

Вісник СевНТУ

143

Севастополь 2013

ВІСНИК СевНТУ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Збірник засновано в 1995 році

**Серія: Машиноприладобудування
та транспорт**

ЗМІСТ

<i>Самородов В.Б., Спіфанов В.В., Бондаренко А.І.</i> Сучасні гідрооб'ємно-механічні трансмісії: Fendt Vario	3
<i>Гудз Г.С., Кіндрацький Б.І., Захара І.Я.</i> Порівняльна системологічна оцінка температурних режимів вентильованих та невентильованих автомобільних дискових гальм на випробуваннях I	7
<i>Підгорний М.В., Огій О.В., Коваль М.А.</i> Синтез системи кондиціонування салону автомобіля, побудованої на основі елемнту Пельтьє	12
<i>Фалалеев А.П., Ветрогон А.А., Соустова Л.И.</i> Поведение отремонтированной стойки дверного проема автомобиля при повторных боковых столкновениях	17
<i>Чернета О.Г., Аверьянов В.С., Коробочка А.Н.</i> Выбор оптимального технологического метода упрочнения поверхностей деталей автомобилей	21
<i>Тырловой С.И., Косоногова Л.Г., Ковтун А.С.</i> К моделированию параметров турбокомпрессора при переходных процессах высокооборотного дизеля	25
<i>Сакно О.П., Лукічов О.В., Сулейманов С.Л.</i> Програмне забезпечення для призначення нормативного ресурсу пневматичних шин вантажних автомобілів	30
<i>Костенко А.В.</i> Вплив кількості вісей багатовісного автомобіля на поворотність	34
<i>Клімов Е.С.</i> Дослідження траєкторії руху точки контакту жорсткого керованого фальш-колеса при повороті на місці залежно від нахилів шворня	37
<i>Подригало М.А., Клец Д.М., Гацько В.И., Плетнёв В.Н.</i> Оценка управляемости и устойчивости многососных автомобилей при установленном движении	41
<i>Ніконов О.Я., Шуляков В.М.</i> Дослідження надійності адаптивних нейро-фаззі регуляторів електрогідролічних слідкуючих систем автомобіля в умовах експлуатації	45
<i>Рыжих Л.А., Красюк А.Н., Леонтьев Д.Н., Быкадоров А.В.</i> Системы контроля выходных параметров движения автотранспортного средства	49
<i>Гутаревич Ю.Ф., Краснокутська З.І., Грицук І.В., Вербовський В.С.</i> Особливості алгоритму роботи системи передпускового прогріву газового двигуна в процесі здійснення пуску і прогріву	53
<i>Бажинев А.В., Двядненко В.Я., Дробинин А.М., Мауш Х.</i> Система рекуперативного торможения гибридного автомобиля	58
<i>Балюк В.Ю., Тростенюк Ю.В., Ильченко А.В.</i> Анализ эффективности способов усовершенствования фильтра-нейтрализатора отработавших газов дизеля	62
<i>Рубан Д.П.</i> Математична модель для дослідження техніко-експлуатаційних показників міського автобуса з дизелем	66
<i>Минаков Д.М.</i> Анализ критериев оценки эффективности функционирования автосервисных предприятий	71
<i>Овсянников С.И., Борис П.М., Мохов С.П., Симанович В.А.</i> К вопросу о качении жесткого колеса	74
<i>Башников В.А., Вербицкий В.Г., Зиновьев Е.Я., Хребет В.Г., Даниленко А.Э.</i> Оценка амплитуд автоколебаний передней стойки шасси	79
<i>Монастырский Ю.А., Потапенко В.В.</i> Моделирование ресурсных и технологических состояний функционирования карьерных самосвалов БелАЗ	83
<i>Поляков А.П., Галушак Д.О., Коробов С.С.</i> Дослідження впливу використання біодизеля в якості палива для двигуна на технічні показники автомобіля	88
<i>Кужель В.П., Поліщук М.П.</i> Визначення дальності видимості тест-об'єктів на дорозі в темну пору доби при відсутності світла фар зустрічного транспортного засобу	92
<i>Формальчик С.Ю., Мозила І.А.</i> Проблема з вибором параметрів функцій наслідності у нечітких алгоритмах керування рухом на регульованих перехрестях	96
<i>Пабат А.І., Кабаков А.М., Мамасєв Л.М.</i> Інноваційна електронна система безпеки експлуатації автотранспорту	102
<i>Вольченко А.И., Журавлев Д.Ю., Курьяк Я.В.</i> Единое поле электротермомеханического взаимодействия поверхностных слоев металлополимерных пар трения тормозных устройств	105
<i>Вольченко Д.А., Малык В.Я., Карась В.В.</i> Темпы протекания импульсов электротепловых токов в микровыступах поверхностей трения тормозных устройств	109
<i>Опанасюк С.Г., Бегерський Д.Б., Опанасюк О.Є.</i> Вплив зміни тиску у випускній системі двигуна на показники його роботи	114

<p>Засновник, редакція, видавець та виготовлювач Севастопольський національний технічний університет</p>	<p>Публікації у збірнику визнаються при захисті дисертаційних робіт Постанова ВАК від 31.05.2011 р. № 1-05/5, (Бюлетень ВАК № 7, 2011)</p>
--	--

«Вісник СевНТУ» включений до наступних баз даних:

- ♦ депозитарного зберігання в Національній бібліотеці України ім. В.І. Вернадського і представлений на порталі наукової періодики бібліотеки www.nbuv.gov.ua/portal у відкритому доступі;
- ♦ Російського індексу наукового цитування (РІНЦ) і представлений в Науковій Електронній Бібліотеці www.elibrary.ru у відкритому доступі;
- ♦ серійних видань Ulrich's Periodicals Directory (видавництво Bowker, США);
- ♦ реферативного журналу ВІНТИ РАН.

Головний редактор збірника — Є.В. Папков, д-р техн. наук, професор

Редакційна колегія серії «Машиноприладобудування та транспорт»: С.М. Братан, д-р техн. наук, проф. (відповід. редактор); М.І. Покітєлиця, канд. техн. наук, доц. (відповід. секретар); В.І. Істомін, д-р техн. наук, проф.; В.В. Канустін, д-р техн. наук, проф.; В.Я. Кош, д-р техн. наук, проф.; Ю.К. Новосьолов, д-р техн. наук, проф.; О.Л. Нервухіна, д-р техн. наук, проф.; В.М. Торлиц, д-р техн. наук, проф.; Д.О. Кайнов, канд. техн. наук, доц.; Л.А. Кареліна, інженер. I кат. (техн. секретар).

Науковий редактор — Ю.К. Новосьолов, професор, д-р техн. наук

Рекомендовано до друку Вченою радою СевНТУ, протокол № 11 від 27 червня 2013 р.

У статтях збірника наведені результати досліджень з проблем експлуатації і ремонту автомобільних транспортних засобів, використання нових матеріалів в автомобільній промисловості, проблеми організації перевезень і управління рухом, питання безпеки на автомобільному транспорті.

Збірник призначений для фахівців, викладачів, аспірантів і студентів, що спеціалізуються в галузі транспорту.

В статьях сборника представлены результаты исследований по проблемам эксплуатации и ремонта автомобильных транспортных средств, использованию новых материалов в автомобильной промышленности, проблемы организации перевозок и управления движением, вопросы безопасности на автомобильном транспорте.

Сборник предназначен для специалистов, преподавателей, аспирантов и студентов, специализирующихся в области транспорта.

The articles of the journal present results of research on the operation and repair of motor vehicles, implement of new materials in the automotive industry, the problems of the organization of transport and traffic management, safety in automotive transport.

The journal's target readership consists of professionals, educators, and students specializing in the field of transport.

УДК 658.512.22.011.56

М.В. Підгорний, доцент, канд. техн. наук,

О.В. Огій, асистент,

М.А. Коваль, студент

Черкаський державний технологічний університет

буль. Шевченка, 460, м. Черкаси, Україна, 18006

pmv1971pmv@rambler.ru

СИНТЕЗ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ САЛОНУ АВТОМОБІЛЯ, ПОБУДОВАНОЇ НА ОСНОВІ ЕЛЕМЕНТУ ПЕЛЬТЬС

Застосовується системний підхід до створення систем кондиціонування салону автомобіля. Створюється математична модель системи, яка дозволяє отримати процедуру розв'язку задачі синтезу структури системи кондиціонування.

Ключові слова: система кондиціонування, математична модель, детерміновані і стохастичні процеси, елемент Пельтьс

Вступ. Значне зростання температури в салоні автомобіля під час спекотного періоду приводить до трагічних наслідків. За даними інформаційної агенції "РБК - Україна" від задухи в автомобілі щорічно гине 54 особи. Питання охолодження салону автомобіля під час стоянки постають гостро, оскільки водії залишають автомобіль без нагляду [1,2].

Актуальність роботи. На сьогоднішній день спостерігається велике зростання кількості автомобілів як у великих, так і малих містах, що веде за собою появу на дорогах скупчень автомобілів, і як наслідок підвищення температури в салоні автомобіля. Через підвищення температури постає проблема створення зручного мікроклімату в салоні автомобіля. Поява кондиціонерів частково вирішила цю задачу, але спричинила збільшення витрати палива на 7%...10%. Даний вид обладнання є економічно невигідним, тому що він відбирає потужність двигуна від 1 до 10 кВт в залежності від розмірів автомобіля.

На сьогоднішній день велика увага приділяється екологічності тих чи інших конструкторських рішень. Перспективність мають системи кліматконтролю на основі елемента Пельтьс, які на сьогодні мало поширені. Спрямованість світових зусиль на зниження викидів вуглекислого газу в атмосферу і зростання цін на традиційні енергоносії стають стимулом для техніки з живленням від сонячних батарей.

Безперечно, що енергоспоживання системи кондиціонування при паралельному використанні сонячної батареї знизиться. Крім того, використання теплової енергії Сонця може розширити межі застосування холодильних машин.

Запропонована авторами система є екологічною до навколишнього середовища, тому що не створює жодних викидів, забезпечує комфорт водія в спеку і дає можливість незначного, заряду акумулятора в холодну пору року, коли спостерігається утруднений запуск двигуна.

Постановка задачі дослідження. Метою дослідження є синтез системи кондиціонування салону автомобіля.

Вихідними даними є тип елементів системи кондиціонування салону автомобіля (СКСА), обрані відповідно до зовнішніх умов експлуатації автомобіля. Крім того відома множина основних режимів роботи підсистем СКСА і закон взаємодії в кожному із цих режимів.

Побудова математичної моделі дозволить отримати процедуру розв'язку визначення величини навантаження в основних режимах роботи СКСА, виділення найбільшого й найменшого із цих значень і вибір елементів СКСА за потужністю й тривалістю використання в режимі експлуатації.

Результатом розв'язку буде значення навантаження елементів СКСА у кожному режимі функціонування; тривалість кожного режиму.

Створення дослідницької моделі багатокомпонентної СКСА. Структура сучасної багатокомпонентної СКСА, а також її еволюція описуються теоретико-множинною моделлю [3] (таблиця 1), відповідно до якої СКСА складається з множини ієрархічно взаємозалежних рівнів $Level = \{Level1, \dots, Level8\}$. На кожному рівні формується множина компонентів $K_i = \{K_{i1}, \dots, K_{iy}\}$, що реалізує множину функцій $F_i = \{F_{i1}, \dots, F_{iy}\}$. Крім того для кожної із множин K_i і F_i в процесі еволюції можуть бути виділені дві наступні підмножини: підмножина компонентів, що змінюється $\Delta K_i = \{K_{i1}, \dots, K_{iy1}\}$, і функцій, що змінюються $\Delta F_i = \{F_{i1}, \dots, F_{iy1}\}$; підмножина компонентів, що не змінюється $\delta K_i = \{K_{i1}, \dots, K_{iy2}\}$ і функцій, що не змінюються $\delta F_i = \{F_{i1}, \dots, F_{iy2}\}$. При цьому $\Delta K_i \cup \delta K_i = K_i$; $\Delta K_i \cap \delta K_i = \emptyset$; $\Delta F_i \cup \delta F_i = F_i$; $\Delta F_i \cap \delta F_i = \emptyset$.

Таблиця 1 – Структура ієрархічної моделі багатокомпонентної СКСА

Рівень	Компоненти СКСА	Змінна частина компонентів СКСА	Інформація (конфігурація), що обробляється при створенні системи
Level1	Множина функціональних підсистем $\{K\Phi\Pi_1, \dots, K\Phi\Pi_1\}$	Множина функціональних підсистем, що змінюється $\{\Delta K\Phi\Pi\}$	– Кількість підсистем СКСА; – модель надійності ПЗ; – Перелік станів, у яких може знаходитися підсистема;
Level2	Множина блоків $\{KB_1, \dots, KB_M\}$	Множина блоків, що може змінюватися для функціональних підсистем, що змінюється $\{\Delta KB^{(1)}\}$	– Кількість блоків, що використовується і кратність резервування для кожного з них;
Level3	Множина функціональних вузлів блоків $\{K\Phi B_1, \dots, K\Phi B_N\}$	Множина функціональних вузлів, що може змінюватися для кожного з блоків $\{\Delta K\Phi B^{(2)}\}$	– Кількість функціональних вузлів, що використовується, і кратність резервування для кожного з них;
Level4	Множина елементів $\{KE_1, \dots, KE_p\}$	Множина елементів, що може змінюватися для кожного з функціональних вузлів $\{\Delta KE^{(3)}\}$	– Кількість елементів, що використовуються, і кратність резервування для кожного з них;
Level5	Множина програм процесів $\{K\Pi Z_1, \dots, K\Pi Z_T\}$	Надійність ПЗ враховується в складі функціональних підсистем	
Level6	Множина програмних модулів $\{KM_1, \dots, KM_O\}$		
Level7	Множина алгоритмів $\{KA_1, \dots, KA_B\}$		
Level8	Множина констант та параметрів $\{KK\Pi_1, \dots, KK\Pi_S\}$		

Вказана модель дозволить отримати характеристики детермінованих або випадкових процесів навантаження на СКСА. Основні припущення: протягом кожного режиму процес навантаження на СКСА вважаємо стаціонарним, хоча б у вузькому розумінні; тривалість суми перехідних режимів є величиною більш високого порядку в порівнянні із сумарною тривалістю основних режимів навантаження; в множині елементів СКСА існують підмножини, робота елементів яких функціонально залежна один від одного; робота елементів СКСА однієї підмножини не залежить від роботи елементів СКСА іншої підмножини.

Методи розв'язку – методи суми детермінованих і стохастичних процесів: детермінованих функцій часу; функцій від випадкових параметрів, що є функціями часу; детермінованих і випадкових процесів.

Результатами розв'язку задачі будуть або детерміновані залежності $W(t)$, або закони розподілу випадкової величини $W(t)$:

$P_{\omega} = P_l\{W(t) = h\omega\}$, $h > 0$, $\omega = 0, 1, 2, \dots, \Omega_l$, $l = 1, 2, \dots, L$ у кожному з L режимів роботи. Якщо відомо, що час циклу T (циклічний характер роботи, властивий кожному механізму багаторазового використання),

$$T = t_1 + t_2 + \dots + t_L \quad l = 1, 2, \dots, L, \quad P_l \approx 1/T$$

де t_l – час l -го режиму циклу, то щільність розподілу навантаження на елементи СКСА за цикл визначиться співвідношенням:

$$P_c = \sum_{i=1}^n P_i, \quad i = 0, 1, 2, \dots, \max \Omega_i \quad (1)$$

На рисунку 1 зображено структурну схему процесу роботи системи кондиціонування

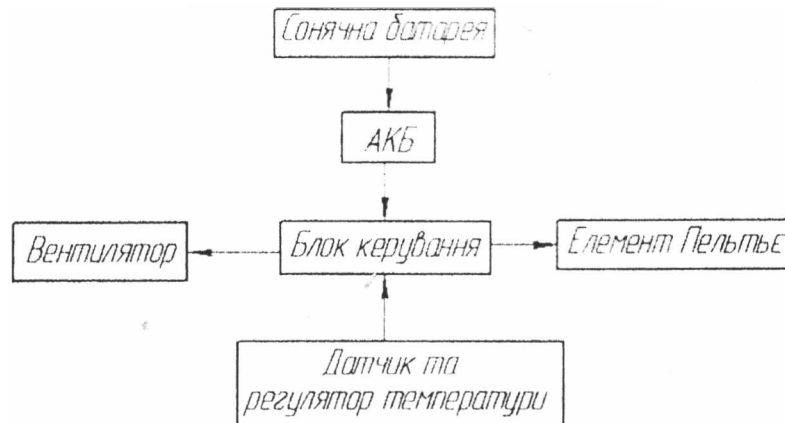


Рисунок 1 – Структурна схема СКСА

Оцінка впливу навантаження елементів СКСА на ефективність охолодження об'єкта $Q = Q(W_c)$ і визначає граничні значення навантаження на СКСА.

Метою керування об'єктом в екстремальних умовах будемо вважати вибір стратегій, що забезпечували б максимум ефективності охолодження об'єкта в процесі його функціонування [3]. Цільова функція задачі повинна відображати множину зовнішніх умов функціонування об'єкта X у множині можливих значень його показників ефективності Q . Система обмежень задачі повинна враховувати: інтервали й характер зміни параметрів зовнішніх умов; перелбачити характеристики підсистем об'єкта, що використовуються у процесі досягнення мети; характеристики мети; множину можливих значень потужності W_c ; енергетичні потреби підсистем об'єкта.

Результатом розв'язку задачі, крім набору правил розв'язку або розподілів розв'язку, буде отримане значення $Q(W_c)$ – максимальний показник ефективності функціонування об'єкта. Розв'язуючи задачу при різних значеннях W_c , можливо отримати відповідні значення величини $Q(W_c)$, а отже, і зміну показника його ефективності

$$\Delta Q(W_c) = \frac{Q(\infty) - Q(W_c)}{Q(\infty)} \quad (2)$$

При цьому отримаємо граничні значення потужності $W_1^D = \{\inf W_c : Q(W_c) = 1\}$, $W_2^D = \{\sup W_c : Q(W_c) = 1\}$. Ці значення визначають нижню і верхню границі можливих значень потужності системи електроживлення СКСА, що проектується.

Фізична основа елемента Пельтьє, який працює в даній схемі, дозволяє знизити температуру салону автомобіля ГАЗ-3110 «Волга» на 10°C.

При протіканні електричного струму через елемент Пельтьє в ньому виникають два теплових потоки: Пельтьє й Джоуля, також виникає ЕРС Зеебека, величина, якої пропорційна перепаду температур на термоелектричному елементі. Еквівалентна схема елемента Пельтьє показана на рисунку 2. Взаємозв'язок електричних і теплових процесів відображають рівняння [4]:

$$\Delta U_{II} = IR_{II} - \Delta E_{36}, \quad (3)$$

$$\Delta E_{36} = K_{36} \Delta T_{II}, \quad (4)$$

де ΔU_{II} – падіння напруги на елементі Пельтьє, I – електричний струм, що проходить через елемент Пельтьє, R_{II} – електричний опір елемента Пельтьє, ΔE_{36} – ЕРС Зеебека, K_{36} – коефіцієнт Зеебека, ΔT_{II} – перепад температур на елементі Пельтьє.

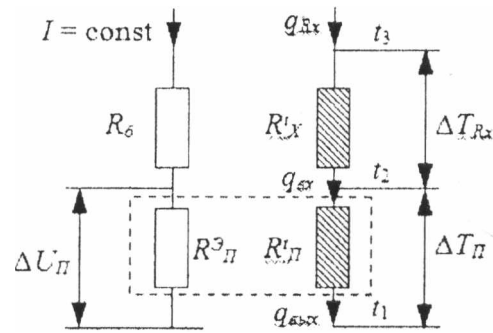


Рисунок 2 – Еквівалентна схема елемента Пельтьє

Проведені дослідження дають змогу отримати оптимальні режими функціонування, при яких забезпечується максимальний потік охолодження в системі елемента Пельтьє.

Схема підключення термоелектричного елемента в дослідній установці представлена на рисунку 3. Результати вимірів на елементі Пельтьє типу TEC1-12706 представлено на рисунку 4.

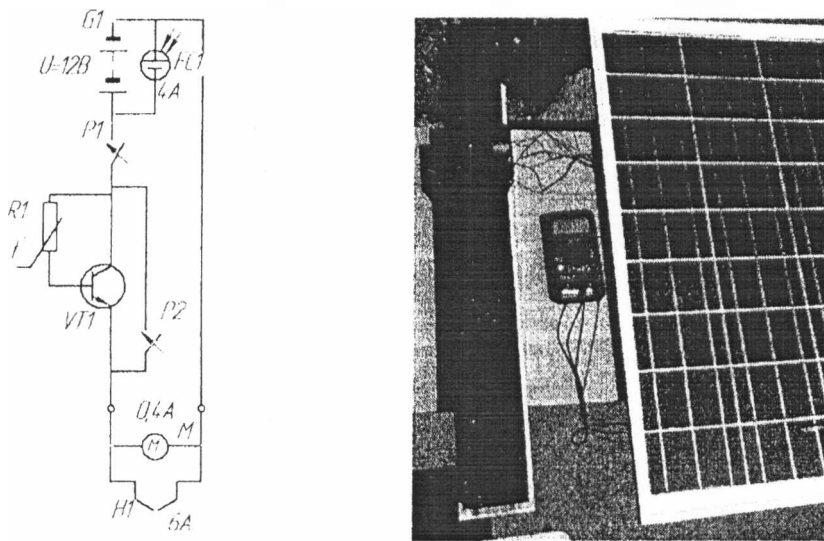


Рисунок 3 – Схема електрична та натурна модель

З рисунку 4,а випливає, що максимальна чутливість елемента Пельтьє знаходиться в діапазоні значень електричного струму 0,5...0,6 А. Графік залежності сигналу від струму, що протікає через елемент Пельтьє зображено на рисунку 4,б. З отриманих кривих мається можливість визначити час досягнення елементом Пельтьє максимальної ефективності, який становить близько 4 с, що дозволяє створювати вивідуючі прилади СКСА.

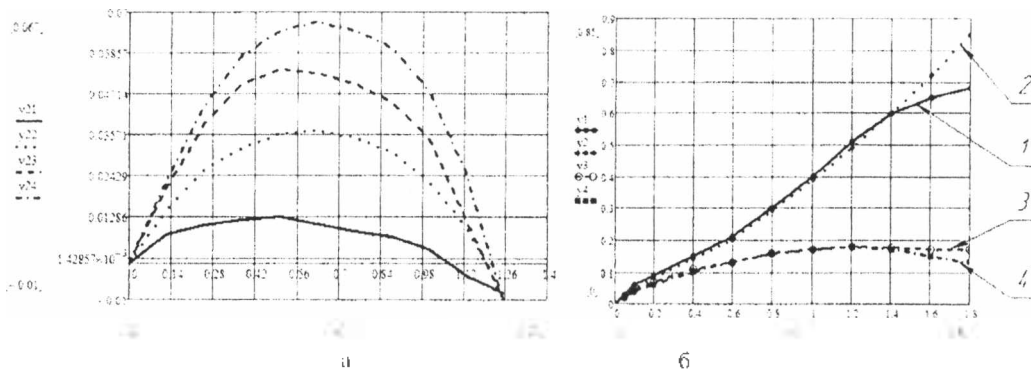


Рисунок 4 – Сигнал на терморпарі вимірювального приладу EMOS M-92A при різних зразках (радіаторів) та різних значеннях електричного струму (а) та залежності сигналу на терморпарі від струму, який протікає через елемент Пельтьє (б), де 1 – виділення тепла на гарячій стороні елемента Пельтьє; 2 – апроксимація рівнянням $q = 0,28I + 0,39I^2$; 3 – поглинання тепла на холодній стороні елемента Пельтьє; 4 – апроксимація рівнянням $q = 0,28I - 0,39I^2$

Висновки:

1. В дослідженні запропоновано модель багатокомпонентної СКСА на основі елемента Пельтьє.
2. Розроблено і виготовлено дослідний пристрій СКСА для визначення наступних характеристик: часу наростання теплового потоку та чутливості елементу Пельтьє.
3. Розроблений пристрій дозволяє проводити експериментальні наукові дослідження з визначення закону керування СКСА.

Бібліографічний список використаної літератури

1. Термоэлектрический радиационно-конвективный кондиционер для транспортных средств / О.Д. Ткаченко, В.В. Толстых, В.А. Джуны, В.Д. Яшин // Холодильная техника. – 1983. – №1. – С. 11–14.
2. Назаров В.И. Бытовые и автомобильные кондиционеры : справочник / В.И. Назаров, В.И. Рыженко. – М. : Издательство Оникс, 2006. – 32 с. – ISBN 5-488-00630-3.
3. Тимченко А.А. Основы системного подходу та системного аналізу об'єктів нової техніки / А.А. Тимченко. – К. : Либідь, 2004. – 288 с. – ISBN 5-8238-0609-4.
4. Bulat L.P. Development of the research project on environmental cooling systems based on the Peltier effect. / L.P. Bulat // Programs and abstracts of the 17 ICT, Nagoya, Japan. – 1998. – P.67 – 71.

Надійшла до редакції 22.04.2013 р.

Пидгорний Н.В., Огий А.В., Коваль М.А. Синтез системи кондиціонування салону автомобіля, побудованої на основі елемента Пельтьє

Применяется системный подход к созданию систем кондиционирования салона автомобиля.

Ключевые слова: система кондиционирования, математическая модель, детерминированные и стохастические процессы, элемент Пельтьє

Pidhorny N.V., Ogiy A.V., Koval M.A. Synthesis of car air conditioning, based on Peltier element

Used a systematic approach to the creation of air car conditioning. Creates a mathematical model of a system that provides a solution for the problem of synthesis procedure for the structure of the air-conditioning.

Keywords: conditioning, mathematical model, Peltier element

Вісник СевНТУ
Збірник наукових праць
Випуск 143/2013
Серія: Машиноприладобудування та транспорт

Вестник СевНТУ
Сборник научных трудов
Выпуск 143/2013
Серия: Машиноприборостроение и транспорт

Journal of the Sevastopol
National Technical University
Issue 143/2013
Mechanical Instrumentation and Transport

Коректор (англ. мова)
Комп'ютерне складання
та верстання

Т.О. Кокодей
О.М. Абрамова
Ю.М. Мацук

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 15570-4042 ПР від 17.07.2009 р.
Підп. до друку 22.08.2013 р.
Формат 89×124 1/16. Ум. друк. арк. 15,2. Тираж 100 прим. Зам. №

Редакція, видавець та виготовлювач – Севастопольський національний технічний університет
Адреса: вул. Університетська, 33, м. Севастополь, 99053
тел. (0692) 435-210 (редакція); (0692) 435-019 (виготовлювач);
E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua, onti@sevgtu.sebastopol.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1272 від 17.03.2003 р.