

**Міністерство освіти і науки України  
Одеська національна академія харчових технологій  
Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій  
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського ОНАХТ**



**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

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

**МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ**

**«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ  
І ТЕХНОЛОГІЙ»**

***14 -15 травня 2021 року***



Одеса - 2021

УДК 621.56/59(03)  
ББК 31.3  
К-14

**Збірник наукових праць** 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** за матеріалами Всеукраїнської науковотехнічної онлайн-конференції молодих учених та студентів «**Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології**» 14-15 травня 2021 року. – Одеса : ТЕС, 2021 – 116 с.

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

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

©Одеська національна академія харчових технологій  
© 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** - проф. Хмельнюк М.Г.;

**Науковий секретар** - к.т.н. Жихарєва Н.В.

**Члени оргкомітету** - к.т.н. Зімін О.В., к.т.н. Когут В.О., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Трандафілов В.В., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Подмазко О.С., асист. Томчик О.М.

## 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

розрахунків додаткових коефіцієнтів, що дозволили отримати достовірні результати теплових розрахунків.

Аналізу піддані напівгерметичні поршневі компресори німецьких виробників: Bitzer і DWM Copeland. З використанням сучасних робочих речовин, таких як R404a, R407C, R507A, R717, R744.

В результаті аналізу отримані графічні залежності робочих коефіцієнтів компресора в залежності від ступеня стиснення.

*Науковий керівник: Грудка Б.Г., к.т.н.,  
ст. викладач кафедри кріогенної техніки ОНАХТ*

УДК 621.592

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗРІДЖУВАЧА ГЕЛІЮ ЗА РАХУНОК ЗМІНИ СПОСОБУ ПОДАВАННЯ ПІДЖИВЛЮВАЛЬНОГО ПОТОКУ**

*Медушевський Є.В., аспірант ІХКЕ ОНАХТ, м. Одеса*

Мета даної роботи – вивчення принципів роботи і особливостей зріджувача моделі 1400, що входить до складу комплексу виробництва рідкого гелію ТОВ «Кріоін Інжиніринг», а також встановлення залежності продуктивності по рідкому гелію від способу подачі підживлювального газу.

Установка 1400 служить для отримання рідкого гелію і для охолодження пристрою в замкнутому циклі до температури 4,2 К. Основними компонентами установки є: блок компресорів, блок попереднього очищення і блок зрідження.

Принцип дії установки наступний: гелій з балонів або реципієнтів надходить в блок компресора. У блоці компресора газ стискається і при кімнатній температурі направляється в зріджувач.

Газоподібний гелій спочатку стискається до 1,6 МПа в компресорах і надходить в блок очищення, а саме в міжтрубний простір, де охолоджується зворотним потоком до температури приблизно 88 К, і очищається від вологи і домішок оливи. Після теплообмінника гелій надходить в апарат очистки, а саме в змійовик, де охолоджується до 82 К і надходить в адсорбер. Змійовик і адсорбер розташовані в резервуарі, який заповнений рідким азотом. У адсорбері на холодній поверхні вугілля адсорбуються газоподібні домішки. Чистий гелій, вийшовши з адсорбера, направляється в трубки гелієвої секції теплообмінника, в якому підігрівається гелієм, що надходить на очищення. Потім гелій направляється через фільтр, очищається від вугільного пилу і прямує з блоку очищення в блок зрідження.

Гелій ділиться на два потоки: один проходить першу секцію основного теплообмінника, а другий надходить в азотну ванну, де охолоджується до температури 80 К, розвантажуючи першу секцію основного теплообмінника. Далі потоки змішуються. Потім газ проходить другу секцію теплообмінника, після – через фільтр детандера №1 для видалення домішок, головним чином азоту, що міститься в гелії. Прямий потік потім розділяється на дві частини. Одна частина проходить через детандер №1, де охолоджується за рахунок ізотропного розширення і випускається в зворотний потік низького тиску при тиску близькому до атмосферного. Інша частина все ще при високому тиску проходить через третю і четверту секції теплообмінника, де він далі охолоджується зворотним потоком, а потім надходить на фільтр детандера №2 для видалення забруднювачів з більш низькою температурою кипіння. Прямий потік знову розділяється: одна частина проходить через детандер №2,

де він охолоджується ізоентропно і потім надходить в зворотний потік низького тиску, в той час як інша частина проходить через останню секцію теплообмінника. Охолоджений гелієвий прямий потік дроселюється вентилем Д-Т до тиску, близького до атмосферного. Таке ізоентальпне розширення охолоджує гелій до температури, при якій частина його конденсується. Суміш рідини і газу проходить по внутрішньому тракту переливної трубки і надходить в посудину Дьюара, де рідина розділяється і може бути зібрана і використана для охолодження. Газ разом з газом, що випарувався в посудині Дьюара, повертається через зворотний потік переливної трубки і з'єднується зі зворотним потоком низького тиску в теплообміннику. Газ низького тиску поступово нагрівається в теплообміннику до нормальної температури і потім повертається на всмоктування компресора.

Регулятор підживлювального газу подає гелій на всмоктування компресорів, щоб компенсувати виведену зі зріджувача масу і підтримує необхідний робочий тиск в системі.

Типові параметри роботи ожіжителя представлені в таблиці:

Параметр	Значення
Температура на вході детандера №2, К	19
Температура перед дроселем, індикатор ТІ34	5
Тиск на вході в блок зрідження, МПа	1,6
Тиск перед дроселем, МПа	1,4
Тиск зворотного потоку, МПа	0,1125
Продуктивність	20 л/година

Швидкість зрідження описуваної установки залежить від продуктивності компресорів і можливості використання рідкого азоту для попереднього охолодження.

На даний момент досягнута межа швидкості зрідження, так як задіяні обидва штатних поршневих компресора і охолодження рідким азотом. Однак існує резерв, пов'язаний з можливістю підвищити тиск перед дроселем, тим самим збільшуючи масову витрату гелію через зріджувач.

Можна виділити два шляхи досягнення цієї мети: перший полягає в закупівлі дорогого компресорного устаткування і розширенні компресорної бази комплексу зрідження. Другий пов'язаний зі зміною способу подавання підживлювального газу в систему.

У діючій схемі гелій з джерел високого тиску подається на всмоктування компресорів через редуктор з кінцевим тиском 0,1125 МПа. Разом з тим, існує технічна можливість проводити редукування до 1,6 МПа і подавати компенсуючий газ безпосередньо в блок очищення.

Таке рішення дозволяє збільшити масову витрату на 12,5%. Так як частину газу необхідно перенаправляти на детандери, масова витрата через дросель зростає на 5-10%.

*Науковий керівник: Бондаренко В.Л., д.т.н.,  
професор кафедри кріогенної техніки ОНАХТ*



## **СЕКЦІЯ №2 –НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНІ ХОЛОДИЛЬНІ І КРІОГЕННІ МАШИНИ ТА УСТАНОВКИ**

### **ОСОБЛИВОСТІ ТЕПЛОВОГО І КОНСТРУКТИВНОГО РОЗРАХУНКУ КОЖУХОПЛАСТИНЧАСТОГО КОНДЕНСАТОРА**

*Заруба Г.Г., бакалавр ОНАХТ*

*Науковий керівник: Морозюк Л.І., д.т.н., професор кафедри кріогенної техніки  
ОНАХТ.....90*

### **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ З ПРЯМИМИ РЕБРАМИ**

*Ікім А.В., бакалавр ОНАХТ*

*Науковий керівник: Крвченко М.Б., д.т.н., професор кафедри кріогенної техніки  
ОНАХТ.....92*

### **РОЗРОБКА ФОРМАЛІЗОВАНОЇ МОДЕЛІ ЦИКЛУ ВИСОКОГО ТИСКУ**

*Користа О. Ю., бакалавр ОНАХТ*

*Науковий керівник: Троценко О.В., д.т.н., професор кафедри кріогенної техніки  
ОНАХТ .....92*

### **ОСОБЛИВОСТІ ЗБЕРІГАННЯ КВІТКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ**

*Мовчан В.В., бакалавр ОНАХТ*

*Науковий керівник: Соколовська-Єфименко В.В., к.т.н., доцент кафедри  
кріогенної техніки ОНАХТ.....93*

### **ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМНИХ І ЕНЕРГЕТИЧНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ СУЧАСНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПОРШНЕВИХ КОМПРЕСОРІВ**

*Богданов І.Є., бакалавр ОНАХТ*

*Науковий керівник: Грудка Б.Г., к.т.н., ст. викладач кафедри кріогенної техніки  
ОНАХТ .....95*

### **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗРІДЖУ- ВАЧА ГЕЛІЮ ЗА РАХУНОК ЗМІНИ СПОСОБУ ПОДАВАННЯ ПІДЖИВ- ЛЮВАЛЬНОГО ПОТОКУ**

*Медушевський Є.І., Костенко Є.В., аспіранти кафедри кріогенної техніки  
ОНАХТ*

*Науковий керівник: Бондаренко Л.В., д.т.н., професор кафедри кріогенної техні-  
ки ОНАХТ .....96*

### **РОЗДІЛЕННЯ НЕОНОГЕЛІЄВОЇ СУМІШІ В КОМБІНОВАНІЙ УСТАНО- ВЦІ**

*Медушевський Є.І., аспіранти кафедри кріогенної техніки ОНАХТ*

*Науковий керівник: Симоненко Ю.М., д.т.н., професор кафедри кріогенної  
техніки ОНАХТ.....97*

### **УСТАНОВКА ДЛЯ ОТРИМАННЯ АМІАКУ ВИСОКОЇ ЧИСТОТИ**

*Костенко Є.В., аспіранти кафедри кріогенної техніки ОНАХТ*

*Науковий керівник: Морозюк Л.І., д.т.н., професор кафедри кріогенної техніки  
ОНАХТ.....99*

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

### **«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ»**

*14-15 травня 2021 року*

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