

ВИТРАТОМІР БІОПАЛИВА ЛЕГКОЇ БРОНЬОВАНОЇ ТЕХНІКИ

Сьогодні у період енергетичної кризи і обмеженості традиційних видів палива (нафти, газу) актуальним є розвиток альтернативних видів палива. Зокрема, біологічного палива. Останнє широко використовують на автомобільному транспорті, у суднобудуванні, у броньованій техніці та у інших галузях. Особливо актуальним є використання біопалива у броньованій техніці у місцях, де є дефіцит традиційних видів пального.

Поява біологічного палива, спонукає до розвитку приладів вимірювання його витрати – витратомірів.

Особливістю біологічного палива є його велика в'язкість. Традиційні витратоміри не можуть бути використані. Необхідними для вимірювання витрати біологічного палива є термоанемометричні витратоміри (ТАВ). Принцип дії ТАВ полягає у наступному. Якщо термоелектричний перетворювач розмістити у потоці біопалива, то рівняння теплового балансу можна записати у вигляді

$$I^2 R_2 = aS(T_2 - T_1), \quad (1)$$

де I – електричний струм; R_1, R_2 – опір термоперетворювача при початковій температурі T_1 та температурі T_2 у процесі вимірювань; a – коефіцієнт тепловіддачі; T_1, T_2 – температура біопалива початкова, у процесі вимірювань відповідно.

Коефіцієнт тепловіддачі a є функцією швидкості потоку біопалива. Таким чином, температура T_2 біопалива при вимірюваннях, за умов, коли не змінюється початкова температура T_1 та підведена до перетворювача потужність $I^2 R_2$, є функцією швидкості V біопалива: $T_2 = f(V)$. На рисунку 1 зображено схему ТАВ з застосуванням чутливого елемента термоперетворювача, що має опори R_1 – початковий і R_2 – у процесі вимірювань (R_3 – підстроювальний опір, за допомогою якого схема виставляється у рівновагу при відсутності вимірювань, R_T – опір термоперетворювача).

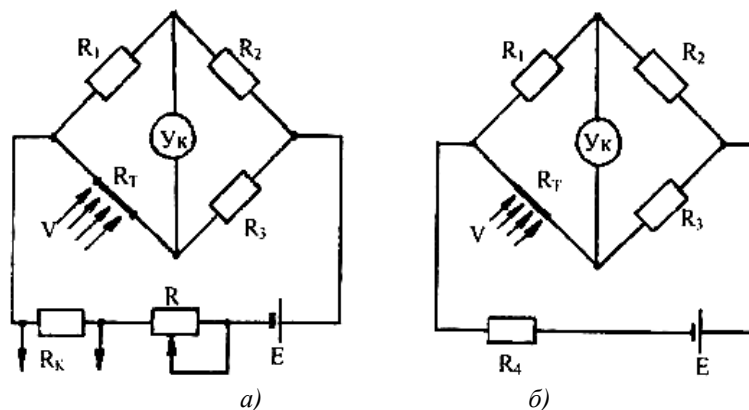


Рис. 1. Схема ТАВ з термоперетворювачем: а – $T_2 = f(V)$; б – $I = f(V)$

Чутливий елемент 1 нагрівається протікаючим по ньому електричним струмом I до температури (залежно від матеріалу термоперетворювача та умов використання ТАВ).

Одночасно він охолоджується потоком біопалива. Можливі два варіанти побудови схеми вимірювань ТАВ.

Варіант 1 (рис. 1, а). При постійному струмі підігріву, температура T_2 чутливого елемента 1, як зазначалось вище згідно з (1), буде функцією швидкості V потоку біопалива: $T_2 = f(V)$. Варіант 2 (рис. 1, б). Якщо ж підтримувати постійною температуру термоперетворювача T_2 , змінюючи силу струму I , то функцією швидкості V біопалива буде сила струму: $I = f(V)$. Частіше використовують другий варіант побудови схеми вимірювань з ТАВ. Використовуємо мостову схему ввімкнення термоперетворювача (рис. 2).

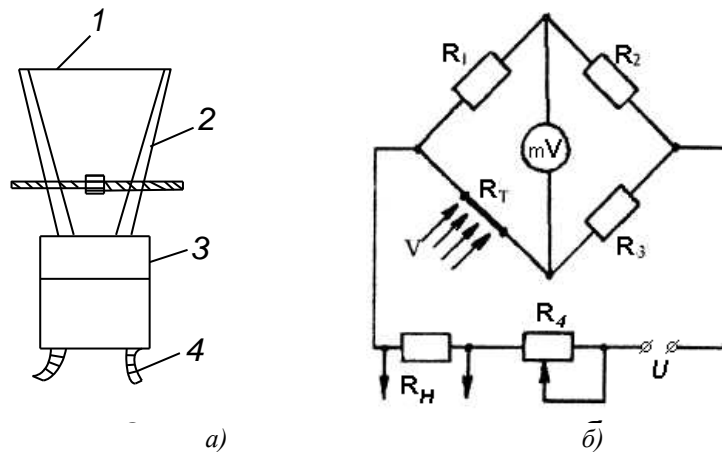


Рис. 2. ТАВ із застосуванням термоперетворювача: а – конструкція термоперетворювача; б – мостова схема ввімкнення термоперетворювача

Позначимо: 1 – чутливий елемент (нитка з платиного дроту діаметром 5–20 мм та довжиною 2–10 мм); 2 – манганінові стержні, до яких прикріплюється нитка; 3 – ручка; 4 – виводи; R_1 – опір термоперетворювача при початковій температурі; R_2 – опір чутливого елемента термоперетворювача при температурі T_2 у процесі вимірювання; R_3 – підстроювальний опір, за допомогою якого схема виставляється у рівновагу при відсутності вимірювань; R_T – термоперетворювач. Отримаємо: $R_2 = R_1 \left[1 + A(T_2 - T_1) + B(T_2 - T_1)^2 \right]$, де A і B – температурні коефіцієнти опору ($A = 3,968 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$; $B = 5,847 \cdot 10^{-7} \text{K}^{-2}$).

Струм, що вимірюється у діагоналі мосту вимірювачем, визначимо:

$$I = \frac{U}{R_2} = \frac{U}{R_1 \left[1 + A(T_2 - T_1) + B(T_2 - T_1)^2 \right]} \quad (2)$$

або

$$I = U \cdot R_1^{-1} \left[1 + A(T_2 - T_1) + B(T_2 - T_1)^2 \right]^{-1} \quad (3)$$

У формулі (3), враховуючи малість третього члена, будемо у подальшому ним нехтувати. Тоді вираз (3) переписемо

$$I = U \cdot R_1^{-1} \left[1 + A(T_2 - T_1) \right]^{-1} \quad (4)$$

З (4) видно, що температура при вимірюваннях T_2 біопалива суттєво впливає на величину струму I . Витрату біопалива Q визначаємо за допомогою ТАВ, який вимірює швидкість V потоку біопалива:

$$Q = V \cdot F \left[\text{л}^3 \cdot \text{с}^{-1} \right] \quad (5)$$

де V – швидкість потоку біопалива; F – площа перерізу труби (сопла) ТАВ, через яку проходить біопаливо.

Підставимо у формулу (5) значення струму I з формул (4) та (2): $I = U \cdot R_1^{-1} \left[1 + A(T_2 - T_1) \right]^{-1} \equiv V = \frac{Q}{F}$ і отримаємо значення витрати біопалива $Q = I \cdot F$ або

$$Q = F \cdot U \cdot R_1^{-1} \left[1 + A(T_2 - T_1) \right]^{-1} \left[\text{л}^3 \cdot \text{с}^{-1} \right] \quad (6)$$

Тобто, отримано нову формулу (6) для вимірювань витрати біопалива новим ТАВ. Як чутливий елемент термоанемометра можливо використати тепловий перетворювач будь-якого типу: термопари; терморезистори; термістори; позистори та критезистори.

