останнім часом, у зв'язку з вимогою енергоефективності та скороченням часу використання синтетичних холодильних агентів (фреонів) холодильних систем, спостерігається стабільний інтерес до пасивних способів охолодження. Одним з таких способів є охолодження за рахунок радіаційного випромінювання в космічний простір.

Будь-яка поверхня, звернена до нічного неба, при певних умовах може випромінювати більше теплової енергії, ніж отримувати назад від навколишнього середовища.

Даний ефект носить назву «ефекту нічного випромінювання» (ЕНВ) і за рахунок нього можна підтримувати температуру теплоносія нижче температури навколишнього повітря.

Використання ЕНВ в значній мірі визначається особливостями клімату того чи іншого регіону. У певних кліматичних умовах холодильні системи, що використовують радіаційне випромінювання, будуть працювати більш ефективно, ніж в інших.

Цикли АВХМ реалізуються в насосної і безнасосної схемою. Насосні схеми мають більш високу енергетичну ефективність, але мають в своєму складі циркуляційний насос і не автономні. Безнасосної схеми автономні, але недостатньо ефективні. Робоче тіло насосних АВХМ - водоаміачних розчин (ВАР), безнасосної - ВАР з добавкою інертного газу (водню).

Однією з особливостей АВХМ є взаємозалежність температур в характерних процесах циклу - температури гріючого середовища, температури охолоджуючої середовища, температури об'єкта охолодження. З трьох температур доволно можуть бути задані тільки дві.

Як показує практика, робота холодильної установки повинна забезпечувати заданий рівень охолодження, а сама установка працювати у відповідних кліматичних умовах, тобто при заданій температурі охолоджуючої середовища. Тому, реальним параметром, який може змінюватися є тільки температура гріє джерела.

Для роботи з низько потенційного джерелами теплової енергії розроблено алгоритм розрахунку циклів АВХМ насосного типу.

При проведенні варіантних і оптимізаційних розрахунків циклів АВХМ була розроблена підсистема бібліотечних функцій термодинамічних і теплофізичних властивостей чистого аміаку і ВАР, заснована на використанні стандартних функцій апроксимації (лінійної або сплайнової) системи MathCAD.

Висновки

1. Показані енергетичні перспективи використання технології ЕНВ для автономних систем охолодження переважно в сільських і селянських господарствах.

1. Розроблено оригінальний алгоритм пошуку мінімально необхідної температури гріючого середовища в залежності від температур об'єкта охолодження і охолоджуючої середовища реальної АВХМ. Наведено графічні залежності для широкого діапазону температур експлуатації (температура навколишнього середовища - 17...47 °С, температура об'єкта охолодження - мінус 30 ... 15 °С).

2. При реалізації традиційних циклів АВХМ є режими з максимальною енергетичною ефективністю в практичних діапазонах температур охолоджуючої середовища (від 10 до 32 °С) і об'єктів охолодження (від мінус 25 до мінус 5 °С). Для досягнення таких оптимальних режимів необхідно відповідна комбінація складу міцного ВАР і температури що гріє джерела.

4. Робота насосної схеми АВХМ в області низьких температур, що гріє джерела (від 90 до 120 °С) передбачає наявність циркуляційного насоса з настановної потужністю на 2-3 порядки перевищує потужність насоса, що працює в схемі в діапазоні температур гріє джерела від 120 до 160 °С.

5. Виконано розрахунок циклів ПКХМ в умовах роботи автономних систем охолодження (температура атмосферного повітря змінюється в діапазоні 10...40 °С). Показані значні переваги при роботі ПКХМ при низьких температурах атмосферного повітря. Як робоче тіло для цих умов рекомендований аміак (R717), з максимальною енергетичною ефективністю холодильного циклу серед розглянутих аналогів (R134a; R22; R600 (ізобутан); R744 (CO₂)).

6. Розроблено оригінальні схеми автономних систем охолодження молока на базі ПКХМ і АВХМ з використанням технології ЕНВ.

УДК 662.997

РОЗРОБКА І ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОМБІНОВАНИМ ВИКОРИСТАННЯМ ТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Балаєвич О.О., магістр, Тітлов О.С., д-р техн. наук, професор ОНАХТ, Одеса, [t](#)

Паропоглинаюча холодильна система є найкращою альтернативою паровій компресійній холодильній системі, яка вимагає багато електроенергії та створює проблему, а саме руйнування озонового шару. Абсорбційна холодильна система має менші експлуатаційні витрати оскільки зовнішня робота не потрібна, як при стисненні пари холодильною системою. Крім того, абсорбційна холодильна система має менший негативний вплив на озоновий шар, оскільки холодоагент СFC – не використовується. Незважаючи на переваги абсорбційної холодильної системи, вона не використовується в комерційних цілях через низьку продуктивність і тому потребує вдосконалення.

У літературі було проведено ряд досліджень для поліпшення ефективності системи поглинання холодильної камери прямо чи опосередковано. Випарник, абсорбер, розчинний теплообмінник, генератор та конденсатор розглядаються як теплообмінники.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПУ ЛЕ ШАТЕЛЬЄ-БРАУНА ПІД ЧАС МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООБМІНУ В УСТАНОВКАХ АКУМУЛЮВАННЯ ХОЛОДУ

Р.В.Грищенко, асистент, С.М.Василенко, завідувач кафедри ТЕХТ, Національний університет харчових технологій, м.Київ.....78

ВЕРИФІКАЦІЯ ANSYS CFX-КОДУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООБМІНУ ПІД ЧАС ТАНЕННЯ ЛЬОДУ В ЗАМКНЕНІЙ ПОРОЖНИНІ

Грищенко Р.В., асистент, Форсюк А.В., професор кафедри ТЕХТ, Національний університет харчових технологій, м.Київ.....80

МОДЕРНІЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНОЇ КАМЕРИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ З РЕТРОФІТУ.

Дудко А.Н.,аспірант, Ершов В.О., аспірант, Козут В.О., к.т.н., доцент, Жихарева Н.В., к.т.н., доцент., ОНАХТ Одеса..... 83.

MATHEMATICAL ASPECTS OF SYSTEM AIR CONDITIONING, CREATING DECORATIVE FOUNTAINS FOR COOLING AIR

Zhykharieva N. s.t.f., ass. Prof, ONAFT,. Kogut V. s.t.f., ass. Prof., ONAFT, Krushelnyskkyi D., graduate student ONAFT, student ONAFT Dragnev M..... 85

THE SEARCH OF ENERGY-EFFICIENT OPERATION MODE OF AMMONIA-WATER ABSORPTION REFRIGERATION MACHINES

Osadchuk E.A.,assistant, Kirilov V.Kh., prof.,Titlov A.S. prof. ONAFT..... 88

DESIGN OF PERIODIC OPERATION AMMONIA-WATER ABSORPTION REFRIGERATION UNITS IN ATMOSPHERIC WATER GENERATION SYSTEMS

Ozolin N.E., Titlov A.S., Kravchenko V.V., prof.,Titlov A.S. prof. ONAFT,..... 91

РОЗРОБКА АВТОНОМНИХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕННЯ НА БАЗИ ПОНОВЛЮВАНИХ І НЕПРИДАТНИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Алімкешова А.Х.І, Джамашева Р.А.І, Цой О.П.І, канд. техн. наук, професор д-р техн. наук, професор Титлов А.С.²1 – Алматинський технологічний університет 2 – Одеська національна академія харчових технологі..... 95

РОЗРОБКА І ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОМБІНОВАНИМ ВИКОРИСТАННЯМ ТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Балаєвич О.О., магістр, Тітлов О.С., д-р техн. наук, професор ОНАХТ.....97

РОЗРОБКА ПРИНЦИПІВ УПРАВЛІННЯ ХОЛОДИЛЬНИМИ АПАРАТАМИ АБСОРБЦІЙНОГО ТИПУ

Березовська Л.В., аспірант, Тітлов О.С., д-р техн. наук, професор, Тітлова О.О., канд. техн. наук, доцент, ОНАХТ..... 101

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ТЕПЛОАВАНТАЖЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОМБІНОВАНИМ ВИКОРИСТАННЯМ ТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Білецький А.М., магістр, Тітлов О.С., д-р техн. наук, професор ОНАХТ..... 102

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ІМ. В. С. МАРТИНОВСЬКОГО

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ЗА МАТЕРІАЛАМИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦІЇ

МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ

«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ»

27-28 листопада 2020 року

©Одеська національна академія харчових технологій
© Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В. С. Мартиновського