

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



**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ
«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ
ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ»**

*Присвячена 100-річчю інституту холоду, кріотехнологій
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського*

19-20 квітня 2022 року

Збірник тез доповідей



Одеса – 2022 р

УДК 621.565; 621.

Збірник тез доповідей 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 тез доповідей за матеріалами Всеукраїнської науково-технічної онлайн-конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти «**Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології**», Одеса, 2022 р. (19-20 квітня) – 113 с.

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень здобувачів вищої освіти та молодих вчених університетів і академій України.

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

Матеріали подано українською та англійською мовами.

Матеріали науково-технічної конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти «Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології», 19 - 20 квітня 2022 р.

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:

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

Мілованов В.І. - заслужений діяч науки і техніки України, д.т.н., професор;

Коновалов Д.Т. - завідувач кафедри Теплотехніки філії НУК ім. адм.Макарова, Херсонська філія, д.т.н., професор;

Тітлов О.С.- завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики ОНАХТ, д.т.н., професор

Морозюк Л.І. - д.т.н., професор кафедри кріогенної техніки ОНАХТ ;

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;

Жихарева Н.В.- к.т.н., доцент кафедри холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ.

Організаційний комітет:

Голова – д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.;

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

Члени оргкомітету - к.т.н. доц. Зімін О.В., к.т.н., доц. Когут В.О., к.т.н. доц. Яковлева О.Ю., к.т.н., доц. Трандафілов В.В., к.т.н. Грудка Б.Г., стаж-викл. Басов А.М., асп. Сазанський А.Р., асп. Крушельницький Д.О.

Матеріали науково-технічної конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти «Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології», 19 - 20 квітня 2022 р.

Горючий та токсичний R717 (NH₃) як холодоагент застосовується вже давно у спеціалізованому судновому холодильному обладнанні великої потужності при забезпеченні дуже жорстких мер безпеки. Але він не застосовується у системах кондиціонування повітря та холодильних машинах для провізійних камер, які є в наявності на практично усіх торгових та пасажирських суднах. Використання R744 (CO₂) як холодоагенту – це напрямок, який дуже активно розвивається. Вже є приклади впровадження холодильних систем на CO₂ у морському застосуванні. Але такі системи ще не є поширеною практикою. Крім того, CO₂ як холодоагент потребує принципово відмінної від ГФВ конструкції холодильної систем, тому його застосування можливо при повній заміні холодильної системи або на нових суднах.

Напевно, найближчим часом найбільше поширення у суднових холодильних системах знайдуть сумішеві холодоагенти типа R407C. Але й для них потрібна альтернатива. Ситуація, що склалася з наявними на ринку холодоагентами, наводить на думку, що стандарти з використання певних холодоагентів будуть змінюватися в бік можливості використання горючих речовин у суднових холодильних системах (така тенденція вже спостерігається, наприклад, у ЄС у 2022 р. розглядається питання дозволу застосування холодоагентів класу A2L у залізничному транспорті).

Виконаний короткий огляд дозволяє зробити загальний висновок про складність питання вибору альтернативного холодоагенту з низьким потенціалом глобального потеплення для суднових парокompресійних холодильних систем та потребу уважного слідкування за змінами у стандартах, що стосуються холодильної галузі.

Література

1. Methods of calculating total equivalent warming impact (TEWI). Best practice guidelines, Australian Institute of Refrigeration, Air-conditioning and Heating. AIRACH. 2012. https://www.airah.org.au/Content_Files/BestPracticeGuides/Best_Practice_Tewi_June2012.pdf
2. DNV GL AS. Rules for classification. Ships. Edition July 2019. Part 6 Additional class notations. Chapter 7 Environmental protection and pollution control
3. Rules for the classification and construction of sea-going ships Part XII Refrigeration Plants ND No. 2-020101-138-E. 2021

УДК 621.59

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ КАСКАДНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ НА ПРИРОДНИХ РОБОЧИХ РЕЧОВИНАХ

Крохмальний Ю.В., магістрант ІХКЕ ОНАХТ

Проблема раціонального використання супутного нафтового газу СНГ існує в усьому світі достатньо давно. За останні роки по всьому світу спалюється на факелах приблизно 140 млрд м³ СНГ, що призвело до викиду в атмосферу близько 360 млн м³ парникових газів. Ще 280 млрд м³ продається нафтопереробним заводам, які перероблюють СНГ, та отримують з нього різноманітну сировину для хімічної промисловості, а також виділяють вуглеводні (етан, етилен, метан, тощо).

Розглядаючи супутній нафтовий газ, слід звернути увагу на той факт, що з кожним роком попит на нього у всьому світі зростає на 3-4,5%, а це в свою чергу потребує все більш

досконалих холодильних систем транспортування СНГ, оскільки ресурси виснажуються і вимоги до зниження втрат при транспортуванні стають все більш жорсткішими.

Мета та завданням даного дослідження являється вивчення та удосконалення каскадної холодильної машини для реконденсації СНГ при транспортуванні та аналіз ефективності застосування ПКХМ в установках повторної реконденсації СНГ при транспортуванні.

Об'єктом дослідження є каскадна холодильна установка для реконденсації СНГ (рис.1), яка працює на різних холодильних агентах, а також з додатковими елементами для підвищення холодопродуктивності установки, що впливає на енергомісткість штучного холоду та впливу на оточуюче середовище.

Головною перевагою даної схеми, є те, що вона володіє гнучкістю в роботі і здатна швидко змінювати режим експлуатації під різні умови. З недоліків слід вказати її подорожчання за рахунок великої кількості додаткових елементів і значного споживання електроенергії.

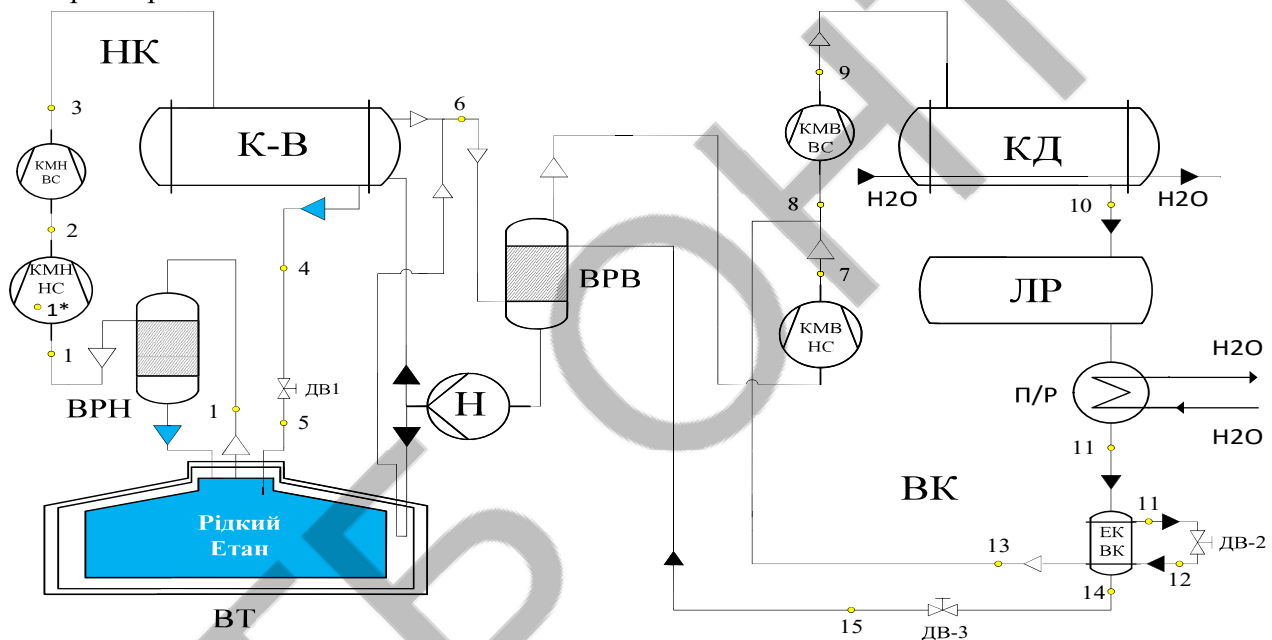


Рис.1 – Модифікований цикл каскадної холодильної установки для зрідження СНГ:

КМН НС – компресор першого ступеню нижнього каскаду; КМН ВС - компресор другого ступеню нижнього каскаду; К-В – конденсатор – випарник; П/Ж – переохолоджувач рідини; ДВ1 - дросельний вентиль нижнього каскаду; ДВ2 – дросельний вентиль верхнього каскаду;

ВРН – відокремлювач рідини нижнього каскаду; КМВНС – компресор першого ступеня верхнього каскаду; КМВВС – компресор другого ступеня верхнього каскаду; КД – конденсатор верхнього каскаду; ЛР – лінійний ресивер верхнього каскаду; ЕК ВК – Економізатор верхнього каскаду; ВРВ – відокремлювач рідини верхнього каскаду; Н – насос; VT – вантажний танк.

В базовому циклі присутні значні втрати холоду при дроселюванні частки для охолодження основного потоку в економайзері, що відображається на ступеню термодинамічної досконалості. Тому було запропоновано встановити переохолоджувач рідкого агента після конденсатору для того, щоб знизити втрати при дроселюванні та підвищити енергоефективність циклу.

Проведено тепловий розрахунок модифікованого циклу. Зведено результати розрахунків на всіх запропонованих альтернативних холодильних агентах в таблиці 1.

Результати теплового розрахунку модифікованого циклу

Параметр	R717	R290	R1270	R407C	R404A	R402A
q_0 , кДж/кг	1197	327	334	190	138	139
W_a , кДж/кг	428,5	122,8	124,85	66,23	66,6	62,52
W_d , кДж/кг	714,2	204,64	208,1	110,38	111	104,2
q_k , кДж/кг	1150	366	376	170	134	138
q_v , кДж/м ³	1197	1211,1	1452,2	1461,5	1380	1433
M_a , кг/с	1,38	5,05	4,93	8,7	11,98	11,89
y , %	10,2	25	24	23	32	28
N_a , кВт	591,3	620,53	615,93	582,16	797,58	737,78
N_d , кВт	986,1	1034,22	1026,55	970,26	1329,3	1230
$COP_T^{уд}$	0,57	1,3	1,29	1,69	1,69	1,73
$COP_d^{уд}$	0,36	0,84	0,83	1,12	1,12	1,15
$COP_T^п$	1,06	1,04	1,05	1,08	0,89	0,94
$COP_d^п$	0,68	0,66	0,67	0,69	0,56	0,59
$\dot{\eta}_{стсT}^{уд}$	0,32	0,72	0,72	0,94	0,94	0,96
$\dot{\eta}_{стсd}^{уд}$	0,20	0,47	0,46	0,62	0,62	0,64
$\dot{\eta}_{стсT}^п$	0,59	0,58	0,58	0,6	0,49	0,52
$\dot{\eta}_{стсd}^п$	0,38	0,37	0,37	0,38	0,31	0,33

З усіх альтернатив R22 хладону в оновленому циклі, найкращі показники енергоефективності та екологічності належать природнім агентам, такі як R717, R290, R1270 та хладону R407C як й в стандартному циклі.

Запропонований переохолоджувач мінімізує втрати холоду, підвищує ступінь термодинамічної досконалості, а також підвищує економічність система, про що свідчать результати розрахунків. Враховуючи той факт, що сьогодні мається дуже велика проблема виснаження енергоресурсів планети, дане вдосконалення є доречним, оскільки допоможе знизити витрату енергоресурсів, а також підвищить економію. Виявлено, що зниження частки 20 – 30 % призводить до зниження витрати електроенергії від 3 до 12 % в залежності від робочих тіл, що в свою чергу знижує споживання палива 3 – 12 % енергоустановкою. В роботі вирішено задачу розробки та дослідження каскадної холодильної установки для зрідження СНГ, що забезпечує скорочення енерговитрат та витрат дизельного пального на 3 – 12 % за рахунок встановлення переохолоджувача рідкого агенту після конденсатору, що також знижує частину рідини, що необхідна для охолодження основного потоку в економайзері на 20 – 30 %.

Запропоновано замінити робочу речовину R22, на екологічно безпечні тіла такі як: R717, R290, R1270, що повністю виключить згубний вплив на оточуюче середовище в виді парникового ефекту, або замінити R22 на більш безпечну речову R407C, що частково виключить вплив на оточуюче середовище в виді парникового ефекту, та повністю виключить руйнування озонного шару. Переохолодження рідини після конденсатору на 5 градусів знизило вартість одного МДж холоду на 5 - 7 %. Виявлено та реалізовано енергопотенціал установки шляхом впровадження вищеописаних удосконалень та в підсумку енерго та ресурсозбереженням.

Науковий керівник: Трандафілов В.В., к.т.н., доцент кафедри холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ №1 –ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

стор

1	ВИБІР ЕНЕРГООЩАДНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДІЮЧИХ ТЕПЛОВИХ ПОМП SPLIT-КОНДИЦІОНЕРІВ	4
	<i>Тростенюк О.В., магістр НУЛП, м. Львів Науковий керівник Лабай В.Й., д.т.н., проф., НУЛП</i>	
2	MODELLING OF THE BOILING PROCESS IN NOZZLE WITH PROFILED DIFFUSER PART	7
	<i>Danylo Husiev, post graduate student, SumDU Serhii Sharapov, PhD, assistant professor, senior lecturer, SumDU,</i>	
3	INNOVATIVE METHOD OF IMPROVEMENT OF CENTRAL AIR CONDITIONING SYSTEMS	8
	<i>Byshmanov V., Phd st Krushelnytskyi D. Zhykharieva N. V., Ph.D., Ass. Pr., Kohut V.E, Pr., Ph.D., Ass. Pr..</i>	
4	ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА КАРБАМІДУ ОПЗ	11
	<i>Філков І.О., СВО магістрант ОНАХТ Науковий керівник Жихарева Н.В., к.т.н., доц. ОНАХТ</i>	
5	ХОЛОДОАГЕНТИ З НИЗЬКИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕННЯ ДЛЯ СУДНОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ	15
	<i>Сорокін Р.Р., д.т.н., проф. Хлієва О.Я. Національний університет «Одеська морська академія»</i>	
6	ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ КАСКАДНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ НА ПРИРОДНИХ РОБОЧИХ РЕЧОВИНАХ	17
	<i>Крохмальний Ю.В., магістрант ІХКЕ ОНАХТ, Науковий керівник :к.т.н. дац. Трандафілов В.В. ОНАХТ</i>	
7	ІННОВАЦІЙНИЙ МЕТОД ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ КОНТАКТНОГО ТЕПЛООБМЕНУ	20
	<i>Асп. ОНАХТ Крушельницький Д.О., асп. ОНАХТ Кіценко А.М., Наукові керівники :к.т.н. дац. ОНАХТ Жихарева Н.В., к.т.н. доц. ОНАХТ Козут В.О.</i>	
8	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОВІДАЧІ ТА РЕЖИМІВ КИПІННЯ ХОЛОДОАГЕНТІВ ТА РОЗЧИНІВ ХОЛОДОАГЕНТ/МАСЛО У ТРУБИ	21
	<i>Борисов В.О., д.т.н., проф. Железний В.П. ОНАХТ</i>	
9	КАЛОРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИЦІЙНОГО ТЕРМОАКУМУЛЮЮЧОГО МАТЕРІАЛУ ПАРАФІН/ТЕРМОРОЗШИРЕНИЙ ГРАФІТ	23
	<i>Глек Я.О., д.т.н., проф. Железний В.П. ОНАХТ</i>	
10	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ РІШЕНЬ ДЛЯ АМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ МОЛОКОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ	25
	<i>магістранти ІХКЭ Кашигін Є.О., Рімашевський Ю.С., Науково-інженерне об'єднання Холод, Желіба Т.О., ОНПУ</i>	