

**Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського ОНТУ**



XIII ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
MODERN PROBLEMS OF REFRIGERATION EQUIPMENT AND TECHNOLOGY**

23-25 вересня 2021 року

ЗБІРНИК ДОКЛАДІВ



Одеса - 2021

УДК 621.565; 621.

Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XII Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНТУ, 2021. –196 с.

У збірнику наведені матеріали XIII 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, обладнання кондиціонування повітря, дослідженням робочих тіл та процесів в елементах холодильних та кріогенних систем, застосуванням нано та когенераційних технологій, використанням холоду в харчових технологіях, застосуванням і впровадженням нетрадиційних джерел енергії.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами. За достовірність інформації відповідає автор публікації.

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

Заступники голови

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;

Члени наукового комітету:

Вансєв С.М.- Сумський державний університет, к.т.н., доцент;

Семенюк Ю.В. - зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д.т.н., професор;

Лабай В. Й. - Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор;

Лавренченко Г.К. – д.т.н., професор;

Мілованов В.І. - зав. кафедрою компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ, заслужений діяч науки і техніки України, д.т.н., професор;

Морозюк Л.І. - д.т.н., 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.т.н., професор;

Симоненко Ю.М. - зав. кафедрою кріогенної техніки ОНАХТ, д.т.н., професор;

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

Організаційний комітет:

Голова - проф. Хмельнюк М.Г.;

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

Члени оргкомітету - к.т.н. Зімін О.В., к.т.н. Когут В.О., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Трандафілов В.В., к.т.н. Грудка Б.Г., аспірант Дудко О.М., аспірант Крушельницький Д.О.

УДК 621.91.94.97

ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ПОВІТРЯ В ПРИСТІННИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ВІТРИНАХ ВІДКРИТОГО ТИПУ З ВБУДОВАНИМ КОМПРЕСОРНО-КОНДЕНСАТОРНИМ ВІДСІКОМ.

Константинов І.О., аспірант, Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор ОНАХТ

Конструктивні особливості

Існує безліч конструктивних рішень з розташування елементів холодильної системи та руху повітря в холодильній вітрині. На базі фірми ТОВ «Юка-інвест» реалізуються дані вітрини двох типів: з розміщенням випарника в нижній частині вітрини(ванні) з одноконтурним потоком холодного повітря (вітрина модельного ряду ADX, та вітрина з вертикальним розміщенням випарника на задній стінці (вітрина модельного ряду ADI)

В ході даного дослідження проведено аналіз руху повітряних потоків, та вплив на роботу при нанесенні змін до них.

При проведенні дослідів виявлено суттєвий вплив на основні показники холодильної системи при зміні кута нахилу направляючої повітряної завіси понад 3°. Даний результат свідчить про потребу високоточного виготовлення конструктивних деталей для мінімізації похибок та виготовлення вітрин в межах допуску.

Окрім впливу від повітряної завіси (що складає основну частину) робота суттєво залежить від кількості та габаритів полицок вітрин, перфорації фальш. стінки шахти холодного повітря, конструкції повітрязбірника.

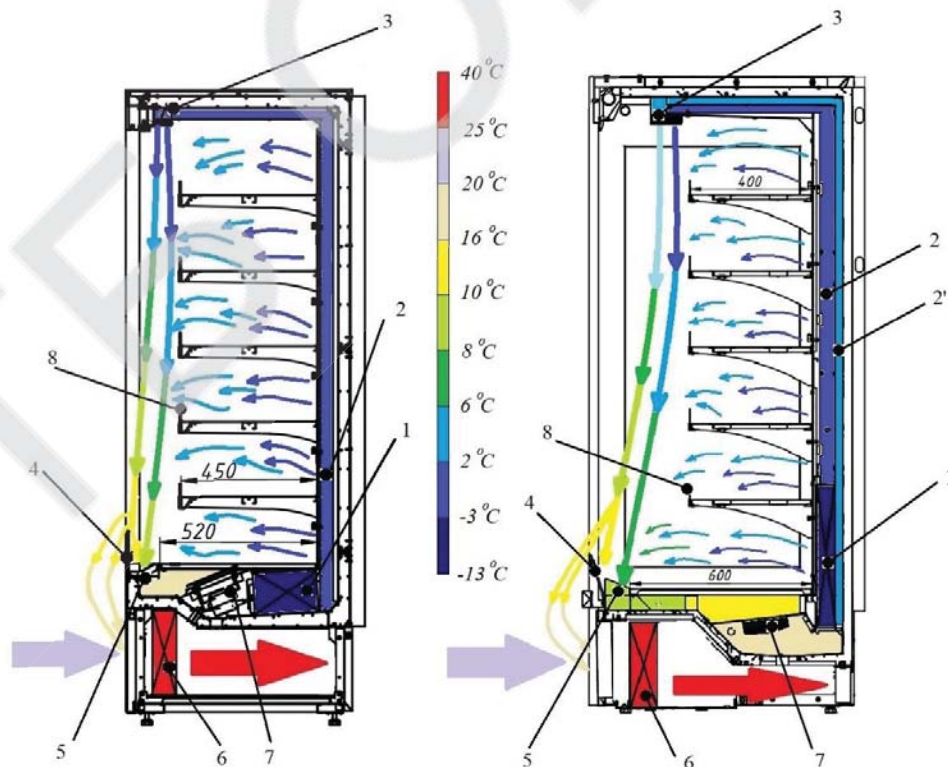


Рис.1. Принципова схема руху повітряних потоків в пристінних холодильних вітринах.

1) Випарник; 2) шахта холодного повітря; 2') шахта теплового повітря; 3) направляюча руху повітряної завіси; 4) уловлююче скло повітрозбірника; 5) повітрозабірник; 6) конденсатор; 7) вентилятор випарника. 8) обмежувач полиці.

Рух повітря в вітринах як з одним контуром, так і з двома доволі схожі. Повітря з охолоджуваного об'єму через повітрозбірник 5 вентилятором випарника 7 подається до шахт. У вітрині ADX повітря проходить через випарник 1, де охолоджується та потрапляє до шахти холодного контуру.

Відповідно у вітрині ADI, повітря поділяється на два потоки. Частина повітря потрапляє до шахти охолодженого повітря 2' де частково, через обмежуючу стінку, в зоні випарника охолоджується та в повному об'ємі направляється до направляючої руху повітряної завіси 3. Дана шахта в деякій мірі створює додатковий шар теплоізоляції від теплових навантажень що надходять через стінку вітрини.

В шахті холодного повітря 2, об'єм повітря що пройшло через випарник розділяється. Частина даного об'єму через перфоровану фальш. Стінку зі швидкістю 0.8...1 м/с. потрапляє до охолоджуваного об'єму в зону експозиції. Друга частина холодного повітря потрапляє до направляючої руху повітряної завіси.

В вітрині модельного ряду ADX, перед виходом повітря до направляючої, розташована перфорована, розділяюча токів повітря. Дана перегородка розділяє рух холодного повітря ~30/70% перед виходом до охолоджуваного об'єму, та врегульовує його швидкість 0.5...0.8 м/с., та 0.8...1.2 м/с. Таким чином на виході з направляючої повітряної завіси, у вітрині ADX утворюються два потоки з наближено однаковими температурами -2...1 °С. На виході з направляючої повітряної завіси 3 у вітрині ADI також два потоки, про те швидкість на виході охолодженого повітря складає 1...1.2 м/с з температурою 2...6 °С, а швидкість руху в зоні холодного контуру 0.6...0.9 м/с. при температурі близькій -1..2 °С.

В обох випадках направляючі руху повітряної завіси мають нахил 8...10 ° до охолоджуючого об'єму. Дана конструктивна особливість обумовлена тиском що надходить від перфорованої фальш. стінки та зони експозиції і направляє повітряну завісу за межі охолоджуваного об'єму. Таким чином повітряна завіса набуває вигнутої форми. Даний ефект компенсується кутом нахилу направляючої руху повітряної завіси за-для потраплення максимально великого об'єму охолодженого повітря до повітрозбірника та утворення ефективної рециркуляції повітря.

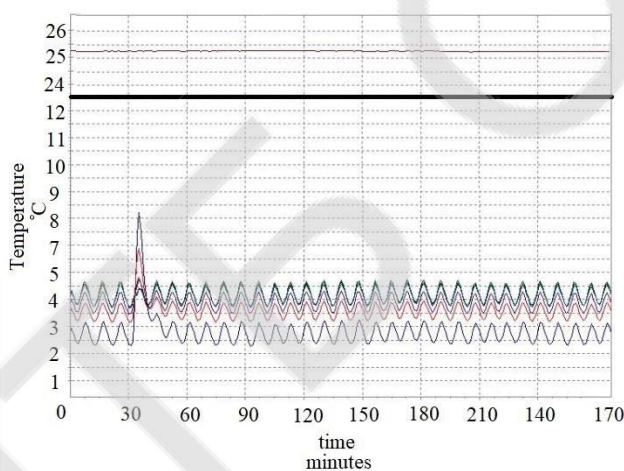
В площі експозиції кожна полиця оснащена обмежувачем. Данна деталь, окрім забезпечення безпеки товару на експозиційні площі, утворює бар'єр, та затримує холодне повітря, що сприяє полегшенню роботи та підвищенню енергоефективності.

В вітринах даного типу перед повітрозбірником додатково встановлено скло повітрозбірника. Ця конструктивна деталь виконує функцію уловлювача охолодженого повітря що надходить від повітряної завіси та площі експозиції. Однак забезпечення повного забору повітря для рециркуляції майже ніколи не виконується через вплив зовнішніх чинників (обслуговування продукції, рух повітря в оточуючому середовищі впливу потенційного покупця, то що). Згідно стандарту ISO 23953-2, рух повітря в оточуючому середовищі відповідає 0.5 м/с. охоложене повітря що «випадає» за охолоджуваний об'єм, більша його частина, змішується з повітрям оточуючого середовища та потрапляє до конденсатору даного агрегату, а як наслідок зменшуються габарити конденсатора та підвищується КПД холодильної системи.

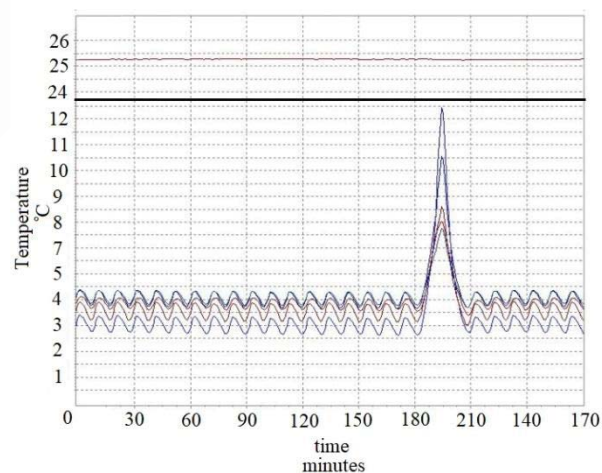


Рис.2. Дослідження руху повітря та рециркуляції в охолоджуваному об'ємі пристінних холодильних вітрин.

В результаті проведених дослідів, при зміні кута нахилу направляючої руху повітря повітряної завіси, зміні висоти скла повітрозбірника, зміні висоти обмежувачів полиць, зміні конфігурацій повітрозбірників та швидкості і розподілу повітряних потоків повітряної завіси виявлено максимально допустимі втрати повітря на рециркуляції в вітринах даного типу коливаються в межах 5-15% від загального об'єму за одиницю часу повітря в охолоджуючому середовищі. Дані результати отримані за умов експлуатації в 3-му кліматичному класі та умов визначених стандартом ISO 23953-2.



*Рис.3. Графік роботи пристінної вітрини
ADX*



*Рис.4. Графік роботи пристінної вітрини
ADI*

Таким чином врегулювання потоків повітря є основним завданням при розробці пристінних холодильних вітрин відкритого типу. Маніпуляції з розподілом та направленням руху повітря та організація рециркуляції повітря в холодному об'ємі дозволяє значно підвищити енергоефективність обладнання даного типу, та створити оптимальні умови роботи в процесі зберігання продукції за умов експлуатації.

УДК 536.423.4

ГІДРОДИНАМІКА ПІД ЧАС КОНДЕНСАЦІЇ У ТРУБКАХ ІЗ ВНУТРІШНІМ СПІРАЛЬНИМ ОРЕБРЕННЯМ

Серета В.В., доцент КПІ ім. Ігоря Сікорського, Горін В.В., проф. каф. Одеська академія технічного регулювання та якості, Лю Ян, аспірант КПІ ім. Ігоря Сікорського, liuyangg55@gmail.com

Горизонтальні трубки із внутрішнім спіральним оребрнням (рис. 1) широко використовуються у конденсаторах HVAC систем та повітряних теплових насосах з метою підвищення їх ефективності. Застосування внутрішнього оребрнення дає змогу передавати більший (у порівнянні із гладкою поверхнею) тепловий потік від пари холодоагенту, якій конденсується, до внутрішньої поверхні трубки. Однак, разом із цим збільшуються і втрати тиску по довжині трубки. Падіння тиску в конденсаторі впливає не тільки на потужність, яку споживає насос, але і на тепловіддачу через залежність локальної за довжиною трубки температури конденсації від тиску холодоагенту. Особливо це актуально у випадку використання оребрених трубок, в яких різниця між температурою конденсації пари та температурою внутрішньої поверхні набагато менша у порівнянні із гладкою поверхнею.

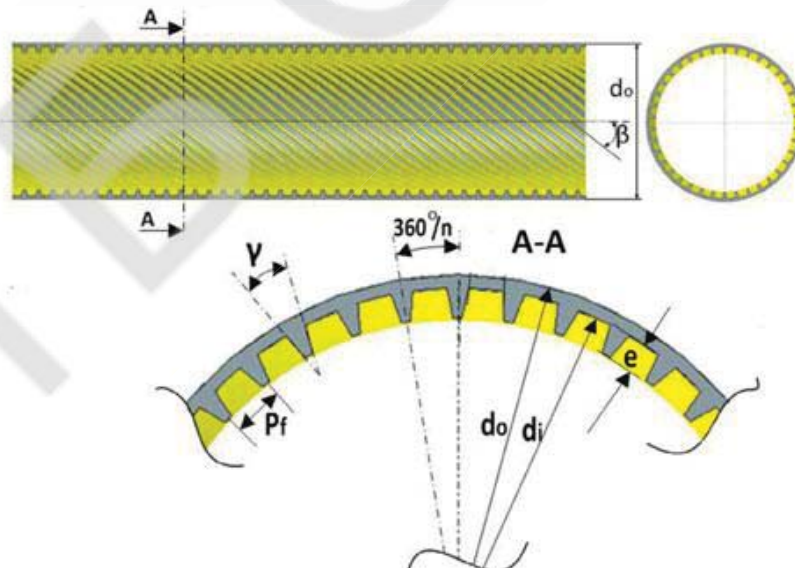


Рис. 1. Загальний вигляд трубки із внутрішнім спіральним оребрнням

У працях [1-5] та в багатьох інших дослідженнях, науковці запропонували різноманітні методи розрахунку втрат тиску на тертя під час конденсації у спіральньо-оребрених трубках. Аналіз цих робіт показав, що на сьогодні немає чіткої визначеності у загальних рекомендаціях щодо використання

- Калініченко І.В., к.т.н., доцент кафедри теплотехніки; Асаволук Д.В. магістр Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія, м. Херсон*
- 20 ОПТИМАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОТИ ПРИРОДНОЇ ВОДИ І ҐРУНТУ В ТЕПЛОНАСОСНИХ СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ** **77**
- Безродний М.К., проф., д.т.н. КПІ ім. Ігоря Сікорського, Притула Н.О., доц., к.т.н. КПІ ім. Ігоря Сікорського, Фетов І.В. магістрант КПІ ім. Ігоря Сікорського*
- 21 ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ.** **81**
- Терзійський С.С., маг., каф.ХУКП, Яковлева О.Ю., доц. каф.ХУКП
Трандафілов В.В., ст.викл., каф.ХУКП*
- 22 IMPROVING ENERGY EFFICIENCY OF MARINE DIESEL ENGINES BY UTILIZING THE RECIRCULATION GAS HEAT IN ABSORPTION CHILLER** **83**
- Roman Radchenko, Assistant Professor of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Maxim Pyrysunko, Teacher of Kherson Branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine, Denys Vdovychenko, Student*
- 23 ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ** **86**
- Калініченко І.В., к.т.н., доцент кафедри теплотехніки; Терещенко М.С., здобувач вищої освіти Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія, м. Херсон*
- 24 ФІЛЬТРАЦІЯ ТА РОЗПОДІЛ ПОВІТРЯ В УМОВАХ COVID -19** **89**
- Жихарева Н.В., доц. кт.н. ОНТУ, Соловейова П.В., інженер, Афанесенко С.В, здобувач вищої освіти ОНТУ, Скачко І.М. здобувач вищої освіти ОНТУ*
- 25 ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ ТЕПЛОВИЙ АКУМУЛЯТОР ДЛЯ ПЕРЕДПУСКОВОГО ПРОГРІВАННЯ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ – СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ ДВИГУНА** **93**
- Клюєва О. О., аспірант кафедри транспортних систем і технічного сервісу, Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна,*
- 26 ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ЕЖЕКТОРНОГО ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ КОНДЕНСАЦІЇ ПАРИ ВУГЛЕВОДНІВ НА НАФТОБАЗІ** **96**
- Когут В. О., к.т.н., доц., Бутовський Є. Д.,інженер Бушманов В. М. аспірант Кіценко А.О аспірант Одеська національна академія харчових технологій*
- 27 ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЗМІНИ МАСШТАБУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ** **98**
- Луняка К.В., доктор технічних наук, професор кафедри теплотехніки Херсонської філії Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
Клюєв О.І., кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна*
- 28 ДОСЛІД АВТОМАТИЧНОГО РОЗМОРОЖУВАННЯ ВИПАРНИКА ВІТРИНИ** **101**
- Константинов І.О., аспірант, Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор ОНАХТ*
- 29 ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ПОВІТРЯ В ПРИСТІННИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ВІТРИНАХ ВІДКРИТОГО ТИПУ З ВБУДОВАНИМ КОМПРЕСОРНО-КОНДЕНСАТОРНИМ ВІДСІКОМ.** **105**
- Константинов І.О., аспірант, Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор ОНАХТ*
- 30 ГІДРОДИНАМІКА ПІД ЧАС КОНДЕНСАЦІЇ У ТРУБКАХ ІЗ ВНУТРІШНІМ СПІРАЛЬНИМ ОРЕБРЕННЯМ** **108**

*Матеріали XIII Всеукраїнської науково-технічної конференції
«Сучасні проблеми холодильної техніки і технології», 23 по 25 вересня 2021*

**Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського ОНТУ**

**XIII ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ**

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И
ТЕХНОЛОГИИ
MODERN PROBLEMS OF REFRIGERATION EQUIPMENT AND
TECHNOLOGY**

23-25 вересня 2021 року

ЗБІРНИК ДОКЛАДІВ

Одеса - 2021