



Кузь Р.В.

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ АВТОМОБІЛЯ, ЩО РУХАЄТЬСЯ

Кузь Р.В.

(Інститут термоелектрики, вул. Науки, 1,
Чернівці, 58029, Україна)

-
- Розроблено реєструючу систему автоматичного збору інформації про параметри автомобіля, що рухається, а також встановленого на ньому термоелектричного генератора. Зібрана інформація дає можливість зробити оптимальне проектування термоелектричного генератора, що працює від тепла вихлопних газів автомобіля, для заданого класу автомобілів і способу водіння. Проведено випробування системи на автомобілі Volkswagen Transporter, оснащеному дизельним двигуном.

Вступ

Використання відходів тепла від двигунів внутрішнього згоряння в наш час є актуальною прикладною задачею термоелектрики. Світові виробники автомобілів, а також компанії, що займаються термоелектрикою, приділяють багато уваги розробці ефективних автомобільних термоелектричних генераторів (ТЕГ). Мета таких робіт – підвищення економії палива до 10% за рахунок використання відходів тепла двигуна для генерації електричної енергії.

Найбільші компанії, що ставлять перед собою завдання створення промислових зразків генераторів і їх серійного виробництва, – компанії Hi-Z [1], BSST [2] і General Motors [3] у США. У Японії найширше питанням створення генераторів для автомобілів займаються компанії Komatsu [4], Nissan [5] і Shiroki [6]. У Німеччині свої розробки автомобільних ТЕГ представила компанія Volkswagen [7], а також спільно компанія BMW і DLR (аерокосмічний центр Німеччини) [7]. В Україні проблеми створення ефективних ТЕГ для двигунів внутрішнього згоряння вирішуються в Інституті термоелектрики. Розроблено теорію й комп'ютерні методи проектування таких генераторів [8-12], де враховуються особливості динамічних режимів роботи двигуна за реальної їзди.

Необхідною умовою для розрахунків і проектування оптимальної конструкції генератора є наявність докладної інформації про параметри вихлопного газу (температури, швидкості, теплової потужності) залежно від режиму водіння (швидкості автомобіля, обертів двигуна, нахилу автомобіля, швидкості вітру й ін.).

Мета роботи – створення автоматичної системи моніторингу основних параметрів автомобіля, що описують характер руху автомобіля, а також параметрів встановленого на автомобілі ТЕГ.

1. Опис системи моніторингу

1.1. Призначення системи моніторингу

Система призначена для автоматичної реєстрації параметрів автомобіля, що рухається, і запису показів датчиків у вбудовану пам'ять із можливістю подальшої їх обробки на комп'ютері за допомогою спеціально розробленого програмного забезпечення.

Система моніторингу збирає й реєструє такі дані:

- температуру вихлопних газів у трьох точках вихлопної системи автомобіля;
- температуру навколишнього середовища;
- швидкість руху газів у вихлопній трубі;
- швидкість руху автомобіля;
- швидкість вітру відносно напрямку руху;
- кут нахилу автомобіля відносно горизонтальної осі;
- обороти двигуна за одиницю часу;
- координати автомобіля із прив'язкою до реальної карти місцевості;
- електричний струм, напругу й потужність ТЕГ.

У процесі роботи поточні дані від датчиків відображаються на вбудованому екрані реєстратора. На основі оброблених даних одержують табличні й графічні часові залежності параметрів автомобіля, що рухається.

1.2. Основні вузли системи моніторингу

Система моніторингу складається з датчиків збору інформації, 16-канального аналого-цифрового перетворювача, автономного мікроконтролерного реєстратора із програмним забезпеченням перетворення цифрової інформації, GPS-навігатора. Структурну схему системи моніторингу наведено на рис. 1. Аналогові сигнали від усіх датчиків обробляються аналогово-цифровим перетворювачем і записуються на пам'ять пристрою, що реєструє. Автономний пульт дає можливість управляти процесом запису й відображення записуваної інформації. Система має USB-інтерфейс для обміну й обробки записаної інформації на комп'ютері.

Температура вихлопних газів і навколишнього середовища реєструється вимірювальними термопарами типу «хромель-алюмель», які мають лінійну залежність ЕРС у широкому діапазоні температур. Похибка вимірювання температур становить не більше як 2%.

Температура холодних спайв терморпар реєструється термометром опору (ТС-0295) у діапазоні $-20 \dots +40$ °С з похибкою не більше 1%.

Швидкість руху автомобіля вимірюється автомобільним індукційним датчиком обертів колеса, а також GPS-навігатором (тут був використаний GPS-логгер G-log 760).

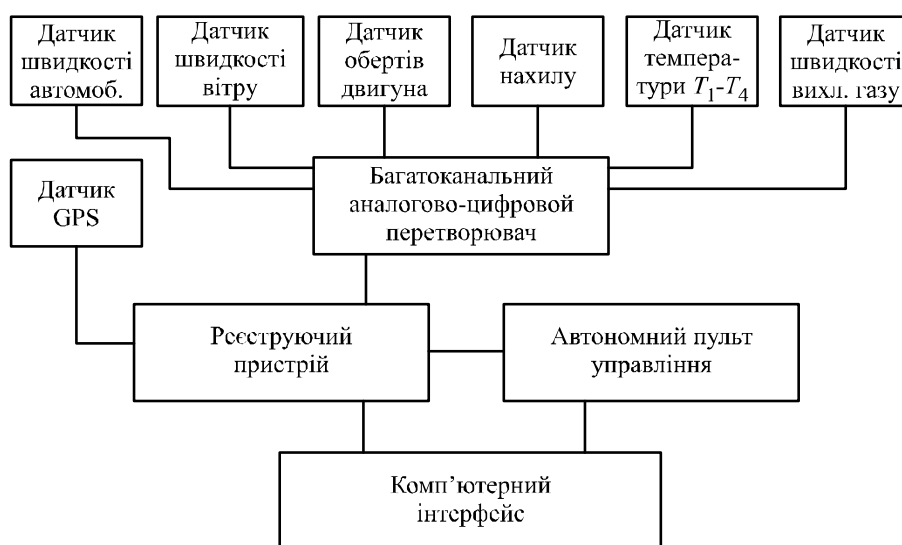


Рис. 1. Структурна схема системи моніторингу.

Оберти двигуна в одиницю часу вимірюються шляхом паралельного підключення системи до автомобільного датчика обертів. Система працює як з датчиками індукційного типу,

так і з датчиками Холла.

Швидкість вітру відносно напрямку руху виміряється авіаційною трубкою Вентури ТВ-980У в діапазоні 2 – 50 м/с із похибкою, не більшою 3%.

Швидкість вихлопних газів виміряється датчиком Піто ДП-3310М у діапазоні 1 – 60 м/с із похибкою, не більшою 3%.

Кут нахилу автомобіля виміряється електронним інклінометром GON-4312 у діапазоні $\pm 25^\circ$ з похибкою, більшою як 0.1° .

Географічні координати автомобіля одержують із GPS-датчика з точністю до 10 м.

Період опитування датчиків можна встановлювати від 4 с до 1 години.

Система має як автономне живлення з можливістю безперебійної роботи до 8 годин, так і засіб живлення від бортової мережі автомобіля. Вбудована пам'ять реєстратора дозволяє зберігати до 10000 записів.

2. Результати випробувань системи моніторингу

Створену систему було встановлено й випробувано на автомобілі Volkswagen Transporter, який оснащений дизельним двигуном потужністю 96 кВт. Термопари для вимірювання температури вихлопних газів були встановлені в 3-х місцях вихлопної системи: перед каталітичним конвертером (каталізатором), після каталізатора й безпосередньо перед акустичним фільтром (глушителем). У цьому ж місці був установлений датчик швидкості вихлопних газів. Датчик швидкості вітру був закріплений на виносній штанзі на даху автомобіля щоб уникнути викривлення вимірів потоками повітря, що обтікають автомобіль.

Приклади зібраних і оброблених на комп'ютері даних під час їзди автомобіля по місту наведено на рисунках.

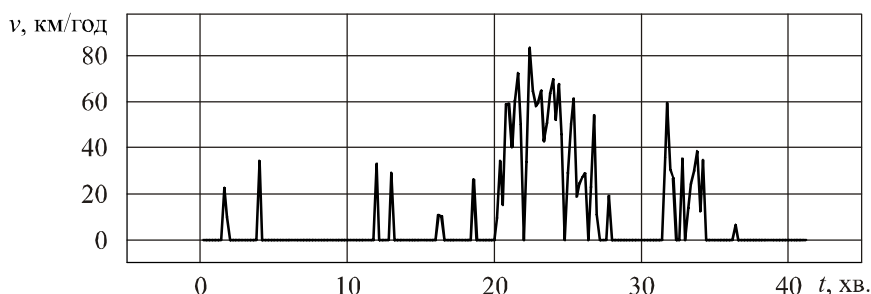


Рис. 2. Швидкість руху автомобіля.

На рис. 2 подано залежність швидкості автомобіля. На рис. 3 показано відповідні залежності температури вихлопного газу в різних точках вихлопної системи.

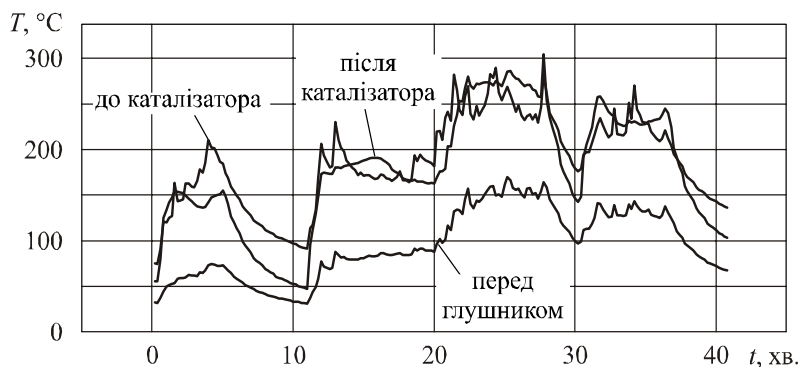


Рис. 3. Температура вихлопного газу.

На рис. 4 наведено дані про маршрут рухи автомобіля по місту із прив'язкою до супутникової карти й часу.



Рис. 4. Маршрут руху автомобіля на супутниковій карті.

3. Обробка результатів. Проектування ТЕГ

Використавши створену систему, отримали дані для режиму їзди автомобіля Volkswagen Transporter по новому європейському циклу водіння (NEDC).

Проектування ТЕГ здійснене за методикою, описаною в попередніх роботах [12-13].

На рис. 5, 6 наведено енергетичні параметри вихлопного газу під час їзди автомобілем по циклу NEDC, а також розраховано оптимальну температуру модулів за методикою [13].

На рис. 7 показано розраховану електричну потужність ТЕГ.

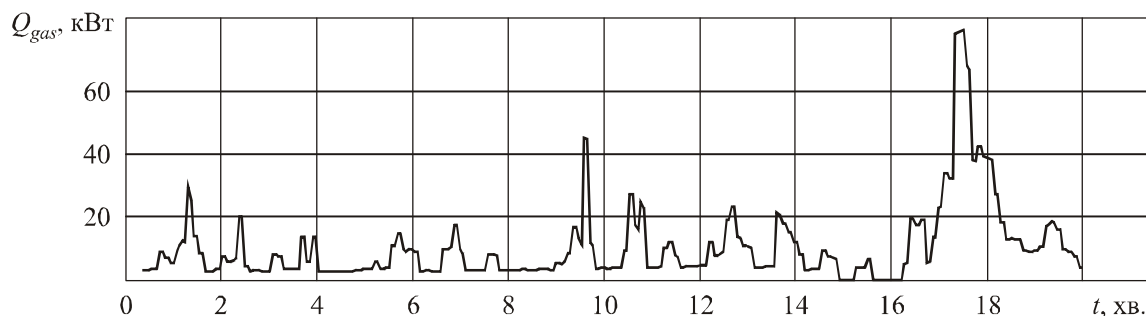


Рис. 5. Теплова потужність вихлопного газу.



Рис. 6. Температура вихлопного газу й розрахована за методикою [13] температура модулів.

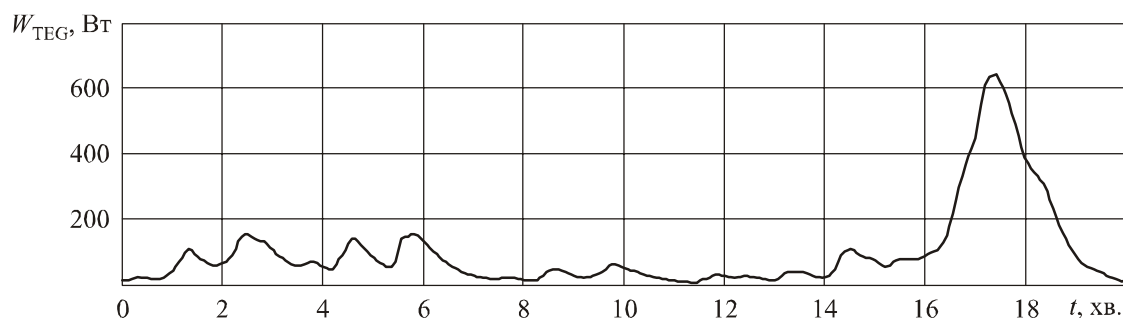


Рис. 7. Електрична потужність ТЕГ.

Середня електрична потужність спроектованого генератора становить 110 Вт за цикл NEDC. Максимальна електрична потужність (за швидкості 110 км/год) – 615 Вт. Температура холодної частини модулів – 50 °С.

Отримані результати добре узгоджуються з експериментальними даними [8].

Висновки

1. Створено систему моніторингу параметрів автомобіля, що рухається, яка забезпечує вимірювання у динамічному режимі енергетичних параметрів вихлопного газу автомобіля, а також параметрів, які описують характер руху автомобіля. Сумарна похибка вимірювання теплової потужності вихлопного газу становить не більше 9%. Похибка вимірювання параметрів руху – не більша 3%.
2. Отримані результати є вихідними для оптимального проектування ТЕГ, що працює від тепла вихлопних газів автомобіля для конкретного автомобіля й способу водіння.
3. Наведений приклад розрахунків генератора максимальною потужністю 615 Вт і середньою потужністю 110 Вт (для циклу NEDC) відповідає експериментальним результатам.

Подяка. Автор щиро вдячний академіку НАН України Анатичуку Л.І. за постановку цікавої й актуальної задачі, допомогу й підтримку під час виконання роботи. Велика подяка Тюменцеву В.А. за виконану технічну частину роботи.

Література

1. N. Elsner, J. Bass, S. Ghamaty, D. Krommenhoek, A. Kushch and D. Snowden, Diesel Truck Thermoelectric Generator, *Advanced Combustion Engine Technologies. – FY 2005 Progress Report*, p. 301 – 305.
2. D. Crane, L. Bell, Progress Towards Maximizing the Performance of a Thermoelectric Power Generator, *Proc. 25th International Conference on Thermoelectrics* (Vienna, Austria, 2006), p. 11 – 16.
3. Jihui Yang, F. Seker, R. Venkatasubramanian, G.S. Nolas, C. Uher and H. Wang, Developing Thermoelectric Technology for Automotive Waste Heat Recovery, *Advanced Combustion Engine Technologies. FY 2006 Progress Report*, p. 227 – 231.
4. T. Kajikawa, Current Status of Thermoelectric Generation Technology in Japan, *J. Thermoelectricity* 2, 21 – 31 (2007).
5. K. Ikoma, M. Munekiyo, K. Furuya, M. Kobayashi, T. Izumi and K. Shinohara, Thermoelectric Module and Generator for Gasoline Engine Vehicles, *Proc. 17th International Conference on Thermoelectrics* (Nagoya, Japan, 1998), p. 464 – 467.

6. E. Takanose, H. Tamakoshi, The Development of Thermoelectric Generator for Passenger Car, *Proc. 12th International Conference on Thermoelectrics* (Yokohama, Japan, 1993), p. 467 – 470.
7. “Thermoelektrik-Eine Chance Fur Die Atomobillindustrie”, Berlin, 2008.
8. L.I. Anatyshuk, O.J. Luste and R.V. Kuz, Theoretical and Experimental Studies of Thermoelectric Generator for Vehicles, *J. Electronic Materials* 40(5), (2011).
9. L.I. Anatyshuk and R.V. Kuz, Computer Designing and Test Results of Automotive Thermoelectric Generator, *Thermoelectrics Goes Automotive* (Berlin: Expert Verlag, 2011).
10. L.I. Anatyshuk, O.J. Luste, R.V. Kuz and M.N. Strutinsky, Inverse Problems of Thermoelectricity, *J. Electronic Materials* 40(5), 2011.
11. L.I. Anatyshuk and R.V. Kuz, Materials for Vehicular Thermoelectric Generators, *J. Electronic Materials* 41(6), (2012).
12. L.I. Anatyshuk, R.V. Kuz, Theory and Computer Simulation of Automotive Thermoelectric Generators, *ICT/ECT-2012* (July 9th-12th, 2012, Aalborg, Denmark).
13. L.I. Anatyshuk, R.V. Kuz and Yu.Yu. Rozver, Thermoelectric Generator for a Petrol Engine, *J. Thermoelectricity* 2, 97 – 104 (2012).

Надійшла до редакції 09.11.2012.