

Наприклад кількість можливих схем інформаційної системи моніторингу автомобілів в умовах експлуатації у випадку використання створеної морфологічної матриці складає:

- для легкового автомобіля: $N = 8 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 6 = 4,749 \cdot 10^{13}$;

- для автобусу: $N = 8 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 6 = 1,691 \cdot 10^{12}$;

- для вантажного автомобіля (ТЗ): $N = 8 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 10 \cdot 7 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 6 = 2,368 \cdot 10^{13}$,

а для одного варіанту автомобіля при використанні морфологічної матриці в частині оснащення його інформаційно-комунікаційним обладнанням, зовнішніх мереж, моніторингу стану автомобіля і умов експлуатації: $N_I = 768$. Для аналогічного варіанта при додатковому використанні морфологічної матриці в частині двигун автомобіля: $N_{II} = 12288$.

При формуванні можливих варіантів інформаційної системи моніторингу автомобілів в умовах експлуатації кожна з виділених схем розглядається як ефективний спосіб забезпечення її дієвості для автомобілів, які на сьогодні складають основу існуючого парку легкових, вантажних автомобілів і автобусів України.

Література

1. Волков Ю.В. Стан і перспективи розвитку технічної експлуатації автомобілів. / Ю.В. Волков // Наукові праці Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 85-річчю заснування ХНАДУ “Новітні технології в автомобілебудівництві та транспорті”. – Харків, ХНАДУ, 2014. – С. 106 – 108.
2. Адаптація інформаційного програмного комплексу «IdenMonDiaOperCon» / В.П.Волков, І.В.Грицук, Т.В.Волкова – Х.: НТУ «ХП». –2017. Серія: Автомобіле-та тракторобудування. - № 13(1235). - с.39-44.
3. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів. Монографія. / В.П.Волков, С.В.Панченко, І.В.Грицук, Т.В. Волкова і інші. – Харків: ФОП Панов А.М., 2018. – 299 с.

Горбик Юрій Васильович, к.т.н., доцент, кафедра технічної експлуатації і сервісу автомобілів, ХНАДУ, yuragorbik@gmail.com

МЕТОД ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ФОРСУНОК СИСТЕМ ВПОРСКУ БЕНЗИНУ НА ОСНОВІ ОЦІНКИ ЇХ ПРОДУКТИВНОСТІ

Постановка проблеми. Управління цикловою подачею в двигунах з упорскуванням палива здійснюється переважно зміною тривалості електричного імпульсу керуючого, що приходить на електромагнітну форсунку (ЕМФ) від блоку управління двигуном. Для того щоб забезпечити сувору відповідність між величиною тривалості керуючого сигналу і кількістю палива,

що подається форсункою, необхідно сформувані однакові умови протікання процесів впорскування палива в кожному робочому циклі, такі як: перепад тиску на клапані форсунки, рівень напруги живлення електромагніту форсунки, впливає на статичну і динамічну продуктивність форсунки.

Під час експлуатації автомобіля у наслідок зношування змінюються зазори в зчленуваннях деталей клапанів форсунок, через старіння матеріалів змінюються жорсткість пружин та опір і індуктивність котушок. Дрібні тверді частки, що не затримуються фільтром, забруднюють внутрішні об'єми форсунок, а важкі фракції палива осідають у вигляді плівки на поверхнях розпилюючих отворів, зменшуючи їхні прохідні перетини. У наслідок цих процесів погіршується технічний стан форсунок, результатом чого є порушення вихідних характеристик двигуна. Отже, виникає потреба періодично діагностувати форсунки шляхом визначення їхньої продуктивності.

В даний час існують безрозбірні методи діагностування ЕМФ, що дозволяють ефективно оцінити статичну продуктивність форсунки, яка являє собою кількість палива, що подається форсункою в одиницю часу, в умовах повного відкриття її запірної елемента і нормованого перепаду тиску на клапані. Однак у зв'язку з імпульсним режимом роботи ЕМФ необхідно враховувати перехідні процеси відкриття та закриття клапана форсунки, зважаючи на наявність яких реальна тривалість відкритого стану ЕМФ не збігається з бажаною, розрахованою електронним блоком управління двигуном для забезпечення необхідної циклової подачі палива на поточному режимі роботи двигуна. Ці перехідні процеси оцінюють за допомогою динамічного параметра продуктивності ЕМФ. На практиці широкого поширення набуло уявлення динамічної продуктивності як кількості палива, що подається форсункою, за одиничний імпульс керування тривалістю 2,5 мс. Таке значення імпульсу управління вибрано на тій підставі, що є порівняним за величиною з тривалістю перехідних процесів роботи ЕМФ, тому їхня експлуатаційна зміна стає легко виявленою. Таким чином, динамічна продуктивність ЕМФ дозволяє оцінити їх інерційність, яка особливо важлива при роботі двигуна на режимах малих циклових подач, коли запізнення відкриття та закриття клапана форсунки щодо початку та закінчення керуючого імпульсу значно впливає на точність дозування циклової подачі.

Наявність тимчасових затримок у роботі ЕМФ викликано тим, що з подачі на обмотку клапана форсунки імпульсу напруги тягове зусилля електромагніта приймає максимальне значення відразу, а через деякий проміжок часу. При припиненні подачі керуючого імпульсу тягове зусилля електромагніта також миттєво не звертається в нуль, що пояснюється експоненціальним характером протікання кривих струму в ланцюзі управління ЕМФ при її замиканні та розмиканні.

Мета дослідження. Метою роботи є подальше вдосконалення метода діагностування технічного стану електромагнітних форсунок.

Основний матеріал. Циклова подача палива i –тою електромагнітною клапанною форсункою [3] описується рівнянням

$$G_{\text{ци}} = \int_0^{\tau_{\text{впр}}} \mu f \cdot \sqrt{2\rho_n(P_a - P_s)} \cdot d\tau, \quad (1)$$

де $\tau_{\text{впр}}$ - тривалість відкритого стану клапана форсунки (тривалість впорскування), ρ_n - щільність палива, P_a - тиск палива в акумуляторі, P_s - тиск повітря у впускному колекторі, μf - ефективний прохідний перетин розпилювача форсунки, що змінюється залежно від підйому клапана (голки форсунки).

В реальних системах в основу алгоритму керування форсунками покладена спрощена модель визначення циклової подачі по статичній продуктивності форсунки і тривалості керуючого імпульсу. У цій моделі приймається постійний ефективний прохідний перетин розпилювача форсунки, а тривалість відкритого стану клапана форсунки приймається рівною тривалості керуючого імпульсу, яку визначають за принципом базової та коригувальної матриць. За цією моделлю циклова подача палива

$$G_{\text{ци}} = g_{\text{ст}} \cdot \tau_k, \quad (2)$$

де $g_{\text{ст}}$ - статична продуктивність форсунки, τ_k - тривалість керуючого імпульсу, що подається на форсунку.

Відомо, що переліт клапана запізнюється у часі при підйомі на величину τ_n і опусканні на $-\tau_o$. Це приводить до того, що тривалість відкритого стану клапана форсунки $\tau_{\text{впр}}$ відрізняється від тривалості електричного керуючого імпульсу τ_k , подаваного на обмотку електромагніта форсунки, бо

$$\tau_{\text{впр}} = \tau_k - \tau_n + \tau_o, \text{ або } \tau_{\text{впр}} = \tau_k - \Delta\tau_n, \quad (3)$$

де $\Delta\tau_n = \tau_n - \tau_o$ - враховує невідповідність керуючого імпульсу τ_k реальному часові впорскування $\tau_{\text{впр}}$.

Виходить, що у формулу (2) з урахуванням формули (3) треба внести корекцію. Тоді

$$G_{\text{ци}} = g_{\text{ст}} \cdot (\tau_k - \Delta\tau_n). \quad (4)$$

Невідповідність $\Delta\tau_n$ можна визначити шляхом динамічного проливання форсунок. Під динамічним проливанням розуміють такий режим роботи форсунок, коли в рампі підтримується постійний тиск палива, а клапани відкриваються на короткий час при подачі на обмотки форсунок керуючих імпульсів тривалістю τ_k . Такий режим роботи форсунок відповідає режиму їхньої роботи на двигуні. Якщо $G_{\text{пд}}$ - кількість палива, накопичена у вимірювальній посудині за час динамічного проливання, j - кількість упорскувань (циклових подач), зроблених за час проливання, то циклова подача $G_{\text{цид}}$, обчислена за результатами динамічного проливання

$$G_{цнд} = \frac{G_{нд}}{j}. \quad (5)$$

Таким чином, динамічна продуктивність ЕМФ дозволяє оцінити їх інерційність, яка особливо важлива при роботі двигуна на режимах малих циклових подач, коли запізнення відкриття та закриття клапана форсунки щодо початку та закінчення керуючого імпульсу значно впливає на точність дозування циклової подачі.

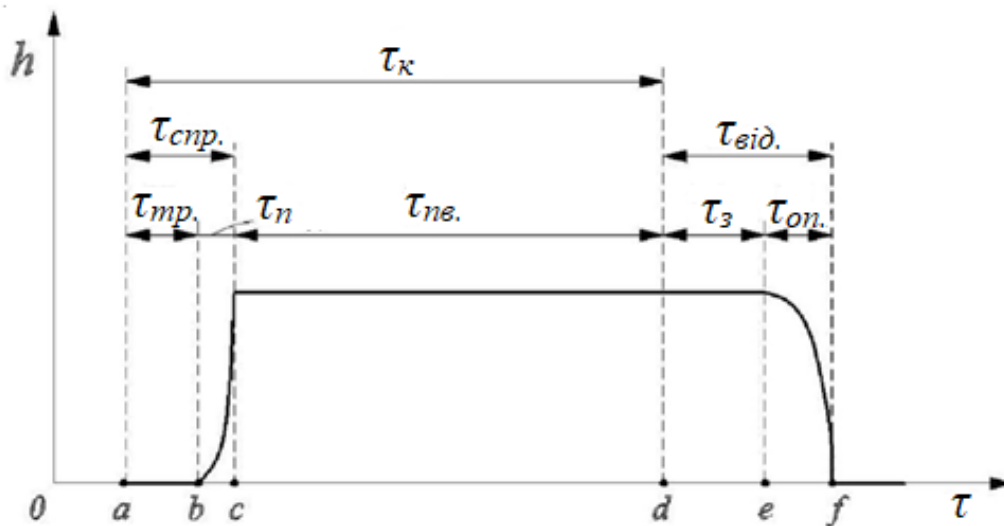
Наявність тимчасових затримок у роботі ЕМФ викликано тим, що з подачі на обмотку клапана форсунки імпульсу напруги тягове зусилля електромагніта приймає максимальне значення відразу, а через деякий проміжок часу. При припиненні подачі керуючого імпульсу тягове зусилля електромагніта також миттєво не звертається в нуль, що пояснюється експоненційним характером протікання кривих струму в ланцюзі управління ЕМФ при її замиканні та розмиканні.

Випробування проводились на лабораторному макеті системи розподіленого упорскування бензину призначеного для відтворення статичного й динамічного режимів проливання форсунок, які неможливо реалізувати безпосередньо на двигуні.

На рис. 1 наведено характеристику «час-перетин» клапана ЕМФ та показано тимчасові параметри роботи форсунки при подачі на її обмотку імпульсу керування тривалістю τ_K . З рис. 1 видно, що весь процес упорскування палива можна розбити на наступні часові інтервали: час спрацьовування клапана форсунки $\tau_{спр.}$, що складається з часу з моменту початку імпульсу управління до моменту торкання голки $\tau_{тр}$ і часу підйому голки $\tau_{п}$ час з моменту повного відкриття клапана до закінчення імпульсу управління $\tau_{пв}$, час відпускання клапана форсунки $\tau_{від.}$, що складається з часу залипання τ_z та часу опускання голки $\tau_{від.}$.

Для оцінки динамічної продуктивності форсунок за отриманими часовими параметрами роботи ЕМФ було визначено реальний час відкритого стану клапана $\tau_{пв}$ за формулою:

$$\tau_{пв} = \tau_K - \tau_{спр.} + \tau_{від.} \quad (6)$$



τ_k – тривалість керуючого сигналу від блоку управління двигуном; $\tau_{тр}$ – час торкання; $\tau_{п}$ – час підйому голки; $\tau_{пв}$ – час з моменту повного відкриття клапана до закінчення імпульсу управління; $\tau_{спр.}$ – час спрацьовування; $\tau_з$ – час залипання; $\tau_{оп}$ – час опускання голки; $\tau_{від.}$ – час відпускання

Рисунок 1 – Характеристика «час-перетин» клапана ЕМФ та тимчасові параметри роботи

Аналізуючи результати перевірок певній кількості комплектів форсунок, з різним напрацюванням, можливо сказати наступне, що статична продуктивність перевіряємих форсунок, в процесі експлуатації змінюється незначно і знаходиться в межах допустимих значень, тоді як зміна динамічної продуктивності істотно і нерівномірно, що знижує енергетичні та екологічні показники двигуна при роботі на режимах малих циклових подач і підтверджує необхідність визначення цього діагностичного параметра у процесі діагностування ЕМФ.

Висновки. Як показано в даній роботі, оцінити динамічну продуктивність паливних форсунок з мінімумом трудових і тимчасових витрат можливо за допомогою безрозбірного методу, заснованого на знятті осцилограм падіння напруги на обмотках електромагніту форсунки, визначення по них тимчасових параметрів роботи форсунки та порівняння реального часу відкритого стану клапана з необхідним для цього режиму роботи двигуна. Поєднання такого методу з існуючим способом діагностування ЕМФ за показаннями датчика тиску палива на нагнітальній магістралі системи паливоподачі, що дозволяє визначити статичну продуктивність та нерівномірність подачі, дозволить комплексно оцінити технічний стан паливних форсунок та підвищити ефективність процесу їх діагностування.

Література

1. Chowanietz E. Automobile electronics. - Society of Automotive Engineers, Inc, 1995, 246 pp.

2. Shufi Mizutani, Car electronics. – Nippondenso Co, Ltd. 1992. 280pp.

3. Tom Denton. Automobile electrical and electronic systems. - Society of Automotive Engineers, Inc., 1995. 312 pp.

4. Пойда А.М. Лабораторний практикум з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» розділ «Технічна експлуатація автомобілів з мікропроцесорними системами керування». Х.: Вид. ХНАДУ. 2017. 174 с.

Зибцев Юрій Васильвич, старший викладач каф. ТЕСА, Харківський національний автомобільний університет, dandz2805@gaml.com

РОЗВИТОК ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛЯ

Ходова частина автомобіля є однією з найбільш мало захищених частин авто, особливо в умовах нашого клімату і рівня обслуговування доріг. Після певного пробігу в машині починають проступати стуки, скрипи і скреготіння - це є вірним індикатором того, що необхідно перевірити ходову частину, так як її несправність ставить під загрозу безпеку людини. Вірним рішенням буде звернутися на станцію техобслуговування для комп'ютерної діагностики ходової частини.



Рис.1 – Ходова частина авто

Діагностика ходової частини автомобіля необхідна для того, щоб упевнитися у власній безпеці. Діагностику необхідно проводити як для нової машини, так і для машини з пробігом. На станцію технічного обслуговування необхідно звернутися, якщо виявлено наступні ознаки:

1. проблеми з підвіскою - шум і стукіт при русі;