



**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

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

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

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 BOCK/Генеральный директор ООО «Еврокул

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ № 1. ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ. КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ.		стр.
ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ		
1.	EFFICIENCY OF REFRIGERATING EJECTOR SYSTEMS FOR CONDENSATION OF LIQUID HYDROCARBONS OF OIL PRODUCTS I. D. Butovskyi, V. E. Kogut	11
2.	MATHEMATICAL MODEL OF VAPOUR CONDENSATION IN THE CONTACT HEAT EXCHANGER I. D. Butovskyi	14
3.	ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ШТУЧНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ОБОРОТНОЇ ВОДИ У СОДОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ Цейтлін М.А., Райко В.Ф.	15
4.	ВПЛИВ РІЗНИЦІ ТЕМПЕРАТУР МІЖ ВНУТРІШНІМ І ПРИПЛИВНИМ ПОВІТР'ЯМ НА ЕКСЕРГЕТИЧНИЙ ККД СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТР'Я ОПЕРАЦІЙНИХ ЧИСТИХ КІМНАТ Гарасим Д.І., Лабай В.Й.	18
5.	ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТР'ЯНОГО СЕРЕДОВИЩА В ОБ'ЄМІ ХОЛОДИЛЬНИХ КАМЕР ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ОВОЧІВ Кудрін О.Б., Данько В.П.	20
6.	РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ПРИНЦИПОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИХ ВОДООХОЛОДЖУВАЧІВ ВИПАРНОГО ТИПУ Дорошенко А.В., Цапущел А.М., Іванова Л.В.	22
7.	АНАЛІЗ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОЗОНАЛЬНИХ VRF СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТР'Я Піщанська Н.О., Подмазко І.О.	25
8.	ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМАХ ТЕРМОСТАТУВАННЯ ДЛЯ ЖОРСТКИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ А. В. Лоза, Ю. А. Єланський, В. Н. Покатаєв	28
9.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВИЗОРА В ДИАГНОСТИКЕ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ Жук Н.П.	29
10.	ТРАНСПОРТНИЙ РЕФРИЖЕРАТОР НА БАЗІ АВТОМОБІЛЮ ГАЗЕЛЬ ГАЗ-3302 Коломієць О.В., Сухий К.М.	32
11.	ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ І ЕКОЛОГІЯ Зацеркляний М.М., Столевич Т.Б.	34
12.	АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ПОБУТОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ, НАПІВФАБРИКАТІВ І СИРОВИНИ Приймак В.Г.	36
13.	РОЗРОБКА СИСТЕМ ОТРИМАННЯ ВОДИ З АТМОСФЕРНОГО ПОВІТР'Я Озолін М.Є., Осадчук Є.О., Мазуренко С.Ю.	37
14.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАКЕТІВ ТРУБ З НАХИЛЕНИМИ ПОПЕРЕЧНИМИ РЕБРАМИ Князюк В.І., Лагутін А.Ю., Стоянов П.Ф., Гоголь М.І.	39
15.	ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОПАНА В БЫТОВОМ КОНДИЦИОНИРОВАНИИ Жук Н.П.	42
16.	ВИМОГИ ДО КЛІМАТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТИПОВИХ БІОЛАБОРАТОРІЙ ТА БІОФАБРИК, ЩО ЗДІЙСНЮЮТЬ ВИРОБНИЦТВО ЕНТОМОФАГІВ Піщанська Н.О., Бельченко В.М.	44
17.	АНАЛІЗ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОЛОГІСНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СИСТЕМИ ЗАБЕСПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ ЕНТОМОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА Піщанська Н.О., Подмазко І.О.	45
18.	ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РОБОТИ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НА РІЗНИХ РОБОЧИХ РЕЧОВИНАХ Подмазко О.С., Подмазко І.О.	46
19.	РЕФІТ (РЕТРОФІТ) ХОЛОДИЛЬНИХ АГЕНТІВ, ТА ЙОГО НЕОБХІДНІСТЬ У ФРЕОНОВИХ ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ Подмазко О.С.	48
20.	ТРИВИМІРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНОГО ТЕПЛООБМІНУ В ЕЛЕМЕНТАХ АКУМУЛЯТОРІВ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ Р.В. Грищенко, А.В. Форсюк, Я.І. Засядько, О.Ю. Пилипенко, Р.І. Колодзінський	50

РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ПРИНЦИПОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИХ ВОДООХОЛОДЖУВАЧІВ ВИПАРНОГО ТИПУ

Дорошенко А.В., Цапушел А.М., Іванова Л.В.,
Інститут холоду, криотехнологій та екоенергетики
Одеська національна академія харчових технологій, Україна, andrei.tsapushel@ukr.net

Інтерес до можливостей випарного охолодження середовищ в останні роки неухильно зростає, що обумовлено їх малим енергоспоживанням і екологічною чистотою [1-6]. Широке практичне застосування знаходять випарні охолоджувачі ВО прямого типу (повітроохолоджувачі і водоохолоджувачі-градирні ГРД, cooling tower, CTW) та непрямого типу (повітря- і водоохолоджувачі НВО, indirect evaporative cooling, ІЕС). Можливості таких охолоджувачів по досягнутому температурному рівню охолодження обмежені температурою зовнішнього повітря по мокрому термометру t_m , що є природною межею охолодження, їх ефективність істотно залежить від місцевих кліматичних умов. Областю практичного застосування методів ВО є енергетичні системи, холодильні системи та системи кондиціонування повітря. Значний інтерес в останні роки викликають ВО зі зниженою межею випарного охолодження середовищ [3-6]. Зниження температурного рівня охолодження забезпечує і загальне зменшення кількості води, використовуваної в ВО, що для сучасних енергетичних систем означає реальне зменшення кількості води, необхідну для компенсації втрат на випаровування.

Розробка водоохолоджувачів зі зниженою межею випарного охолодження Ch-Rw. На мал. 1 наведені схемні рішення випарних водоохолоджувачів, градирні ГРД (А) та водоохолоджувача-чілера Ch-Rw (Б). На мал. 1Б наведене рішення для водоохолоджувача Ch-Rw, виконане по роздільній схемі з винесеним повітря-водяним теплообмінником. При зниженні температури вхідного в ВО повітря, при його незмінному вологістці, знижується і значення межі випарного охолодження. Для Ch-Rw межа охолодження теоретично знижена до температури точки роси навколишнього повітря t_p^1 .

Порівняльний аналіз можливостей випарних водоохолоджувачів, градирні ГРД і чілера Ch-Rw. Вивчалися порівняльні можливості випарних водоохолоджувачів, градирні ГРД і чілера Ch-Rw. Основою для порівняльного аналізу послужили досвідчені дані, раніше отримані в ОГАХ [1-2]. У ТМО використовувалася насадка багатоканальної структури, виконана з полімерних матеріалів. На мал. 1В на діаграмі Н-Х вологого повітря наведен порівняльний аналіз можливостей випарних водоохолоджувачів: градирні ГРД (CTW) та розробленого водоохолоджувача-чілера Ch-Rw при умовах $l = G_r/G_{ж} = 1.0$ для обох схем охолоджувачів. Для чілера Ch-Rw додатково прийнято співвідношення розходів рідини в основних контурах охолодження, - в водо-водяному та водо-повітряному теплообмінниках: $l^* = G_{ж}^1/G_{ж}^2 = 1.0$. Стан води умовно показано точками на кривій насичення. Використання Ch-Rw дозволяє охолодити воду нижче t_m^1 зовнішнього повітря.

Висновки:

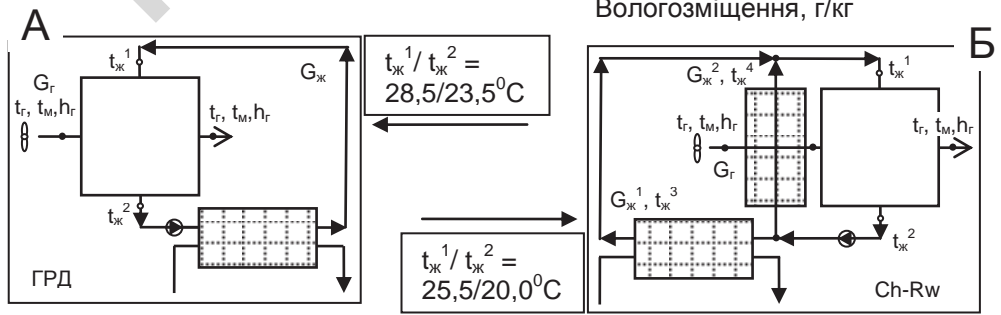
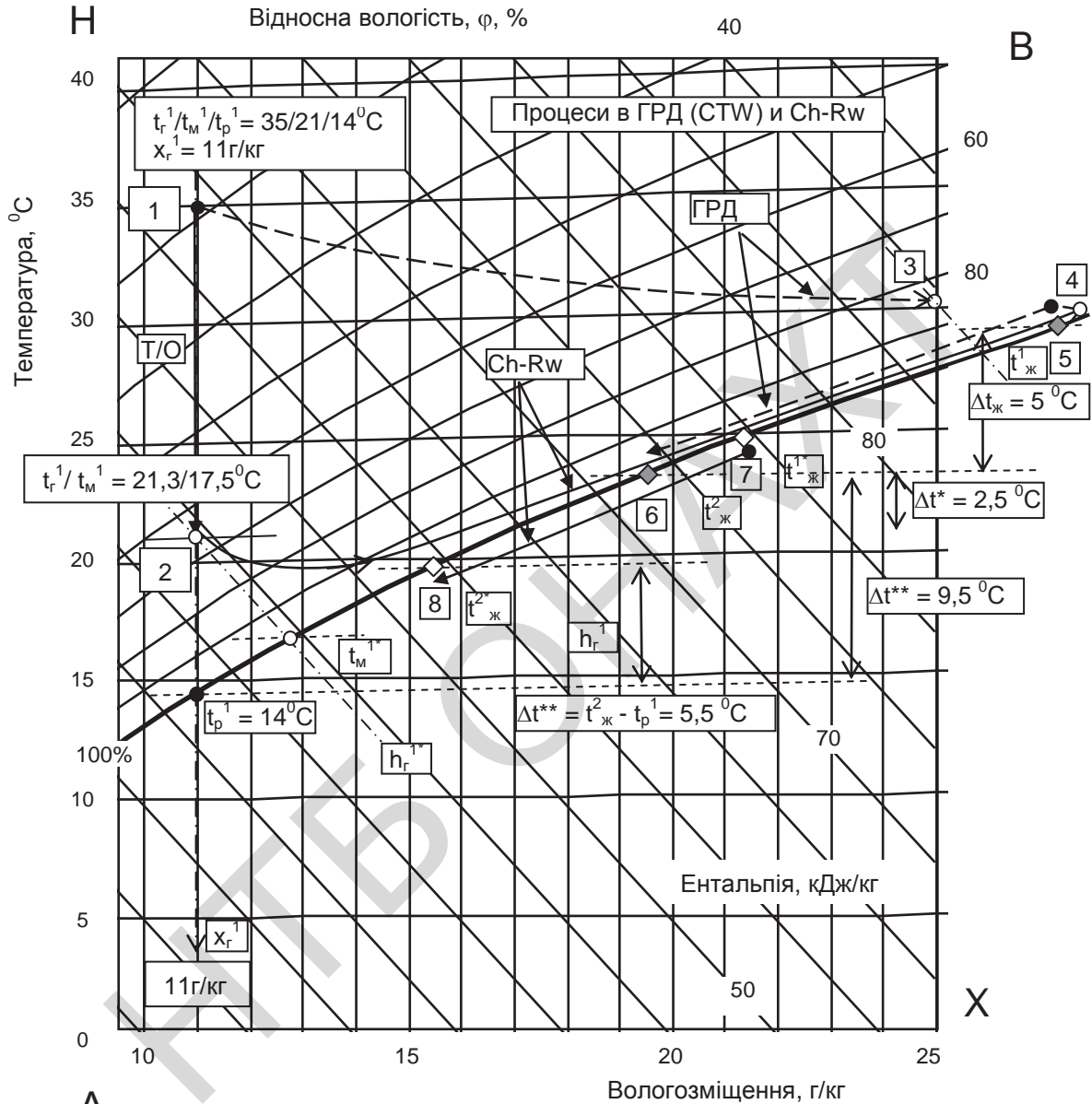
1. Порівняно з прямим випарним охолодженням води в градирні ГРД, охолодження в охолоджувачі-чілері Ch-Rw забезпечує можливість значного зниження температури, так що, в підсумку, межею охолодження являється температура точки роси зовнішнього повітря, що значно розширює кордони практичного використання таких водоохолоджувачів.
2. Подальше наближення до межі охолодження в Ch-Rw забезпечує варіювання співвідношення витрат рідини в основних контурах охолодження $l^* = G_{ж}^1/G_{ж}^2$, і може бути знижена при зростанні величини $l = G_r/G_{ж}^2$.
3. Для чілера-водоохолоджувача Ch-Rw лінія зміни стану повітряного потоку наближається і в подальшому слідує лінії повного насичення $\phi = 100\%$, що може привести до

реконденсації водяних парів та різькому зниженню ефективності процесу охолодження; це питання потребує окремого вивчення та в теперішньому часі в науковій літературі практично не розглянутий.

4. Цілком очевидно, що перехід на «глибоке охолодження» води в Ch-Rw, зрівняно з градирней, неминуче призводить до зростання питомих енерговитрат; з цієї точки зору інтерес представляє вивчення оптимальних умов роботи такого водоохолоджувача, зокрема, вивчення впливу співвідносин контактуючих потоків газу та рідини $l = G_r / G_{ж}$ на ефективність процесу, а також впливу величини $l^* = G_{ж}^1 / G_{ж}^2$, розходів рідини в основних контурах охолодження чілера Ch-Rw.

Літературні джерела:

1. Дорошенко А.В., Глауберман М.А. Альтернативная энергетика, Солнечные системы тепло-хладоснабжения, Одесса, ОНУ им. Мечникова, 2012, 447стр.
 2. Doroshenko A., Shestopalov K., Khliyeva O. Development of new schematic solutions and heat and mass transfer equipment for alternative solar liquid desiccant cooling systems, International Sorption Heat Pump Conference 2014, March 31 - April 2, 2014, Washington.
 3. Maisotsenko V., Leland Gillan, M. 2003, The Maisotsenko Cycle for Air Desiccant Cooling 21st International Congress of Refrigeration IIR/IIF, Washington, D.C.
 4. Hakan Caliskan, Arif Hepbasli, Ibrahim Dincer, Valeriy Maisotsenko Thermodynamic performance assessment of a novel air cooling cycle: Maisotsenko cycle International Journal of Refrigeration 34 (2011) 980 – 990
 5. USA Patent No.: US 6,497,107 B2. Dec. 24, 2002. Method and Apparatus of Indirect-Evaporative Cooling
- Denis Pandelidis, Sergey Anisimov, William M. Worec. Performance study of the Maisotsenko Cycle heat exchangers in different air-conditioning applications. Intern. Journal of Heat and Mass Transfer 81 (2015) 207-221



$$t_{ж}^1/t_{ж}^2 = 28,5/23,5^{\circ}\text{C}$$

$$t_{ж}^1/t_{ж}^2 = 25,5/20,0^{\circ}\text{C}$$