

**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.

## **ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ УМОВ РОБОТИ ТЕПЛОАКУМУЛЯТОРА В СИСТЕМІ ПЕРЕДПУСКОВОЇ ПІДГОТОВКИ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА**

*К.В. Луняка, професор, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія, просп. Ушакова, 44, Херсон, 73022, Україна*

*С.А. Русанов, к.т.н, Херсонський національний технічний університет, Бериславське шосе, 24, Херсон, 73028, Україна*

*О.І. Ключев, к.т.н, Херсонський національний технічний університет, Бериславське шосе, 24, Херсон, 73028, Україна*

*О.О. Ключева, аспірантка, Херсонський національний технічний університет, Бериславське шосе, 24, Херсон, 73028, Україна, kluevaaleksandra64@gmail.com*

Використання методу факторного експерименту запропонував ще у 1935 р. Р. Фішер [1]. Цей метод дозволяє за допомогою отриманого рівняння регресії оцінити одночасний вплив багатьох чинників на деяку величину, яку назвали параметром оптимізації. Незважаючи на широкі можливості, метод факторного експерименту мав обмеження в плані розрахунків. Так, у вказаний період досить легко вирішувались рівняння регресії для двофакторного, дещо складніше – для трифакторного, а для чотирьох і більше факторів отримання рівняння регресії ставало досить проблематичним.

Наявність доступної обчислюваної техніки і програмного забезпечення [2] дозволило у наш час повернутись до використання методу факторного експерименту у різних галузях – будівництві, енергозбереженні, обробці матеріалів, автомобільному транспорті, сільському господарстві, харчовій промисловості, військовій сфері [3] та ін. [4,5].

При використанні теплоаккумулятору (ТА) в системі передпускової підготовки автомобільного двигуна з метою прискорення запуску двигуна при низьких температурах оточуючого середовища найважливішим показником роботи ТА є час його розрядження. Тривалий час розрядження дозволяє залишати автомобіль на відкритому повітрі на досить тривалий час, зокрема, на ніч.

Під час розрядження ТА залежить від температури зовнішнього середовища, маси теплоакмулюючого матеріалу (ТАМ) і товщини шару теплоізоляції. Для прогнозування одночасної дії названих чинників на час розрядження ТА використовували повний факторний експеримент. При цьому час розрядження ми прийняли за параметр оптимізації у.

Оскільки при проведенні експериментів змінні фактори неоднорідні й мають різні одиниці вимірювання, приводимо їх до єдиної системи шляхом переходу від дійсних значень до кодованих.

Відповідно до вимог регресійного аналізу дисперсії рядків матриці повинні бути однорідними. Однорідність дисперсій перевіряється за критерієм Кохрена G:

$$G = \frac{S_{j \max}^2}{\sum_{j=1}^N S_j^2},$$

де  $S_{j \max}^2$  – найбільша з дисперсій, розрахованих як  $S_j = \frac{\sum_{n=1}^n (\bar{\tau} - \tau)^2}{k-1}$ ; k – кількість

паралельних дослідів (у даному випадку 2).

$$G = \frac{12800}{22400} = 0,571.$$

Дисперсія вважається однорідною, якщо розраховане за наведеним рівнянням значення критерію Кохрена задовольняє умові:

$$G < G_{\text{табл}},$$

де  $G_{\text{табл}}$  – табличне значення критерію Кохрена при даному N і числі степенів свободи f, причому  $f=k-1$ . У нашому випадку  $f=2-1=1$ .

Табличне значення  $G_{\text{табл}}$ , що відповідає довірчій вірогідності 0,95, дорівнює 0,6798. Оскільки  $G (0,571) < G_{\text{табл}} (0,6798)$ , дисперсія однорідна.

Для оцінки значущості коефіцієнтів регресії була розрахована дисперсія відтворності:

$$S_y^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N S_j^2 = \frac{1}{8} 22400 = 2800.$$

і похибка їх визначення  $S_b$

$$S_b = \sqrt{\frac{S_y^2}{Nk}} = \sqrt{\frac{2800}{8 \cdot 2}} = 13,23.$$

Значущість коефіцієнтів регресії встановлюється за даними похибки їх визначення і критерієм Стюдента  $t_p$ . Якщо виконується умова  $t_p \leq b/S_b$ , то коефіцієнт регресії є значущим. При вірогідності 95 % і  $N = 8$   $t_p = 2,31$ .

Визначення величин  $b/S_b$  для членів рівняння і порівняння розрахованого значення з табличним значенням критерію Стюдента дозволило нам відкинути останній член рівняння регресії, який враховує сумісний вплив на час розрядження акумулятора маси озокериту, температури зовнішнього середовища і товщини шару ізоляції.

Адекватність рівняння експерименту перевіряємо за критерієм Фішера. Дисперсію адекватності розраховуємо за даними табл. 3 зі співвідношення:

$$S_{\text{ад}}^2 = \frac{2}{N-B} \sum_{j=1}^N (\bar{\tau} - \tau_{\text{розр.}})^2 = \frac{2}{8-7} 341 = 682,$$

де B – кількість значущих коефіцієнтів у рівнянні регресії.

Розрахункове значення F-відношення обчислюють як відношення дисперсій адекватності й відтворності, причому, у чисельник F-відношення ставлять більшу з дисперсій. Таким чином:

$$F = \frac{S_y^2}{S_{\text{ад}}^2} = \frac{2800}{682} = 4,11.$$

Якщо набуто по цьому співвідношенню значення критерію Фішера не перевищує табличної величини ( $F_{\text{табл}}$ ) при даному числі ступенів свободи, рівняння регресії є адекватним і умова адекватності має вигляд  $F \leq F_{\text{табл}}$ . Для  $P = 0,95$ ,  $f_1 = N - B = 8 - 7 = 1$  і

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

$f_2 = N(k-1) = 8(2 - 1) = 8$  критерій Фішера дорівнює 5,3, тобто  $F < F_{\text{табл}}$ . Отже, отримане нами рівняння регресії адекватне експерименту.

Оскільки ТА являє собою прилад, що має певні характеристики, такі як маса озокериту в ньому (визначається розмірами ТА) і товщина теплоізоляції, то в реальних умовах ці величини є незмінними. Факторний експеримент надає можливість встановити їхні оптимальні значення, які беруться до уваги при виготовленні теплоаккумулятора для певного автомобіля. Використання методу факторного експерименту при дослідженні умов роботи теплоаккумулятора в системі передпускової підготовки автомобільного двигуна з отриманням рівняння регресії, що характеризує сумісний вплив маси теплоакмулюючого матеріалу, зовнішньої температури і товщини шару теплоізоляції на час розрядження теплоаккумулятора, дає можливість реалізації тривалого простою автомобіля з наступним полегшеним запуском двигуна.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. R. A. Fisher. The Design of Experiments. 6-th ed, London, Oliver and Boyd, 1951. – P. 34-38.
2. Fumo N., Biswas M.A.R. Regression analysis for prediction of residential energy consumption. Renewable Sustainable Energy Reviews. 47 – 2015. – P. 322-343.
3. Adamchuk V., Dmytriv V., Dmytriv I. Experimental studies of duration of air pumping out from the „TEAT CUP – PULSATOR” system. Econtechmod: an International quarterly journal on economics in technology new technologies and modeling processes. Lublin : Rzeszow, 2015. Vol. 4, № 4. P. 3-6.
4. Box G.E.P. Response surfaces, mixtures, and ridge analyses, 1st ed. / G. E. P. Box, N. R. Draper. – Hoboken, N.J.: John Wiley, 2007. – 857 p.
5. Darlington R.B., Haves A.F. Regression Analysis and Linear Models: Concepts, Application and Implementation. New York: Guilford Press. – 2017. – P. 58–63.

## **СТВОРЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ТА ОРИМАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ**

*Д.т.н., професор Луняка К.В, студент Лецов Є.М.  
Херсонська філія Національного університету кораблебудування  
імені адмірала Макарова*

Метою дослідження було створення експериментальної установки для дослідження системи охолодження компресора холодильника. Дослідження проводились на стенді (рис. 1).

- 11 ЕНЕРГОМОДЕЛЮВАННЯ, ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА ПІД ЧАС ЕКОЕФЕКТИВНОГО ПРОЕКТУВАННЯ** 26  
*Р.В. Грищенко, канд. тех. наук, доц. каф. ТЕХТ, ННІТІ, НУХТ, м. Київ,  
М.О. Кривошеєв, BREEAM Assessor, Edge expert, МК Sustainable Eng., м. Київ,  
А.В. Форсюк, канд. тех. наук, проф. каф. ТЕХТ, ННІТІ, НУХТ, м. Київ  
В.С. Калита, студ. каф. ТЕХТ, ННІТІ, НУХТ, м. Київ*
- 12 ВПЛИВ СХЕМНОГО РІШЕННЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ ТИПУ «ВОДА-ВОДА» НА ЙОГО ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ** 28  
*О.Ю. Пилипенко, канд. тех. наук, доц. каф. ТЕХТ, ННІТІ, НУХТ, м. Київ.  
Д.М. Степаніщев, студ. каф. ТЕХТ, ННІТІ, НУХТ, м. Київ*
- 13 ПРО ДЕЯКІ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ ТРУБ** 29  
*Воїнов О.П., професор, Коновалов Д.В., професор, Самохвалов В.С., доцент, ХННІ  
НУК ім. адмірала Макарова, Херсон,*
- 14 DEVELOPMENT OF THE MARINE ENGINE CONTACT COOLING SYSTEM BY USING A THERMOPRESSOR** 32  
*Dmytro Sydorenko, Student, Illia Nadtochii, Student  
Halina Kobalava, Associate Professor of the Thermal Engineering Department, Admiral  
Makarov National University of Shipbuilding,  
Kherson Educational-Scientific Institute, Ukraine*
- 15 КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ОЧИЩЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ** 35  
*Корнієнко В.С., доцент кафедри теплотехніки, Херсонська філія Національного  
університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон,*
- 16 ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ УМОВ РОБОТИ ТЕПЛОАКУМУЛЯТОРА В СИСТЕМІ ПЕРЕДПУСКОВОЇ ПІДГОТОВКИ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА** 39  
*К.В. Луняка, професор, Національний університет кораблебудування імені  
адмірала Макарова, Херсонська філія  
С.А. Русанов, к.т.н, Херсонський національний технічний університет, О.І. Клюєв,  
к.т.н, Херсонський національний технічний університет,  
О.О. Клюєва, аспірантка, Херсонський національний технічний університет,*
- 17 СТВОРЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ТА ОРІМАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ** 41  
*Д.т.н., професор Луняка К.В, студент Лецов Є.М.  
Херсонська філія Національного університету кораблебудування  
імені адмірала Макарова*
- 18 СУМІШІ ХОЛОДОАГЕНТІВ ЯК ЗАМІНА РОБОЧИХ ТІЛ З ВИСОКИМ GWP** 43  
*Дудко О.М., аспірант ОНАХТ, Хмельнюк М.Г., професор ОНАХТ*
- 19 ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ НА СУДНАХ ВОДНОГО ТРАСПОРТУ** 46  
*Ялама В.В., аспірант ОНАХТ, Хмельнюк М.Г., професор ОНАХТ*
- 20 ДОСЛІДЖЕННЯ МОРОЗИЛЬНОЇ СКРИНІ НА РІЗНИХ ХОЛОДОАГЕНТАХ** 49  
*Константинов І.М., аспірант ОНАХТ, Хмельнюк М.Г., професор ОНАХТ*