

Література

1. Кравченко С. О., Литвиненко П. Г. Поршні двигунів внутрішнього згорання : конструкція та матеріали. – Дніпро : НГУ, 2019. – 240 с.
2. Калінін В. Т. Алюмінієві сплави в машинобудуванні. – Київ : Техніка, 2016. – 280 с.
3. Hirsch J. Aluminium Alloys for Automotive Applications. – Materials Science Forum. – 2016. – Vol. 877. – P. 3–14.
4. Матеріалознавство : підручник / за ред. В. І. Троценка. – Київ : Вища школа, 2018. – 512 с.
5. Дудник В. П., Коваленко О. М. Технологія конструкційних матеріалів. – Харків : НТУ «ХП», 2017. – 356 с.
6. Kaufman J. G., Rooy E. L. Aluminum Alloy Castings: Properties, Processes, and Applications. – Materials Park : ASM International, 2016. – 336 p.
7. ASM Handbook. Volume 4: Heat Treating. – Materials Park : ASM International, 2018. – 2400 p.
8. Петренко О. М. Термічна обробка кольорових металів і сплавів. – Харків : НТУ «ХП», 2018. – 256 с.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ РОБОТИ ПРИЛАДІВ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛІВ

Невідомий В., Бабак О., Пасічник О., Посонський С.
Хмельницький національний університет, Україна

Анотація

Автомобіль завжди служив для швидкого переміщення людей та вантажів за різними типами місцевості та дорогами. Автомобільний транспорт відіграє важливу роль у всіх сферах життя країни. Роботу будь-якої державної установи, промислового підприємства, будівельної організації, військової частини неможливо уявити без участі автомобільного транспорту. На цей транспорт припадає велика кількість пасажирських та вантажних перевезень. Широко увійшовши в життя людей нашої країни, автомобіль став засобом відпочинку, пересування та туризму. Стало неможливо уявити життя без легкового автомобіля у сім'ї.

Розвиток сучасного автомобілебудування неможливо уявити без використання електроніки. Якість автомобіля в цілому визначається ступенем насиченості автомобільної техніки електронними системами управління та приладами і з кожним роком зростає.

Одним з секторів світового ринку електронних компонентів, що вигідно інвестувати, є авто-електроніка. Електронні компоненти різного ступеня інтеграції мають стале зростання споживання автомобільної промисловості. При цьому вплив несприятливих економічних факторів на це зростання слабо позначається.

Зі збільшенням насиченості електронікою в автомобілі виникає безліч складних проблем із впровадженням автомобільної електроніки в систему електропостачання автомобіля, таких як: відсутність електроенергії задовільної якості в бортовій мережі автомобіля, підвищена потужність через збільшення насиченості електронікою в автомобілі тощо.

Ключові слова

Електропостачання автомобіля, електроспоживання автомобіля, системами управління, надійність електроніки в автомобілі

IMPROVING THE RELIABILITY AND QUALITY OF OPERATION OF POWER SUPPLY DEVICES IN MODERN VEHICLES

Nevidomyi V., Babak O., Pasichnyk O., Posonskyi S.
Khmelnytskyi National University, Ukraine

Abstract

The automobile has always served as a means of rapid transportation of people and goods across various types of terrain and roads. Road transport plays an important role in all spheres of the country's life. The operation of any state institution, industrial enterprise, construction organization, or military unit is impossible to imagine without the involvement of road transport. A significant share of passenger and freight traffic falls on this type of

transport. Having firmly entered the lives of people in our country, the automobile has become a means of recreation, travel, and tourism. It has become impossible to imagine life without a passenger car in the family. The development of modern automotive engineering is unthinkable without the use of electronics. The overall quality of a vehicle is determined by the degree of saturation of automotive technology with electronic control systems and devices, and this level increases every year. One of the most promising sectors of the global electronic components market for investment is automotive electronics. Electronic components of various degrees of integration show steady growth in consumption by the automotive industry. Moreover, the impact of unfavorable economic factors on this growth is minimal. With the increasing saturation of vehicles with electronics, numerous complex problems arise regarding the integration of automotive electronics into the vehicle's power supply system. These include: the lack of electrical power of satisfactory quality in the vehicle's on-board network, increased power consumption due to higher electronics saturation, and others.

Keywords

Vehicle power supply, vehicle power consumption, control systems, reliability of automotive electronics

Вступ

Генераторна установка завжди була важливим елементом системи електропостачання автомобіля. Однак у міру того, як змінювалися вимоги та збільшувався попит на електроенергію, змінювалися і генератори. У сучасних автомобілях все більше електрообладнання потребує живлення від генератора. Це, очевидно, підвищує вимоги до вихідної потужності. При цьому необхідно враховувати обмеження, пов'язані зі зниженням питомої ваги цього компонента та дотриманням дедалі більш жорстких екологічних норм [1, 3].

Згідно зі статистикою дорожньо-транспортних пригод ADAC, 40% усіх несправностей транспортних засобів спричинені електричною системою автомобіля. Ці дефекти приблизно 60% випадків що призводять до пошкодження акумуляторної батареї (АКБ). Непряме слідство просте, очікування допомоги, запізнення. Стартерна батарея старіє природним чином. Водії зазвичай не знають про поточний стан акумулятора. Його заміна здійснюється лише тоді, коли акумулятор відмовляється працювати або безпосередньо перед цим. За даними німецького автомобільного клубу ADAC, несправний або розряджений акумулятор є найчастішою причиною несправностей. Статистика збоїв покращилася майже в усіх інших деталях. За даними того ж клубу ADAC [5, 6].

Основна причина поломок автомобілів - проблеми з акумулятором: у 2024 році майже кожна третя поломка автомобіля була пов'язана з несправним або акумулятором, що сів. Практика показує, що максимальний термін служби стартерних акумуляторів в експлуатації досягається при підтримці ступеня зарядженості в межах 75-95%. Для продовження терміну служби акумуляторної батареї та зниження відмов у гарантійний період необхідно оптимізувати рівень напруги бортової мережі відповідно до поточних потреб акумуляторної батареї.

Постановка завдання

На підставі цього було визначено проблему дослідження - пошук ефективного вирішення покращень характеристик та підвищення надійності системи електропостачання автомобіля.

Завдання дослідження полягає у розробці унікальної стратегії керуванням рівнем напруги генератора на борту автомобіля за допомогою датчика струму.

Об'єкт та методи дослідження

Об'єкт дослідження: процеси енергопостачання, контроль та регулювання параметрів та характеристик автоматизованих систем сучасного автомобіля. Запропонувати стратегію керування генератором, що має відносно низьку вартість, збільшує термін служби акумуляторної батареї і захищає стартер від короткого замикання, а також покращує динаміку автомобіля і низьку вартість.

Результати та їх обговорення

Перед початком розробки пристроїв та програмних засобів, що підвищують

надійність та якість роботи системи енергопостачання автоматизованих систем сучасного автомобіля, потрібно провести критичний аналіз системи електропостачання автомобіля. Розглянути всі об'єкти системи та з'ясувати які місця найбільш критичні та потребують доопрацювання.

Спочатку ознайомимось, що таке система електропостачання автомобіля і що до неї входить.

В автомобілі всі компоненти електроустаткування діляться на дві групи: споживачі електроенергії та джерела електричної напруги (система електропостачання автомобіля).

Електроспоживачі - це пристрої сучасного автомобіля, якими він оснащений та які використовують електрику для своєї роботи.

Пристрої, які утворюючи систему електроустаткування автомобіля разом із джерелами електроенергії називаються електроспоживачами.

Мікропроцесорна система керування впорскуванням та запалюванням, системи освітлення та сигналізації, різне додаткове обладнання та пристрої, система запалювання та контрольні-вимірні прилади – всі вони є основними споживачами системи електропостачання автомобіля.

Для живлення всіх електроспоживачів, які виконують функції, призначені для оптимальної роботи транспортного засобу, розроблено систему електропостачання автомобіля. Джерела електроенергії в автомобілі є основою системи електропостачання, а саме акумуляторна батарея та генераторна установка.

Комплекс обладнання, який дозволяє забезпечити зберігання та вироблення електроенергії задовольняючої якості, а також розподілити та передати всім електроспоживачам системи, які виконують функції транспортного засобу, та потрібні для нормальної роботи.

Система електропостачання складається з:

- генераторної установки та акумуляторної батареї, що є джерелами електричної енергії;
- пристроїв для регулювання;
- реле та контрольних ламп, які є елементами керування та захисту від можливих аварійних режимів.

З технічної точки зору використовуючи електронні та електричні пристрої для того, щоб різні системи, прилади та елементи транспортного засобу функціонували в заданих режимах.

Було прийнято, щоб струм, що живить електроприлади автомобілів був постійним з напругою 12 або 24 В.

Система електрообладнання складається за однопровідною схемою так як основна кількість елементів автомобіля металеві та добре проводять струм, а також у транспортному засобі використовують паралельне включення електроприладів. Деталі автомобіля, що складаються з металу, тобто його корпус є другим дротом і називаються маса. На рис. 1 показано систему електропостачання автомобіля.



Рис. 1 Система електропостачання автомобіля

Перед тим як розробити адаптивну систему керування генераторною установкою, нам потрібно вирішити проблему з точністю регулювання ступеня заряду на акумуляторній батареї. Для того, щоб отримувати точні дані показання акумуляторної батареї, потрібно впровадити датчик, який буде проводити точні вимірювання показань акумуляторної батареї рис.2.

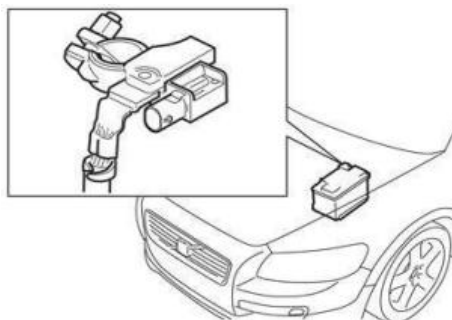


Рис. 2 Розташування датчика струму в автомобілі

Датчик контролю акумулятора - це комплексна вимірювальна система для керування свинцево-кислотними акумуляторами. Ці компоненти вимірюють струм заряду або розряду, що проходить через батарею, напругу на клеммах батареї, а також температуру батареї за рахунок теплопровідності між стійкою батареї та самим блоком IBS.

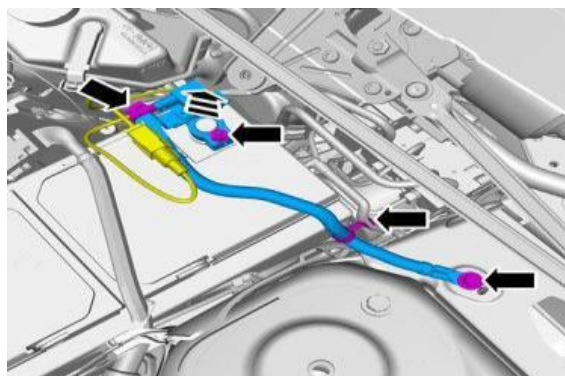


Рис. 3 Підключення датчика струму до АКБ

Усі три виміри виконуються майже одночасно, щоб забезпечити точність вимірів навіть під час мінливих умов експлуатації. Датчик контролю акумулятора комунікує через лінію послідовної комунікації (LIN) з центральним електронним модулем та встановлений на негативному полюсі акумулятора, представлено на рисунках 2 і 3.

Датчик струму складається з:

- процесора з комунікацією LIN,
- шунтуючого опору визначення струму.

В основі датчика струму лежить шунт, спеціально розроблений для вимірювання струмів акумуляторної батареї. Прецизійна внутрішня електроніка датчика струму має бути достатньо міцною, щоб працювати в умовах під капотом сучасних транспортних засобів та зберігати точність при вимірюванні падіння напруги на шунті. Датчик струму та вбудована електроніка повинні обробляти всі автомобільні пускові струми 12 В, обмежуючи при цьому похибку максимум 0,5 % (± 30 мА) у всьому діапазоні вимірювання та температури батареї.

Датчик безперервно вимірює та розраховує:

- Напругу на акумуляторній батареї;
- Вхідний і відповідно вихідний струм акумуляторних батарей;
- Температуру негативного полюса акумуляторних батарей.

Для розрахунку правильної ємності акумуляторних батарей, а також для регулювання правильної зарядної напруги та для розрахунку внутрішньої температури акумуляторних батарей.

Додатковою перевагою датчика струму, крім здатності вимірювання струму, є те, що датчик температури акумуляторної батареї та датчик напруги знаходяться в одному пристрої. Так, наприклад, припустимо, що вимірювання напруги датчика струму забезпечує точність ± 50 мВ у діапазоні від 4 до 18 В у всьому діапазоні температур батареї, тоді як датчик температури батареї має максимум похибку 3 °С на зовнішніх межах всього діапазону. Температура АКБ при русі автомобіля може сильно відрізнитися від температури регулятора напруги (за яким зараз відбувається регулювання) і від температури навколишнього повітря. Ця різниця температур спричиняє неоптимальний рівень напруження для батареї і може призводити до хронічного недозаряду та зменшення терміну її служби. Верхній температурний діапазон для свинцево-кислотних акумуляторів зазвичай становить 60 °С, а практичний нижній межа становить не менше 0 °С для транспортного засобу, що рухається. У межах цих практичних діапазонів температурна похибка нашого прикладу датчика струму становить не більше 1 °С. Цього достатньо для встановлення попереджень про відключення та визначення граничних значень струму для батареї за всіх робочих умов. Наявність усіх цих датчиків в одному пристрої усуває потребу в додаткових датчиках або інших дорогих системах для отримання цієї інформації.

Усі три виміряні значення повертаються в одному пакеті даних по шині LIN, гарантуючи, що датчик струму забезпечує точні, скорельовані виміри всіх параметрів батареї в реальному часі.

Тест керування в реальних умовах міста був проведений з використанням датчика струму, який був прикріплений до негативного виведення акумуляторної батареї, як це було б у будь-якому автомобільному додатку для контролю акумуляторної батареї. Так само було проведено два окремих тести. Вибраний маршрут проходив довкола міських кварталів. Цей маршрут був вибраний, щоб наблизитись до стандартної ранкової подорожі на роботу, не перериваючи потік транспорту та не перериваючи тест іншими водіями. Першим із двох випробувань був тест із імітацією старт-стоп. Це було змодельовано з повною зупинкою транспортного засобу в заздалегідь визначених місцях (шість зупинок у тесті з 12 міськими кварталами) та відключенням транспортного засобу, як тільки рух уперед припинився.

Зупинка була розрахована за часом, і після 15-секундного інтервалу зупинки двигун вмикався і рух відновлювався вперед. Другий тест був зроблений, щоб максимально точно імітувати перший за одним винятком: автомобіль ніколи не вмикався.

Тривалість зупинки була збережена на тому самому 15-секундному періоді. Маршрут, максимальна швидкість та прискорення контролювалися, щоб максимально точно відобразити перший тест.

Порівняння результатів цих тестів показує, наскільки система «стоп-старт» вимагає від акумуляторної батареї більшого навантаження в порівнянні зі стандартною автомобільною системою, яку сьогодні використовують у більшості легкових і вантажних автомобілів. Результати випробувань із зупинкою та запуском також показують ефективність датчика як автомобільної сенсорної системи у цьому автомобільному середовищі.

Результати обох тестів водіння у реальних умовах показані на рисунках 4 та 5.

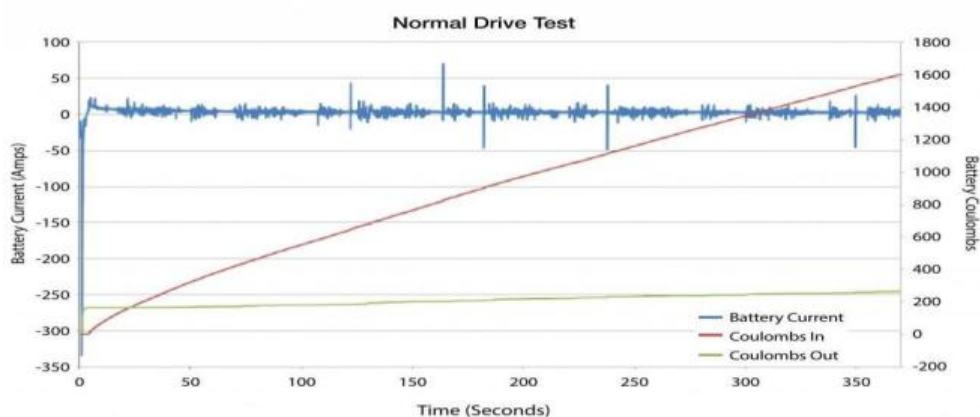


Рис.4 Використання дослідження водіння в реальних умовах з датчиком струму

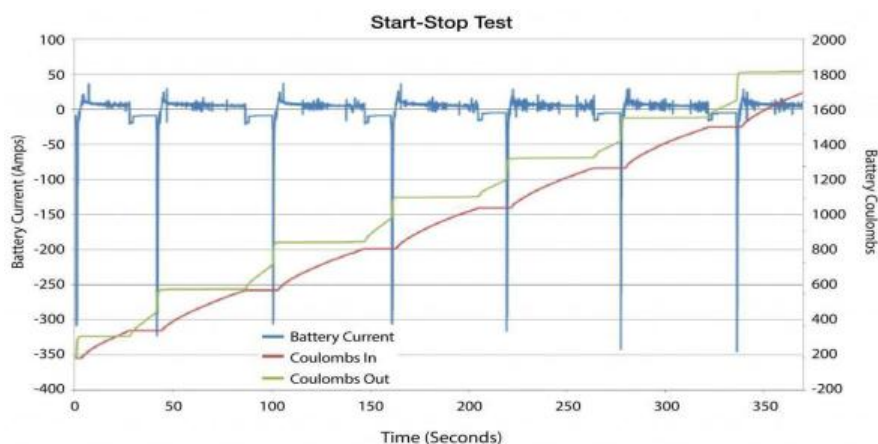


Рис.5 Тестування з зупинкою та пуском в реальному часі з використанням датчика струму

Цей простий тест демонструє необхідність надійної та точної системи моніторингу акумуляторної батареї. Кожен тест тривав трохи більше шести хвилин і мав шість 15-ти секундних зупинок. Повторні пуски в тесті «стоп-старт», пов'язані з цими шістьма зупинками, вимагали від акумулятора на 1528 кулонів більше заряду, ніж за звичайного тесту без зупинок при керуванні. Тест «стоп-старт» закінчився чистим зниженням заряду батареї (135 Кл), порівняно з початком тесту. Показано початковий запуск стандартного тесту водіння, але після наступної втрати заряду до акумулятора додається чистий заряд, що пояснює неефективність акумулятора.

Висновки

При аналізі датчика струму для акумуляторної батареї було з'ясовано, що даний датчик дозволяє вирішити поставлену нами проблему про точність

вимірювань даних акумуляторної батареї. Після ретельного аналізу датчика струму було з'ясовано, що керування акумуляторною батареєю за допомогою інтелектуального датчика струму має життєво важливе значення для успіху майбутніх автомобільних розробок.

Література

1. Кукурудзяк Ю. Ю. Електричне та електронне обладнання автомобілів : лабораторний практикум / Кукурудзяк Ю. Ю., Кашканов В. А., Зелінський В. Й. – Вінниця :ВНТУ, 2010. – 110 с.
2. Сажко В. А.Електрообладнання автомобілів і тракторів : підручник /Сажко В.А. –К.:Каравела, 2009. – 400 с.
3. Сажко В. А. Електричне та електронне обладнання автомобілів [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл./ Сажко В.А. –К.: Каравела, 2004.– 304 с.
4. Сажко В.А. Акумуляторні батареї. - К.: Іван Федоров, 1998. -118 с.
5. Мазепа С.С., Куцук А.С. Електрообладнання автомобілів. - Львів: Львівська політехніка, 2004. - 168 с
6. Automobiles: навч. посібник з англійської мови / Н. І. Марченко, Н. О. Курносова, О. В. Забашта та ін. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 256 с
7. Мигаль В,Д. Мехатронні та телематичні системи автомобіля: навч. посібник. – Х.: Майдан, 2017. – 314 с.

КРИТЕРІЙ ЗАРОДЖЕННЯ ВТОМНИХ ТРІЩИН У РАДІАЛЬНИХ КУЛЬКОВИХ ПІДШИПНИКАХ: ПОРІВНЯННЯ КЛАСИЧНОГО ПІДХОДУ З ІНВАРІАНТНИМ J_2 - I_1 КРИТЕРІЄМ

Кучерук М.¹, Драч І.¹

¹ Хмельницький національний університет, Україна

Анотація

У роботі виконано порівняльний аналіз класичного критерію максимальних дотичних напружень та запропонованого інваріантного підходу для прогнозування зародження втомних тріщин у однорядних радіальних кулькових підшипниках. Класичний підхід базується на визначенні глибини максимальних дотичних напружень за теорією Герца, тоді як запропонований метод інтегрує другий інваріант девіатора напружень J_2 (інтенсивність зсуву) з першим інваріантом I_1 (гідростатичним тиском), що дозволяє врахувати тривісний характер напруженого стану та структурні перетворення у підповерхневому шарі. Особливу увагу приділено впливу гідростатичного тиску на еволюцію ефективної межі текучості у підповерхневому шарі. За циклічного контактного навантаження матеріал підшипника зазнає суттєвих структурних перетворень, включаючи деформаційно-індуковану анізотропію, нагрів внаслідок тертя та накопичення пластичних деформацій. Ці ефекти зменшують ефективну межу текучості на 12–18% у зоні максимального гідростатичного тиску, зміщуючи критичну глибину зародження тріщин глибше в матеріал. Для підшипникової сталі 100Cr6 (аналог ШХ15), що широко застосовується в підшипниках загального машинобудування, експериментальні спостереження демонструють, що втомні тріщини зароджуються на глибині 0,60–0,75а від контактної поверхні, що суттєво перевищує класичне передбачення глибини 0,48а. Розрахункові глибини зародження тріщин, отримані за обома критеріями, систематично порівняно в діапазоні експлуатаційних навантажень $p_0 = 2,0$ – $4,5$ ГПа, що відповідає радіальним навантаженням 5–25 кН для підшипників типу 6208. Класичний критерій демонструє стабільне заниження на 28–31% відносно експериментальних даних. Натомість критерій J_2 - I_1 з модифікованою межею текучості показує середнє відхилення лише 5% при верифікації за результатами досліджень Chalmers University of Technology, Northwestern Polytechnical University, RWTH Aachen University, University of Florida.

Ключові слова

Радіальний кульковий підшипник, втомні тріщини, критерій зародження, J_2 - I_1 інваріанти, гідростатичний тиск, підповерхнєве зародження, сталь 100Cr6, контактна втома, глибина тріщини.