

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

На нашу думку, більш раціональним є варіант № 2, оскільки в залежності від часу знаходження у морі, цінової політики на харчові продукти, апетиту пасажирів при заходженні в черговий порт для поповнення харчовими продуктами провізійних камер можливі три ситуації:

Продуктів необхідно максимальна кількість.

2. Продуктів необхідно середня кількість.

3. Продуктів необхідно незначна кількість.

Згідно цього, теплове навантаження на охолоджувальну систему може бути різко перемінне, середньо перемінне або плавномірне.

Головна задача - підвищення ефективності роботи холодильного обладнання при періодичному поповненні провізійних камер харчовими продуктами з подальшим їх транспортуванням.

Як показують дослідження, використання акумуляції холоду дозволяє стабілізувати роботу холодильної машини і істотно зменшити у процесі термообробки коливання температур кипіння, конденсації і в камері (коливання зменшуються до 30 %) і споживаної потужності компресора (енергоспоживання зменшується до 20 %). При цьому скорочується час термообробки харчового продукту (до 15 %).

*Науковий керівник: Подмазко О.С., к.т.н., доцент кафедри холодильних холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ*

**УДК. 628 165**

## **ОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЛЬОДОУТВОРЕННЯ ПРИ ОТРИМАННІ ПРІСНОЇ ВОДИ ДЛЯ ПОТРЕБ СУДНА**

*Блінов І.О., магістр*

Як відомо, існують різноманітні способи отримання прісної води з забортної морської води. Їх можна розділити на дві групи [1]:

1. Опріснення, пов'язане зі зміною агрегатного стану (перехід рідинного стану в тверде (лід), або газоподібне (пару) - дистиляція.

Опріснення виморожуванням базується на тому, що в природі лід в морях і океанах являється прісним. При штучному заморожуванні соляного розчину (морська вода), біля центрів кристалізації утворюється прісний лід голчатої структури з вертикальним розташуванням голок льоду. При цьому в між голкових каналах концентрація розчину збільшується. При дефростації голчатого льоду утворюється прісна вода з вмістом солі 500 – 1000 мг/л Сl. При швидкому заморожуванні розчин (вода + сіль) потрапляє в товщу льоду і чим інтенсивніше охолодження, тим менше прісної води можна отримати в блоці льоду. Дистиляція, або термічне опріснення найбільш поширений на морських суднах спосіб отримання прісної води із морської забортної. Як відомо морська вода – це розчин, що включає воду та солі. Дистиляція заключається в тому, що забортну воду нагрівають до кипіння і отриманий пар в подальшому конденсують. Випарювати воду можливо як при кипінні, так і без нього. В останньому випадку морську воду нагрівають при більш високому тиску, ніж тиск в камері випаровування, куди поступає нагріта вода. Так як при цьому температура води

перевищує температуру насичення відповідно тиску в камері випаровування, то частина води перетворюється в пару, яка і конденсується в дистилат. Основна термодинамічна відмінність процесів полягає в наступному – при кипінні теплота підводиться від зовнішнього джерела і підтримується температура насичення при постійному тиску (ізотермічний процес), в процесі без кипіння теплота підводиться до морської води вище температури насичення відповідно тиску в випарнику і процес випаровування проходить за рахунок внутрішньої теплоти (адіабатний процес). Недоліком термічного опріснення надлишковим тиском є його мала економічність: на отримання 1 кг дистилату витрачається до 2900 кДж, що відповідає виходу 10...12 т. дистилату на 1 т. палива. Цей недолік можна уникнути завдяки використанню вакуумних випарників з утилізацією теплоти головного двигуна судна.

В теперішній час досліджуються нові способи опріснення морської води – шляхом утворення кристалогідратів та за до допомогою гідрофобного теплоносія. Принцип кристалогідратів полягає в отриманні прісної води із соляних розчинів в формі кристалів, які в спеціальному розчиннику розкладається на воду і гідрат – агент. Сутність гідрофобного теплоносія полягає в тому, що різноманітні суміші вуглеводів, парафіну та масла інертні відносно води, та розчиненим в ній солі, подається теплоносій – дистилат для нагріву. Після цього дистилат і теплоносій розділяють і останній подається в морську воду. При нагріванні частина води випаровується і утворена пара в конденсаторі перетворюється в дистилат. Гідрофобний теплоносій відокремлюють від залишеного після випарювання розчину і повертають в теплоносій – дистилат для повторного підігріву.

Опріснення способами другої групи включають в себе такі види, як хімічне, електрохімічне та ультрафільтрацію.

При хімічному способі в воду вводять речовини – реагенти, які взаємодія зі знаходженнями в ній іонами утворюють нерозчинні сполуки, що випадають в осад. До речовин, що здібні утворювати нерозчинні сполуки з натрієм і хлором, відносяться іони срібла та барію. Ці реагенти коштовні, реакція з солями барію проходить повільно, солі отруйні, тому хімічний спосіб використовується рідко.

При електрохімічному способі використовують спеціальні діафрагми із пластику, гуми з наповнювачами. Ванна з розчином обмежена двома діафрагмами – позитивною і негативною. Під дією постійного струму напругою 110 ...120 В. іони солі, що розчинені в воді спрямовуються до електродів. Позитивні катіони скрізь катіоно – проникливі діафрагми, а аніони через аніонову діафрагму проходять в крайні камери, де зустрічаються з анодом та катодом. В результаті в проміжних камерах залишається прісна вода, яка стікає в спеціальний збірник. Солі і розчини з крайніх камер відводяться за борт, а утворені газу (хлор і водень) в атмосферу. Камери, в яких опріснюється вода, відділені від камер з розчином на пів - проникливими іонітовими мембранами. При достатній кількості пар мембран між анодом і катодом витрати електроенергії залежать від концентрації солі в морській та прісній воді, чим менша різниця між ними, тим більш економічний процес. Тому електродіаліз раціонально використовувати для опріснення води з вмістом солі 500...1000 мг/л. На суднах, де вимоги по вмісту солі достатньо високі, електродіалізнні опріснювачі не використовуються.

Спосіб опріснення ультрафільтрацією (зворотній осмос) полягає в тому, що соляний розчин знаходиться під тиском з боку мембрани, що пропускає воду і не пропускає сіль. Прісна вода проникає скрізь мембрану в напрямку зворотньому осмотичному. В діючих установках потужністю 4 м<sup>3</sup>/добу морська вода під тиском 150 бар

продавлюється через мембрани ацетил целюлозного типу, які оброблені перхлоратом магнію для збільшення їх водо проникливості. З протилежної тиску сторони знаходяться пористі бронзові плити, які здатні витримувати високий тиск. Використання ультрафільтрації, як одного із способів опріснення обмежується малим періодом служби плівок – мембран, та значними розмірами фільтруючої поверхні.

Економічність опріснювальних процесів в багатьох випадках залежить від затрат електроенергії, так як в кошторисі прісної води паливна складова доволі суттєва: 43-47 % при термічному опріснюванні та 11-38 % в мембранній технології [2]. Тому оцінка затрат енергії, необхідної для отримання прісної води різними способами має суттєве значення. Опріснювальні установки в залежності від способу потребують різного виду перетворення вторинної енергії – теплової, механічної та електричної. Цінність вторинної енергії не однакова і залежить від ступеню досконалості енергетичних установок, що перетворюють енергію первинного палива (нафта, газ, мазут, вугілля) у вторинну. Отже, порівнювати теплову енергію, що витрачається в дистильційних ОУ, хоча і виражену в кВт • год, з електричною енергією в мембранній технології невірно, так як перетворення

первинної енергії у вторинну відбувається з різними ККД. Оцінку ефективності різних опріснювальних способів в роботі [3] було запропоновано користуватися не витратами перетвореної вторинної енергії (пари, електричної і механічної енергії), а витратою первинної енергії в загальноприйнятих одиницях (МДж/м<sup>3</sup>), або у вигляді умовного палива (кг / м<sup>3</sup>) з теплотворною здатністю 29,308 МДж / кг (за кордоном користуються нафтовим еквівалентом 41,868 МДж/кг).

Таблиця.

Зниження витрати первинної енергії на опріснення морської води в результаті вдосконалення технології, МДж/м<sup>3</sup>

Роки	Методи опріснення			
	Дистиляція	Заморожування	Електродіаліз	Зворотній осмос
1961-1970	950-350	300-200	400-300	300-200
1971-1980	350-130	200-120	300-200	200-100
1981-1990	130- 50	120-60	200-80	100-50
1991-2000	130- 50	120-60	200-80	100-50

Як видно із даних представлених в таблиці - спосіб заморожування морської води для отримання прісної має доволі привабливий характер. Найбільш придатний для цього льодогенератор з льодоблоками, що спливають рис.1.

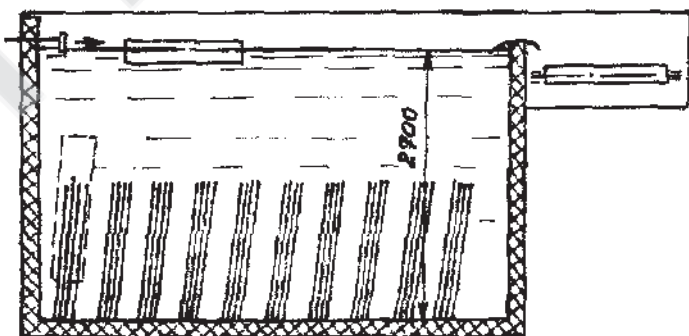


Рис.1 Льодогенератор з льодоблоками, що спливають

Маса блоку  $G_{\text{блоку}} = 25-50 \text{ кг}$ ,

Час заморожування  $\tau_{\text{зам}} = 2..3 \text{ години}$ .

Розташування стержнів, в яких кипить холодильний агент дозволяє отримати лід трубчастої форми (а не голчатої) і з подальшою отримання блоку таким чином, що розчин (вода + сіль) не потрапляє в отриманий лід. Вартість льоду на 30% нижча за льодогенератори типу Лінде. Такого типу льодогенератор можна використовувати на риболовецьких судах, що не мають спеціального рефрижераторного обладнання (швидко морозильні апарати, рефтрюми і т.п.). В цьому випадку лід використовується, як для отримання прісної води так і для збереження вилову рибопродуктів під час тралення і доставки до місця транспортування (плавбаза, порт).

Літературні джерела:

1. www.trans – service.org
2. Колодин М.В. Прогресс опреснительной технологии // Совинтер вод. М., 1991. 44 с.
3. Акимов С.С., Угрюмова С.Д. Перс Дальрыбвтуз, Владивосток, 2002

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

**УДК 621.564**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СУДНОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ РЕТРОФІТУ**

*Граур М.В. магістр ОНАХТ*

Об'єкт дослідження: властивості робочих тіл холодильних установок.

Мета роботи: забезпечити найкращі експлуатаційні, економічні та екологічні показники транспортних ХУ при роботі на альтернативних холодильних агентах.

Були розглянуті основні напрямки розвитку сучасної холодильної техніки: зменшення енерговитрат на вироблення одиниці холоду, використання альтернативних холодоагентів.

Розроблено комплексний показник оцінки доцільності використання холодильного агента з урахуванням вимог Монреальського протоколу, що стосуються захисту навколишнього середовища, основну увагу приділено використанню озонобезпечних хладонів.

Виконано комплекс розрахунків в широкому діапазоні робочих температур для найбільш перспективних холодоагентів R134a, R407c, R401A, R410A, отримані результати дозволяють здійснити найбільш раціональний вибір холодоагенту, враховуючи такі вихідні дані як: тип транспортної холодильної установки (провізійна камера, СКВ, рефконтейнер), режим охолодження об'єкта (температура в охолоджуваному приміщенні), зовнішні експлуатаційні умови (температура заборотної води), термодинамічні властивості хладону, економічні витрати на експлуатацію, вплив на навколишнє середовище. Проаналізовано практичні можливості та доцільності ви-

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

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