



УКРАЇНА

(19) UA (11) 13233 (13) U  
(51) МПК (2006)  
G01F 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ РІДКОГО ПАЛИВА ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ РОБОТИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ**

1

2

(21) u200509600

(22) 13.10.2005

(24) 15.03.2006

(46) 15.03.2006, Бюл. № 3, 2006 р.

(72) Головчук Андрій Федорович, Арендаренко Володимир Миколайович, Левчук Віталій Іванович, Іванов Олег Миколайович

(73) Головчук Андрій Федорович, Арендаренко Володимир Миколайович, Левчук Віталій Іванович, Іванов Олег Миколайович

(57) Спосіб визначення витрати рідкого палива при дослідженні роботи двигунів внутрішнього згорання, який містить вимірювання електронними вага-

ми маси рідкого палива, спожитого двигуном за сталі визначені проміжки часу, фіксацію даних та подальшу їх обробку за допомогою персонального комп'ютера, який **відрізняється** тим, що розрізнення кількісної оцінки ваги спожитого палива відбувається за певний швидкісний режим роботи, який визначається співставленням допустимого коефіцієнта нерівномірності ходу з автоматично визначеним дійсним значенням, який дорівнює відношенню різниці екстремумів до середнього значення кутової швидкості обертання колінчастого вала за один робочий цикл.

Корисна модель відноситься до галузі виміральної техніки та повинен знайти своє застосування під час дослідження роботи автотракторних дизелів, зокрема для визначення витрати палива.

Необхідність у визначенні з високою дискретністю масових витрат палива виникає під час проведення експериментальних робіт із вимірюванням витрати палива ДВЗ на швидкоплинних динамічних режимах роботи.

Відомий витратомір по визначенню миттєвої витрати палива за авторським свідоцтвом СРСР №1755053 [М.Кл.<sup>5</sup> G01F1/100 опубл. 15.08.92 бюлетень №30], який містить чутливий елемент у вигляді сегнерового колеса, яке з'єднане з віссю електромагнітного перетворювача. При протіканні рідини крізь колесо відбувається повертання осі перетворювача. Кут повороту осі перетворюється в електричний сигнал, якому відповідає певне значення витрати рідини.

Основний недолік даного методу - це ланцюг перетворень. Спочатку значення кута повороту перетворюється у електричну величину, а потім за цією величиною визначається масове або об'ємне значення витрати рідини.

Відомий витратомір [Мищенко Н. І., Химченко А. В., Крамарь С. Н., Галеев А. В. Автоматичний витратомір палива. // Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і

експлуатації автомобіля: 36. наук. пр./ Редкол. В. С. Канарчук (голов, ред.) та інші - Київ, НТУ, ТАУ. - Вип.15. - 2002. - С.155-157], принцип дії якого полягає у визначенні зміни маси палива у мірній ємкості за допомогою хронометражу. Знаючи вагу на початку та в кінці часового проміжку та його тривалість, можливо визначити числове значення витрати палива за цей часовий період. Усі операції по визначенню маси, встановленню часових інтервалів та обчисленню витрати палива ДВЗ контролюються, оборобляються та обчислюються за допомогою персонального комп'ютера.

Даний витратомір (спосіб) за своїми функціональними властивостями та принципами визначення витрати рідкого палива найбільш близький до запропонованого, тому він і був вибраний в якості прототипу.

Недоліками вищезгаданого способу визначення витрати рідкого палива можна вважати: величини часового інтервалу на момент вимірювання ваги палива обмежуються отупінню дискретності таймера; існування зв'язку між витратою палива та відповідними встановленим режимом роботи ДВЗ;

встановлення часових інтервалів, протягом яких вимірюється витрата палива, відбувається в режимі ручного програмування.

В основу корисної моделі поставлена задача отримання результатів з необхідним рівнем точно-

(19) UA (11) 13233 (13) U

сті, забезпечення високої швидкості обробки вхідних даних, подання розширеної вихідної інформації, отримання даних в режимі реального часу з одночасною їх обробкою, а також забезпечення аналізу досліджуваного режиму роботи двигуна.

Визначення масової витрати рідкого палива у запропонованому способі здійснюється шляхом вимірювання маси палива у мірній ємкості, з якої відбувається забір палива системою живлення ДВЗ, за проміжки часу між початком та кінцем певного швидкісного режиму роботи (усталеного або неусталеного) та всередині нього, тому суть реалізації даного способу полягає у визначенні початку та кінця відповідного режиму роботи двигуна.

Як відомо ДВЗ є машиною циклічної дії, тому значення динамічних показників його роботи характеризуються певним коливанням відносно нормованого значення на усталеному режимі роботи. Одним із показників, які характеризують режим роботи ДВЗ, є коефіцієнт нерівномірності ходу [Николаенко А. В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей: Учебное пособие. - М.: «Колос», 1984. - С.188-191]. Даний показник відображає амплітуду коливання кутової швидкості колінчастого вала двигуна, і тому для визначення переходу з одного швидкісного режиму роботи на інший, пропонується відслідковувати відхилення дійсного коефіцієнта нерівномірності обертання від його допустимого значення. Для усталеного режиму роботи, виходячи з конструктивних та технічних особливостей ДВЗ, коефіцієнт нерівномірності характеризується малою зміною і не перевищує нормованого (критичного) значення. Перевищення критичного значення коефіцієнта нерівномірності свідчить про закінчення усталеного та початок неусталеного режиму роботи. На неусталених режимах роботи (пуск, розгін, гальмування) двигуна притаманні значні зміни параметрів роботи, зокрема частоти обертання, тому коефіцієнт нерівномірності ходу буде змінюватися в широких межах. Якщо порівняння дійсного коефіцієнта нерівномірності ходу до його нормованого значення буде меншим або дорівнювати одиниці, то такий швидкісний режим можна вважати - усталеним. Якщо співвідношення дійсного та нормованого коефіцієнтів нерівномірності відповідає числовому значенню більшому одиниці, то швидкісний режим - неусталений. Визначаючи, таким чином, початок та кінець швидкісного режиму роботи та зафіксувавши миттєві значення ваги палива у мірній ємкості, можна встановити період протікання та величину витрати палива на ідентифікованому швидкісному режимі. Зазначений спосіб визначення динаміки ДВЗ дозволяє автоматично отримувати кількісну оцінку витратних характеристик двигуна.

Деякі процеси в ДВЗ характеризуються малою тривалістю (часовий інтервал складає долі секунд), що, відповідно, впливає на швидкісні показники двигуна і вимагає реалізації запропонованого способу із використанням високопродуктивної обчислювальної техніки.

Значення маси палива у мірній ємкості, кутова швидкість колінчастого вала та тривалість протікання визначеного швидкісного режиму роботи

двигуна являються показниками динамічної витрати рідкого палива. Маса палива вимірюється за допомогою електронних ваг, які забезпечують необхідну точність отримання кількісної характеристики маси. Кутова швидкість обертання колінчастого вала ДВЗ вимірюється спеціальним тахометричним комплексом, а здійснення операцій хронометражу базується на використанні комп'ютерних засобів.

На Фіг.1 зображена функціональна схема визначення кутової швидкості колінчастого вала та коефіцієнта нерівномірності ходу двигуна.

Тахометричний комплекс складається з двох складових частин: детектора обертання та комп'ютерної системи обробки електричних дискретних імпульсів. Детектор обертального руху представляє собою диск (шторка) з певною кількістю однакових прорізів, та сенсора зміни магнітного поля, побудований на ефекті Холла (далі датчик Холла). Кількість прорізів на шторці вибирається в залежності від технологічних особливостей виготовлення, та від здатності датчика Холла реагувати на зміну поля постійного магніту. Шторковий екран обертається синхронно з колінчастим валом двигуна. При обертанні шторки відбувається циклічне екранування магнітного потоку, що формує електричні імпульси датчика Холла, які поступають на один із комутаційних портів персонального комп'ютера. Внаслідок аналого-цифрового перетворення цих імпульсів отримуються логічні „0" або „1". Тривалість логічної одиниці або нуля відповідає зміні кутової координати положення виступів або прорізів шторки під час екранування датчика Холла. Знаючи час формування електричного сигналу та величину прорізів на шторковому елементі, можна визначити кутову швидкість шторки, а, відповідно, і кутову швидкість колінчастого вала.

Диференціюючи значення кутової швидкості по часу можна отримати величину кутового прискорення шторки, і на його основі зробити висновок про протікання швидкісного режиму ДВЗ (прискорення або сповільнення).

Так як шторка має певну кількість прорізів, то отримується масив числових значень кутової швидкості за один оберт шторкового елемента. Числові порівняння кутової швидкості в масиві даних одного робочого циклу двигуна дозволяє визначити їх екстремальні значення та визначити коефіцієнт нерівномірності ходу ДВЗ:

$$\delta = \frac{k(\omega_{\max} - \omega_{\min})}{\sum_{k=1}^k \omega_k} \quad (1)$$

де  $\omega_{\max}$   $\omega_{\min}$  - відповідно, максимальне та мінімальне значення кутової швидкості циклу,  $\text{с}^{-1}$ ;  $k$  - кількість значень кутової швидкості у масиві за цикл.

Тахометричний комплекс обраховує кількість робочих циклів, впродовж певного визначеного швидкісного режиму роботи ДВЗ:

$$n_{\text{ц}} = \frac{2 \left( \sum_{\ell_n}^{\ell_k} p_{\ell} \right)}{j \cdot i} \quad (2)$$

де  $n_c$  - кількість робочих циклів за визначений проміжок часу даного швидкісного режиму двигуна;  $p$  - електрична пульсація датчика кутової швидкості визначена в проміжку часу між початком  $\ell_p$  та кінцем  $\ell_k$  ідентифікованого швидкісного режиму двигуна;  $j$  - постійна кількість електричних пульсацій датчика кутової швидкості за один оберт колінчатого валу;  $i/2$  - постійна величина, що характеризує тактність двигуна.

На Фіг.2 зображено функціональну схему реалізації запропонованого способу по визначенню витрати рідкого палива.

Дану схему можна умовно розділити на три основні групи: перша - електронно-вимірювальна, друга - оброблювально-розрахункова; третя - інформаційно-інформаційна. До першої групи відносяться засоби тахометричного комплексу та вимірювальні електронні ваги з комп'ютерним інтерфейсом. В другу групу віднесено електронну систему з ПЕОМ, як базового елемента перетворення та обробки інформації. До третьої - комплекс засобів (дисплей комп'ютерного комплексу, друкуючі пристрої) по виведенню вихідної інформації у табличній або графічній формі.

Спосіб визначення витрати палива реалізується наступним чином.

За джерелами науково-технічної інформації або даними сертифікаційних випробувань встановлюють нормоване значення коефіцієнта нерівномірності ходу для даної конструкції двигуна [Як приклад див. Эфрос В. В., Ерохин Н. Г., Кульчистский Р. И. и др. Дизели с воздушным охлаждением ВТЗ. - М.: Машиностроение, 1976].

Під час роботи ДВЗ відбувається безперервне визначення кутової швидкості в програмно-обумовлені моменти часу. Значення обертальної характеристики колінчатого вала заноситься до масиву даних комп'ютерної системи, при цьому

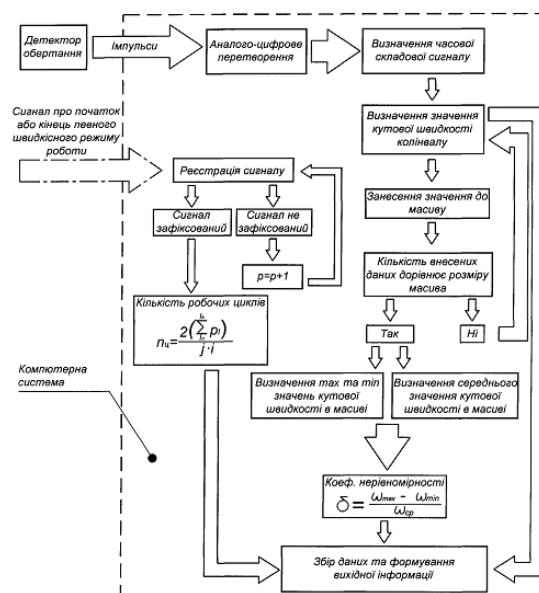
кількість занесених значень залежить від кількості прорізів на обертовому диску за один цикл. На основі послідовно зафіксованих значень швидкості обертання колінчатого валу обраховується дійсний коефіцієнт нерівномірності ходу (1).

Потім отриманий дійсний коефіцієнт нерівномірності порівнюється з його нормованим значенням. Результат порівняння служить інформацією про швидкісний режим роботи двигуна. При умові, що дійсний коефіцієнт нерівномірності буде більшим нормованого, система отримує сигнал про неусталений швидкісний режим, кінець якого буде зафіксований, коли значення дійсного коефіцієнту досягне або стане меншим від нормованого. В усіх інших випадках режим роботи розглядається як усталений.

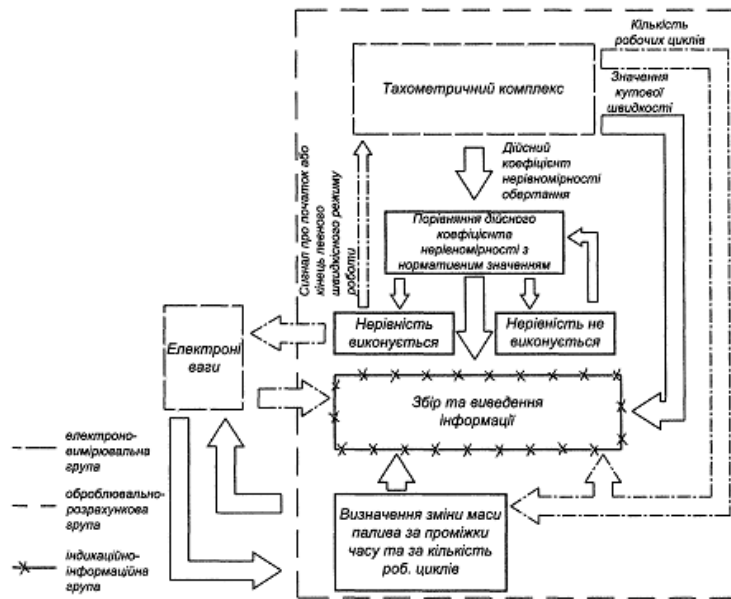
Обрахунок зміни витрати палива протягом тривалості протікання, автоматично визначеного швидкісного режиму, здійснюється математичним апаратом комп'ютерної системи за дискретно визначеними числовими значеннями ваги спожитого палива. Знаючи кількість циклів та відповідну їм різницю маси у мірній ємкості, можна отримати циклову витрату палива на поточному швидкісному режимі роботи.

Збір, накопичення, обробка та виведення інформації відбувається в автоматичному режимі.

Таким чином, заявлюваний спосіб розширює поле визначення витратних величин при застосуванні поняття нерівномірності ходу двигуна і дозволяє отримувати кількісну оцінку витрати палива ДВЗ, автоматично визначаючи його швидкісний режим. Спосіб забезпечує отримання значень витрати спожитого рідкого палива ДВЗ за досліджуваній період і за відповідну кількість циклів, а також дозволяє підвищити продуктивність праці при проведенні випробувальних та дослідницьких робіт.



Фіг. 1



Фіг. 2