

УДК 621.317.39:578.087

Куцевол М. О.

Куцевол О. М.

(Вінницький національний аграрний університет)

ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ НАЯВНОСТІ ВОДИ В БІОПАЛИВІ

Предложено конструктивное и схемное решение простого устройства для контроля наличия свободной влаги в биологическом горючем, основанное на использовании кварцевого преобразователя и обладающее высокими чувствительностью и быстродействием.

The constructive and circuit decision of the simple device for control of presence of a free moisture in the biological fuel, based on use of the quartz converter and possessing high sensitivity and speed is offered.

Якість біопалива визначається багатьма факторами, серед яких немаловажне значення має його заводненість. Вода в біопаливі може перебувати у різних агрегатних станах – розчинена, вільна і емульсійна. За різної температури біопалива в ньому розчиняється від 0,002 до 0,007% води, що візуально контролювати неможливо. Зі зниженням температури розчинність води в біопаливі зменшується, і вона у вигляді крапель осідає на дно резервуара. Вільна вода в біопаливі в кілька разів підсилює корозію металів, що контактують із біопаливом, а взимку, замерзаючи в паливопроводі, може викликати зупинку двигуна. Тому вміст води в біопаливі доцільно, а в ряді випадків просто необхідно контролювати.

Для підвищення ефективності візуального контролю наявності вільної води до пробі біопалива додають, наприклад, марганцевокислий калій, який, розчиняючись у воді, підфарбовує її у характерний колір, добре видимий неозброєним оком. Такий метод контролю досить незручний, оскільки вимагає багато часу і відповідних навичок оператора.

Складність контролю полягає в тому, що біопаливо, будучи високоякісним діелектриком, має дуже великий питомий опір електричному струму. Крапля води в біопаливі, навіть розміщена між двома електродами, не може бути проконтрольована простим мегаомметром на постійному струмі, тому що плівка біопалива, що оточує краплю, не дозволяє їй щільно контактувати із електродами, через що електричний опір у вимірювальному колі не може істотно зменшитися.

Для індикації вільної води в біопаливі пропонується використовувати кварцовий перетворювач електричної енергії, що має високу чутливість до зміни великих значень електричного опору [1]. Пристрій складається з послідовно або паралельно увімкнених вакуумного кварцового резонатора і ємнісного давача. Це коло називається кварцовим дисипативним перетворювачем електричної енергії, тому що його еквівалентний електричний опір, будучи вихідним параметром перетворювача, визначається втратою енергії в давачі з контрольованим діелектриком, наприклад, у біопаливі.

Пристрій може бути виконаний у вигляді мірної ємності із органічного скла із кришкою і ручкою. У ручці можна розмістити елементи живлення і кнопковий вимикач, виведений на її внутрішню сторону. У верхню частину ручки можна вмонтувати світлодіод, по світінню якого визначати наявність води в біопаливі.

На дні ємності розташований ємнісний давач, що складається із двох конусоподібних, розміщених на одній осі, електродів, спрямованих вершинами назустріч, як схематично показано на рис.1. Обидва електроди відштамповані із листової латуні, причому верхній (зовнішній) виконаний усіченим.

Електроди фіксовані на дні ємності так, що між ними утвориться повітряний кільцевий проміжок шириною приблизно 0,25 мм, що визначає електричну ємність давача близько 0,8 пФ без палива. Під дном кухля розміщена плата з деталями електронної частини приладу.

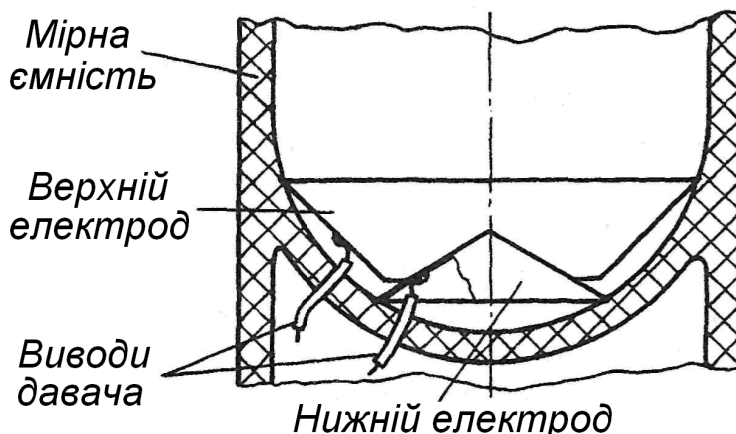


Рис.1. - Структура чутливого елемента для контролю вмісту вільної вологи у біопаливі

У ємність заливають приблизно 0,5 літра біопалива. Якщо в ньому є краплі вільної води, то вони по конусоподібних стінках давача скочуються в проміжок і змінюють електричний опір ємнісного давача. Кришка ємності, укріплена шарнірно на петлі, необхідна для запобігання впливу на робочий об'єм атмосферних опадів (дощу, снігу) при роботі в польових умовах.

На рис.2 зображена принципова схема приладу. Кварцовий перетворювач містить ємнісний давач C_0 і вакуумований кварцовий резонатор $ZQ1$ на частоту 300 кГц, що має динамічний (еквівалентний активний) опір $R_0 = 80$ Ом і статичну ємність $C_{ст} = 6,5$ пФ. Автогенератор виконаний за схемою ємнісної триточки на транзисторі $VT1$ [2].

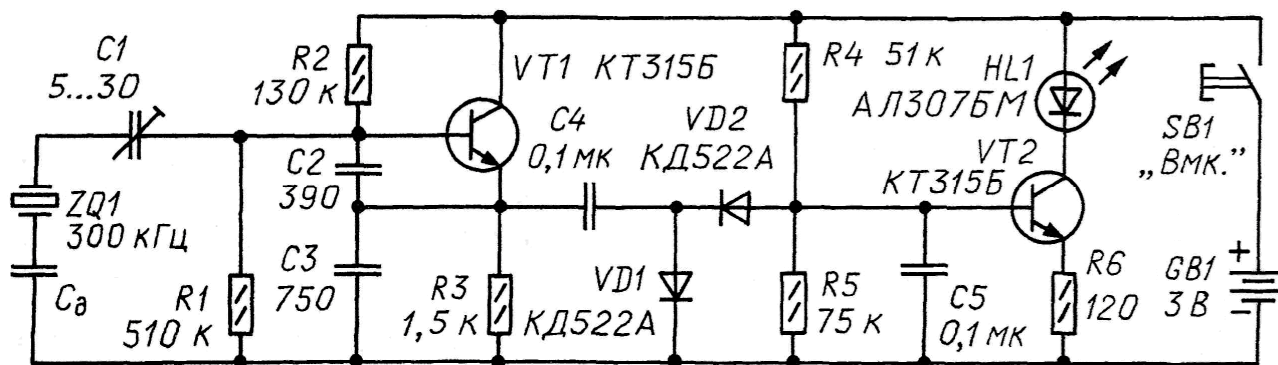


Рис.2. - Схема електрична принципова пристрою контролю вмісту вільної вологи у біопаливі

Змінна напруга автогенератора після детектування діодами $VD1$, $VD2$ із конденсатором $C5$ надходить на базу транзистора $VT2$ і закриває його, що призводить до зменшення колекторного струму транзистора; світлодіод $HL1$ гасне.

При відсутності автогенерації струм колектора транзистора $VT2$ достатній для світіння світлодіода $HL1$. Необхідний колекторний струм цього транзистора встановлюють вибором резисторів подільника напруги $R4R5$. За яскравістю світіння світлодіода в момент увімкнення приладу можна робити висновок про достатність напруги його живлення (3 В), що надходить від двох гальванічних елементів.

У міру розряду елементів живлення яскравість світіння світлодіода зменшується. Працездатність схема зберігає до напруги живлення 2 В.

При замиканні контактів кнопки SBI через велику (понад $5 \cdot 10^5$) добротність кварцового резонатора автогенерація не може виникати миттєво. Протягом 1,5...1,8 с відбувається плавне встановлення номінальних значень амплітуди і частоти коливань генератора. Поки генератор не вийшов на нормальний режим, світить світлодіод HLL . Через зазначений час, якщо в давачі немає слідів води, світлодіод HLL гасне, тому що додатна напруга на базі транзистора $VT2$ буде скомпенсована від'ємною з детектора.

Згасання світлодіода свідчить про готовність пристрою до роботи, тобто до контролю вільної води в біопаливі. Після заливання чистого біопалива в мірну ємність світлодіод так і залишається вимкненим. Якщо ж у біопаливі є хоча б одна крапля (0,023...0,026 г або більше) води, то активні втрати в перетворювачі різко збільшаться, що призведе до зриву автогенерації і увімкнення світлодіода.

Крапля вільної води в біопаливі, що потрапила в проміжок між електродами давача, викликає збільшення активного опору перетворювача на $R_a = 400$ Ом. Теоретично це відповідає увімкненню паралельно ємнісному давачу C_D опору втрат $R_e = 1$ ГОм. Розрахунок проводиться ще формулою:

$$R_a = \frac{R_D}{1 + (\omega C_D R_e)}$$

Висновки

Чутливість пристрою можна встановлювати підстроєчним конденсатором $C1$. Для перевірки чутливості до електродів давача підключають резистор опором 750 кОм (МЛТ-0,25). Практично достатньо, тримаючи резистор за один вивід, іншим торкнутися центрального електрода давача. При нормальній чутливості після контакту виводу резистора із центральним електродом давача світлодіод вмикається через 1...2 с.

Якщо прийняти, що маса біопалива, що розміщується в робочому об'ємі давача, дорівнює 0,5 кг, а маса краплі води в середньому – 0,025 г, то виходить, що пристрій надійно контролює вже п'ять сотих відсотка вільної води.

Пристрій може бути придатним для контролю наявності вільної води і в інших діелектричних рідинах, наприклад, в рідкому автомобільному паливі, ацетоні, у бензолі і ін.

Література

1. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: В 2-х томах. Пер. с англ. –М: Мир, 1983. –Т.1. –598 с., ил.
2. Основы промышленной электроники: Учеб. для неэлектротехн. спец. вузов / В. Г. Герасимов, О. М. Князьков, А. Е. Краснопольский, В. А. Сухоруков; Под. ред. В. Г. Герасимова. –3-е изд., перераб. и доп. –М: Высш. шк., 1986. –336 с., ил.