

## СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ОБ'ЄМУ РІДИНИ ДЛЯ ОМИВАННЯ СКЛА

Правила дорожнього руху забороняють початок руху автомобіля з відсутньою або несправною системою омивання вітрового скла. В деяких сучасних автомобілях рідина для омивання стекол також використовується для заднього скла і фар. Останнє є обов'язковим у випадку використання популярних ксенонових фар. Наявність кількох споживачів призводить до достатньо інтенсивного розходу рідини для омивання скла та необхідності контролю її залишку в бачку омивача. Звичайно такий контроль здійснює водій, для чого необхідно відкрити капот, відкрутити кришку бачка та/або вийняти відповідний щуп і візуально ідентифікувати наявність, також оцінити кількість рідини, що залишилася в бачку. Ця процедура, особливо в холодну пору року та в темний час доби дуже незручна. Тільки дорогі й немасові моделі автомобілів у заводській комплектації оснащуються системами контролю омиваючої рідини. Для інших моделей ринок пропонує системи, які базуються на механічному втручанні в окремі елементи автомобіля, наприклад, – висвердлювання або прорізання отворів, приклеювання тощо. Одночасно потрібно втручання та зміни електричної схеми автомобіля, що, наприклад, заборонено під час дії заводської гарантії (від трьох до п'яти років експлуатації).

Мета роботи – розробка системи вимірювання омиваючої рідини, яка з мінімальним втручанням в елементи конструкції та електричну схему автомобіля дозволяє у зручний спосіб донести корисну інформацію до водія.

Для реалізації поставленої мети було проаналізовано існуючі методи та системи вимірювання обсягу рідини, вибрана структура системи та її складові, а також сформульоване завдання для розробки технології виготовлення датчика рівня рідини.

Зокрема, серед численних методів вимірювання рівня рідини обрано такий, що базується на вимірюванні конструктивної ємності датчика. У даному випадку вимірювана рідина заповнює простір між обкладинками конденсатора. За рахунок відмінності власної діелектричної проникності рідини від її значенням для повітря, змінюється загальна ємність конденсатора. Вимірюючи ємність, можна судити про рівень, а також – про залишок рідини в резервуарі.

Запропоновано структуру (Рис. 1), яка складається з двох блоків: блоку датчика (БД), який розміщується безпосередньо в кришці бачка омивача, та блоку вимірювання (БВ), розміщення якого залежить від варіанту виконання системи. Для мінімізації або повної відсутності втручання в електричну схему автомобіля зв'язок між цими двома блоками виконується по радіоканалу.

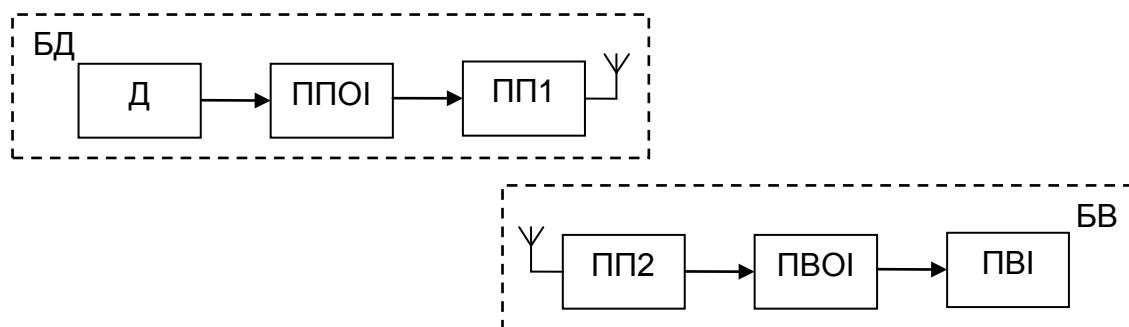


Рис. 1 – Структура системи вимірювання об'єму для омивання скла

На рисунку також показаний датчик рівня рідини (Д), пристрій первинної обробки інформації (ППОІ), прийомо-передавачі (ПП1 та ПП2), пристрій вторинної обробки інформації (ПВОІ) та пристрій відображення інформації (ПВІ).

В наш час у якості омиваючих рідин використовують водні розчини на основі спиртів: метанолу, біетанолу, ізопропілу. Діелектрична проникність цих речовин лежить в діапазоні від 24 до 32. У теплу пору року поширена практика використання дистильованої води, діелектрична проникність якої сягає 80.

Як відомо, ємність плоского конденсатора можна розрахувати за формулою:

$$C = \varepsilon \varepsilon_0 \frac{S}{d} \quad (2.1)$$

де  $\varepsilon$  – відносна діелектрична проникність діелектрика між обкладками;

$\varepsilon_0$  – абсолютна діелектрична проникність, яка дорівнює  $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф*М}^{-1}$ ;

$S$  – площа перекриття обкладок конденсатора;

$d$  – відстань між обкладками.

Задавшись довжиною датчика  $L = 0,3 \text{ м}$ , лінійним поперечним перерізом  $b = 0,03 \text{ м}$  і відстанню між обкладками  $d = 0,002 \text{ м}$ , отримуємо мінімальну ємність конструктивного конденсатора  $C_{min} = 40 \text{ нФ}$ . Недоліком даного рішення є складність технологічна складність виготовлення плоского конденсатора, в якому зберігається постійний зазор між обкладками із заповненням цього зазору рідиною.

Якщо взяти конденсатор циліндричної форми, його ємність складе:

$$C = 2\pi\varepsilon\varepsilon_0 \frac{L}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)} \quad (2.2)$$

де  $R_1$  та  $R_2$  – радіуси внутрішнього та зовнішнього циліндрів, відповідно.

Задавшись довжиною датчика  $L = 0,3 \text{ м}$ ,  $R_2 = 1,5 \text{ см}$  – трубка з внутрішнім діаметром  $3 \text{ см}$ ,  $R_1 = 1,4 \text{ см}$  – стержень із зовнішнім діаметром  $2,8 \text{ см}$ , який вставлено у трубку, отримуємо  $C_{min} = 240 \text{ нФ}$ .

При заповненому бачку ємність в обох випадках підвищиться в  $\varepsilon$  разів, тобто – до одиниць нанофард. Такі абсолютні значення ємності, а також діапазон зміни може бути вимірним достатньо економічно за допомогою сучасних засобів електроніки.

Проаналізовано основні методи вимірювання ємності конденсатора: амперметра-вольтметра, заміщення, мостовий, частотний (резонансний), зарядний (розрядний). Найбільш зручним можна вважати метод, який базується на вимірюванні часу заряду/розряду конденсатора. Заряд конденсатора, при підключенні його до джерела постійної напруги, відбуваються по наступному закону:

$$U_c = U_{ж} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \quad (2.4)$$

де  $U_{ж}$  – напруга живлення;

$\tau = RC$ , постійна часу.

За час заряду  $\tau$ , напруга на конденсаторі буде дорівнювати:

$$U_c = U_{ж} (1 - e^{-1}) = 0,63 U_{ж}$$

Отже, вимірюючи час, за котрий напруга на конденсаторі сягне зазначеного значення, можна знайти постійну часу і за відомим опором  $R$  вирахувати ємність. Фіксувати момент заряду конденсатора до необхідного значення можна за допомогою аналогового компаратора з опорною напругою  $0,63 U_{ж}$ , що подається через дільник.

Використання в якості прийомо-передавача ПП1 радіомодуля, який підтримує інтерфейс *Blue Tooth*, дозволяє в якості блоку вимірювання застосувати, наприклад, смартфон, що суттєво розширює функції та покращує економічні показники розроблюваної системи.