

**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. Жихарєва 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.

охладжується. Водяна пара спочатку конденсується, а потім замерзає, перетворюється в дрібнодисперсні кристали льоду, які є центрами кристалізації для хімічних сполук сірки.

Кожухотрубний теплообмінник який попередньо охолоджує димові гази має у якості теплоносія паливо силової установки. Оскільки паливо має ряд властивостей що змінюються зі зміною температури паливо проходить спеціальну підготовку перед поданням в установку. Знімаючи тепло з димового газу реалізується утилізація вторинних джерел тепла.

Висновки

Галузь морських перевезень в наш час дуже актуальна, та робота над очисткою викидів є важливою галуззю. Запропонований нами пристрій має можливість забезпечити високу ступінь очистки, деяку утилізацію вторинних джерел енергії, та надійну роботу. Для цього пристрою готуються патентні заявки.

УДК 532.137.2

ДОСЛІДЖЕННЯ В'ЯЗКОСТІ РОЗЧИНІВ ХОЛОДОАГЕНТ R290/КОМПРЕСОРНЕ МАСТИЛО ТА ХОЛОДОАГЕНТ R290/ КОМПРЕСОРНЕ МАСТИЛО/ФУЛЕРЕН C₆₀

*Корнієвич С.Г., Борисов В.О., Желєзний В.П. Одеський національний технологічний університет,
м. Одеса,, zheleznyy@gmail.com*

Домішки компресорного мастила і наночасточок в робочому тілі парокомпресійної холодильної машини істотно впливають на параметри ефективності компресорної системи і режими кипіння розчинів холодоагент/мастило в випарнику [1 - 3]. Інформація про в'язкості розчинів альтернативних холодоагентів з мастилами і наномастилами у літературі практично відсутня, що стримує технологічний прогрес у розвитку холодильного машинобудування. Експериментальне дослідження в'язкості розчинів холодоагент/мастило (РХМ) в області параметрів при реалізації холодильного циклу пов'язане з великими труднощами. Більшість методів експериментального дослідження в'язкості РХМ реалізують метод кульки що котиться або капілярний метод [1-4]. Обидва ці методи вимагають візуального спостереження за процесом вимірювання досліджуваного зразка через капіляр (метод капіляра) або визначення часу падіння вантажу в рідкій фазі РХМ (метод падаючого вантажу) в умовах підвищених тисків та низьких температур.

Віскозиметри що випускаються промисловістю не призначені для подібних досліджень. Тому для визначення в'язкості РХМ та наноРХМ було спроектована і створено нову експериментальну установку що реалізує метод капілярного віскозиметра. Схема установки наведена на рис. 1.

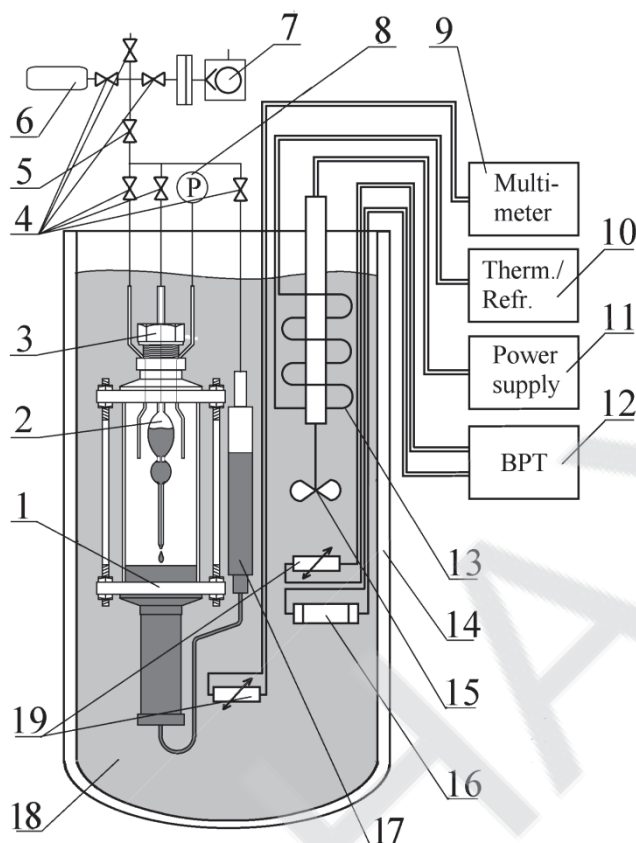


Рис. 1 - Установа з дослідження в'язкості растровів хладагент/мастило

1 - візир; 2 - вимірювальна частина ВПЖ віскозиметра; 3 - вузол ущільнення вимірювальної частини; 4- крани; 5-вентиль; 6 - заправний балон; 7 - вакуумна пастка; 8 - перетворювач тиску; 9 - мультиметр; 10 - термостат (холодильна машина); 11 - живлення мішалки; 12 - система високоточного регулювання температури (BPT); 13 - теплообмінник; 14 - посудина Дьюара; 15 - мішалка; 16 - нагрівач (елемент опору); 17 - розширювальна ємність; 18 - термостатуюча рідина; 19 - термометр опору

Основним елементом експериментальної установки є змінна вимірювальна частина 2 (серійно випускаються віскозиметр ВПЖ, який складається з двох розширювальних ємностей і вимірювального капіляра певного діаметра). Залежно від значення в'язкості вимірювальна частина може замінюватися. Скляна вимірювальна частина ущільнюється у візирі 1 за допомогою сальникового ущільнення 3. Віскозиметр знаходиться всередині скляного термостата 14 (посудина Дьюара) сталість температури в якому забезпечується за рахунок прокачування холодоносія з термостату/холодильної машини 10. Рівномірність температури по всьому об'єму скляного термостата 14 забезпечується за рахунок власної системи регулювання температури. Ця система складається з нагрівача 16, термометру опору 19 і автоматичної системи регулювання температури 12 (BPT - високоточний регулятор температури). Для вимірювання термодинамічних параметрів зразків РХМ або наноРХМ використовується платиновий термометр опору 19 та перетворювач тиску 8. Тим самим крім вимірювання в'язкості РХМ установка дозволяє вимірювати і контролювати тиск насичених парів РХМ в процесі дослідження в'язкості. Система вентилів 4 і кран 5 дозволяє маніпулювати рівнем рідкої фази РХМ у віскозиметрі.

Перед проведенням дослідження в'язкості РХМ з віскозиметра за допомогою вакуумної системи видаляється повітря. Після процедури вакуумування, попередньо підготовлений в балончику 6 зразок РХМ заправляється в віскозиметр. Після досягнення незмінних в часі параметрів експерименту (тиск і температура) за допомогою випуску частини газоподібного холодоагенту через кран 4 і вентиль 5 з вимірювальної комірки необхідно підняти рівень рідкої фази РХМ вище нижнього торця вимірювальної частини 2. Після закриття крана 5 відкриваємо мікровентиль 5 і піднімаємо рівень рідкої фази РХМ в вимірювальній ділянці 2 вище верхньої розширювальної ємності. Після закриття мікровентіля 5 необхідно відкрити кран 4 який веде до розширювальної ємності 16 щоб знизити рівень рідкої фази РХМ у візирі 1. На цьому етапі завершується підготовка віскозиметра до проведення експерименту.

Оскільки незначна частина холодоагенту була випущена з віскозиметра, його концентрація в рідкій фазі РХМ може змінитися. Ця зміна концентрації буде невеликим оскільки маса холодоагенту в заправленому зразку РХМ набагато перевищує масу випущеного холодоагенту з віскозиметра.

Після досягнення термодинамічної рівноваги в віскозиметрі (незмінні значення тиску насиченої пари і температури) необхідно відкрити кран 4 який сполучає вимірювальну частину 2 та газову фазу у візирі 1. При цьому почнеться процес витікання РХМ з вимірювальної частини 2. На завершальному етапі дослідження в'язкості проводиться вимірювання температури, тиску і часу зтікання РХМ з вимірювальної частини. Для зменшення впливу випадкових похибок доцільно проводити багаторазові вимірювання часу зтікання РХМ з вимірювальної частини.

Результати проведеного дослідження наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Експериментальні дані з динамічної в'язкості розчинів R290/ProEco та R290/ProEco/C₆₀(0,06837 %)

T, K	$w_{R290}, \% \text{мас}$	$x_{R290}, \text{мол.}\%$	$\eta, \text{мПа}\cdot\text{с}$
R290/ ProEco			
255,5	0,0994	0,5312	322
281,5	0,0462	0,3323	61,3
269,5	0,0462	0,3323	145
R290/ ProEco/C ₆₀ (0,06837 %)			
255,3	0,115	0,5719	355

Список використаної літератури

1. В. П. Железный, Ю. В. Семенюк. Теплофизические свойства растворов холодоагентов в компрессорных маслах: моногр. Одесса, Феникс. 2013. -419 с.
2. В. П. Железный Ю. В. Семенюк. Рабочие тела парокмпрессорных холодильных машин: свойства, анализ, применение: моногр. Одесса, Феникс. 2012. 420 с.

3. Железний В. П. Перспективы применения нанотехнологий в холодильной технике: моногр. Одесса, Феникс. 2019 . Ч.1. 2019. 311 с.
4. Железний, В. П. Експериментальна теплофізика. Методи дослідження теплофізичних властивостей / В. П. Железний, В. З. Геллер, Ю. В. Семенюк. – Одеса: Фенікс, 2016. 320с.



УДК 62-169, 62-97/-98

ЕКОЛОГО-ТЕРМОЕКОНОМІЧНИЙ МЕТОД АНАЛІЗУ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РОБОЧИХ ТІЛ З ДОМІШКАМИ ФУЛЕРЕНУ C₆₀ В ПАРОКОМПРЕСІЙНОМУ ХОЛОДИЛЬНОМУ ОБЛАДНАННІ

Корнієвич С.Г.¹, Хлієва О.Я.^{1,2}, Борисов В.О.¹, Валбах Е.¹, Железний В.П.¹

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса, zheleznyv@gmail.com

Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса

У практичній діяльності часто виникає необхідність визначити перспективу застосування холодоагенту та певної марки компресорних мастил, або провести раціональний підбір обладнання для реалізації будь-якої холодильної технології. Для вирішення такої задачі зазвичай використовується так званий показник *TEWI* (Total equivalent warming impact). В [1] було запропоновано при розрахунку величини повного еквівалента теплового впливу враховувати додаткові енергетичні витрати E_i на створення обладнання, машинного залу, забезпечення заходів безпеки, а також на ремонт техніки.

$$TEWI_N = GWP_R (L_R N + m_R (1 - \alpha)) + GWP_{BA} m_{BA} + \beta N_{повн} \tau + \sum \beta E_i \quad (1)$$

де GWP_R та GWP_{BA} – потенціали глобального потепління холодоагенту і вспінюючого агента ізоляції, відповідно, кг CO₂/кг; L_R – втрати холодоагенту, кг/рік; N – час експлуатації обладнання, рік; m_R – маса холодоагенту в установці, кг; α – частина утилізованого після завершення експлуатації холодоагенту; m_{BA} – маса вспінюючого агента, $N_{повн}$ – потужність холодильної установки, кВтгод; E_i – енергоємність елементів холодильної установки, кВтгод/ кг; β – емісія CO₂ при виробництві 1 кВтгод електроенергії, кг CO₂/(кВтгод); τ – час експлуатації обладнання в годинах.

Недоліком викладеної моделі *TEWI*-аналізу є відсутність урахування внутрішніх і зовнішніх ексергетичних втрат при роботі холодильної установки. Ця обставина робить неможливим виконання коректного науково обґрунтованого вибору компонентів реального робочого тіла (розчинів холодоагенту з компресорним мастилом) або встановлення доцільності використання нанотехнологій в холодильному обладнанні. Крім того, $TEWI_N$ є екстенсивною величиною оскільки вона залежить від холодопродуктивності холодильної машини і енергоємності її основних вузлів і апаратів. Отже відсутня можливість порівняння холодильного

8	СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕПЛООБМІНУ ПІД ЧАС ПРИРОДНОЇ ТА ЗМІШАНОЇ КОНВЕКЦІЇ У ВОДІ В ОБЛАСТІ ІНВЕРСІЇ ГУСТИНИ	46
	<i>Р.В. Грищенко, канд. тех. наук, доц. каф. TEXT, ННІТІ, НУХТ, м. Київ</i>	
9	ПОТЕНЦІАЛ ОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ	48
	<i>Голуб О.В., аспірант кафедри TEXT, Пилипенко О. Ю., доцент кафедри TEXT, НУХТ, м. Київ,</i>	
10	ПОРІВНЯННЯ АНАЛІТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСТКИ ВИМОРОЖЕНОЇ ВОЛОГИ	51
	<i>Потапов В.О., д.т.н., Мольський О.С., аспірант, Смілик М. М., аспірант, Державний біотехнологічний університет м. Харків</i>	
11	OPTIMIZATION AND IMPROVEMENT OF ENERGY EFFICIENCY OF REFRIGERATION UNIT WITH THE USE OF SPRAYING POOLS	54
	<i>Zhykharieva N.V. ass. phrofessor Odessa National Technological University. Kogut V.E, ass. phrofessor Odessa National Technological University. Dragnev M., engineer Israel, Ostapenko D.student</i>	
12	ОСОБЛИВОСТІ ОБ'ЄКТІВ ВИНАХОДІВ В ГАЛУЗІ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ	57
	<i>Томчик О. М., к.т.н., ст. викл. кафедри ХУКП, інженер з патентної та винахідницької роботи І категорії відділу ПтаНТЗ ОНАХТ, м. Одеса, Хмельнюк М. Г., професор, зав. кафедрою ХУКП ОНАХТ, м. Одеса</i>	
13	ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ МІКРОКЛІМАТУ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЙ КУЛЬТИВУВАННЯ МАТОЧНИХ ЕНТОМОКУЛЬТУР	59
	<i>Піщанська Н.О., доцент кафедри ХУ і КВ, ІХКЕ ОНАХТ, Одеський національний технологічний університет Подмазко О.С., доцент кафедри ХУ і КВ, ІХКЕ ОНАХТ, Одеський національний технологічний університет Бельченко В.М., в.о. заст. Директора за наукової роботи Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН</i>	
14	ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ХМ НА РІЗНИХ РОБОЧИХ РЕЧОВИНАХ	61
	<i>Подмазко І.О. доцент кафедри КПА, ІХКЕ ОНАХТ, Подмазко О.С., доцент кафедри ХУ і КВ, ІХКЕ ОНАХТ, Одеська національна академія харчових технологій</i>	
15	РОЗРАХУНОК ТЕПЛООБМІНУ МІЖ КРАПЛЯМИ РОЗПОРОШЕНОЮ ОХОЛОДЖУЮЧОЇ РІДИНИ І ДИМОВИМ ГАЗОМ	64
	<i>Бушманов.В.М. аспірант, Когут В.О. доцент, Жихарева Н.В. доцент, Одеська національна Академія Харчових Технологій м.Одеса</i>	
16	ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ДИМОВИХ ГАЗІВ СИЛОВИХ УСТАНОВОК СУДЕН	66
	<i>Бушманов.В.М. аспірант, Когут В.О. доцент, Жихарева Н.В. доцент, Одеська національна Академія Харчових Технологій м.Одеса</i>	
17	ДОСЛІДЖЕННЯ В'ЯЗКОСТІ РОЗЧИНІВ ХОЛОДОАГЕНТ R290/КОМПРЕСОРНЕ МАСТИЛО ТА ХОЛОДОАГЕНТ R290/ КОМПРЕСОРНЕ МАСТИЛО/ФУЛЕРЕН C₆₀	67
	<i>Корнієвич С.Г., Борисов В.О., Желєзний В.П. Одеський національний технологічний університет, м. Одеса,</i>	
18	ЕКОЛОГО-ТЕРМОЕКОНОМІЧНИЙ МЕТОД АНАЛІЗУ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РОБОЧИХ ТІЛ З ДОМІШКАМИ ФУЛЕРЕНУ C₆₀ В ПАРОКОМПРЕСІЙНОМУ ХОЛОДИЛЬНОМУ ОБЛАДНАННІ	70
	<i>Корнієвич С.Г.¹, Хлієва О.Я.^{1,2}, Борисов В.О.¹, Валбах Е.¹, Желєзний В.П.¹ Одеський національний технологічний університет, м. Одеса, Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса</i>	
19	ТЕПЛОНАСОСНІ ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ СУДНОВИХ ДВЗ	74

*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