

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ  
79 НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
ВИКЛАДАЧІВ АКАДЕМІЇ**

**Одеса 2019**

Наукове видання

Збірник тез доповідей 79 наукової конференції викладачів академії  
16 – 19 квітня 2019 р.

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

Рекомендовано до друку та розповсюдження в мережі Internet Вченою радою  
Одеської національної академії харчових технологій,  
протокол № 9 від 02.04.2019 р.

Під загальною редакцією Заслуженого діяча науки і техніки України,  
Лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки,  
д-ра техн. наук, професора Б.В. Єгорова

Укладач Т.Л. Дьяченко

Редакційна колегія

Голова

Єгоров Б.В., д.т.н., професор

Заступник голови

Поварова Н.М., к.т.н., доцент

Члени колегії:

Амбарцумянц Р.В., д-р техн. наук, професор

Безусов А.Т., д-р техн. наук, професор

Бурдо О.Г., д.т.н., професор

Віннікова Л.Г., д-р техн. наук, професор

Гапонюк О.І., д.т.н., професор

Жигунов Д.О., д.т.н., доцент

Іоргачова К.Г., д.т.н., професор

Капрельянц Л.В., д.т.н., професор

Коваленко О.О., д.т.н., ст.н.с.

Косой Б.В., д.т.н., професор

Крусір Г.В., д-р техн. наук, професор

Мардар М.Р., д.т.н., професор

Мілованов В.І., д-р техн. наук, професор

Осипова Л.А., д-р техн. наук, доцент

Павлов О.І., д.е.н., професор

Плотніков В.М., д-р техн. наук, доцент

Станкевич Г.М., д.т.н., професор,

Савенко І.І., д.е.н., професор,

Тележенко Л.М., д-р техн. наук, професор

Ткаченко Н.А., д.т.н., професор,

Ткаченко О.Б., д.т.н., професор

Хобін В.А., д.т.н., професор,

Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор

Черно Н.К., д.т.н., професор

The second factor can be eliminated by increasing the thickness of the thermal insulation coating of the lower part of the reflux condenser, but it will have an adverse effect on ARU operation in a wide range of ambient temperatures – to cause condensation of ammonia vapors.

In such situation, development of a mathematical model for the operating conditions of the lifting section of the ARU reflux condenser is becoming topical.

Calculation shows that in order to ensure a complete purification of the ammonia vapor stream under the severe conditions of ARU operation, the thickness of the thermal insulation of the refluxing section in the form of a fiberglass cloth should be 3...4 mm thick.

Analysis of the calculation results in Table 1 shows that the installation of a heat-insulating jacket along the entire height of the reflux section of the main basic ARU designs makes it possible to increase the refrigerating capacity of the evaporator in comparison with the traditional partial thermal insulation of the lifting section of the reflux condenser by 17...22 %.

The developed model is of particular interest when optimizing the ARU operating conditions with variable thermal loads in the generator, including with afterburner. Having the dependence of the flow rate of the vapor mixture at the inlet to the reflux condenser on the applied heat load, it is possible to control the location of the ammonia vapor purification zone at any air temperature in the room and to realize the energy saving modes of operation of household ARUs using electronic control systems.

ARs possess a number of undoubted operational advantages (reliability, long life, noiselessness in operation, minimum cost) in comparison with compression analogs, as well as versatility in the use of energy sources, in the presence of energy-saving technologies, can expand their presence in the domestic refrigeration market.

One of the effective and low-budget methods for increasing the ARU energy efficiency is the technology to reduce losses when transporting ammonia to the artificial cold zone (evaporator). A key role in this process is performed by the ARU reflux condenser, which purifies ammonia vapor by removing the heat of a phase transition into the environment in the temperature range from 10 to 32 °C.

To reduce the losses during the transportation of ammonia through the ARU reflux condenser, it is necessary to install a thermal insulation that would efficiently purify ammonia vapor (at high ambient temperatures) within the working temperature range and promote its minimum condensation of ammonia (at low ambient temperatures).

Modeling of the thermal modes of the reflux condenser that are performed within the framework of this work allows to obtain such optimal parameters of heat insulation, and it is expedient to install thermal insulation along the entire length of the reflux condenser, which is not practiced in the latest developments of leading manufacturers.

As a result, it is shown the prospect of installing thermal insulation throughout the reflux section, which makes it possible to increase the energy efficiency by 17...22 %.

Particular importance of this study is for ARU energy-saving control systems, which use temperature indicators at the characteristic points of the reflux condenser to produce a control action.

## **РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ДВОФАЗНИХ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ З КОЛЕКТОРНИМИ ТЕПЛООБМІННИКАМИ**

**Альтман Е.І., к.т.н., доцент**

**Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Теплообмінні апарати колекторного типу широко застосовуються в холодильній техніці, системах охолодження радіоелектронної апаратури енергетиці та в інших галузях техніки. Головні проблеми, що виникають при створенні та експлуатації колекторних

теплообмінних апаратів, пов'язані з необхідністю забезпечення рівномірного (або заданого за визначеним законом) розподілу потоку теплоносія між паралельними каналами. Гідравлічна нерівномірність порушує температурний режим, знижує теплову ефективність апарата, а в ряді випадків, може призвести до аварійних ситуацій. Зростання густини тепловиділення, приводить до необхідності переходу від рідинних систем охолодження до двофазних, які забезпечують збільшення потужності, що розсіюється найбільш ефективним способом. Проте задача розподілу витрат у колекторних системах значно ускладнюється. Гідродинамічні та теплообмінні характеристики двофазних потоків з фазовим переходом залежать від густини теплового потоку і розподілу витрати теплоносія по каналах, що, у свою чергу, залежить від розподілу тиску вздовж колекторів і від інтенсивності процесів пароутворення або конденсації в каналах. Раціональне проектування таких систем неможливо без притягнення методів математичного моделювання як окремих елементів двофазних контурів, так і систем у цілому.

Розроблено індивідуальна математична модель для різноманітних типів колекторних теплообмінників: випарників прямої системи охолодження процесора ЕОМ; колекторних конденсаторів, використовуваних у двофазних контурах (ДФК) з капілярним насосом (КН); двофазних компактних пластинчасто-ребристих теплообмінників. Для всіх типів теплообмінників при побудові математичної моделі прийняті загальні принципи і загальні допущення. Проте існуючі специфічні особливості, пов'язані з конструкцією, режимами роботи, призначенням апаратів, не дозволяють розробити єдину математичну модель. У зв'язку з цим будуються індивідуальні математичні моделі для вищевказаних типів двофазних колекторних теплообмінних апаратів.

Розрахунково-теоретичний аналіз випарної колекторної системи проводився для реальної системи охолодження процесора ЕОМ, випарник якої складається з восьми паралельних модулів, що мають сім паралельних каналів. На основі отриманих результатів розрахунку визначені схемні рішення, що дозволяють організувати поточкорозподіл відповідно до теплових навантажень як при номінальному режимі роботи, так і при зміні зовнішніх умов.

Алгоритм розрахунку системи охолодження об'єкта з паралельними модулями і каналами реалізує: 1) визначення додаткових місцевих опорів при заданому законі розподілу і відключення теплового навантаження між модулями і паралельними каналами в межах модуля; 2) розрахунок поточкорозподілу в системі охолодження; 3) визначення паросодержання на виході з випарних каналів і температурного режиму стінки каналу.

Аналіз системи охолодження проведений у два етапи: на першому етапі становлений діапазон стійкої роботи компресора і ТРВ при збільшенні числа паралельно працюючих ТРВ; на другому етапі для обраної схеми розроблені алгоритм і розв'язана задача поточкорозподілу між модулями і усередині модуля через установаження додаткових опорів на вході в кожен канал.

Проблема поточкорозподілу в колекторних конденсаторах двофазних контурів пов'язана з виникненням «колекторного ефекту», зумовленого впливом відтоку і припливу маси на розподіл статичного тиску вздовж колекторів і витрат по паралельних каналах теплообмінника. Якщо причиною циркуляції у двофазному контурі є КН, то режим роботи контура залежить від параметрів рідини, що надходить у нього, які, у свою чергу, залежать від ступеня заповнення конденсатора і температурної нерівномірності.

Розроблено алгоритм розрахунку статичних характеристик ДФК, що реалізує визначення температури насичення, що встановилася у системі, відповідно до потужності, що підводиться до КН і масою заправки.

Для аналізованих параметрів колекторної системи падіння тиску внаслідок опору тертя в розподільному колекторі переважає над інерційними ефектами у разі рівноваги діаметрів колекторів. Витрата в каналах уздовж розподільного колектора спочатку зменшується, а потім збільшується. Ступінь гідравлічної і теплової нерівномірності залежить від рівня підведеної потужності і тиску в системі, які, у свою чергу, залежать від маси

заправки теплоносія. Як розрахунковий аналіз, так і результати досліджень експериментального зразка ДФК показали велику чутливість контура до маси заправки й існування обмежень щодо кількості теплоносія, який заправляють, як «поверх», так і «знизу». У зв'язку з великою чутливістю ДФК з КН до розміру заправки контуру теплоносієм розроблена методика визначення діапазона заправки, у межах якого ДФК з колекторним конденсатором і КН зберігає працездатність і вплив термогідродинамічної нерівномірності зведено до мінімуму.

Результати розрахунків свідчать про можливу неоднозначність роботи системи охолодження з КН при певному поєднанні параметрів.

## **DEVELOPMENT OF UNIVERSAL ABSORPTION REFRIGERATION DEVICES FOR OPERATION IN A WIDE RANGE OF AMBIENT TEMPERATURES**

**Selivanov A.P.**

**Odessa Technical College of Odessa National Academy of Food Technologies**

In the recent years, greater weight in the structure of agricultural production in Ukraine belongs to individual farms and farmers. In these farms arise the problems of forming a regular economical budget, including a major problem in the preservation of the grown crops for three to six months in commercial quantities and at minimal energy costs. However, the acknowledged fact in world practice is the loss of most of the harvest of agricultural products in the absence of adequate refrigeration storage. Currently, the bulk of Ukrainian harvested fruits and vegetables is traditionally stored in the basements, where during the warm seasons (August–November, April–May) the required temperatures (5...12 °C) often cannot be maintained. To ensure the required regimes of storage, the market of household and commercial refrigeration equipment for small wholesale manufacturers offers national and imported demountable (panel) cold storages of volumes 3...9 m<sup>3</sup>, equipped with compression refrigeration machines. In modern conditions in rural Ukraine, operation of such cells is hampered by lengthy power outages and by poor quality electricity incoming (range of fluctuation of voltage is 160–250 V). The current situation makes appeal to heat-powered pumpless absorption refrigeration units (ARU).

Technical and economic characteristics. Refrigeration units of ARU have a number of unique features such as:

- a) the possibility of use in a single ARU a number of different sources of heat – both electric and alternative (heat of combustion of fossil fuels and biogas, solar radiation, exhaust emissions of internal combustion engines);
- b) the ability to work with low-quality sources of energy, including electricity network in the voltage range of 160...250 V;
- c) noiselessness, high reliability and long service life.

The advantages of ARU should include the minimal price among existing types of small capacity refrigeration equipment, which in many cases determines their popularity among customers.

Important in modern conditions is also the fact that the working fluid of ARU – water-ammonia solution with the addition of inert gas (hydrogen, helium or mixtures thereof) belongs to natural refrigerants and is therefore completely environmentally safe (has zero ozone-depleting potential and the potential of the «greenhouse» effect). One of the most effective developments is the universal low-temperature chamber (LTC) of the «chest» type series, including the vehicle type (installed on car trailers), with a useful volume: 100; 180; 220; 240; 280 dm<sup>3</sup>. LTC's original design of the «chest» type is protected by Ukrainian patent № 50941 and has two refrigeration units (on the sides or on the rear wall in a row), designed to provide storage regimes in a wide temperature range

ВИПРОБУВАННЯ МАЛИХ ХОЛОДИЛЬНИХ КОМПРЕСОРІВ З МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ ЯКОСТІ І СЕРТИФІКАЦІЇ	
<b>Мілованов В.І., Закушняк М.Ю.....</b>	247
СУЧАСНІ МЕТОДИ РЕКОНСТРУКЦІЇ КОМПРЕСОРНОГО ОБЛАДНАННЯ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ	
<b>Мілованов В.І., Клебан Я.Л.....</b>	248
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ БЕЗШАТУННОГО КОМПРЕСОРА НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ХОЛОДОАГЕНТАХ	
<b>Яковлев Ю.О., Войтюк С.Ю.....</b>	249
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВУГЛЕКИСЛОТНИХ КОМПРЕСОРІВ	
<b>Яковлев Ю.О., Кременецький В.В.....</b>	251
ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РЕКУПЕРАТИВНИХ ПРОЦЕСІВ ПРОМІЖНОГО ТИСКУ В ПАРОКОМПРЕСІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ЦИКЛАХ	
<b>Ярошенко В.М.....</b>	251

#### СЕКЦІЯ «КРІОГЕННА ТЕХНІКА»

РЕКТИФІКАЦІЙНА УСТАНОВКА ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ КСЕНОНУ	
<b>Бондаренко В.Л., Симоненко Ю.М., Биканов О.М.....</b>	254
МЕТОДИ РОЗДІЛЕННЯ ГЕЛІУ І КСЕНОНУ	
<b>Бондаренко В.Л., Чигрін А.О.....</b>	255
НОВА ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ СИРОЇ НЕОНОГЕЛІЄВОЇ СУМІШІ	
<b>Кравченко М.Б.....</b>	256
ВИХРОВІ ХОЛОДИЛЬНО-НАГРІВАЛЬНІ АПАРАТИ В ГАЗОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	
<b>Медушевський Є.В., Тишко Д.П., Пилипенко Б.О.....</b>	258
АНАЛІЗ ЕКОНОМІЇ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ В КРІОГЕННИХ СИСТЕМАХ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ	
<b>Троценко О.В.....</b>	259
ЗАЛУЧЕННЯ АБІТУРІЄНТІВ В УМОВАХ КОНКУРЕНЦІЇ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ	
<b>Макаренко М.В., Симоненко Ю.М., Вігуржинська С.Ю., Чигрін А.А.....</b>	260
ХОЛОДИЛЬНІ МАШИНИ В СИСТЕМАХ ТРИГЕНЕРАЦІЇ	
<b>Морозюк Л.І., Соколовська-Єфименко В.В., Гайдук С.В., Грудка Б.Г., Мошкатиюк А.В.....</b>	261

#### СЕКЦІЯ «ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ І КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ»

ТЕРМОЕКНОМІЧНА МОДЕЛЬ ЦЕНТРАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ	
<b>Жихарєва Н.В.....</b>	262
БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ТРИХОГРАМИ	
<b>Піщанська Н.О., Бельченко В.М.....</b>	264
ДОСВІД ПРОЕКТУВАННЯ АМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК	
<b>Желіба Ю.О., Сливинська М.В., Климашенко Р.В.....</b>	265
ЗАСТОСУВАННЯ БІНАРНОГО ЛЬОДУ ЯК ХОЛОДОНОСІЯ ПРИ ОХОЛОДЖЕННІ ТУШОК ПТИЦІ	
<b>Зімін О.В.....</b>	267
АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ СУЧАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧІВ	
<b>Стоянов П.Ф.....</b>	268
НЕТРАДИЦІЙНИЙ СПОСІБ ОТРИМАННЯ ПРІСНОЇ ВОДИ ДЛЯ ПОТРЕБ СУДНА	
<b>Подмазко О.С.....</b>	270
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИКИ ТА КІНЕТИКИ ОПРІСНЕННЯ МОРСЬКОЇ ВОДИ	
<b>Терзієв С.Г., Масельська Я.О.....</b>	273

#### СЕКЦІЯ «ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ТРУБОПРОВІДНОГО ТРАНСПОРТУ ЕНЕРГОНОСІЇВ»

МЕТОДИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕПЛООБМІНУ ДЛЯ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	
<b>Босий Д.Б., Сярова А.С., Косой Б.В.....</b>	274
MODELING OF THERMAL MODES OF THE REFLUX CONDENSER OF THE ABSORPTION REFRIGERATION UNIT	
<b>Kholodkov A.O., Titlov A.S., Bilenko N.A.....</b>	274
РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ДВОФАЗНИХ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ З КОЛЕКТОРНИМИ ТЕПЛООБМІННИКАМИ	
<b>Альтман Е.І.....</b>	276