

**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. Жихарева 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.

УДК 629.06

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ ТЕПЛОВИЙ АКУМУЛЯТОР ДЛЯ ПЕРЕДПУСКОВОГО ПРОГРІВАННЯ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ – СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ ДВИГУНА

Клюєва О. О.,

аспірант кафедри транспортних систем і технічного сервісу  
Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна,  
kluevaaleksandra64@gmail.com

Проводилось дослідження роботи теплового акумулятора (ТА) для передпускового прогрівання двигуна автомобіля. Робота теплового акумулятора складається зі стадій зарядження – нагрівання ТАМ до температури, близької до температури працюючого двигуна, і розрядження – закінчення процесу кристалізації ТАМ. При цьому необхідно відмітити, що ТАМ може охолоджуватись до температури оточуючого середовища при зупиненому двигуні ще деякий час, що може бути також використано при передпусковому розігріванні двигуна.

Була запропонована конструкція теплового акумулятора, який складається із подвійного герметичного корпусу з зазором під теплову рідинну ізоляцію, в якому розміщений трубчастий електронагрівач (ТЕН) [1]. Внутрішня порожнина подвійного корпусу заповнена фазоперехідним теплоакumuлюючим матеріалом озокеритом та містить U-подібний рідинний теплообмінник заряду-розряду теплового акумулятора з оребренням. Теплоаккумулятор має патрубки для введення та виведення охолоджуючої двигун рідини, та електромагнітний клапан заряду-розряду. При проектуванні теплоаккумулятора слід взяти до уваги його взаємодію з двигуном – тобто, передачу тепла елементам двигуна з метою їхнього прогріву до температури, потрібної для пуску. Таку взаємодію можна зобразити у вигляді схеми:

1. Двигун охолоджений до температури оточуючого середовища після **простою**.

2. Двигун працює.

3. При нетривалій зупинці теплоти кристалізації достатньо для підтримання потрібної для запуску двигуна температури.

1. Температура ТАМ близька до температури оточуючого середовища. **Простій.**

2. ТАМ нагрівається до розплавлення – **зарядження ТА**, – нагріваючи тосол до температури близько 50 °С, насосом перекачується в системі оболонка двигуна – ТА.

При зупинці тосол охолоджується і кристалізується, виділяючи при цьому тепло – **розрядження ТА**.

Нами були побудовані криві, що характеризують охолодження двигуна і ТАМ при стоянці автомобіля, нагрівання ТЕНом ТАМ і наступний запуск двигуна. (рис.1).

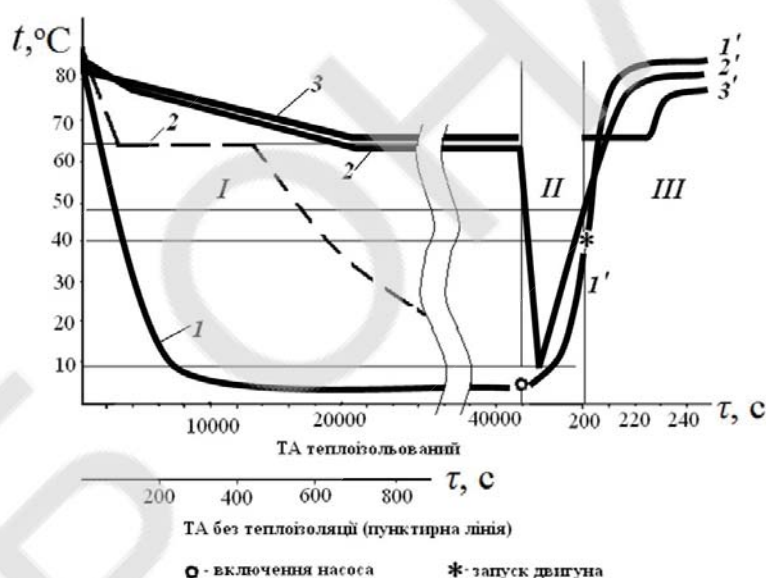
Наші дослідження [2] показали, що для швидкого запуску двигуна його слід прогріти до 40 °С, температура тосолу при цьому повинна складати близько 50 °С. При зупинці автомобіля його двигун приблизно за півтори години (близько 6000 с) (рис. 1, а, крива 1) охолоджується до

температур, при яких запуск автомобіля стає утрудненим, а за 3 год температура двигуна наближується до температури оточуючого середовища. Теплоакumuлюючий матеріал завдяки теплоті, що виділяється при його кристалізації, охолоджується значно повільніше (рис. 1, а, крива 2). Теплоізоляція ТА сприяє зменшенню швидкості охолодження ТАМ, як це видно при порівнянні суцільної і пунктирної ліній 2 (область I рис. 1, а). Тосол, що знаходиться в ТА, має температуру, близьку до температури ТАМ. При наявності теплоізоляції теплоакumuлятора ТАМ (і озокерит ТА) зберігає високу (67 °С) температуру на протязі тривалого часу (ділянка I на рис. 1, а). Так, для запропонованої конструкції теплоакumuлятора час розрядження вдалося збільшити до 14 год.

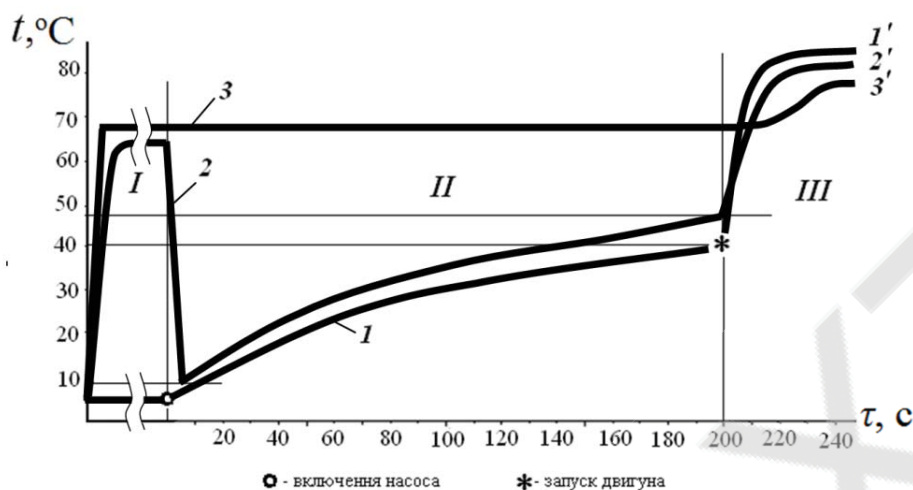
При запуску двигуна (ділянка II на рис. 1, а) включається насос, який перекачує тосол в замкненому контурі ТА–система охолодження двигуна (СОД). При цьому тосол з ТА (65 °С) перемішується з тосолом оболонки охолодження і температура суміші сягає близько 9 °С.

За рахунок теплоти, що виділяється при кристалізації ТАМ, тосол нагрівається до ~50 °С, а двигун при цьому прогрівається до ~40 °С, що дає можливість здійснити швидкий запуск.

Таким чином, для швидкого запуску двигуна автомобіля при низьких температурах потрібно, щоб ТАМ тривалий час знаходився у стадії кристалізації (тобто, ТА не повинен бути розрядженим), а температура тосолу, який знаходиться в СОД, при цьому складала близько 50 °С.



a



б

Рис. 1. Режими роботи системи ТА-СОД:

а – охолодження двигуна і ТАМ при стоянці автомобіля і наступний запуск двигуна;  
б – передпускове зарядження ТА і наступний запуск двигуна.

I – ділянка охолодження для а, нагрівання ТЕНу для б; II – ділянка прогріву і запуску автомобіля; III – ділянка стабільної роботи при русі автомобіля;  
1 – зміна температури двигуна; 2 – тосола; 3 – ТАМ.

При тривалій стоянці за низької температури повітря ТАМ повністю переходить у твердий стан, набуваючи температури оточуючого середовища, тому попередньо проводиться нагрівання і розплавлення теплоакумуючого матеріалу за допомогою ТЕНу (область I на рис. 1, б). Досліджено зміни температур ТАМ, тосола при його нагріванні й циркуляції в системі охолодження двигуна і самого двигуна. При температурі  $67\text{ }^\circ\text{C}$  і вище, коли ТАМ переходить у розплавлений стан, вмикається насос системи охолодження, тосол починає циркулювати в загальній системі ТА-СОД, при цьому він перемішується і нагрівається від тієї частини тосола, що знаходилась в теплоаккумуляторі (ділянка II на рис. 1, б). При температурі оточуючого середовища, наприклад,  $5\text{ }^\circ\text{C}$ , і об'ємі тосола в ТА  $0,2\text{ л}$  вона складе близько  $9\text{ }^\circ\text{C}$ . Подальше нагрівання тосола відбувається за рахунок теплоти кристалізації ТАМ. Приблизно за  $200\text{ с}$  температура тосола сягає близько  $50\text{ }^\circ\text{C}$ , а температура двигуна –  $40\text{ }^\circ\text{C}$  (область II на рис. 1, б), при цьому двигун запускається за  $5\text{-}10\text{ с}$ . Далі температури двигуна, тосола і ТАМ виходять на режимні значення (область III на рис. 1, б). Таким чином, на холостому ходу двигун працює дуже короткий час, завдяки чому вдається уникнути таких негативних наслідків, як збільшення тривалості підігрівання двигуна за низьких температур оточуючого середовища, що спричиняє підвищення зношення деталей сполучених пар двигуна, збільшення витрати палива у період пуску і прогрівання, а також до зростання викидів шкідливих речовин в атмосферу з відпрацьованими газами [3; 4].

Таким чином, побудова режимів роботи системи тепловий акумулятор – система охолодження двигуна автомобіля дозволяє оцінити тривалість окремих стадій взаємодії теплоаккумулятора з двигуном і створити найбільш сприятливий режим роботи системи в цілому.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Русанов С.А., Ключев О.І., Аппазов Е.С. Луняка К.В., Коновалов Д.В., Мацків Б. М. Тепловий акумулятор системи передпускового прогріву двигуна внутрішнього згорання. Патент на корисну модель № 137780 Україна, МПК F02N 17010; опубл.в бюл. № 21, 2019 р.
2. Луняка К.В., Ключев О.І., Русанов С.А., Ключева О.О. Дослідження роботи теплового акумулятора системи передпускового прогріву двигуна внутрішнього згорання. Ж. Теплофізика та теплоенергетика, 2020, т. 42, с.76-81.
3. Теплоэнергетические системы транспортных машин / [Куликов Ю. А., Быкадоров В. В., Котнов А. С. и др.]; под ред. Ю. А. Куликова. – Луганск: «Елтон-2», 2009. – 365 с.
4. Симоненко Р. В. Покращення паливної економічності і екологічних показників автомобілів шляхом раціонального прогріву їх двигунів: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Симоненко Роман Вікторович. – Київ, 2003. – 192 с.

**УДК 621.565**

## **ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ЕЖЕКТОРНОГО ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ КОНДЕНСАЦІЇ ПАРИ ВУГЛЕВОДНІВ НА НАФТОБАЗІ**

*Козут В. О., к.т.н., доц., Бутівський Є. Д., інженер Бушманов В. М. аспірант Кіценко А.О аспірант Одеська національна академія харчових технологій*

Один з важливих шляхів економіки паливно-енергетичних ресурсів є боротьба з втратами нафтопродуктів. Одним з видів втрат рідких вуглеводнів, повністю не можна усунути, є втрати від випаровування з резервуарів та інших ємностей при зберіганні і транспортуванні. Аналіз галузі комерційної реалізації вуглеводнів нафтопродуктів показав, що втрати при диханні досягають в літню пору року до 15%. Грамотна організація зливних і наливних операцій забезпечує економічний перелив продукту, а також не допускає витікання нафтопродуктів з цистерн під час зберігання. Більш того використання тільки високоякісного обладнання також дозволяє виробляти зливні / наливні операції екологічно, істотно скорочуючи шкоду, неминуче наноситься нашому довкіллю.

Викиди вуглеводнів в атмосферу при випаровуванні нафтопродуктів з резервуарів особливо великі на нафтопереробних і нафтохімічних підприємствах, а також нафтобазах і автозаправних станціях (АЗС).

- Калініченко І.В., к.т.н., доцент кафедри теплотехніки; Асаволюк Д.В. магістр Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія, м. Херсон*
- 20 ОПТИМАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОТИ ПРИРОДНОЇ ВОДИ І ҐРУНТУ В ТЕПЛОНАСОСНИХ СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ** **77**
- Безродний М.К., проф., д.т.н. КПІ ім. Ігоря Сікорського, Притула Н.О., доц., к.т.н. КПІ ім. Ігоря Сікорського, Фетов І.В. магістрант КПІ ім. Ігоря Сікорського*
- 21 ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ.** **81**
- Терзійський С.С., маг., каф.ХУКП, Яковлева О.Ю., доц. каф.ХУКП  
Трандафілов В.В., ст.викл., каф.ХУКП*
- 22 IMPROVING ENERGY EFFICIENCY OF MARINE DIESEL ENGINES BY UTILIZING THE RECIRCULATION GAS HEAT IN ABSORPTION CHILLER** **83**
- Roman Radchenko, Assistant Professor of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Maxim Pyrysunko, Teacher of Kherson Branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine, Denys Vdovychenko, Student*
- 23 ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ** **86**
- Калініченко І.В., к.т.н., доцент кафедри теплотехніки; Терещенко М.С., здобувач вищої освіти Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія, м. Херсон*
- 24 ФІЛЬТРАЦІЯ ТА РОЗПОДІЛ ПОВІТРЯ В УМОВАХ COVID -19** **89**
- Жихарева Н.В., доц. кт.н. ОНТУ, Соловейова П.В., інженер, Афанесенко С.В, здобувач вищої освіти ОНТУ, Скачко І.М. здобувач вищої освіти ОНТУ*
- 25 ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ ТЕПЛОВИЙ АКУМУЛЯТОР ДЛЯ ПЕРЕДПУСКОВОГО ПРОГРІВАННЯ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ – СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ ДВИГУНА** **93**
- Клюєва О. О., аспірант кафедри транспортних систем і технічного сервісу, Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна,*
- 26 ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ЕЖЕКТОРНОГО ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ КОНДЕНСАЦІЇ ПАРИ ВУГЛЕВОДНІВ НА НАФТОБАЗІ** **96**
- Когут В. О., к.т.н., доц., Бутовський Є. Д.,інженер Бушманов В. М. аспірант Кіценко А.О аспірант Одеська національна академія харчових технологій*
- 27 ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЗМІНИ МАСШТАБУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ** **98**
- Луняка К.В., доктор технічних наук, професор кафедри теплотехніки Херсонської філії Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Херсон, Україна  
Клюєв О.І., кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна*
- 28 ДОСЛІД АВТОМАТИЧНОГО РОЗМОРОЖУВАННЯ ВИПАРНИКА ВІТРИНИ** **101**
- Константинов І.О., аспірант, Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор ОНАХТ*
- 29 ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ПОВІТРЯ В ПРИСТІННИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ВІТРИНАХ ВІДКРИТОГО ТИПУ З ВБУДОВАНИМ КОМПРЕСОРНО-КОНДЕНСАТОРНИМ ВІДСІКОМ.** **105**
- Константинов І.О., аспірант, Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор ОНАХТ*
- 30 ГІДРОДИНАМІКА ПІД ЧАС КОНДЕНСАЦІЇ У ТРУБКАХ ІЗ ВНУТРІШНІМ СПІРАЛЬНИМ ОРЕБРЕННЯМ** **108**

*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