



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
АСОЦІАЦІЯ ІНЖЕНЕРІВ ПО ВЕНТИЛЯЦІЇ, ОПАЛЕННЮ ТА  
КОНДИЦІОНУВАННЮ «АВОК України»  
СПІЛКА ХОЛОДИЛЬЩИКІВ УКРАЇНИ  
МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ**

**XI Всеукраїнська науково-технічна конференція  
XI Всеукраинская научно-техническая конференция  
XI International scientific conference**

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

**21-22 вересня 2017 року**

**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**



**ОДЕСА 2017**

УДК 621.565 (075.6)

**Сучасні проблеми холодильної техніки та технології** / Збірник тез доповідей XI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2017. – 243 с.

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

В сборнике представлены материалы XI Всеукраинской научно-технической конференции «Современные проблемы холодильной техники и технологии» и рассмотрены различные аспекты научно-технических вопросов, связанных с проектированием, изготовлением и эксплуатацией холодильного оборудования различного назначения, исследованием рабочих тел и процессов в элементах холодильных и криогенных систем, применением нано и когенерационных технологий, использованием холода в пищевых технологиях, применением и внедрением нетрадиционных источников энергии.

Рекомендовано до видання Вченою Радою Одеської національної академії харчових технологій протоколом №6 від 07.11.2017 р.

Відповідальність за достовірність інформації несе автор публікації.  
Матеріали публікуються мовою оригінала, наданого автором.

**Голова конференції – Єгоров Богдан Вікторович** – ректор Одеської національної академії харчових технологій, член-кореспондент НААН України, Заслужений діяч науки і техніки, д-р техн. наук, професор.

**Заступник голови – Косой Борис Володимирович** – директор Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, д-р техн. наук, професор.

Члени наукового комітету:

Хмельнюк М.Г. – зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Лагутін А.Є – академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Морозюк Л.І. – д-р техн. наук, професор.

Желєзний В.П. – зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Симоненко Ю.М. – зав. кафедрою криогенної техніки ОНАХТ, 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.

Радченко М.І. – зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Бондаренко В.Л. – д-р техн. наук, професор.

Лавренченко Г.К. – д-р техн. наук, професор.

Семенюк В.О. – к.т.н., директор НВФ «Терміон».

### **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ**

Голова – проф. Хмельнюк М.Г.

Науковий секретар – к.т.н. Зімін О.В.

Члени – к.т.н. Буданов В.О., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Стоянов П.Ф., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Ерін В.А., к.т.н. Гайдук С.В., к.т.н. Соколовская В.В., к.т.н. Подмазко І.О., к.т.н. Федоров О.Г.

## ТЕМИ ДОКЛАДОВ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

### **1. 30 РОКІВ МОНРЕАЛЬСЬКОГО ПРОТОКОЛУ. СТРАТЕГІЇ В СФЕРІ ОБІГУ ОЗОНОРУЙНУЮЧИХ ХОЛОДОАГЕНТІВ**

Возний В.Ф., к.т.н., президент ВГО «Спілка холодильщиків України»

### **2. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ І СПОЖИВАННІ РІДКІСНИХ ГАЗІВ**

Бондаренко В.Л., доктор техн. наук, професор, МДТУ ім. М. Е. Баумана, м. Москва;

Биканов О.М., «KLA–Tencor Corporation», Milpitas, California, USA;

Симоненко Ю.М., доктор техн. наук, професор, ОНАПТ, м. Одеса

Чигрин А.А., інженер-технолог, ООО «Кріоін Інжиніринг», м. Одеса;

e-mail: [ysim1@yandex.ua](mailto:ysim1@yandex.ua)

### **3. ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ, ТЕПЛА И ХОЛОДА: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КАФЕДРЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И РЕФРИЖЕРАЦИИ НУК ИМ. АДМИРАЛА МАКАРОВА**

Радченко Н.И. доктор техн. наук, професор, Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев, [nirad50@gmail.com](mailto:nirad50@gmail.com)

### **4. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ**

Трушляков Е.И., к.т.н., доц., Радченко А.Н., к.т.н., доц., Грич А.В., к.т.н., ассистент

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев,

[nirad50@gmail.com](mailto:nirad50@gmail.com)

### **5. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ. СОЛНЕЧНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АБСОРБЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛО-ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА**

А.В. Дорошенко, доктор техн. наук, професор кафедры термодинамики и возобновляемой энергетики

### **6. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВЫБОРЕ КОМПРЕССОРА. СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО ВИНТОВОГО И ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРОВ**

В. Гринько Региональный представитель J&E Hall и GEA ВОСК/Генеральный директор ООО «Еврокул

<b>СЕКЦІЯ № 2. ХОЛОДИЛЬНІ ТА КРІОГЕННІ МАШИНИ. ТЕПЛОВІ НАСОСИ</b>		<b>стр.</b>
60.	<b>АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЦИКЛІВ ТЕРМОКОМПРЕСІЙНИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ</b> Арсеньев В.М., Мелейчук С.С., Проценко М.І.	142
61.	<b>СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ГЕНЕРАТОРА МІКРОХВИЛЬОВОЇ ЕНЕРГІЇ</b> Георгієш К.В.	144
62.	<b>ОЦІНКА ОБСЯГІВ ПОТУЖНОСТІ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В УКРАЇНІ</b> Басок Б.І., Дубовський С.В.	146
63.	<b>ДО ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ ПРИ КИПІННІ ВОДИ НА ПОРИСТИХ МЕТАЛЕВИХ ПОВЕРХНЯХ</b> Шаповал А.А., Стрельцова Ю.В., Шаповал І.О.	149
64.	<b>ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b> Басок Б.І., Кравченко В.П., Веремійчук Ю.А.	152
65.	<b>ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ ТЕПЛОИСПОЛЗУЮЩИХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН В СИСТЕМЕ ТРИГЕНЕРАЦИИ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ</b> Л.И. Морозюк, С.В. Гайдук, Б.Г. Грудка	153
66.	<b>ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА РАБОТУ ВОЗДУШНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ КОМЕРЧЕСКИХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК</b> Л. И Морозюк, В. В. Соколовская, А. В. Мошкатюк	155
67.	<b>ЕФЕКТИВНІСТЬ ПАРОКОМПРЕСІЙНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ НА ОСНОВІ ЕНЕРГІЇ ХОЛОДНОЇ ВОДИ І ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ПОВІТРЯ</b> Петраш В.Д., Полунін Ю.М., Висоцька М.В.	157
68.	<b>EXTENDING MAISOSENKO CYCLE APPLICATIONS THROUGH A NEW MATERIAL</b> Levchenko D.A., Yurko I.V.	160
69.	<b>ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В СУДНОВИХ СИСТЕМАХ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ</b> Ярошенко В.М., Подмазко О.С.	162
70.	<b>RADIATIVE COOLING METHOD IN THE AIR CONDITIONING SYSTEM</b> Tsoy A.P.; Tsoy D.A.	165
71.	<b>ТРАНСКРИТИЧНІ ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ У СИСТЕМАХ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ТОРГОВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ</b> Петренко О.В., Семенюк Д.П.	167
72.	<b>АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ НА СУДАХ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГРЕГАТІВ</b> Редунов Г.М., Гожелов Д.П., Тимофеев І.В.	170
<b>СЕКЦІЯ № 3. КОМПРЕСОРИ ТА ПНЕВМОАГРЕГАТИ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ. РОБОЧІ РЕЧОВИНИ</b>		<b>стр.</b>
73.	<b>ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ НА ВХОДЕ В РОТОР СТРУЙНО-РЕАКТИВНОЙ ТУРБИНЫ НА КОЭФФИЦИЕНТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЛНОГО ДАВЛЕНИЯ В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ</b> Ванеев С.М., Т.С. Родимченко	172
74.	<b>ОЦЕНКА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ РЕАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ</b> Петренко М.А.	175
75.	<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ МАЛОГО ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕСОРА, ПРАЦЮЮЧОГО З ДОМІШКАМИ НАНОЧАСТОК TiO2 ДО МАСТИЛА</b> Балашов Д.О., Мілованов В.І.	177
76.	<b>УЧБОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ХОЛОДИЛЬНОГО АГРЕГАТУ ПРИ РІЗНИХ СПОСОБАХ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ОХОЛОДЖУВАНОВОГО ОБ'ЄКТУ</b> Водяницька Н.І., Мельников В.Д.	178
77.	<b>АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕКИСЛОТЫ В ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ</b> Водяницкая Н.И., Паскаль А.А.	179
78.	<b>ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ КАМЕРИ ЗМІШУВАННЯ РІДИННО ПАРОВОГО СТРУМЕНЕВОГО КОМПРЕСОРА НА ВЕЛИЧИНУ ТИСКУ ВСМОКТУВАННЯ ПАСИВНОГО ПОТОКУ</b> Арсеньев В.М., Прокопов М.Г., Чех О.Ю.	180

УДК 621.365.5

## СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМУ ГЕНЕРАТОРА МІКРОХВИЛЬОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Георгієш К.В., ОНАХТ, м. Одеса [georgiesh.kat@gmail.com](mailto:georgiesh.kat@gmail.com)

Стійкість роботи мікрохвильових пристроїв залежить від ефективності роботи системи охолодження анодного блоку магнетрона, на якому виділяється теплота, що вивільняється при перетворенні енергії від електричної мережі в мікрохвильову. Це є непереборною проблемою роботи магнетрона, внаслідок чого вихідна потужність магнетрона менше споживаної від мережі. У сучасних пристроях ККД магнетрона може досягати 80%, однак доступні до застосування в промисловості мають ККД в середньому на рівні 65%. Вивільнена теплота розігріває анодний блок, і без його ефективного охолодження ресурс роботи магнетрона буде обмежений. З огляду на те, що мікрохвильові установки, які проектуються передбачають тривалу роботу, на відміну від побутових мікрохвильових печей, цьому питанню слід приділити особливу увагу. Існуючі магнетрони потужністю до 1-1,5 кВт передбачають систему повітряного охолодження, для чого на анодному блоці кріпляться ребра (рис.1).



**Рисунок 1– Магнетрон з ребрами для повітряного охолодження анодного блоку**

Для більш потужних магнетронів застосовується рідинне охолодження, при якому поверхня анодного блоку розміщена у сорочці охолодження, усередині якої циркулює рідина. Розглянувши та проаналізувавши існуючі схеми і особливості тепловідведення для різних випадків, була обрана в якості базової система рідинного охолодження. Цей вибір був заснований на наступних положеннях:

а) щільність теплового потоку на поверхні анодного блоку складає  $1,68 \cdot 10^5$  Вт/м<sup>2</sup>. Для відводу теплового навантаження такого рівня найбільш краща система рідинного охолодження. Магнетрони з даним рівнем потужності також охолоджуються за допомогою повітряної системи, однак не можуть тривалий час працювати в безперервному режимі через можливість перегріву.

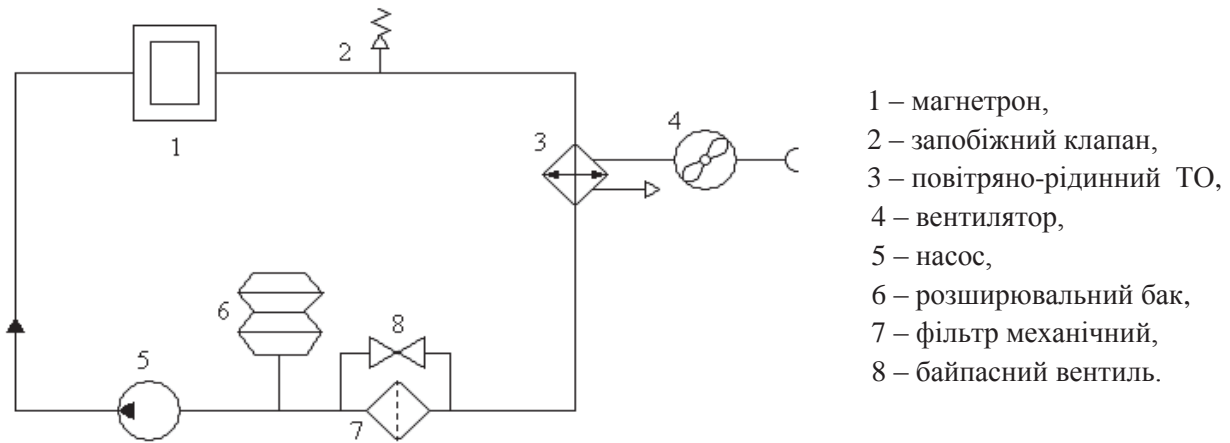
б) в системі рідинного охолодження (СРО), на відміну від системи повітряного охолодження (СПО), температура теплоносія на вході в сорочку охолодження постійна.

в) завдяки замкненому контуру виключена можливість потрапляння частинок в сорочку охолодження та забивання каналів, що є ще однією перевагою в порівнянні з СПО.

г) на відміну від випарної системи охолодження (ВСО), яка відрізняється високою ефективністю тепловідведення, в СРО виключається утворення накипу в каналах охолодження.

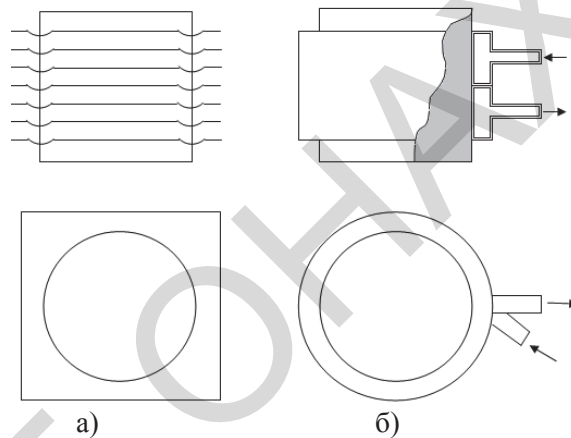
д) для СРО орієнтація в просторі не має вирішального значення, на відміну від ВСО. Це також полегшує умови транспортування. Схема СРО для розглянутого МВ-пристрою наведена на рис. 2.

Для організації тепловідведення від поверхні за допомогою СРО потрібно замінити ребра, встановлені раніше на магнетроні і призначені для СПО, на сорочку охолодження, яка передбачає надходження рідкого теплоносія. Необхідність такої заміни викликана тим, що випускаються промислово магнетрони в нашій країні розраховані на нетривалу роботу, і тому комплектуються з СПО.



**Рисунок 2 - Система рідинного охолодження мікрохвильового пристрою**

Для забезпечення безаварійної роботи, СРО забезпечена датчиками тиску, температури і витрати. На рис. 3 схематично представлений магнетрон, що серійно випускається, в первісному вигляді і після необхідних змін.



**Рисунок 3 Схема анодного блоку з елементами системи охолодження  
 а) - магнетрон з елементами СПО, б) – магнетрон з модернізацією для СРО**

Спочатку необхідно вибрати робочі рідини (теплоносії) для заправки СРО. Вибір проводився за наступними критеріями: робочий діапазон температур від мінус 20 до плюс 50 °С; токсичність: рідина повинна бути нетоксична; хімічна активність відсутня; низька вартість; доступність. Відповідно до даних критеріїв, були обрані 2 теплоносія: вода (для роботи при температурі навколишнього середовища від 5 до 50 °С) і тосол (Carsel) (застосовується при температурі навколишнього середовища від -20 °С).

Список джерел:

1. Рогов, И .А. Физические методы обработки пищевых продуктов [Текст]/И.А. Рогов, А.В. Горбатов. – М.: Пищ. пром-ть, 1974. – 304 с.
2. Лебедев, И.В. Техника и приборы СВЧ [Текст] / И.В. Лебедев. - Издание второе, перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1970. - 439 с.
- 3 Рогов, И. А. Сверхвысокочастотный нагрев пищевых продуктов [Текст] / И.А. Рогов, С.В. Некрутман . – М.: Агропромиздат, 1986. – 351 с.