

УДК [622.684+620.97]:537.322-025.26

С.Ю. Скоробогатов¹, І.О. Мікульонок², О.В. Козленко²

¹ – Політехнічний ліцей Національного технічного університету України «КПІ» м. Києва, Україна

² – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Застосування елемента Пельтьє для рекуперації електричної енергії в гібридному автомобілі

Одним з актуальних питань сьогодення є вирішення проблеми підвищення ефективності роботи автомобіля з одночасним дотриманням екологічних вимог, які надалі стають тільки жорсткішими. Щорічне збільшення кількості транспортних засобів пришвидшує виснаження природних ресурсів для виробництва палива та збільшує обсяг шкідливих речовин у навколишньому середовищі. Автотранспорт є одним з найбільших забруднювачів навколишнього середовища такими небезпечними речовинами як CO, N₂O, CH, SO₂, сажа, формальдегіди, бензопірен. Особливо нагальною ця проблема стає для мешканців мегаполісів. За оцінками Світової організації охорони здоров'я 91 % населення світу проживає у районах, де рівень забруднення перевищує встановлені норми [1]. Ці викиди негативно впливають на здоров'я людей, призводять до збільшення озонної діри в атмосфері тощо. Водночас, власники автомобілів прагнуть зменшити витрати на їх утримання та обслуговування. Науковці [2-4] неодноразово проводили дослідження порушеного питання, пропонуючи шляхи його вирішення, кожний з яких має певні обмеження щодо застосування, технічні, економічні та екологічні.

Аналіз літературних джерел та практичних даних довів, що натеper існує декілька типів двигунів (бензиновий, дизельний, електричний, гібридний), кожен з яких має певні переваги та недоліки. Основним недоліком двигунів внутрішнього згорання є значні витрати палива та суттєвий негативний вплив на навколишнє середовище. Одним зі шляхів вирішення порушеного питання може бути застосування рекуперації енергії в гібридах. Рекуперація, тобто повернення частини матеріалів або енергії для повторного використання в тому самому технологічному процесі [5], є основою безвідходного виробництва – найбільш прогресивного методу раціонального використання природних ресурсів та охорони природи.

На основі проведеного аналітичного огляду науково-технічної літератури була зроблена спроба поліпшити механізм роботи автомобіля. Низький ККД аналізованих двигунів означає, що значна частка енергії споживається неефективно через розсіювання теплоти в атмосферу. Вважаємо, що цю енергію можна і необхідно використовувати як альтернативне джерело, адже вона може бути перетворена на електричну енергію для подальшого використання.

Відповідно до об'єкту дослідження увагу було зосереджено на нагріванні гальмівних дисків автомобіля та повітряного шлангу турбіни. Навіть у звичайному автомобілі нагрів гальмівних дисків становить 150–200 °С, а на швидкісних трасах температура може досягати 500–600 °С. Ця теплота розсіюється в атмосфері й призводить до перегріву гальм, що у свою чергу знижує ефективність гальмування і прискорює процес виходу з ладу гальмівних дисків і колодок. Для вирішення проблеми перегріву використовується система охолодження, метою якої є підтримка оптимального теплового стану двигуна в межах 80–90 °С. При підвищенні температури в'язкість мастила зменшується, тому воно погано утримується в парах тертя, збільшується знос деталей і знижується потужність двигуна зі зниженням температури, мастило згущується і тому гірше надходить до пар тертя, збільшується витрата палива і зменшується потужність. З метою отримання додаткових джерел енергії шляхом рекуперації і продовження часу можливого використання гальмівних дисків автомобіля, часу їзди на одній зарядці автори запропонували використовувати елемент Пельтьє – термоелектричний перетворювач, який за рахунок різниці температур генерує електричний струм. Така установка допоможе вирішити дві проблеми: отримати додаткове джерело енергії і використовувати його як систему охолодження.

469

У ході дослідження була висунена така гіпотезу: застосування елемента Пельтьє у зворотному процесі дозволяє використовувати його як додаткове джерело енергії в автомобілі, а саме для отримання енергії від нагріву гальмівних супортів та повітряного шлангу турбіни. Елемент Пельтьє генеруватиме електричну енергію, що накопичуватиметься в суперконденсаторі та за потреби передаватися до акумуляторної батареї або безпосередньо використовуватись для роботи системи клімат-контролю автомобіля.

Отже, для отримання додаткової енергії в автомобілі запропоновано використовувати елемент Пельтьє у зворотному процесі, а саме: отримання

електричної енергії з гарячих елементів силової установки. Елементи Пельтьє закріплюють на кожусі й супортах гальмівних дисків, оскільки вони генерують найбільше теплової енергії під час руху. Додаткові елементи Пельтьє закріплюють до повітряного шлангу турбіни автомобіля, що дасть змогу одержати енергію від його нагрівання. Таким чином, під час розгону та гальмування автомобіля можна отримати енергію із застосуванням елементу Пельтьє, яку в подальшому накопичувати у суперконденсаторі, що може імпульсом передати її до акумуляторної батареї автомобіля. За потреби цю енергію можна буде використовувати для запуску двигуна за умови низького заряду зазначеної батареї. Також для заощадження енергії можливо використовувати суперконденсатор у системі клімат-контролю автомобіля.

Дієвість запропонованої гіпотези була доведена в ході перевірки на практиці, що містила два експерименти.

Перший експеримент проводився на гальмах автомобіля ВАЗ 2106. Дванадцять елементів Пельтьє загальною потужністю 24 Вт було закріплено до корпусу гальма і гальмівних колодок за допомогою термопасти (рис. 1–3).

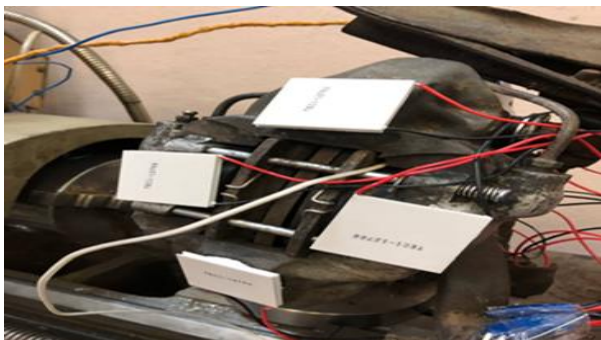


Рис. 1. Елементи Пельтьє в автомобілі



Рис. 2. Накопичення електроенергії, отриманої з альтернативного джерела



Рис. 3. Експериментальна установка з альтернативним джерелом енергії

Другий експеримент полягав в установці елементів Пельтьє на повітряному шлангу турбіни турбонасосного агрегату (ТНА) автомобіля AUDI A4 (рис. 4–5).



Рис. 4. Елементи Пельтьє на повітряному шлангу турбіни ТНА

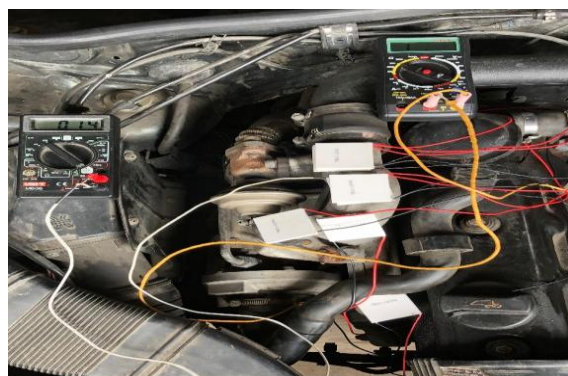


Рис. 5. Накопичення електроенергії, яка генерується від елементів Пельтьє

У ході експерименту з гальм було отримано напругу до 15 В і струм 0,5 А. Так, на кожному супорті найпоширенішого представника гібридів типу plug-in Toyota Prius можна розмістити до 20 елементів Пельтьє, кожна пара яких може генерувати 0,5 А при 80 °С. У разі різниці температур 30 °С від одного колеса можна отримати до 1,875 А і від чотирьох коліс до 7,5 А. З турбокомпресора за різниці температур 20 °С п'ять елементів Пельтьє генерували силу струму 0,14 А за напруги 1 В. Проте експериментально було доведено, що різниця температур між нагрітим повітрям турбіни і навколишнім середовищем може становити 98 °С. Отже, що розробником гібриду може бути передбачено встановлення елементів Пельтьє (табл. 1).

471

Таблиця 1. Розрахунок ефективності установки в цілому (на прикладі автомобіля Toyota Prius)

Умови руху	Час руху, год	Затрати енергії, А·год	Практичний пробіг автомобіля, км
Без елементів Пельтьє	1	20	20
З елементами Пельтьє	1,5	20	30

Проведений аналіз показав, що витрати на розробку окупляться менше ніж через два роки, що підтверджує економічну ефективність проекту. Окрім того, запропоноване рішення дає змогу зменшити витрати палива та викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище, що сприятиме вирішенню екологічних проблем суспільства.

Висновки:

1. Для отримання додаткового джерела енергії в автомобілі запропоновано використовувати елемент Пельтьє, який потрібно застосовувати у зворотному циклі: для генерування електричної енергії від нагрітих гальмівних супортів та повітряного шлангу турбіни стиснутим повітрям.

2. Пропонований підхід до використання елемента Пельтьє як додаткового джерела енергії в автомобілі підтвердив можливість генерування постійного потоку електричної енергії, яка накопичується в суперконденсаторах і за потреби передається в акумулятор або використовується для системи клімат-контролю автомобіля. Це підвищує енергетичну ефективність автомобіля.

3. Пропоноване рішення дасть змогу значно знизити викиди шкідливих речовин в атмосферу і, отже, поліпшити екологічну ситуацію. Наведений підхід має значний глобальний потенціал з огляду на кількість використовуваних транспортних засобів та тенденцію її зростання. Відповідно, економія палива значно скоротить споживання обмежених природних ресурсів і поліпшить екологічний стан довкілля.

472

Список використаних джерел

1. Ambient (outdoor) air pollution. Official site of The World Health Organization. URL: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (last access: 05.11.2019).

2. Каменев В.Ф., Фомін В.М., Хрипач Н.А. Теоретичні та експериментальні дослідження роботи двигуна на дизельно-водневих паливних композиціях // International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology ISJAEЕ. 2005. № 7 (27). С. 32-42.

3. Кисликов В.Ф., Лушик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: підручник. Київ: Либідь, 2006. 400 с.

4. Саблін О.І., Кузнецов В.Г., Артемчук В.В. Проблеми та перспективи ефективного використання рекуперації електроенергії в системі електротранспорту // Волоконно-оптичні технології в інформаційних (internet, intranet тощо) та енергетичних мережах. 2013. С. 126-130.

5. Экологический энциклопедический словарь / под ред. И.И. Дедю. Кишинев: Гл. ред. Молдав. сов. энциклопедии, 1989. 406с.