

Волоконно-оптичний датчик октанового числа легких палив

Сандлер Альберт Кириллович¹, Карпілов Олександр Юрійович²
НУ "Одеська морська академія", Одеса, Україна
albertsan4@gmail.com¹, kau.onma@gmail.com²

Fiber optic sensor of the octane number of light fuels

Albert Sandler¹, Aleksandr Karpilov²
NU "Odessa Maritime Academy", Odessa, Ukraine
albertsan4@gmail.com¹, kau.onma@gmail.com²

Анотація – Наведені результати розробки нового схемотехнічного рішення вимірювача октанового числа легких палив. Пропоноване схемотехнічне рішення відрізняється тим, що датчик виготовлений на волоконно-оптичних елементах і є інваріантним до більшості дестабілізуючих факторів.

Abstract – It is present the results of the development of a new circuit-based solution for the octane meter of light fuels. The proposed circuit design differs in that the sensor is manufactured on fiber-optic elements and is invariant to most destabilizing factors.

Останнім часом все більш широке поширення набувають інформаційно-вимірювальні системи, побудовані на основі волоконно-оптичних датчиків. Ця тенденція обумовлена низкою переваг волоконно-оптичних датчиків над традиційними - вони мають високу чутливість, стійкі до електромагнітних перешкод, електрично пасивні, мають малу вагу і габарити, легко мультиплекуються і мають низьку вартість виготовлення чутливих елементів [1, 2].

У той же час, застосування існуючих волоконно-оптичних пристроїв виявило їх недостатню надійність та безпечність при прецизійному контролі властивостей легких палив у спеціальних експлуатаційних умовах [1, 2, 3, 4].

Для пошуку шляхів поліпшення метрологічних характеристик пристроїв контролю властивостей легких палив були проаналізовані дві

конструкції найпоширеніших вимірювальних перетворювачів [3 - 5].

В конструкції [3], що складається з кювети з рідиною, блок термостабілізації, блок капілярів з електропровідних пластин, що розділені діелектриком.

Недоліки пристрою, які обумовлені використанням електричного живлення та блоку капілярів:

- необхідність обробки та підтримання в експлуатації контактної поверхні капілярів з надзвичайно високою якістю для уникнення створення умов для появи паразитної модуляції;

- необхідність наявності складної системи компенсації порушення геометрії розташування капілярів внаслідок теплового поширення її елементів;

- наявність електричного живлення та системи охолодження.

У меншій мірі експлуатаційні та конструктивні фактори впливають на характеристики пристрою, що складається з корпусу, котушки, феромагнітного сердечника, пластини Вільгельмі, двох металевих обкладинок конденсатора, генератора високої частоти, керованого детектору та підсилювача [4, 5].

Недоліки пристрою, які обумовлені використанням котушки, феромагнітного сердечника, двох металевих обкладинок конденсатора, генератора високої частоти, керованого детектору та підсилювача:

- неможливість застосування для контролю легких палив через підвищену пожежевибухонебезпечність пристрою, що застосовує електричне живлення;

- неможливість компенсації впливу змін температури на елементи приладу.

В умовах, що склалися, доцільною стала розробка нового схемотехнічного рішення волоконно-оптичного пристрою контролю октанового числа легких палив. Передбачалося, що конструктивне виконання на основі волоконно-оптичних елементів повинне забезпечити вимірювальному пристрою:

- відсутність електричного живлення;

- підвищену захищеність елементів;

- можливість компенсації впливу температури на елементи пристрою та контрольовану рідину;

- збереженість високого рівня чутливості та швидкодії пристроїв відомих типів.

Для розв'язування поставленої задачі запропонована схема волоконно-оптичного датчику октанового числа.

Суть запропонованого схемотехнічного рішення пояснюється кресленням (рис. 1).

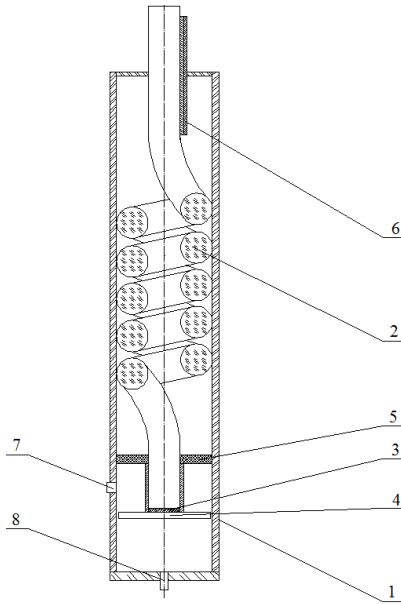


Рис. 1. Вимірювач октанового числа легких палив: 1 – корпус; 2 – котушка з волоконного світловода; 3 – віддзеркалюючий шар; 4 – пластина Вільгельмі; 5 – гнучка мембрана; 6 – біметалева пластина; 7 – вхідний отвір для рідини; 8 – вихідний отвір

При взаємодії контрольованої рідини з пластиною Вільгельмі відбувається зміна геометрії гнучкої мембрани та світловодної котушки. У наслідок чого у світловодній котушці здійснюється порушення умов повного внутрішнього відбивання світла.

Порушення умов повного відбивання світла у котушці знаходить своє відображення у зміні величини інтенсивності світлового випромінювання, яке відбивається від віддзеркалюючого шару. Величина зареєстрованого випромінювання є пропорційною до величини контрольованої октанового числа [5 - 7].

При зміні температури контрольованого середовища необхідна корекція показників приладу відбувається за допомогою біметалевої пластини [8 -10]. Зміна геометрії пластини викликає зміну геометрії другої прямої ділянки світловода, який утворює котушку, що приводить до компенсації втрат потужності оптичного випромінювання, викликаних тепловим поширенням елементів пристрою.

Для здійснення винаходу застосовано комбінацію світловодної ко-

тушки, пластини Вільгельмі та біметалевої пластини. Корпус використовуються для монтажу та взаємної фіксації елементів пристрою.

У статичному режимі, тобто при стандартних параметрах навколишнього середовища, у світловоді який утворює котушку, відбувається зменшення інтенсивності оптичного випромінювання, що проходить скрізь нього, яке обумовлене тільки впливом затухання у матеріалі світловода.

У першому динамічному режимі (калібрування) у робочу порожнину подається еталонна рідина з відомими властивостями при відомій температурі. На підставі вимірювання у цьому режимі визначаються та фіксуються необхідні поправки до результатів вимірювання.

У другому динамічному режимі (вимірювання) завдяки контакту пластини Вільгельмі з контрольованою рідиною відбувається зміна лінійного розміру котушки світловоду. Зміна кроку котушки викликає порушення умов повного оптичного відбивання світла у світловоді. Після втрати частини потужності випромінювання відбивається від віддзеркалюючого шару та надходить у зворотному порядку по світловоду до блоку реєстрації.

Інтенсивність зареєстрованої частки світла є пропорційна до величини вимірюваного октанового числа контрольованого легкого палива.

При зміні температури відбувається адекватна зміна геометрії біметалевої пластини. Викликана цим зміна геометрії другої прямої ділянки світловода ініціює зменшення або збільшення світлопропускання усього світловода пропорційно коливанню температури. Таким чином забезпечується інваріантність приладу до неконтрольованих впливів.

Запропоноване схемотехнічне рішення відрізняється тим, що котушка виконана з волоконного світловода та є одночасно пружним та чутливим елементом, чутливий елемент пристрою відокремлений від рідини гнучкою мембраною, а для компенсації впливу температури навколишнього середовища застосовано біметалеву пластину.

Таким чином, в розробленому датчику комбінація оптичних елементів забезпечує:

більш адекватного перетворення параметрів контрольованої рідини у зміни інформаційного сигналу;

компенсації впливу дестабілізуючих факторів на вимірювальний канал пристрою;

підвищення якості функціонування за рахунок використання матеріалів з близьким коефіцієнтом теплового поширення та обрання

раціональної схеми модуляції опорного випромінювання;
підвищення пожежевибухобезпечності пристрою за рахунок відмови від електричного живлення.

Використання пристрою, що пропонується, в системах контролю властивостей нафтопродуктів дозволить адекватно и достовірно оцінювати кількісні показники октанового числа легких палив [11].

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

1. Аш, Ж. Датчики измерительных систем: в 2 книгах. Кн. 2. Пер. с франц. – М.: Мир, 1992. – 424 с.
2. Удд, Э. Волоконно-оптические датчики. – М.: Техносфера, 2008. – 520 с.
3. Патент SU 1835068 АЗ, G 01 N 13/02. Способ определения поверхностного натяжения жидкостей и устройство для его осуществления / Путинцев, В.И., Ведмеденко, Е.Ю., Гаврюшенко, Ю.В. (СССР). – №4907082/25; заявл. 25.10.90, опубл. 15.08.93. Бюл. М 30 (76).
4. Пат. 2018804 Российская Федерация, МПК G01N13/02. Измеритель поверхностного давления / Горшков, М.В., Николаев, Е.Н., Панферов, Ю.Ф., Чечель, О.В. заявитель и патентообладатель Институт энергетических проблем химической физики АН СССР. №: 4952411/25; заявл. 28.06.1991, опубл. 30.08.1994.
5. Физико-химические свойства индивидуальных углеводов. Ч. 1 / Под ред. М. Д. Тиличеева. – М.: Гостоптехиздат, 1957. – 235 с.
6. Деклараційний патент України на корисну модель № 79525, МПК (2013.01) G02B 6/00 G01N 25/56 (2006.1). Волоконно-оптичний гігрометр / Сандлер, А.К., Цюпко, Ю.М., Сандлер, О.А., Цюпко, К.Ю.; заявники та володарі патенту Сандлер, А.К., Цюпко, Ю.М., Сандлер, О.А., Цюпко, К.Ю. – заявл. 24.10.2012. // Опубл. 25.04.2013, бюл. № 8.
7. Сандлер, А.К., Логишев, И.В., Сандлер, А.А. Инвариантный волоконный акселерометр. // Энергетика судна: експлуатація та ремонт: матеріали науково-технічної конференції – Одеса: ОНМА. – 2011. – С. 277 – 279.
8. Сандлер, А.К., Михова, А.И., Олефиренко Д.А. Волоконно-оптический датчик температуры. // Энергетика судна: експлуатація та ремонт: матеріали науково-технічної конференції – Одеса: ОНМА. – 2011. – С. 275 – 276.
9. Сандлер, А.К., Цюпко, Ю.М., Сандлер, О.А., Цюпко, К.Ю. Схемотехнічне рішення комбінованого датчика клімат-контролю. // Автоматизация судовых технических средств. – Одесса: ОНМА. – 2014. – Вып. 19. – С. 69 – 73.

10. Сандлер, А.К., Цюпко, Ю. М., Сандлер, А.А., Цюпко, К.Ю. Схемотехническое решение инвариантного датчика влажности. // Автоматизация судовых технических средств. – Одесса: ОНМА. – 2012. – Вып. 18. – С. 97 – 102.

11. Сандлер, А.К., Карпілов, О. Ю. Вимірювач октанового числа легких палив. Деклараційний патент України № 119944. МПК (2006): G01N 25/56 (2006.01), G01M 11/08 (2006.01) – заявл. 06.06.2017. // Оpubл. 10.10.2017, бюл. № 19/2017.