

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 кондиціювання 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. Яковлєва 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

Зниження експлуатаційних витрат досягається впровадженням дозованої подачі води. Визначено параметри часового циклу роботи зволожувача та циклічність роботи водяного насосу, час дозування водою зрошуваної насадки. Визначені параметри часового циклу роботи зволожувача I...IV в дискретному режимі, які в продовж одного часу повинні працювати за часом подачі води $t_{вкл} = 6 \div 7$ хв. Із подальшим періодом випаровування вологи без зрошування поверхні зволожувача $t_{выкл}$, при співвідношенні $t_{вкл}/t_{выкл} = 1/8$.

Проаналізовано, що поверхні із високою ступеню використання конструктивної поверхні, а саме із дрібноячеюватою структурою, в зволожувачах припливного повітря СКП, які працюють в дискретному режимі із зрошуванням водою, забезпечують високу інтенсивність процесу при невеликих показниках питомої витрати енергії.

Літературні джерела:

1. Белова Е.М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях. — М.: Евроклимат, 2006. — 640 с.: ил. — (Библиотека климатехника).
2. Белова Е.М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях. — М.: Евроклимат, 2006. — 640 с.: ил. — (Библиотека климатехника).
3. Липа А.И. Основы теории и современные технологии обработки воздуха. — Одесса 2003: ОГАХ, 175 с.

Науковий керівник: Піщанська Н.О., к.т.н., доцент кафедри холодильних установок і кондиціювання повітря ОНАХТ

УДК 621.565.92:628.165

ЗАСТОСУВАННЯ ВИМОРОЖУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОПРІСНЕННЯ ВОДИ

*Проць Б.М., аспірант, Вовченко А.І., аспірант, Василів О.Б., к.т.н., доцент,
Дорошенко В.М., д.т.н., професор, ОНАХТ, Одеса*

Зростаючі потреби населення у воді та зменшення існуючих запасів води посилюють дефіцит води у більшості регіонів світу. Україна належить до держав з недостатнім забезпеченням водними ресурсами і є однією з найменш водозабезпечених країн Європи. Водні об'єкти України вкривають 24,2 тис.кв.км, що становить лише 4,0% від її загальної території. Питома забезпеченість річковим стоком в Україні — близько 1000 м³ на особу в рік, що нижче в 2,5 рази ніж в Німеччині та Швеції, в 3,5 рази ніж у Франції та у 5 разів ніж в Англії [1]. Також одним із джерел прісної води є підземні води. Забезпеченість прогнозними ресурсами питних підземних вод населення України по регіонах знаходиться в межах 0,3-5,5 тис. м³/добу, а в середньому — 1,3 тис. м³/добу на одну особу. Розподілені прогнозні ресурси підземних вод по регіонах нерівномірно. За даними Державної служби геології та надр України пере-

важаюча частина прогнозних ресурсів зосереджена у північних та західних областях України, ресурси південного регіону обмежені.

Серед варіантів поліпшення водопостачання найбільшого розповсюдження набувають технології опріснення морської та соленої води.

Загальна потужність установок у світі для опріснення досягла у 2019 році 107 млн. м³/добу [2]. Установки раннього опріснення переважно застосовували теплові технології. Наприклад, до 1980-х років 84% усієї опрісненої води у світі вироблялося за допомогою двох основних теплових технологій (MSF – багатостадійного миттєвого випарювання, MED – багатоступеневої дистиляції). На сьогодні ж за допомогою зворотного осмосу отримують 69% виробленої опрісненої води.

В залежності від солоності вихідної води економічна ефективність технологій знесолення різна. Так, термічні методи опріснення використовуються майже виключно для високосолених типів вод.

Серед перспективних технологій опріснення – метод заморожування. Володіє низьким енергоспоживанням за рахунок низької теплоти фазового переходу, що становить ~335,5 кДж/кг, на відміну від випарювання 2256,7 кДж/кг. Метод заморожування дружній до довкілля, оскільки не відбувається скидання токсичних речовин. Через низьку робочу температуру знижується інтенсивність корозійних процесів, відсутність накипу, що дозволяє використовувати недорогі матеріали та призводить до зниження собівартості установки.

Опріснення морської води методом заморожування може бути прямим або непрямым залежно від способу контакту між холодоагентом і морською водою. Під час прямого заморожування холодоагент безпосередньо змішують з морською водою, і зазвичай метод суспензійної кристалізації використовують для утворення завислих кристалів льоду в ємності. Під час непрямого заморожування холодоагент обмінюється теплом з морською водою через зовнішню стінку кристалізатора; зазвичай переважно застосовується непряме прогресивне контактне заморожування (IPCF), на зовнішній стінці крижаної поверхні утворюється шар льоду, який потім зішкрібається скребком. Вода отримана методом суспензійної кристалізації, як правило містить більше 0,5% солі, оскільки частина соленої води вмерзає у лід і її складно відділити. Також безпосередній контакт холодоагенту і морської води призводить до забруднення прісної води холодоагентом [3].

Метод непрямого заморожування має наступні недоліки, які перешкоджають його широкому застосуванню:

- Низька швидкість знесолення, так як коефіцієнт розділення за один цикл не перевищує 50%. Для видалення розсолу, що міститься у льоді, використовують воду для промивання льоду, яка може становити більше 50% від ваги льоду [3].

- Високі затрати на промивання та низька інтенсивність процесу призводять до того, що фактична загальна вартість вища ніж для зворотного осмосу. Середня вартість опріснення зворотним осмосом становить близько 0,66 \$/м³, а вартість опріснення заморожуванням становить 0,93 \$/м³ [4].

Актуальною задачею удосконалення низькотемпературних опріснювальних установок є зменшення експлуатаційних витрат та використання методів, які не потребують промивання прісною водою. Досягають цього удосконаленням окремо процесів кристалізації води із сольового розчину, сепарування чи плавлення отриманого льоду, так і шляхом створення комбінованих установок.

В роботі [3] пропонується метод динамічного виготовлення (отримання) льоду з переохолодженої води (SWDIM). За рахунок проведення процесу з меншою величиною переохолодження та формування дрібних кристалів льоду у результаті штучного порушення метастабільного стану переохолодженої води теоретичне споживання енергії методом заморожування SWDIM становить лише 58% від споживання IPCF. Для опріснення морської води методом заморожування SWDIM теоретичне споживання енергії для отримання прісної води з вмістом солі 0,5% становить 6,65 кВт·год з використанням гравітаційної фільтраційної сепарації. Для отримання прісної води із вмістом солі 0,05% використовується відцентрова дегідратаційна сепарація, теоретичні витрати енергії становлять $6,65 + 6,64 = 13,29$ кВт·год. Де 6,65 кВт·год - енергоспоживання відцентрового дегідратора протягом 8 хв.

Запропонована на кафедрі теплохолодотехніки ОНАХТ установка для опріснення високомінералізованих природних і стічних вод та концентрування розчинів шляхом виморожування [5] передбачає формування шару льоду на кристалізаторі, що виконаний у формі трубки Фільда, всередині якої циркулює проміжний холодноносій. Використання такої конструкції обумовлено необхідністю збереження пористої структури льоду, що формується в процесі виморожування, для подальшого очищення шляхом сепарування або промивання у промивних колонах. Через наявність перепаду температур між фронтом кристалізації і розчином в процесі опріснення відбувається часткове захоплення в пори льоду маточного розчину.

В результаті проведення серій експериментальних досліджень по опрісненню модельних розчинів та природних вод, було встановлено, що величина переохолодження розчину, яка забезпечує оптимальне розділення (з енергетичної точки зору), становить $0,6 \dots 1$ °С. Для промислових установок, з довжинами теплообмінних труб декілька метрів, різниця температур на початковій і кінцевій ділянках труб буде перевищувати зазначені вище параметри. Вирівнювання температурного поля пропонується шляхом здійснення перфорації внутрішньої трубки кристалізатора. З урахуванням теорії подібності необхідно встановити загальний вигляд критеріального рівняння для визначення коефіцієнту тепловіддачі від поверхні кристалізатора до розчину, та на підставі експериментальних досліджень розрахувати невідомі коефіцієнти цього рівняння. На наступному етапі необхідно провести оптимізацію процесів теплообміну і визначити відповідні витратні характеристики та конструктивні розміри зазначеного теплообмінника.

Список інформаційних джерел

1. Обухов Є. В. Показники забезпеченості населення України водними ресурсами на початку 2019 року. / Є. В. Обухов // Гідроенергетика України. – 2019. – № 1-2. – С. 31-35.
2. F. Berenguel-Felices, A. Lara-Galera, and M. B. Muñoz-Medina, “New Desalination Plants into a Framework of Sustainability,” *Sustainability*, vol. 12, no. 12, p. 5124, Jun. 2020, doi: 10.3390/su12125124
3. D. Chen, C. Zhang, H. Rong, C. Wei, and S. Gou, “Experimental study on seawater desalination through supercooled water dynamic ice making,” *Desalination*, vol. 476, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.desal.2019.114233.
4. P. M. Williams, M. Ahmad, B. S. Connolly, and D. L. Oatley-Radcliffe, “Technology for freeze concentration in the desalination industry,” *Desalination*, vol. 356, 2015, doi: 10.1016/j.desal.2014.10.023.

5. Пат. 82486 Україна, МПК C02F 1/22, A23L 2/08. Установа для опріснення води /Василів О. Б., Коваленко О. О., Тітлов О. С., Іщенко С. В; Заявник та патенто-власник Одеська національна академія харчових технологій – № у 201214014 ; заяв. 10.12.12; публік. 12.08.2013, Бюл. № 15.

УДК 621.564.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДО ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ МАШИН

Іжко В.С., магістр ОНАХТ

При експлуатації холодильних установок виникають проблеми, які пов'язані зі зміною умов теплопередавання в тепло обмінних апаратах (тверді відкладення на поверхні конденсатора та випарника та ін.), які впливають на холодопродуктивність, теплове навантаження на конденсатор та енергоспоживання холодильної установки.

Розглянемо умови роботи установки з урахуванням вказаних проблем методом еквіваленту. Вплив твердих відкладень замінено еквівалентним зменшенням швидкості руху теплоносія у конденсаторі та холодоносія у випарнику. Визначені розрахунковим способом теплові навантаження на конденсатор Q_k , холодопродуктивність Q_0 , та енергоспоживання компресора N_e , в режимі роботи $t_0 = -15 \dots 0^\circ\text{C}$, $t_k = 30 \dots 40^\circ\text{C}$.

Характеристики холодильної машини ТХУ-14 для охолодження молока при постійній температурі кипіння -15°C представлені на рис. 1.

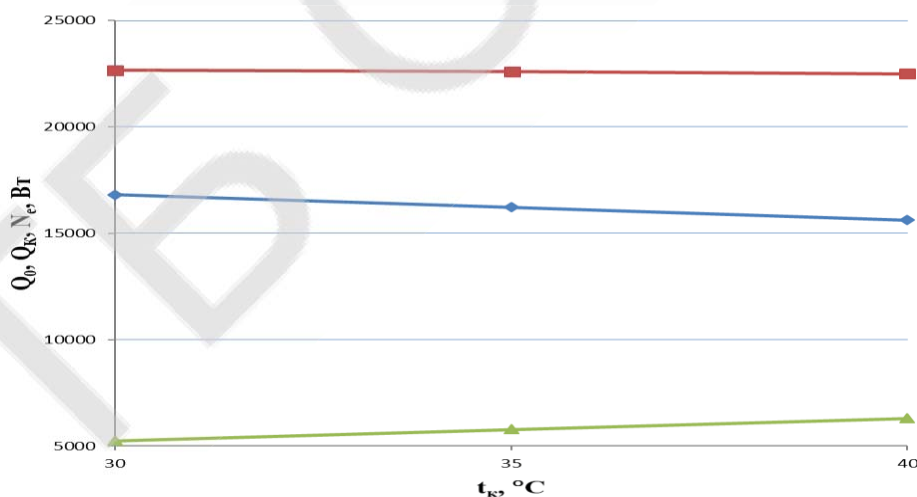


Рис. 1 – Залежність Q_0 , Q_k , N_e від температури конденсації t_k :

—◆—◆—◆— Q_0 , Вт; —■—■—■— Q_k , Вт; —▲—▲—▲— N_e , Вт

Характеристики холодильної машини при постійних температурах конденсації $+35$ та $+30^\circ\text{C}$ представлені на рис. 2.

Проць Б.М., аспірант, Вовченко А.І., аспірант, Василів О.Б., к.т.н., доцент, : Дорошенко В.М., д.т.н., професор, ОНАХТ.....	61	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДО ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ МАШИН		
Іжко В.С., магістр		
Науковий керівник: Подмазко О.С., к.т.н., доцент кафедри холодильних установок і кондиціювання повітря ОНАХТ.....	64	
ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ РЕФРИЖЕ- РАТОРНОГО КОНТЕЙНЕРА		
Сластьон В.С. магістр		
Науковий керівник: Подмазко О.С., к.т.н., доцент кафедри холодильних установок і кондиціювання повітря ОНАХТ.....	65	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ АКУМУЛЮВАННЯ ХОЛОДУ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ		
Бабич С.В., магістр		
Науковий керівник: Подмазко О.С., к.т.н., доцент кафедри холодильних установок і кондиціювання повітря ОНАХТ.....	66	
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЛЬОДОУТВОРЕННЯ ПРИ ОТРИМАННІ ПРИ- СНОЇ ВОДИ ДЛЯ ПОТРЕБ СУДНА		
Блінов І.О., магістр		
Науковий керівник: Піщанська Н.О., к.т.н., доцент кафедри холодильних установок і кондиціювання повітря ОНАХТ.....	67	
ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СУДНОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ РЕТРОФІТУ		
Граур М.В. магістр		
Науковий керівник: Подмазко О.С., к.т.н., доцент кафедри холодильних установок і кондиціювання повітря ОНАХТ.....	70	
ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ХОЛОДИЛЬНОЇ СИСТЕМИ СУПЕРМАРКЕТУ НА R744 В ЯКОСТІ ХОЛОДОАГЕНТУ		
Ставничий В., магістрант ФНТтаІМ,		
Наукові керівники: д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г., к.т.н., ст. викл. Остапенко О.В. кафедри холодильних установок і кондиціювання повітря ОНАХТ.....	72	
ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ОХОЛО- ДЖЕННЯ, ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ ПІДПРИ- ЄМСТВ СФЕРИ ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ПРИРОДНИХ РОБОЧИХ ТІЛАХ		
Щербенко А., магістрант ФНТтаІМ, кафедри ХУіКП		
Науковий керівник: д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г., к.т.н., ст. викл. Остапенко О.В. кафедри холодильних установок і кондиціювання повітря ОНАХТ.....	73	
ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ В МЕДИЧНИХ УСТАНОВАХ ПРИ ЛІКУВАННІ ХВОРИХ НА COVID-19		
Беркань І.В. – заступник директора з НВР ВСП ОТФК ОНАХТ, Мулик Д.Ю. – сту- дент групи 2БКВ-02 ВСП ОТК ОНАХТ, Хоцяновський С.В. – студент групи 2БКВ-02 ОТК		75

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

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