

СПЕКТРОСКОПІЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ СІРКИ В НАФТОПРОДУКТАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано та запропоновано спектроскопічний метод визначення вмісту сірки в нафтопродуктах, визначені основні вимоги пристрою, розроблено його структурну схему.

Ключові слова: спектроскопічний метод, видимий діапазон, спектрофотометр, сірка.

Abstract

Analyzed and proposed spectroscopic method for determining the sulfur content of petroleum products, the basic requirement of the device, developed its block diagram.

Keywords: spectroscopic method, visible range spectrophotometer, sulfur.

Присутність сірки значно знижує теплоту згоряння палива, особливо висококалорійного. Високий вміст сірки призводить до сильного забруднення продуктів згоряння палива діоксидом сірки SO_2 . При наявності надлишкового повітря відбувається часткове окислення SO_2 до SO_3 (з'єднуючись з H_2O , утворюють H_2SO_4). H_2SO_4 викликає корозію поверхні нагрівання, руйнує метал котельного обладнання, потрапляють в атмосферу, шкідливо діють на живі організми і рослинність. Вміст окислів сірки в продуктах згоряння значно підвищує температуру точки роси, що обмежує можливу глибину охолодження димових газів за умовами корозії і тим самим знижує економічність котлових агрегатів, а також можливість використання додаткового обладнання для використання теплоти димових газів. Тому сірка - вкрай небажаний елемент для палива. Сірчані гази, проникаючи в робочі приміщення, можуть викликати отруєння обслуговуючого персоналу.

Підвищений вміст сірки в автомобільному паливі (бензин, дизельне паливо) негативно впливає на частини двигуна, знижує якість мастила, зменшує період безаварійної експлуатації, погіршує екологію.

На сьогодні у всьому світі до автомобільних бензинів і дизельного палива спостерігається постійне зростання вимог щодо вмісту сірки. Так, згідно із ДСТУ 4063-2001 для бензину марки А-95 українського виробництва сірки в ньому повинно міститися не більше 0,015% або 150 мг / кг. У ДСТУ 4839: 2007 для бензину поліпшеної якості марки А-95-Євро, який має європейські допуски, сірки повинно бути не більше 0,005% або 50 мг / кг, що відповідає нормативам ЄВРО 4. Згідно допусків сучасного чинного нормативу ЄВРО 5 вміст сірки в 95-му бензині не повинно перевищувати 0,001% або 10 мг / кг [1].

Існує два основних методи визначення вмісту сірки в паливах: на основі хімічних реакцій та оптичні методи. Хімічний метод являється дуже складним у використанні, має велику похибку і потребує великих затрат. Оптичний метод забезпечує велику точність, але досить складні у використанні і потребують складного та досить дороге обладнання від 15000\$ (ISO 20847). Тому, є актуальним питання визначення вмісту сірки з малою похибкою, та невеликою вартістю [2].

Спектральний аналіз - це сукупність методів якісного та кількісного визначення складу об'єкта, заснована на вивченні спектрів взаємодії матерії з випромінюванням. Спектри поглинання сірки або її сполук знаходяться в діапазонах довжини хвиль ультрафіолетовому, видимому та в інфрачервоному. Найбільша інтенсивність поглинання сірки знаходиться в ультрафіолетовому діапазоні, але обладнання для роботи в цьому діапазоні досить дороге. В інфрачервоному діапазоні інтенсивність поглинання сірки дуже мала та вартість обладнання теж досить висока. Тому пропонується метод визначення вмісту сірки в паливах на основі двопробного спектрометра у видимому діапазоні. На основі проведеного аналізу дослідницької бази даних NIST (National Institute of Standards and Technology), можемо зробити висновок, що оптимальними довжинами хвиль для спектрального аналізу є діапазон від 540 до 570 нм тому що в ньому спостерігається 8 досить інтенсивних ліній поглинання [3]. Нажаль в цьому діапазоні присутні досить багато ліній поглинання інших основних елементів та домішок, таких як вуглець, азот, хлор, фосфор та інші, які можуть бути присутні в паливі. У зв'язку з цим, розроблювальний прилад повинен мати досить високу роздільну здатність, яку можна оцінити на рівні 0,1 – 0,2 нм.

На рисунку 1 показано структурну схему двопробного спектрофотометра. Прилад працює в двох режимах: в режимі вимірювання опорного сигналу та в робочому режимі. Розглянемо більш детально принцип роботи приладу. Паралельний пучок світла 1, проходить через рідкокристалічну комірку 2 (ЖКК), потрапляє на поляризаційний куб 3. В залежності від напруги на ЖКК промінь потрапляє, або в робочу комірку, яка

складається з робочої області дослідницького зразка 6, чвертьхвильової пластини 7 та ретрорефлектору 8, або проходить через зразок для порівняння. Ця частина складається з чвертьхвильової пластини 4, та дзеркала 5. Після чого промінь потрапляє на дифракційну решітку 9, а потім через лінзу фокусування 10 на фотодіодну матрицю 11.

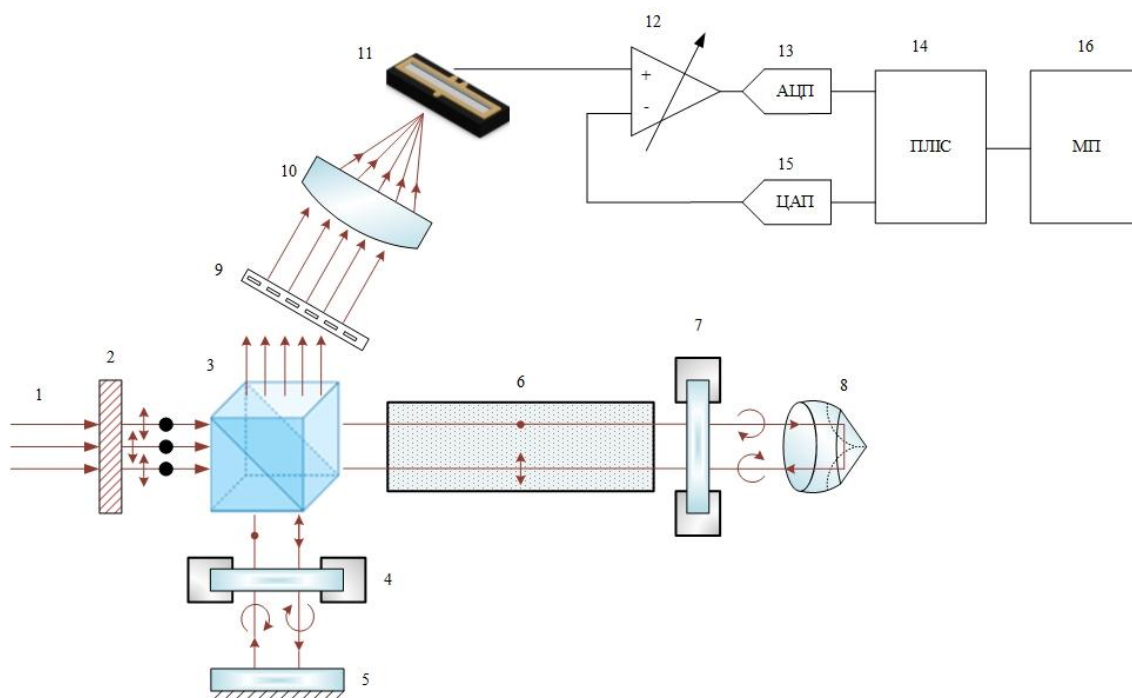


Рисунок 1. Структурна схема двопроменевого спектрофотометра

При роботі в режимі вимірювання опорного сигналу, напруга, яка отримується з фотодіодної матриці 11 потрапляє на прямий вхід інструментального підсилювача 12. А на інверсний вхід подається постійна напруга. Підсилений сигнал оцифровується в АЦП 13 і отримані дані запам'ятовуються мікропроцесором 16.

При роботі в режимі вимірювання, який відрізняється від режиму вимірювання опорного сигналу тим, що на інверсний вхід інструментального підсилювача 12 подається змінна напруга згенеровано ЦАП на основі раніше збережених даних опорного сигналу. Це дає змогу суттєво підсилити різницевий сигнал, що забезпечує високу чутливість пристрою.

Висновки

Проаналізовано та запропоновано спектроскопічний метод визначення вмісту сірки в нафтопродуктах, визначені основні вимоги пристрою, розроблено структурну схему приладу та описаний його принцип роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Билинский Й.Й. Обзор методов определения содержания серы в нефтепродуктах / Й. Й. Билинский, О. С. Городецкая, В. В. Кротевич. – Вінниця, Наукові праці ВНТУ, 2014. — 7 с
2. Новиков Е.А. Определение серы в нефтепродуктах. Обзор аналитических методов. /Е. А. Новиков - Мир нефтепродуктов. - 2008. - №4. - с. 21 - 28.
3. NationalInstituteofStandardsandTechnology [Electronic resource]– <http://physics.nist.gov/PhysRefData/Handbook/Tables/findinglist12.htm>.

Сахно Олексій Миколайович - аспірант, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, sahno_aleksei@mail.ru.

Білінський Йосип Йосипович — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Oleksii Sakhno - graduate student, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, sahno_aleksei@mail.ru.

Bilinskii Joseph J. — Dr. of tech. Sciences, Professor, head of Department of electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.