

УДК 531.383:621.436:665.75
UDC 531.383:621.436:665.75

ЗМІНА РАДІАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКУ ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧНОГО ВИТРАТОМІРА БІОПАЛИВ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Ільченко А.В., кандидат технічних наук. Житомирський державний технологічний університет, Житомир, Україна
Безвесільна О.М., доктор технічних наук. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ, Україна
Тростенюк Ю.В., Житомирський державний технологічний університет, Житомир, Україна

CHANGE RADIAL HEAT FLOW TERMOANEMOMETRICS FLOWMETERS BIOFUEL INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Il'chenko A.V, Ph.D. Zhytomyr State Technological University, Zhitomir, Ukraine
Bezvesilna O.M, PhD. National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
Trostenyuk Y.V, Zhytomyr State Technological University, Zhitomir, Ukraine

ИЗМЕНЕНИЕ РАДИАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧЕСКОГО РАСХОДОМЕРА БИОТОПЛИВ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕНЕГО СГОРАНИЯ

Ильченко А.В., кандидат технических наук. Житомирский государственный технологический университет, Житомир, Украина
Безвесильна О.М., доктор технических наук. Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Киев, Украина
Тростенюк Ю.В., Житомирский государственный технологический университет, Житомир, Украина

Постановка проблеми та її актуальність.

Необхідність розробки та створення сучасних методів та засобів вимірювання витрат моторних палив не викликає сумнівів. Особливо це стосується біопалив, використання яких неминуче внаслідок виснаження запасів нафти, та відповідно, зменшення обсягів споживання палив нафтового походження.

Відоме різноманіття умов експлуатації автотранспорту передбачає врахування різних умов: дорожніх, умов руху, транспортних, природно-кліматичних, сезонних. Крім того, автотранспорт працює в умовах динамічних навантажень, трясінь, вібрацій, впливу агресії і широкого діапазону температур навколишнього середовища.

Високоточні вимірювання і контроль витрат моторного палива є складовою частиною сучасних енергозберігаючих технологій. Такі вимірювання необхідні при випробуваннях, ремонті і експлуатації транспортних засобів з двигунами внутрішнього згорання.

Впровадження нових видів моторного палива, що отримані з альтернативної сировини та мають фізико-хімічні властивості, відмінні від звичайних моторних палив, висуває ряд специфічних вимог до витратомірів та вимагає їх удосконалення. В першу чергу це пов'язано з підвищеною густиною та в'язкістю вказаних видів моторного палива, що призводить до суттєвого збільшення похибок вимірювань у існуючих витратомірів.

Відомо, що на витрату палива впливає його тип. Особливо це стосується дизельного моторного палива з добавками олій рослинного походження (ріпак, кукурудза, соняшник, соя, оливки і багато інших), які мають іншу відносно дизельного палива теплопровідність (змінює режими роботи термоанемометрів), підвищену щільність (збільшується сила тяжіння, що діє на одиницю об'єму палива) і в'язкість (збільшується в'язке тертя). Таким чином моторне паливо з альтернативної

сировини має фізико-хімічні властивості, що суттєво відрізняються від властивостей моторного палива нафтового походження. Крім того, ці властивості можуть змінюватися для моторного палива з альтернативної сировини, що отримано від різних виробників, за різними технологіями та з різних видів сировини [1-4].

Робота витратоміра, як приладу для вимірювання, в цьому випадку пов'язана не тільки із зазначеними умовами, а також і з коливанням його опори, можливою нестабільністю напруги живлення тощо.

Це все накладає додаткові вимоги на конструкцію витратомірів палива. Тому проблема підвищення точності вимірів витрат палива на автотранспорті є актуальною і вимагає врахування специфіки роботи витратомірів в умовах експлуатації автомобілів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Визначенням та нормуванням витрат палив для автотранспорту займалися та займаються багато вчених, як за кордоном, так і в Україні. Однак, на сьогодні ще недостатньо розробленими є термоанемометричні методи та засоби вимірювання витрат біопалива на автотранспорті. Для створення термоанемометричного витратоміра із забезпеченням необхідної точності вимірювання необхідно розробити моделі теплових потоків, що характеризують роботу термоанемометричного витратоміра.

Викладення основного матеріалу дослідження.

В зв'язку з тим, що на точність вимірювання витрат біопалива та їх сумішей впливають теплопровідність складових палива, а також стінок паливопроводу, виникає необхідність визначити та врахувати зміну теплового потоку від нагрівального елемента до зовнішньої поверхні трубки термоанемометричного витратоміра.

Проаналізуємо вказану теплопередачу на прикладі двокомпонентного палива. Це може бути дизельне паливо з домішками олій рослинного походження (рис. 1.).

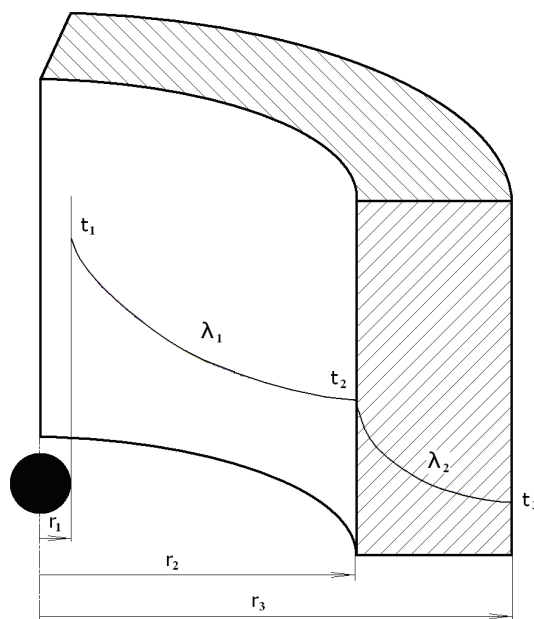


Рисунок 1 – Схема зміни радіального теплового потоку в трубці термоанемометричного витратоміра для біопалив

Коефіцієнт теплопровідності двокомпонентного палива, Вт/(м °К):

$$\lambda_1 = \lambda_{диз} (1 - k) + \lambda_o k, \quad (1)$$

де $\lambda_{диз}$ – коефіцієнт теплопровідності дизельного палива, Вт/(м °К);

λ_d – коефіцієнт теплопровідності домішки, Вт/(м °К);

k – концентрація домішки в двокомпонентному паливі, $k=0\dots 1$.

Радіальний тепловий потік в трубці термоанемометричного витратоміра з циліндричною стінкою (лінійна густина теплового потоку) дорівнюватиме [1], Вт/м:

$$g_1 = \frac{2\pi(t_1 - t_3)}{\ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \ln \frac{d_3}{d_2}}, \quad (2)$$

де t_1 – температура нагрівача, °К;

t_3 – температура зовнішньої поверхні трубки ТАВ, °К;

d_1, d_2, d_3 – діаметри нагрівача, трубки термоанемометричного витратоміра внутрішній, трубки термоанемометричного витратоміра зовнішній, відповідно, м.

λ_2 – коефіцієнт теплопровідності трубки термоанемометричного витратоміра, Вт/(м °К);

На основі (1, 2) аналітично стає можливим врахувати зміну радіального теплового потоку трубки термоанемометричного витратоміра при використанні дво- та багатокомпонентних біопалив.

Перетворення (2) дають змогу представити його у вигляді:

$$g_1 = \frac{2\pi}{\ln \frac{d_3}{d_1}} \times \frac{\lambda_2 \lambda_1}{\lambda_2 + \lambda_1} \times (t_1 - t_3) \quad (3)$$

Оскільки у перший дріб виразу (3) входять лише конструктивні параметри трубки термоанемометричного витратоміра, його пропонується називати конструктивним коефіцієнтом трубки термоанемометричного витратоміра, що характеризує радіальний тепловий потік g_1 :

$$K_K = \frac{2\pi}{\ln \frac{d_3}{d_1}} \quad (4)$$

З (4) слідує, що радіальний тепловий потік g_1 не залежить від конструктивних параметрів трубки термоанемометричного витратоміра, якщо:

$$\ln \frac{d_3}{d_1} = 2\pi, \quad (5)$$

Другий дріб (3) характеризує радіальну теплопровідність трубки термоанемометричного витратоміра, тому його пропонується називати коефіцієнтом радіальної теплопровідності трубки термоанемометричного витратоміра:

$$K_{PT} = \frac{\lambda_2 \lambda_1}{\lambda_2 + \lambda_1} \quad (6)$$

Таким чином, радіальний тепловий потік трубки термоанемометричного витратоміра залежить від добутку конструктивного коефіцієнта, коефіцієнта радіальної теплопровідності та різниці температур між нагрівачем та зовнішній поверхнею трубки термоанемометричного витратоміра. Діаметр внутрішньої поверхні трубки термоанемометричного витратоміра не впливає на величину

радіального теплового потоку. Це може бути пояснено однаковими температурами на межі розділу середовищ та врахуванням процесу теплопередачі в коефіцієнті радіальної теплопровідності трубки термоанемометричного витратоміра.

Висновки:

1. Введено поняття конструктивного коефіцієнта трубки термоанемометричного витратоміра, який дорівнює відношенню числа 2π до логарифма натурального відношення зовнішнього діаметра трубки термоанемометричного витратоміра до діаметра нагрівача.

2. Введено поняття коефіцієнта радіальної теплопровідності трубки термоанемометричного витратоміра, який дорівнює відношенню добутку коефіцієнта теплопровідності двокомпонентного палива та коефіцієнта теплопровідності матеріалу трубки термоанемометричного витратоміра до їх суми.

3. Отримано умову, за якої радіальний тепловий потік трубки термоанемометричного витратоміра не залежить від її конструктивних параметрів.

4. Розроблено математичну модель радіального теплового потоку в трубці термоанемометричного витратоміра для біопалив, який дорівнює добутку конструктивного коефіцієнта, коефіцієнта радіальної теплопровідності та різниці температур між нагрівачем та зовнішній поверхнею трубки термоанемометричного витратоміра.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ільченко А.В. Урахування властивостей двокомпонентних палив у процесі вимірювання їх витрати термоанемометричним витратоміром / А.В. Ільченко, А.О. Романова // Вісті автомобільно-дорожнього інституту ДВНЗ “Донецький національний технічний університет”. – 2007. – № 1(4). – С. 106-109.

2. Расчет и конструирование расходомеров / под. ред. П.П. Кремлевского. – М.:Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1978. – 224 с.

3. www.biodiesel.org

4. Романова А.О. Удосконалення термоанемометричних витратомірів палива урахуванням властивостей двокомпонентних палив // Тези XXXII науково-практичної міжвузівської конференції, присвяченої Дню університету. – Житомир: ЖДТУ, 2007. – с. 18.

REFERENCES

1. Il'chenko AV Considering the properties of two-component fuel in the measurement of costs thermoanemometrychnym flowmeter / AV Il'chenko, A. Romanova // Proceedings of Automobile and Highway Institute SHEE "Donetsk National Technical University." – 2007. – № 1 (4). – P. 106-109.(Ukr)

2. Calculation and design flow / under .. Ed. PP Kremlin. – M.: Mechanical Engineering. Leningrad. fin-tion, 1978. – 224.(Rus)

3. www.biodiesel.org

4. A. Romanova Improving thermoanemometrychnyh Fuel view the properties of two-component fuel // Proceedings of the XXXI Scientifical practical inter-university conference dedicated to the Day of the University. – Exactly: ZSTU 2007. – P. 18. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Ільченко А.В. Зміна радіального теплового потоку термоанемометричного витратоміра біопалив двигуна внутрішнього згорання / А.В. Ільченко, О.М. Безвесільна, Ю.В. Тростенюк // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2013. – Вип. 28.

У статті розглянуто математичну модель радіального теплового потоку термоанемометричного витратоміра біопалив двигуна внутрішнього згорання. Отримано умову, за якої радіальний тепловий потік трубки термоанемометричного витратоміра не залежить від її конструктивних параметрів.

Об'єкт дослідження: процес теплопередачі у термоанемометричному витратомірі біопалива двигуна внутрішнього згорання.

Мета роботи: розробка математичної моделі радіального теплового потоку термоанемометричного витратоміра біопалива.

Методи дослідження: аналітичні.

Результати: Математична модель може бути використана для дослідження радіального теплового потоку у термоанемометричному витратомірі для багатоконпонентних палив. Врахування змін радіального теплового потоку може бути використано для підвищення точності вимірів витрат біопалив.

Прогнозні припущення щодо подальших досліджень: дані дослідження створюють умови щодо підвищення точності виміру осьового теплоперенесення в термоанемометричних витратомірах біопалива.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧНИЙ ВИТРАТОМІР, БІОПАЛИВО.

ABSTRACT

Il'chenko A., Bezvesilna E., Trostenyuk Y. Changing the radial heat flux in termoanemometryc flowmeter for biofuel combustion engine. Visnyk National Transport University. – Kyiv. National Transport University. 2013. – Vol. 28.

The article deals with the mathematical model of the radial heat flux in termoanemometryc flowmeter for biofuel combustion engine. The conditions in which the radial heat flux tube termoanemometryc flowmeter does not depend on its structural parameters.

Object of research: the process of heat transfer in the termoanemometryc flowmeter for biofuel combustion engine.

Objective: To develop a mathematical model of radial heat flow termoanemometryc flowmeter for biofuels.

Methods: analytical.

Results: The mathematical model can be used to study the radial heat flowmeter of multicomponent fuels. Taking into account the above changes in radial heat flow can be used to improve the accuracy of biofuels measurement.

Forecast assumptions for future research: research data create conditions to increase the accuracy of axial measurement heat transfer in termoanemometryc biofuels flowmeter.

KEYWORDS: TERMOANEMOMETRYC FLOWMETER, BIOFUEL.

РЕФЕРАТ

Ильченко А.В. Изменение радиального теплового потока термоанемометрического расходомера биотоплива двигателя внутреннего сгорания / А.В. Ильченко, Е.Н. Безвесильна, Ю.В. Тростенюк // Вестник Национального транспортного университета. – К.: НТУ, 2013. – Вып. 28.

В статье представлена математическая модель радиального теплового потока термоанемометрического расходомера биотоплива двигателя внутреннего сгорания. Получено условие, при котором радиальный тепловой поток трубки термоанемометрического расходомера не зависит от ее конструктивных параметров.

Объект исследования: процесс теплопередачи в термоанемометрическом расходомере биотоплива двигателя внутреннего сгорания.

Цель работы: разработка математической модели радиального теплового потока термоанемометрического расходомера биотоплива.

Методы исследования: аналитические.

Результаты: полученная математическая модель может быть использована для исследования радиального теплового потока термоанемометрического расходомера для многокомпонентных топлив. Учет приведенных изменений радиального теплового потока может быть использован для повышения точности измерений расходов биотоплив.

Прогнозные предположения дальнейших исследований: данные исследования создают условия для повышения точности измерения осевого теплопереноса в термоанемометрических расходомерах биотоплив.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧЕСКИЙ РАСХОДОМЕР, БИОТОПЛИВО.

АВТОРИ:

Ільченко Андрій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, Житомирський державний технологічний університет, доцент кафедри автомобілів та автомобільного господарства, e-mail: avi_7@rambler.ru, тел. +380931822285, Україна, 10005, м. Житомир, вул. Черняхівського, 103, к. 234.

Безвесільна Олена Миколаївна, доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», професор кафедри приладобудування, e-mail: bezvesilna@mail.ru, тел. +380951603218, Україна, 03056, м. Київ, пр. Перемоги, 37.

Тростенюк Юрій Валерійович, Житомирський державний технологічний університет, аспірант кафедри автомобілів та автомобільного господарства, e-mail: mix_ua@meta.ua, тел. +380930913134, Україна, 10005, м. Житомир, вул. Черняхівського, 103, к. 234.

AUTHOR:

Il'chenko Andrey, Ph.D., Associate Professor, Zhytomyr State Technological University, Associate Professor, Department of automobiles and automobile establishment, e-mail: avi_7@rambler.ru, tel. +380931822285, Ukraine, 10005, Zhitomir, 10005, Chernyakhovskogo, 103, k. 234.

Bezvesilna Elena, PhD., Professor, National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Professor, Department of Instrumentation, e-mail: bezvesilna@mail.ru, tel. +380951603218, Ukraine, 03056, Kyiv, Victory Avenue, 37.

Trostenyuk Yuri, Zhytomyr State Technological University, Postgraduate, Department of automobiles and automobile establishment, e-mail: mix_ua@meta.ua, tel. +380930913134, Ukraine, 10005, Zhitomir, Chernyakhovskogo, 103, k. 234.

АВТОРЫ:

Ильченко Андрей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, Житомирский государственный технологический университет, доцент кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства, e-mail: avi_7@rambler.ru, тел. +380931822285, Украина, 10005, г. Житомир, ул. Черняховского, 103, к. 234.

Безвесильна Елена Николаевна, доктор технических наук, профессор, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», e-mail: bezvesilna@mail.ru, тел. +380951603218, Украина, 03056, г. Киев, пр. Победы, 37.

Тростенюк Юрий Валерьевич, Житомирский государственный технологический университет, аспирант кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства, e-mail: mix_ua@meta.ua, тел. +380930913134, Украина, 10005, г. Житомир, ул. Черняховского, 103, к. 234

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Панішев А.В., доктор технічних наук, професор, Житомирський державний технологічний університет, Житомир, Україна.

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, НТУ, Київ, Україна.

REVIEWER:

Penishev A. V., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, Zhytomyr State Technological University, professor, department of organizations, Zhytomyr, Ukraine.

Sahno V.P., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, NTU, department of Cars, Kiev, Ukraine.