



УКРАЇНА

(19) UA (11) 91160 (13) C2
(51) МПК (2009)
G01F 1/68
G01F 1/696
F02M 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ВИСОКОТОЧНИЙ ВИТРАТОМІР МОТОРНОГО ПАЛИВА З ЦИФРОВОЮ ОБРОБКОЮ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

1

2

(21) а200906515

(22) 22.06.2009

(24) 25.06.2010

(46) 25.06.2010, Бюл.№ 12, 2010 р.

(72) БЕЗВЕСІЛЬНА ОЛЕНА МИКОЛАЇВНА, ПОД-
ЧАШИНСЬКИЙ ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, ІЛЬЧЕ-
НКО АНДРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, ШАВУРСЬКИЙ
ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛО-
ГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(56) US 4483200, 20.11.1984

RU 2299404, 20.05.2007

RU 2152593, 10.07.2000

US 4043195, 14.08.1977

US 6272918, 14.08.2001

RU 2276331, 10.05.2006

UA 15311 U, 15.06.2006

Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Стадник Б.І., Іва-
хів О.В., Бойко Т.Г. Засоби і методи вимірювань
неелектричних величин. - Львів: Бескид Біт, 2008. -
С. 328-330.

(57) Високоточний витратомір моторного палива з
цифровою обробкою вимірювальної інформації,

що містить нагрівач (3), розташований у потоці (2)
моторного палива в трубці (1), джерело (4) енергії,
вихід якого підключений до входу нагрівача (3), та
перший (6) і другий (7) термоперетворювачі, який
відрізняється тим, що додатково введені третій
термоперетворювач (5), розміщений безпосеред-
ньо на нагрівачі (3), та четвертий термоперетво-
рювач (11), розміщений із зовнішнього боку трубки
(1), а перший (6) і другий (7) термоперетворювачі
розміщені у потоці (2) моторного палива послідов-
но один за одним на фіксованих відстанях l_1 і l_2 від
третього термоперетворювача (5), додатково вве-
дені нейропроцесор (8), блок (9) перемикачів та
електронна обчислювальна машина (ЕОМ) (10),
причому виходи першого (6), другого (7), третього
(5) і четвертого (11) термоперетворювачів підклю-
чені відповідно до першого, другого, третього та
четвертого входів нейропроцесора (8), п'ятий вхід
якого з'єднаний з виходом блока (9) перемикачів, а
вихід нейропроцесора (8) з'єднаний зі входом ЕОМ
(10), перший вихід якої підключено до входу блока
(9) перемикачів, а її другий вихід є виходом всього
пристрою.

Винахід належить до галузі вимірювальної те-
хніки і може бути використаний для вимірювання і
контролю витрат моторного палива, в тому числі
отриманого з альтернативної сировини.

Високочастотні вимірювання і контроль витрат
моторного палива є складовою частиною сучасних
енергозберігаючих технологій. Такі вимірювання
необхідні при випробуваннях, ремонті і експлуата-
ції частотних технологій транспортних засобів з
двигунами внутрішнього згорання. Впровадження
нових видів моторного палива, що отримані з аль-
тернативної сировини та мають фізико-хімічні вла-
стивості, відмінні від звичайних моторних палив,
висуває ряд специфічних вимог до витратомірів та
вимагає їх удосконалення. В першу чергу, це по-
в'язане з підвищеною густиною та в'язкістю вкази-
них видів моторного палива, що призводить до
суттєвого збільшення похибок вимірювань у існую-

чих витратомірів моторного палива при експлуа-
тації з двигунами внутрішнього згорання.

Найбільш близьким за суттєвими ознаками до
винаходу є відомий витратомір моторного палива
[1, с. 328-330], що обраний за прототип. Як і при-
стрій-винахід, пристрій-прототип містить нагрівач,
розташований у потоці моторного палива в трубці,
джерело енергії, вихід якого підключений до входу
нагрівача, та перший і другий термоперетворюва-
чі.

Проте, на відміну від пристрою-винаходу, при-
стрій-прототип містить тільки два термоперетво-
рювачі, що розташовані на деякій відстані по різні
боки від нагрівача. Тому при зміні витрат моторно-
го палива зміни температурного поля біля першого
і другого термоперетворювачів відбуваються з
деякою часовою затримкою. Особливо значною
така затримка є для моторних палив з підвищеною

(19) UA (11) 91160 (13) C2

в'язкістю і густиною, що отримані з альтернативної сировини. Самі термоперетворювачі також вносять часову затримку у зміни вимірювального сигналу при зміні витрат моторного палива, що обумовлено інерційними властивостями цих термоперетворювачів.

В результаті, при частих змінах величини витрат моторного палива, що має місце, наприклад, при експлуатації витратоміра в складі двигунів внутрішнього згорання, виникає суттєва динамічна похибка вимірювань. Оскільки в складі пристрою-прототипу відсутні засоби корекції динамічних похибок, то він має низьку точність.

Моторне паливо з альтернативної сировини має фізико-хімічні властивості, що суттєво відрізняються від властивостей моторного палива, отриманого з нафтопродуктів. Крім того, ці властивості можуть змінюватися для моторного палива з альтернативної сировини, отриманого від різних виробників, за різними технологіями та з різних видів альтернативної сировини.

При цьому відрізняється розподіл температурного поля для однакових витрат моторних палив, що мають відмінні фізико-хімічні властивості. Оскільки в складі пристрою-прототипу відсутні засоби врахування та компенсації відмінностей температурного поля для різних видів моторного палива, то виникає додаткова похибка вимірювань при зміні виду моторного палива в процесі експлуатації витратоміра.

На величину та розподіл температурного поля в потоці моторного палива також впливає температура навколишнього середовища. Оскільки в складі пристрою-прототипу відсутні засоби вимірювання температури навколишнього середовища, то виникає додаткова похибка вимірювання витрат моторного палива, обумовлена змінами температури навколишнього середовища в процесі експлуатації пристрою-прототипу. Особливо значною ця похибка може бути при вимірюванні витрат моторного палива двигунами внутрішнього згорання, що працюють в змінних кліматичних умовах.

В складі пристрою-прототипу відсутні засоби накопичення, аналізу та зберігання вимірювальної інформації про витрати моторного палива, що обмежує функціональні можливості цього пристрою в процесі його експлуатації.

Таким чином, пристрій-прототип має низьку точність та обмежені функціональні можливості вимірювання витрат моторного палива, в тому числі отриманого з альтернативної сировини.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення витратоміра моторного палива, щоб забезпечити підвищення точності і розширення функціональних можливостей вимірювання витрат моторного палива.

Поставлена задача вирішується шляхом того, що додатково введені третій термоперетворювач, розміщений безпосередньо на нагрівачі, та четвертий термоперетворювач, розміщений із зовнішнього боку трубки, а перший і другий термоперетворювачі розміщені у потоці моторного палива послідовно один за одним на фіксованих відстанях l_1 і l_2 від третього термоперетворювача, додатково введені нейропроцесор, блок перемикачів та елек-

тронна обчислювальна машина (ЕОМ), причому виходи першого, другого, третього і четвертого термоперетворювачів підключені відповідно до першого, другого, третього та четвертого входів нейропроцесора, п'ятий вхід якого з'єднаний з виходом блоку перемикачів, а вихід нейропроцесора з'єднаний зі входом ЕОМ, перший вихід якої підключено до входу блоку перемикачів, а її другий вихід є виходом всього пристрою.

В пристрої-винаході використовується нейропроцесор, що виконує корекцію динамічних похибок вимірювань витрат моторного палива. Нейропроцесор запрограмований таким чином, що реалізує відновлюючий фільтр вимірювальної інформації на основі використання штучної нейронної мережі, яка складається з адаптивних лінійних нейронів [2, с. 122-131; 3, с. 124-133]. Результатом такої фільтрації і є корекція динамічних похибок вимірювань.

До складу пристрою-винаходу введено ЕОМ та блок перемикачів. При зміні виду моторного палива ці блоки разом з нейропроцесором забезпечують адаптацію витратоміра до фізико-хімічних властивостей нового виду моторного палива. Адаптація здійснюється шляхом введення оператором в ЕОМ відомостей про властивості нового виду моторного палива та навчання штучної нейронної мережі в нейропроцесорі. В процесі навчання використовуються тестові сигнали вимірювальної інформації, що поступають на нейропроцесор з блоку перемикачів під управлінням ЕОМ. В результаті врахування відмінностей фізико-хімічних властивостей різних видів моторного палива підвищується точність вимірювань його витрат.

В пристрої-винаході використовується чотири термоперетворювачі. Перший і другий термоперетворювачі розміщені у потоці моторного палива на фіксованих відстанях l_1 і l_2 від третього термоперетворювача, який розміщений безпосередньо на нагрівачі. Це дозволяє отримати більш повну і точну картину розподілу температурного поля у потоці моторного палива, особливо для моторного палива з альтернативної сировини, що має підвищену густину та в'язкість і тому характеризується нерівномірним та сповільненим протіканням через витратомір. Четвертий термоперетворювач розміщений із зовнішнього боку трубки. Він дозволяє визначити зміни температури навколишнього середовища та врахувати їх вплив на температурне поле в потоці моторного палива. Це особливо важливо при вимірюванні витрат моторного палива двигунами внутрішнього згорання, що працюють в змінних кліматичних умовах. В результаті підвищується точність вимірювань витрат моторного палива.

Розширення функціональних можливостей пристрою-винаходу забезпечується шляхом використання ЕОМ для накопичення, аналізу та зберігання вимірювальної інформації про витрати моторного палива. Таким чином, пристрій-винахід має підвищену точність та розширені функціональні можливості вимірювань витрат моторного палива, в тому числі отриманого з альтернативної сировини.

Суть винаходу пояснюється кресленням, на якому зображено структурну схему пристрою-винаходу.

Високоточний витратомір моторного палива з цифровою обробкою вимірювальної інформації містить трубку 1 з потоком 2 моторного палива, нагрівач 3, джерело 4 енергії, перший 6, другий 7, третій 5 та четвертий 11 термоперетворювачі, нейропроцесор 8, блок 9 перемикачів та ЕОМ 10.

До входу нагрівана 3, що розміщений у потоці 2 моторного палива, підключено вихід джерела енергії 4.

Четвертий термоперетворювач 11 розміщений із зовнішнього боку трубки 1. Третій термоперетворювач 5 розміщений безпосередньо на нагрівачі 3, а перший 6 і другий 7 термоперетворювачі розміщені у потоці 2 моторного палива послідовно один за одним на фіксованих відстанях l_1 і l_2 від третього термоперетворювача 5.

Виходи першого 6, другого 7, третього 5 і четвертого 11 термоперетворювачів підключені відповідно до першого, другого, третього та четвертого входів нейропроцесора 8, п'ятий вхід якого з'єднаний з виходом блоку 9 перемикачів. Вихід нейропроцесора 8 з'єднаний з входом ЕОМ 10, перший вихід якої підключено до входу блоку 9 перемикачів, а її другий вихід є виходом всього пристрою.

Високоточний витратомір моторного палива з цифровою обробкою вимірювальної інформації працює таким чином.

Потік 2 моторного палива, витрати Q якого потрібно вимірювати, протікає по трубці 1 повз нагрівач 3 та третій 5, перший 6 і другий 7 термоперетворювачі. Нагрівач 3 за рахунок надходження енергії від джерела 4 енергії підігріває потік 2 моторного палива та створює в ньому температурне поле.

Величина температури в цьому полі зменшується зі збільшенням відстані від нагрівача 3. При цьому, температура нагрівача 3, що фіксується третім термоперетворювачем 5, обернено пропорційна витратам моторного палива. Зменшення температури в температурному полі, що фіксуються першим 6 і другим 7 термоперетворювачами, також обернено пропорційне величині витрат моторного палива. Вказані значення температур також залежать від фізико-хімічних властивостей (густина, теплопровідність та кінематична в'язкість) моторного палива, що протікає в трубці 1 [4, с. 245-246].

Значення температурного поля на нагрівачі 3 та в потоці 2 моторного палива, що зафіксовані третім 5, першим 6 і другим 7 термоперетворювачами, надходять в нейропроцесор 8. Нейропроцесор 8 виконує обробку часових послідовностей цих значень з метою компенсації динамічних похибок. Ці похибки виникли внаслідок інерційності першого 6, другого 7 і третього 5 термоперетворювачів при зміні величини поточних витрат моторного палива. Значення температури навколишнього середовища, що зафіксовані четвертим нагрівачем 11, також надходять в нейропроцесор 8.

Параметри алгоритмів обробки значень температури, що реалізовані в нейропроцесорі 8, можуть коригуватися в залежності від зміни фізико-

хімічних властивостей моторного палива, витрати якого вимірюються. Це здійснюється шляхом введення оператором в ЕОМ відомостей про властивості наявного виду моторного палива, витрати якого вимірюються, та навчання штучної нейронної мережі (на схемі не показана) в нейропроцесорі 8. В процесі навчання використовуються тестові сигнали вимірювальної інформації, що поступають на п'ятий вхід нейропроцесора 8 з блоку 9 перемикачів під управлінням ЕОМ 10. Корекція параметрів алгоритмів обробки значень температури забезпечує врахування фізико-хімічних властивостей наявного виду моторного палива і, на цій основі, більш точну корекцію динамічних похибок вимірювань витрат.

Значення температури навколишнього середовища та температури в потоці 2 моторного палива з урахуванням компенсації динамічних похибок надходять з виходу нейропроцесора 8 на вхід ЕОМ 10. ЕОМ 10 перераховує ці значення у поточну величину витрат моторного палива та видає результат вимірювань витрат $Q_{\text{вим}}$ на свій другий вихід, що є виходом всього витратоміру-винаходу. Для перерахунку використовуються залежності, наведені в [1, с. 328-330, 4, с. 245-246].

В ЕОМ 10 оператором може вводитися додаткова інформація про наявний вид моторного палива та його фізико-хімічні властивості. В залежності від цього, ЕОМ 10 коригує параметри алгоритмів перерахунку значень температури у поточну величину витрат моторного палива. В результаті забезпечується більш точний перерахунок і, як наслідок, підвищується точність витратоміру-винаходу.

ЕОМ 10 також виконує операції накопичення, аналізу та зберігання вимірювальної інформації про поточні витрати моторного палива, що фіксуються витратоміром-винаходом.

Для перевірки працездатності пристрою-винаходу було створено та досліджено його діючий макет. В якості трубки 1 було використано металеву трубку діаметром 20 мм та довжиною 300мм; джерела 4 енергії - двополярний блок живлення постійного струму з вихідною напругою 12 В; нагрівача 5 - циліндрична котушка, виготовлена з ніхромового дроту з високим електричним опором ("ніхром" - Х20Н80); першого 6, другого 7 і третього 5 термоперетворювачів - транзистори КТ342, в яких змінюється величина струму колектора при зміні температури в потоці моторного палива.

В якості четвертого термоперетворювача 11 було використано промисловий датчик температури з цифровим виходом, що узгоджений з стандартними вхідними інтерфейсами ЕОМ 10.

Для досліджень використовувалося моторне паливо (біодизель) марки БІО-100, отриманий з ріпакової олії. Його основні фізико-хімічні властивості:

- щільність (при $t=20^{\circ}\text{C}$) - 877 кг/м^3 ;
- октанове число, (не менше) - 48;
- кінематична в'язкість (при $t=20^{\circ}\text{C}$) - $8,0 \text{ мм}^2/\text{с}$;
- вміст домішок: сірки - не більше 0,02%; золи - не більше 0,02%; води - 0,05%; сумарний вміст гліцерину - 0,3%.

В якості ЕОМ 10 було використано цифрову ЕОМ типу Pentium 4 - 1,7 ГГц. Робота нейропроцесора 8 та блоку 9 перемикачів моделювалася програмно на цій цифровій ЕОМ.

Характеристики витратоміру-винаходу досліджувалися на його діючому макеті в умовах експлуатації, що відповідають витратам моторного палива двигуном внутрішнього згорання, який працює в змінних та нестаціонарних умовах роботи. Точність вимірювань витрат моторного палива за умови корекції динамічних похибок та врахування поточних значень фізико-хімічних властивостей цього палива підвищилася у (1,5...1,8) разів.

Таким чином, пристрій-винахід забезпечує підвищення точності та розширення функціональних можливостей вимірювань витрат моторного палива, в тому числі отриманого з альтернативної сировини.

Література

1. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Стадник Б.И., Івахів О.В., Бойко Т.Г.: Засоби і методи вимірювань неелектричних величин: Підручник / За ред. проф. Є.С. Поліщука - Львів: Видавництво «Бескид Біт» - 618 с.
2. Шматок С.О., Подчашинський Ю.О., Шматок О.С.: Математичні та програмні засоби моделювання пристроїв і систем управління. Використання нечітких множин та нейронних мереж: Навчальний посібник - Житомир: ЖДТУ, 2007. - 280 с.
3. Руденко О.Г., Бодяньський Є.В. Штучні нейронні мережі: Навчальний посібник - Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. - 404 с.
4. Спектор С.А. Электрические измерения физических величин: Методы измерений: Учеб. пособие для вузов. - Л.: Энергоатомиздат. Ленинград, отд-ние, 1987. - 320 с.

