

Міністерство освіти і науки України  
Херсонський національний технічний університет

**МАТЕРІАЛИ**  
**П'ятої Всеукраїнської науково-практичної**  
**інтернет-конференції студентів, аспірантів і**  
**МОЛОДИХ ВЧЕНИХ**  
**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ**  
**СУЧАСНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ**



20-22 травня 2020 р.  
м. Херсон, Херсонський національний технічний університет  
[http://kntu.net.ua/Conference\\_APME](http://kntu.net.ua/Conference_APME)

Матеріали V-ї Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Актуальні проблеми сучасної енергетики». – Херсон: ПП "Резнік", 2020. – 234 с.

У матеріалах конференції викладені результати досліджень, які присвячені актуальним проблемам сучасної традиційної та альтернативної енергетики: питанням електроенергетики та теплоенергетики, дослідженню, впровадженню та оптимізації систем нетрадиційної та відновлюваної енергетики, енергозбереженню та автоматизації енергетичних процесів, а також їх економічним та екологічним аспектам.

Усі матеріали публікуються в авторській редакції. Відповідальність за підбір і точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, імен та інших відомостей, а також за те, що матеріали не містять даних, які не підлягають відкритій публікації, несуть автори та наукові керівники опублікованих матеріалів.

Організацію та проведення конференції затверджено наказом по Херсонському національному технічному університету від 28.04.2020 №79.

Відповідно до пункту № 438 листа ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» від 20.01.2020 №22.1/10-143 «Про перелік міжнародних, всеукраїнських науково-практичних конференцій здобувачів вищої освіти і молодих учених»

**ISBN 978-617-7917-02-0**

Адреса організаційного комітету: 73008, м. Херсон, Бериславське шосе, 24,  
Херсонський національний технічний університет, корп. 1, ауд. 125.

© Колектив авторів, 2020  
© Дизайн та макетування. Кафедра енергетики, електротехніки і фізики  
Херсонського національного технічного університету

## ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

### Голова оргкомітету:

- д.е.н., проф. Савіна Г. Г. – проректор з наукової роботи;

### Заступник голови оргкомітету:

- к.т.н., доц. Баганов Є. О. – завідувач кафедри енергетики, електротехніки і фізики;

### Вчений секретар оргкомітету:

- к.т.н., доц. Андропова О. В. – доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики;

### Члени оргкомітету:

- к.т.н., доц. Курак В. В. – доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики;
- к.ф.-м.н., доц. Дон Н. Л. – доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики;
- к.т.н., доц. Погребняк І. Ф. – доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики;
- к.ф.-м.н., доц. Степанчиков Д. М. – доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики;
- Войцеховський О. Н. – старший викладач кафедри енергетики, електротехніки і фізики.

Yaroshenko M., Maslova T. <b>Electricity losses in electric systems of Ukraine and options for their reduction</b> .....	42
Shiryaeva D., Maslova T. <b>New approach to planning distribution networks</b> .....	44
Довгалюк О.М., Бондаренко Р.В., Мірошник К.А., Яковенко І.С. <b>Впровадження FACTS технологій для оптимізації режимів електричної мережі 750 кВ</b> .....	46
<b>СЕКЦІЯ 2. Теплоенергетика</b> .....	50
Корнієвич С.Г., Нестеров П.С., Дмитрієв Е. Д. <b>Експериментальне визначення середньої молекулярної маси нових компресорних мастил для хладагента R290</b> .....	51
Заморена Ю.С., Коломієць О.В. <b>Підвищення енергоефективності котлоагрегату ТВГ - 8М</b> .....	54
Тикшаєв С.О., Буличов В.В., Коломієць О.В. <b>Дослідження процесу запалювання частинки ВВП за допомогою математичного моделювання</b> .....	56
Соколовская И.Е., Дмитренко А.С. <b>Моделирование движения частицы сырья в вихревой камере при производстве пористого теплоизоляционного материала</b> .....	60
Соколовська І.Є., Дмитренко О.С. <b>Моделювання руху частинок сировини під час термообробки у вихровому апараті</b> .....	64
Зайченко Е.А., Климов Р.А. <b>Влияние основных факторов на конструкцию воздухоподогревателей</b> .....	68
Рогач А.І. <b>Аналіз ефективності роботи пароводогрійної котельні виробничо-складського комплексу у смт. Меліоративний</b> .....	70
Волчок В.О., Волчок О.В., Раснюк В.С. <b>Аналіз тепловлаговиділень у повітряне середовище консервних підприємств</b> .....	72
Кассо С.О., Погребняк І.Ф. <b>Використання водоростевих культур в якості теплоізоляційного матеріалу</b> .....	76
Остапенко О. П., Попроцький Я. С., Кохан В. О. <b>Аналіз ефективності застосування когенераційно-теплонасосних установок в теплових схемах промислово-опалювальних котельних</b> .....	78

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОЇ МОЛЕКУЛЯРНОЇ МАСИ НОВИХ КОМПРЕСОРНИХ МАСТИЛ ДЛЯ ХЛАДОГЕНТА R290**

аспірант Корнієвич С.Г., аспірант Нестеров П.С., аспірант Дмитрієв Е. Д.  
*Одеська національна академія харчових технологій, вул. Дворянська, 1/3, Одеса,  
65082, Україна*

KornievichSerge13@gmail.com

Науковий керівник: д.т.н. проф. Желєзний В.П.

Даних щодо молярної маси для промислових зразків компресорних мастил, призначених для застосування з альтернативними холодоагентами, в літературі міститься вкрай недостатньо.

Причин декілька. По-перше, номенклатура застосовуваних в холодильній техніці компресорних мастил надзвичайно широка [1]. Широко застосовуються мінеральні мастила, які отримані як при переробці нафти, так і при формуванні багатокомпонентних сумішей, синтезованих хімічним шляхом. В сучасних компресорах використовуються мастила на поліефірній основі (POE) або на основі поліалкіленгліколевих (PAG) з'єднань. Для поліпшення експлуатаційних характеристик, в склад мастил вводять різні присадки: в'язкісні, антиокислювальні, антикорозійні, антипінні, що знижують температуру застигання, що покращують протизносні якості, а також багатофункціональні. Склад промислових зразків мастил завжди невідомий, оскільки він є комерційною таємницею.

Складність і багатоваріантність складу мастил і наявність в них технологічних присадок, ставлять під сумнів можливість розробки та використання узагальнюючих кореляцій, призначених для визначення їх середньої молярної маси і розрахунку теплофізичних властивостей РХМ. Хоча спроби відомі. Наприклад, в роботі [2] наведено ряд рівнянь для розрахунку молярної маси поліефірних мастил, які рекомендується використовувати при допущенні, що зазначені мастила можна розглядати як гіпотетично чисті рідини. В роботі [3] для спрощення термодинамічного моделювання вводиться поняття "універсального" мастила і пропонується модель для розрахунку властивостей компресорних мастил незалежно від їх типу і складу. У довіднику "ASHRAE Handbook for Refrigeration, Atlanta, GA, 1998." наведена обмежена інформація щодо молярної маси компресорних мастил різного хімічного складу, які призначені для установок на хлорвмісних і хлорфторвмісних хладогентах. Однак ці відомості не є достатніми і потребують оновлення з урахуванням переведення холодильної промисловості на альтернативні холодоагенти.

Як об'єкти дослідження було розглянуто зразки компресорних мастил ProEco® RF 22 S і RENISO SP46. Основні характеристичні параметри компресорних мастил приведені в таблиці 1.

### Основні характеристичні параметри компресорних мастил

Характеристичні параметри	RENISO SP46	ProEco® RF 22 S
В'язкість при 20/40/100°C [мм <sup>2</sup> /с]	170/46/5,1	--/22,26/4,08
Щільність при 15°C [кг/м <sup>3</sup> ]	872	949
T спалаху/застигання [°C]	175/-42	204/-57
Вміст води [мг/кг]	<30	40

Для визначення середньої молекулярної маси компресорних мастил була створена експериментальна установка, яка реалізує ебуліоскопічний метод [4]. Принципова схема установки зображена на рис 1.

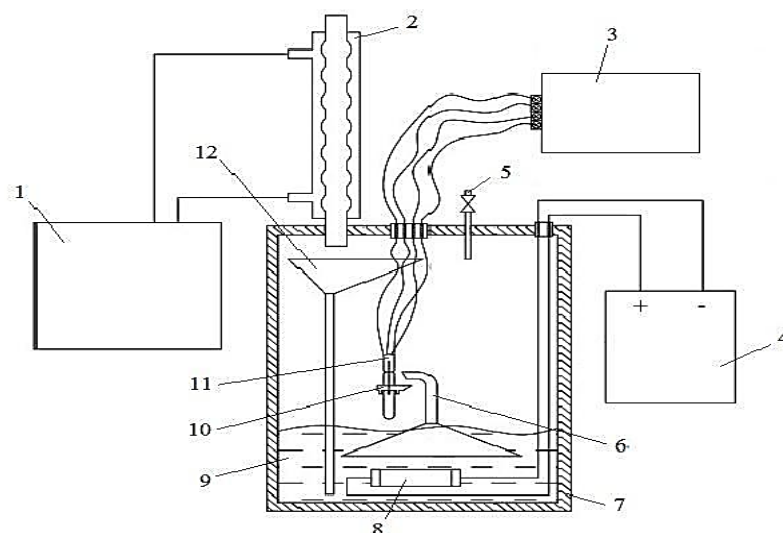


Рисунок 1 - Схема експериментальної установки для дослідження середньої молярної маси компресорних мастил: 1 - термостат U-T Тур U 10; 2 - скляний конденсатор; 3 - мультиметр Time Electronics 50656 1/2; 4 - джерело постійного струму Electronics PromTools powerSupply 30V 50A; 5 - заправна магістраль; 6 - насос Котреля; 7 - скляний вимірювальний осередок; 8 - нагрівач; 9 - розчин бензол / мастило; 10 - воронка, 11 - платиновий термометр опору 50 Ом; 12 - пристрій відводу конденсату бензолу в киплячий розчин бензол / компресорне мастило

В рамках застосованого методу дослідження [4] молярна маса зразків компресорних мастил розраховувалася за формулою

$$M = \frac{K_{еб}}{\left(\frac{\Delta T}{C}\right)_{C \rightarrow 0}} \quad (1)$$

де  $\Delta T$  – різниця температур кипіння розчину і чистого розчинника, К;

$C = \frac{m_{oil}}{m_{бенз}}$  – відношення маси мастила, що міститься в розчині, до маси бензолу;  $m_{oil}$  – маса мастила, г;  $m_{бенз}$  – маса бензола, г;

$K_{еб}$  – ебуліоскопічна константа розчинника, яка може бути розрахована за формулою

$$K_{еб} = \frac{RT_{кип}^2 m_{бенз}}{l_{бенз}} \quad (2)$$

де  $R$  – універсальна газова стала, Дж/(К·моль);  $T_{\text{кип}}$  – температура кипіння бензола, К;  $m_{\text{бенз}}$  – молярна маса бензола, кг/моль;  $l_{\text{бенз}}$  – питома теплота пароутворення бензолу, Дж/моль.

Вимірювання різниці температур кипіння розчину і чистого розчинника проводилися при різних складах розчину з метою отримання залежності комплексу  $\frac{\Delta T}{C}$  від величини  $C$  (концентрації).

При розрахунках молярної маси використовувалося значення  $K_{\text{еб}}$ , яке отримано за результатами тарувального експерименту. За еталонну речовину було взято н-нонан (CAS 111-84-2) з чистотою 99.9 мас. %. За результатами отримано значення ебуліоскопічної константи бензолу -  $K_{\text{еб}}=2.60$ . Це значення відрізняється на 1.5% від розрахованого за формулою (2) із залученням інформації про властивості бензолу, взятої з бази даних NIST.

Для підтвердження достовірності був проведений тарувальний експеримент зі знаходження молярної маси зразкової речовини - тетраліна (чистота 99.9% CAS 119-64-2). Отримане значення молярної маси тетраліна дорівнювало 124,9г / моль, що відрізняється від довідкових даних 132,2г / моль на 5.6%. З урахуванням чистоти (бензолу і тетраліна) наведені відхилення експериментальних і табличних даних є прийнятними.

Отримані експериментальні дані про середню молярну масу компресорних мастил приведені в таблиці 2.

*Таблиця 2*

**Середня молярна маса промислових зразків компресорних мастил**

Тип мастила	Мастило	$M_{\text{oil}}$ , г/моль
Алкілбензолне	RENISO SP46	777,7
Поліефірне	ProEco® RF 22 S	453,9

Отримана експериментальна інформація про середню молекулярну масу компресорних мастил буде використана авторами для розрахунку термодинамічних властивостей реальних робочих тіл R290 / RENISO SP46 R290 / ProEco® RF 22 S

**Список літератури:**

1. Marsh K. N., Kandil M. E. Review of thermodynamic properties of refrigerants + lubricant oils. Fluid Phase Equilibria. 2002. № 199. P. 319–334.
2. Huber M. L., Lemmon E. W., Friend D. G. Modelling bubble points of mixtures of hydrofluorocarbon refrigerants and polyolester lubricants. Fluid Phase Equilibria. 2002. № 194. P. 511–519.
3. Yokozeki A. Solubility of refrigerants in various lubricants. International Journal of Thermophysics. 2001. Vol. 22, № 4. P. 1057–1070
4. Рафиков С. Р., Павлова С. А. Методы определения молекулярных весов и полидисперсности высокомолекулярных соединений. И.И. Твердохлебова; АН СССР, Ин-т элементоорган. соединений. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. 335 с.

### Алфавітний покажчик авторів\*

Adambaev D.B.	189	Грінченко В.С.	34
Berezovskaya L.V.	189	Давиденко П.О.	96
Bilenko N.O.	149	Демченко В.В.	142
Honcharov Ye.V.	39	Джамашева Р.А.	145
Hratiy T.I.	190	Дмитренко А.С.	60
Kravchenko V.V.	149	Дмитренко О.С.	64
Maslova T.	37, 42, 44	Дмитрієв Е. Д.	51
Osadchuk E.O.	84	Довгалюк О.М.	46
Ozolin M.E.	149	Догода А.В.	26
Parkhomenko O.	37	Долгополов І.С.	227 (к)
Posternak I.	198	Дон Н.Л.	123, 136, 175
Posternak S.	198	Дяденчук А.Ф.	159
Priymak V.G.	190	Желєзний В.П.	51 (к)
Sahala T. A.	187	Зайченко Е.А.	68
Selivanov A.P.	191	Заморена Ю.С.	54
Shiryaeva D.	44	Іванюшин Ю.О.	94
Titlov O.S.	84, 149, 187, 189, 190, 191	Канавка С.А.	88
Vasyliv O.B.	187	Кассо С.О.	76
Vietvytska S.O.	39	Каюков Ю.М.	70 (к)
Yaroshenko M.	42	Клепов В.П.	175
Алимкешова А.Х.	145	Климов Р.А.	68
Андрієвський Л.А.	94	Кньш А.Е.	22
Андропова О.В.	88, 91, 115	Коблюк Я.Н.	20
Артемчук В.О.	82	Коваль С.Д.	18
Баганов Є.О.	100, 155, 169	Коломієць О.В.	54, 56
Баженов В.А.	30	Корнієвич С.Г.	51
Барбашов И.В.	20, 22, 26	Костюченко М.В.	123
Беднарська І.С.	215, 219, 223, 225	Кохан В. О.	78
Бердишев М.Ю.	184 (к)	Коханіч Б.А.	155
Бондаренко Р.В.	46	Кузнецов С.І.	202 (к)
Булах І.І.	194	Кузьмин І.О.	15, 18
Буличов В.В.	56	Кур'янінов Є.С.	136
Буратинський І.М.	121	Курак В.В.	94, 96, 104
Вальчишена А.О.	127	Лагойда А. І.	180 (к)
Васильчук О.І.	100	Марченко Д.О.	227
Венгер О.О.	202	Мірошник К.А.	46
Волчок В.О.	72, 127	Місюра М.С.	127
Волчок О.В.	72	Міщенко О.В.	202
Гайворонский С.В.	20	Моложенко О.О.	130
Голякова І.В.	177	Некрашевич О.В.	173
Гордієнко Д.А.	165	Нерубацький В.П.	165
		Нестеренко Б.Б.	107, 132
		Нестеров П.С.	51

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

МАТЕРІАЛИ

V-ї Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів,  
аспірантів і молодих вчених

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ**

20-22 травня 2020 р.

м. Херсон, Херсонський національний технічний університет

[http://kntu.net.ua/Conference\\_ARME](http://kntu.net.ua/Conference_ARME)

Відповідальний за випуск: Баганов Є.О.

Підписано до друку 18.05.2020 р.

Формат 60x84/16 папір офсетний. Друк: ризографія.

Гарнітура Times New Roman. Умов. друк. арк. 10,63

Наклад 100 прим. Замовлення № 0010.

Надруковано з оригінал-макету ХНТУ

у видавництві ПП «Резнік»

Свідоцтво про внесення до державного реєстру видавців, виготовлювачів і  
розповсюджувачів видавничої продукції:

серія ДК №6155 від 24.04.2018 р., видано Управлінням Держкомтелерадіо  
73008, м. Херсон, пров. 4-й Приміський, 6