

Математичне забезпечення процесу діагностування циліндро-поршневої групи двигуна

*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "ХАІ"
Харківський національний автомобільно-доріжний університет*

Розроблено схему причинно-наслідкових зв'язків процесу діагностування циліндро-поршневої групи двигуна автомобіля. На підставі цієї схеми складено математичну модель процесу постановки діагнозу, що дозволяє на відміну від існуючих детермінованих моделей локалізувати несправність циліндро-поршневої групи та формалізувати процес автоматизованої постановки технічного діагнозу.

Ключові слова: автомобіль, двигун, циліндр, поршень, несправність, діагностика, автоматизація, модель.

Вступ

Проблематика питання діагностики циліндро-поршневої групи (ЦПГ) двигуна виникла давно і пов'язана, перш за все, з труднощами при постановці технічного діагнозу. Відомі методи і засоби діагностики не дають повної інформації про технічне становище ЦПГ двигунів внаслідок неточності й суперечності результатів діагностування, що і дало підставу для проведення наукових досліджень [1].

Мета роботи – удосконалення процесу встановлення технічного діагнозу циліндро-поршневої групи. Відповідно до поставленої мети в роботі необхідно вирішити такі основні задачі:

- удосконалити метод діагностування циліндро-поршневої групи двигуна;
- розробити й дослідити математичні моделі, що дозволяють провести поглиблене діагностування циліндро-поршневої групи та герметичності клапанів двигуна;
- формалізувати процес автоматизованої постановки діагнозу технічного стану циліндро-поршневої групи та герметичності клапанів двигуна;

Об'єкт і предмет дослідження – автоматизований процес установаження технічного стану циліндро-поршневої групи двигуна внутрішнього згорання.

Методи дослідження. З використанням методів математичної статистики проведено оброблення експериментальних даних. З використанням теоретичних методів аналізу, синтезу, моделювання і булевої алгебри, формалізовано процес діагностування.

Наукова новизна одержаних результатів. Набув подальшого розвитку процес автоматизованої постановки діагнозу шляхом використання операцій математичної логіки з випадковими комбінаціями діагностичних параметрів, що дозволяє одержати об'єктивний висновок, який не залежить від кваліфікації фахівця, про технічний стан циліндро-поршневої групи та герметичності клапанів двигуна.

Математичне моделювання

При математичному моделюванні процесу постановки діагнозу зроблені такі допущення:

- у двигуні одночасно може виникнути тільки одна несправність;
- для визначення несправності, пов'язаної із прогаром прокладки головки циліндрів, не потрібно розробляти складну діагностичну систему;

– збільшення зазору між циліндром і поршнем супроводжується збільшенням зазору в стиках поршневих кілець.

Основний недолік існуючих математичних моделей полягає в тому, що складний стохастичний об'єкт діагностування, яким є ЦПГ, намагаються описати за допомогою детермінованих виразів. Як наслідок такого принципу моделювання – неоднозначність діагнозу, недостатня глибина пошуку дефекту.

У ході дослідження об'єкт діагностування розглядали у вигляді «чорного ящика» з невідомими структурними параметрами (логічними функціями Y), вихідними діагностичними параметрами (логічними змінними X) і параметрами, що впливають. Номенклатура структурних параметрів, які перевіряють, визначено відповідно до ГОСТ 23435-79: зазор між циліндром і поршнем, зазор у стиках поршневих кілець, зазор між поршнем і кільцем по висоті канавки, герметичність клапана. Кінцева множина діагностичних параметрів, яка встановлена в ході попереднього експерименту, містить у собі тиск картерних газів, темп наростання компресії й різницю компресії між циліндрами (рисунок). Кінцевою множиною параметрів, що впливають, є: температура рідини для охолодження, кут відкриття дросельної заслінки й частота обертання колінчастого вала. Передбачається, що цю кінцеву множину параметрів у процесі діагностування можна стабілізувати.

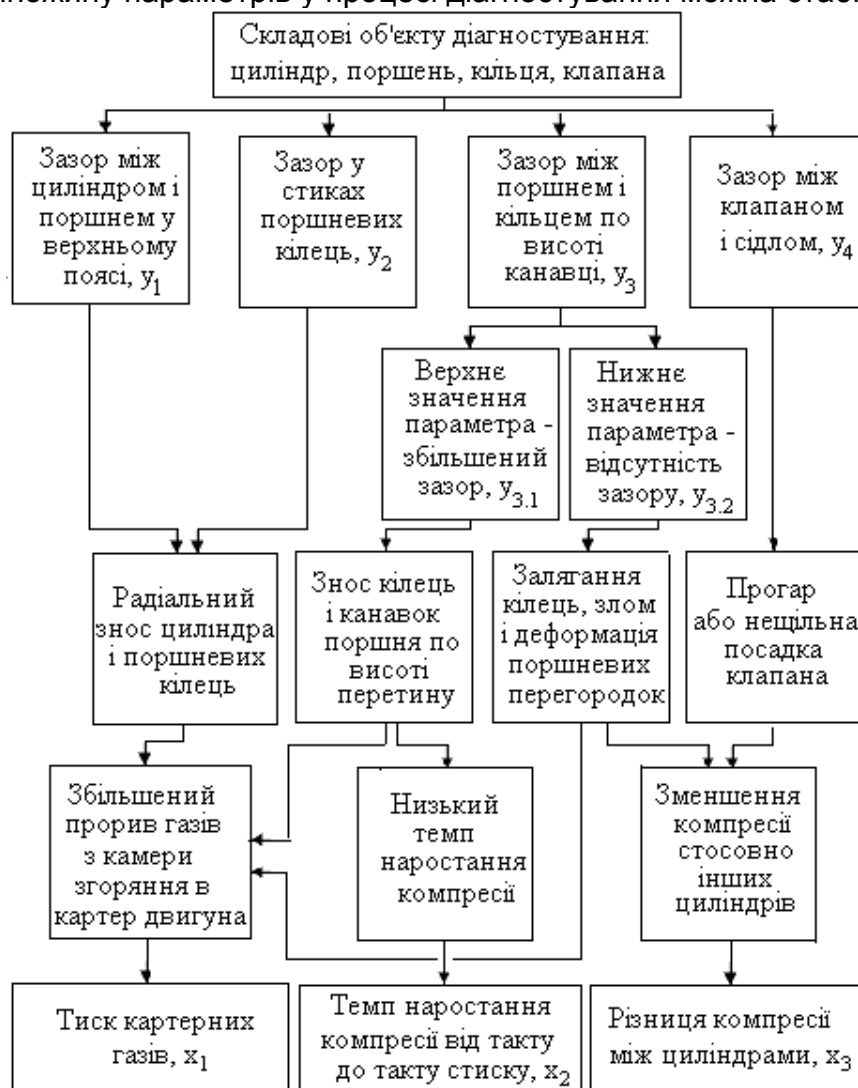


Схема причинно-наслідкових зв'язків об'єкта діагностування

Відповідно до встановлених діапазонів діагностичних параметрів [2] логічним змінним X привласнені значення 0, якщо діагностичний параметр не виходить за межі припустимого значення, та – 1, якщо він перевищує це значення (таблиця).

Діагностична матриця

	x_1	x_2	x_3
y_{1-2}	1	0	0
$y_{3.1}$	1	1	0
$y_{3.2}$	1	0	1
y_4	0	0	1

Діагностичну матрицю можна навести у вигляді системи булевих функцій диз'юнкцій:

$$\begin{cases} x_1 = y_{1-2} + y_{3.1} + y_{3.2}; \\ x_2 = y_{3.1}; \\ x_3 = y_{3.2} + y_4. \end{cases} \quad (1)$$

де y_{1-2} – зазор у стиках поршневих кілець; $y_{3.1}$ – зазор між поршнем і кільцем по висоті канавки (верхнє значення параметра); $y_{3.2}$ – зазор між поршнем і кільцем по висоті канавки (нижнє значення параметра); y_4 – зазор між клапаном і сідлом (герметичність клапану).

Для розв'язання задачі діагностування, необхідно зворотнє перетворення виразу (1), тобто визначення характеристики структурних параметрів за діагностичними з використанням логічної операції кон'юнкції:

$$\begin{cases} y_{1-2} = x_1; \\ y_{3.1} = x_1 x_2; \\ y_{3.2} = x_1 x_3; \\ y_4 = x_3. \end{cases} \quad (2)$$

де x_1 – тиск картерних газів, МПа; x_2 – темп наростання компресії від такту до такту стиску, МПа; x_3 – різниця компресії між циліндрами, МПа.

З урахуванням привласнених логічним змінним значень вираз (2) набирає вигляду:

$$\begin{cases} y_{1-2} = x_1 \begin{cases} 0, \text{ якщо } x_1 < 0,045 \text{ МПа} \\ 1, \text{ якщо } x_1 \geq 0,045 \text{ МПа} \end{cases}; \\ y_{3.1} = x_1 x_2 \begin{cases} 0, \text{ якщо } x_1 < 0,045 \text{ МПа і } x_2 < 0,25 \text{ МПа} \\ 1, \text{ якщо } x_1 \geq 0,045 \text{ МПа і } x_2 \geq 0,25 \text{ МПа} \end{cases}; \\ y_{3.2} = x_1 x_3 \begin{cases} 0, \text{ якщо } x_1 < 0,045 \text{ МПа і } x_3 < 0,25 \text{ МПа} \\ 1, \text{ якщо } x_1 \geq 0,045 \text{ МПа і } x_3 \geq 0,25 \text{ МПа} \end{cases}; \\ y_4 = x_3 \begin{cases} 0, \text{ якщо } x_3 < 0,25 \text{ МПа} \\ 1, \text{ якщо } x_3 \geq 0,25 \text{ МПа} \end{cases}. \end{cases} \quad (3)$$

Можливість розв'язання математичної моделі в рамках прийнятих допущень полягає в одержанні однозначної відповіді про технічний стан об'єкта, що діагностується. Це означає, що в системі булевих функцій (3) немає жодного збігу в наборі логічних змінних. За умови нульового набору логічних змінних 0-0-0, коли всі змінні з множини X набувають значення 0, одержимо математичну модель справного технічного стану об'єкта діагностування.

ВИСНОВКИ

1. Існуючі засоби діагностування не дозволяють швидко, точно й однозначно розрізнити характерні несправності циліндро-поршневої групи, при цьому результат діагностичного висновку багато в чому визначається досвідом оператора та має суб'єктивний характер внаслідок неточності й суперечливості одержуваних відомостей.

2. На основі вдосконаленого методу діагностування, що оцінює технічний стан циліндро-поршневої групи та герметичність клапанів двигуна за трьома діагностичними параметрами (різниця компресії між циліндрами, темп наростання компресії, тиск картерних газів) розроблено статистичну математичну модель, що дозволяє на відміну від існуючих детермінованих моделей, по-перше, локалізувати несправність циліндро-поршневої групи та герметичності клапанів двигуна та, по-друге, формалізувати процес автоматизованої постановки технічного діагнозу.

Список літератури

1. Кошевой Н.Д. Диагностирование цилиндро-поршневой группы двигателя // Вестник Харьковского государственного автомобильно-дорожного университета: / Н.Д. Кошевой, И.Ю. Сараева // Сб. науч. тр. – Х.: ХГАДТУ. –2001.– Вып. 14. – С. 64-66.

2. Кошевой Н.Д. Экспериментальные исследования по оценке герметичности цилиндро-поршневой группы и клапанов двигателя автомобиля / Н.Д. Кошевой, И.Ю. Сараева // Приборостроение. – 2004: Материали Міжнар. наук.-техн. конф. – Вінниця – Ялта. – 2004. – С. 269-273.

Рецензент: д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой Подригало М.А.,
ХНАДУ, Харьков

Поступила в редакцию 14.06.10

Математическое обеспечение процесса диагностирования цилиндро-поршневой группы двигателя

Разработана схема причинно-следственных связей процесса диагностирования цилиндро-поршневой группы двигателя автомобиля. На основании этой схемы составлена математическая модель процесса постановки диагноза, позволяющая в отличие от существующих детерминированных моделей локализовать неисправность цилиндро-поршневой группы и формализовать процесс автоматизированной постановки технического диагноза.

Ключевые слова. автомобиль, двигатель, цилиндр, поршень, неисправность, диагностика, автоматизация, модель.

Software of process of diagnosing of cylinder-piston group of the engine

The scheme of the cause-effect relationships of the diagnostics of the cylinder-piston group of an automobile engine is designed. On the basis of the scheme a mathematical model of diagnostics-making which, unlike the current determining models, enables to determine a location of fault of cylinder-piston group and formalize the process of the automated technical diagnostics is made.

Keywords: an automobile, an engine, a cylinder, a piston, a fault, diagnostics, automation, a model