

Ільченко А.В., к.т.н., Романова А.О., магістрант

ЖДТУ, м. Житомир

УРАХУВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДВОКОМПОНЕНТНИХ ПАЛИВ У ПРОЦЕСІ ВИМІРЮВАННЯ ЇХ ВИТРАТИ ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧНИМ ВИТРАТОМІРОМ

Викладено матеріал про вдосконалення термоанемометричного витратоміра палива автомобіля урахуванням властивостей двокомпонентних палив. Удосконалено математичну модель теплового потоку через стінку трубки витратоміра, яка враховує зміну теплопровідності двокомпонентного палива.

Постановка проблеми

Основним споживачем нафтових палив на сьогодні є транспорт, зокрема автомобільний. Проблема забезпечення автомобільного транспорту енергоресурсами визнана в багатьох країнах (США, країни ЄС) проблемою національної безпеки, для вирішення якої втілюють надзвичайні заходи з розширення використання альтернативних палив. Разом з цим, автомобільний транспорт являється потужним джерелом забруднення атмосферного повітря. Викиди шкідливих речовин до атмосферного повітря автотранспортом України в 2004 році зросли на 45 % у порівнянні з 1997 роком і становили 2076,9 тис. т. З них 95,5 % припадає на пересувні джерела, що складає 32,8 % загального обсягу шкідливих викидів до повітряного басейну [1]. Одним зі шляхів покращення екологічної ситуації в нашій державі можна вважати підвищення вимог до моторних палив. Поряд з цим, дану проблему можна вирішити або покращити застосуванням дизельного палива (ДП) з домішками олій рослинного походження (ОРП).

Актуальним є питання вдосконалення теоретичних основ нормування витрат моторних палив з домішками ОРП. Це, перш за все, пов'язано з тим, що на сумарну токсичність відпрацьованих газів та масові викиди токсичних компонентів впливає саме витрата палива.

Паливну економічність автомобілів доцільно оцінювати не тільки періодично (по контрольній витраті палива), але і безперервно під час руху: це дозволяє підтримувати автомобільний парк в технічно справному стані (підвищена витрата палива завжди пов'язана з несправностями вузлів, агрегатів та систем автомобіля) і сприяє виробленню навиків економічного стилю водіння. Тому створенням приладів, що фіксують не лише сумарну, але й миттєву витрату палива, інтенсивно займаються зараз спеціалісти технічної експлуатації автомобілів.

В даний час до витратомірів палива пред'являється багато вимог, задовольнити які достатньо складно і не завжди можливо. До першої групи відносяться індивідуальні вимоги, що пред'являються до приладів для вимірювання витрати палива: висока точність, надійність, незалежність результатів вимірювання від зміни густини та інших властивостей палив, швидкодія і значний діапазон вимірювання. До другої групи відносяться вимоги, які характеризують всю групу витратомірів палива: необхідність вимірювання витрати різноманітної номенклатури речовин при властивостях, що відрізняються, різних значеннях витрат від дуже малих до надзвичайно великих та при різному тиску і температурах.

Теплові витратоміри можуть застосовуватися при вимірюванні невеликих витрат практично будь-яких рідин при різних їх параметрах. Принцип дії таких витратомірів заснований на використанні залежності ефекту теплової дії на потік речовини від масової витрати цієї речовини. Крім того, вони є перспективними для вимірювання витрат палив, адже на результат вимірювання не впливають більшість негативних умов роботи автомобіля, проте на точність показань витрат впливають фізичні властивості палив, а також теплопровідність стінок паливопроводу.

Нові можливості термоанемометричних методів вимірювання витрат, як окремого випадку теплових методів, виявляються при функціонуванні термочутливих елементів в нестационарному режимі розігрівання, з подальшою реєстрацією тих характеристик розігрівання, які пов'язані з умовами теплообміну, а отже, і з витратою рідини. Всі термоанемометричні методи вимірювання витрати рідини, разом із забезпеченням метрологічних характеристик, реалізують вихідний сигнал в частотно-годинній формі, що дає можливість централізовано обробляти інформацію за допомогою мікропроцесорної техніки.

До переваг термоанемометричного методу вимірювання витрати палива з комутацією енергетичного стану термочутливих елементів слід віднести:

- високі динамічні властивості, що не пов'язані з об'єктом контролю;
- широкий діапазон змін контрольованих значень витрати;
- можливість використання частотного вихідного сигналу;
- можливість компенсації температурних похибок при комплексній обробці вихідного сигналу;
- відсутність рухомих частин і, відповідно, потенційно висока надійність роботи в умовах динамічних ударів, вібрацій, перевантажень тощо.

Принцип дії термоанемометричного витратоміра палива оснований на залежності різниці температур потоку від потужності нагріву та швидкості потоку палива. Він складається з нагрівального елемента 1 (рис. 1, а), який розташований всередині трубки, та двох внутрішніх терморезисторів 2 і 3 для вимірювання температур T_1 нагрівача 1 і після нього – T_2 , розташованих на відстані x один від одного, й зовнішнього терморезистора 4 – для вимірювання температури навколишнього середовища. Розподіл температур, як показано на рис. 1 б), залежатиме від витрати палива [2].

Метою даного дослідження є урахування впливу концентрації домішок в двокомпонентних паливах на похибку вимірювання, внаслідок їх впливу на теплопровідність палива в цілому.

Методика та результати дослідження

На першому етапі було розглянуто зміну часу виходу витратоміра на робочий режим для виміру витрат ДП, а та-

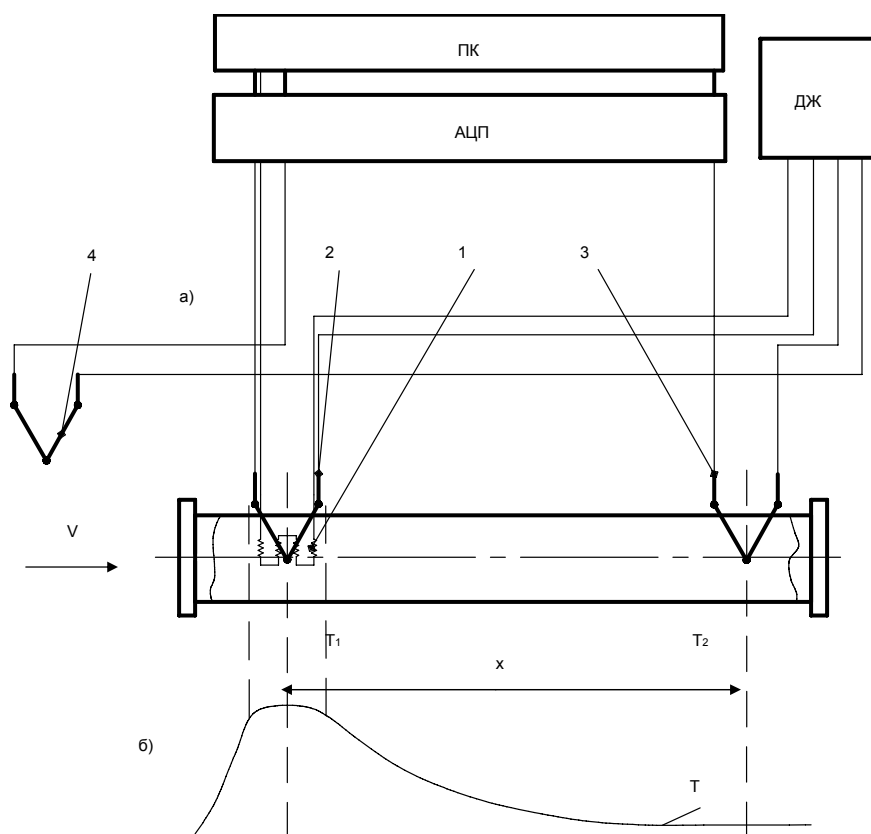


Рис. 1. Принципова схема чутливого елемента термоанемометричного витратоміра палива автомобіля: а) 1 – нагрівальний елемент, 2, 3, 4 – термочутливі елементи (терморезистори); б) зміна температури палива на різних ділянках трубки

кож палив з домішками ріпакової, кукурудзяної, пальмової, оливкової, соєвої олій та біоетанолу різних об'ємних концентрацій. Як приклад, розглянуто порівняльну характеристику залежності часу виходу на робочий режим витратоміра, що вимірює витрати ДП та ріпакової олії (РО) (рис. 2).

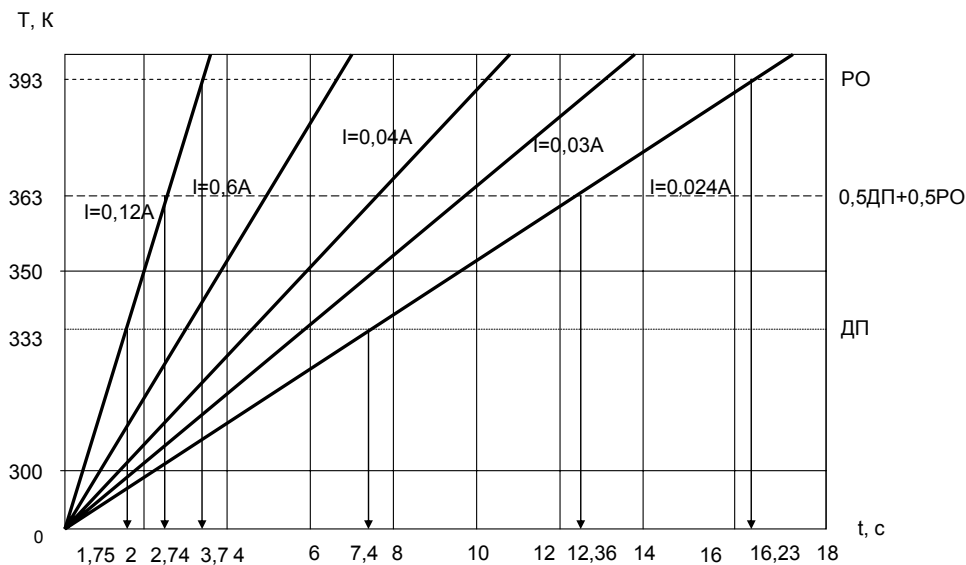


Рис. 2. Залежність часу виходу витратоміра на робочий режим від струму через ніхромовий нагрівальний елемент

У зв'язку з тим, що РО має майже у два рази вищу температуру спалахування ніж ДП [3], двокомпонентне паливо з співвідношенням домішки РО до ДП у 50% за об'ємом матиме температуру спалахування близько 363 °K. Час виходу витратоміра на робочий режим, що працює на даному паливі, становитиме від 2,74 до 12,36 с для значень струму через ніхромовий нагрівальний елемент в межах від 0,024 до 0,12 А.

Аналіз залежності показав, що зі збільшенням сили струму через ніхромовий нагрівальний елемент витратоміра, час виходу на робочий режим зменшується, при цьому отримані його чисельні значення.

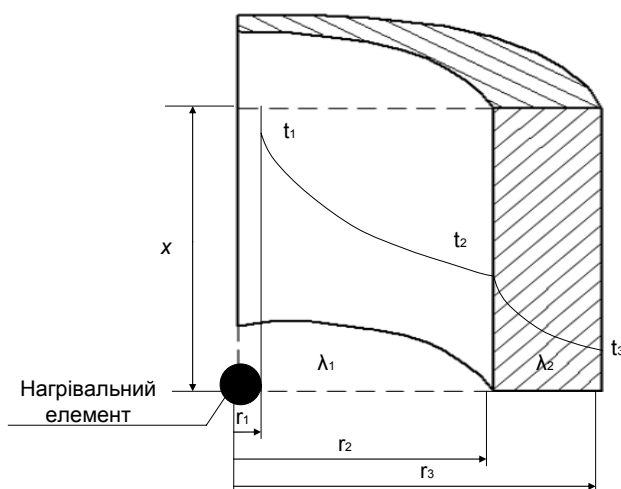


Рис. 3. Схема зміни радіального теплового потоку крізь циліндричну стінку трубки (термоанометра) витратоміра

В зв'язку з тим, що на точність вимірювання витрат палив впливають теплопровідність палив, а також стінок паливопроводу, виникає необхідність визначити та врахувати зміну теплового потоку крізь стінку трубки (термоанометра) витратоміра.

На другому етапі роботи проаналізована зміна процесу теплопередачі через стінку термоанометра від концентрації домішок (ОРП, біоетанолу та ін.) у ДП (рис. 3).

Коефіцієнт теплопровідності двокомпонентного палива виражено через теплопровідність ДП та теплопровідність домішки, $Вт/м \cdot К$:

$$\lambda_1 = \lambda_{очн} (1 - \kappa) + \lambda_{\partial} \cdot \kappa, \quad (1)$$

де κ – концентрація домішок у двокомпонентному паливі, $\kappa = 0 \dots 1$;

$\lambda_{осн}$ - коефіцієнт теплопровідності ДП, $Bm/(m \cdot K)$;

λ_{∂} – коефіцієнт теплопровідності домішки, $Bm/(m \cdot K)$.

Тоді формула для визначення теплового потоку через одиницю довжини циліндричної стінки (лінійна густина теплового потоку) запишеться, Bm/m :

$$q_l = \frac{2\pi(t_1 - t_3)}{\frac{\ln \frac{d_2}{d_1}}{\lambda_{осн} - k(\lambda_{осн} - \lambda_{\partial})} + \frac{\ln \frac{d_3}{d_2}}{\lambda_2}}, \quad (2)$$

де λ_2 – коефіцієнт теплопровідності матеріалу трубки, $Bm/(m \cdot K)$;

t_i – температура у відповідних точках радіального теплового потоку, K ;

d_i – діаметри, відповідно нагрівального елемента, внутрішньої та зовнішньої стінок трубки витратоміра, m .

Аналогічно стає можливим врахувати зміну теплового потоку через одиницю довжини циліндричної стінки трубки (термоанемометра) витратоміра при використанні багатоконпонентних палив.

Збільшення коефіцієнта теплопровідності палива в цілому призводить до збільшення теплового потоку через одиницю довжини стінки. Це вплине на результати вимірювання витрати палива (абсолютну та відносну похибки), що пропонується враховувати за допомогою (2).

Висновок

Створено теоретичні передумови для урахування концентрації домішок в дизельному паливі, в тому числі й рослинного походження, на час виходу термоанемометричного витратоміра на робочий режим та на тепловий потік через одиницю довжини циліндричної стінки трубки (термоанемометра) витратоміра, що дозволяє зменшувати похибку вимірів витрат багатоконпонентних палив.

Список літератури

1. Устименко В.С. Поліпшення екологічних показників автомобілів та розширення паливної бази автомобільного транспорту шляхом застосування біоетанолу: Дис... канд. техн. наук. - Київ, 2006. – 178 с.
2. Расчет и конструирование расходомеров / Под ред. П.П. Кремлевского. – М.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1978. – 224 с.
3. Марченко А.П., Алехин С.А., Семенов В.Г., Грицюк А.В. Эколого-экономические показатели вихрекамерного дизельного двигателя ЗДТ (ЗЧ8,8/8,2) при его работе на бинарных смесях биодизельного и дизельного топлив. – www.biotoplivo.ru. - 7 с.
4. www.biodiesel.org
5. Романова А.О. Удосконалення термоанемометричних витратомірів палива урахуванням властивостей двокомпонентних палив // Тези XXXII науково-практичної міжвузівської конференції, присвяченої Дню університету, 14-16 березня 2007 року. – Житомир: ЖДТУ, 2007. - С. 18.
6. Ильченко А.В., Колодницька Р.В., Кур'ята В.П. Экспериментальні дослідження зміни витрат моторних палив з добавками ріпакової олії // Автомобильный транспорт: Сборник научных трудов.– Харьков, 2005. – Вып. 16. – С. 267-269.

Стаття надійшла до редакції 08.06.07
© Ильченко А.В., Романова А.О., 2007