

УДК 618.31.05

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕДЕННЯ ДИЗЕЛЯ НА БІОДИЗЕЛЬНЕ ПАЛИВО**Поляков А.П., Кривцов М.В., Тихоненко Б.І.****ANALYSIS OF EFFICIENCY OF TRANSITION FROM DIESEL TO BIODIESEL FUEL****Polyakov A., Kryvtsov M., Tyhonenko B.**

Розглянуто доцільність використання біодизельного палива. Встановлено проблеми, що виникають в роботі двигуна при переведенні його на біодизельне паливо. Запропоновано варіанти налаштування паливної апаратури для покращення ефективності згоряння біодизельного палива. Виявлено, що при використанні в'язкого палива дрібність розпилення погіршується зі збільшенням в'язкості. Доведено, що застосування палива з високою щільністю призведе до підвищення далькості і зменшенню кута розпилення паливного струменя, при цьому застосування в'язкого палива дозволяє отримати більш гомогенне розпилення.

Ключові слова: біодизель, коефіцієнт надлишку повітря, ступінь стиснення, питома теплота згоряння.

Постановка проблеми. Проблема використання альтернативних джерел енергії з поновлюваної сировини стає все більш актуальною для сучасного суспільства як у зв'язку з енергетичною кризою, так і зі станом екології. Використання біодизельного палива знаходить все більш широке застосування. Біодизельне паливо є відновленим джерелом енергій з рослинних масел. Збереження експлуатаційних характеристик дизельного двигуна в допустимих межах при переведенні його на біодизельне паливо не може бути реалізоване без удосконалення методики управління робочими процесами, яка дозволить автоматично виправити відхилення роботи двигуна.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження про вплив біодизельного палива на показники робочих процесів проводили дослідники різних країн [1, 2, 3]. У роботах [1, 2] розглянуто вплив застосування біодизельного палива з пальмового масла на ефективності роботи дизеля. Робота [4] показує результати впливу застосування біодизельних палив різних походжень на техніко-економічні показники дизелів, а також вплив застосування цих біодизельних палив на кількість і якість відпрацьованих газів.

Аналіз цих робіт показує, що при роботі дизеля на біодизельному паливі спостерігається зниження потужності, обертового моменту і підвищення пи-

томої витрати палива. У роботі [4] виявлено, що із зростанням відсотка біодизельного палива в суміші, цетанове число має більше значення. При сумішах від 5 до 50% біодизельного палива найбільший вплив на ефективність роботи дизеля має найменша теплота згоряння.

Основна частина. Зі всіх фізичних властивостей біодизельного палива у порівнянні із звичайним дизелем було встановлено, що найбільшій кореляції піддається теплота згоряння біодизельного палива, коли біодизельне паливо змішують із звичайним дизельним паливом. Існує деяка кореляція між в'язкістю палива і роботою двигуна при низьких навантаженнях, але зміна густини не має великого ефекту. Цетанове число виявилось кращим предиктором двигуна для чистого біодизельного палива [4].

Кінематична в'язкість – велика кінематична в'язкість біодизельного палива приводить до збільшення розміру крапель палива при розпиленні і далькості. Робота [5] представляє результати експериментальних досліджень залежності між зміною в'язкості палива і середнім діаметром крапель при розпиленні. При переведенні на біодизельне паливо крапля палива у 1,3 раза більше, ніж у дизельного палива, що приводить до збільшення далькості струменя. Найменша температура випаровування у біодизельного палива досить велика, що може привести до недогоряння і, відповідно, до підвищення коефіцієнта залишкових газів в циліндрі.

Можна дійти висновку, що при переведенні на біодизельне паливо коефіцієнт залишкових газів збільшиться, оскільки, хоча цетанове число біодизельного палива перевищує цетанове число дизельного палива, велика в'язкість і температура випаровування біодизельного палива утрудняють процес розпилення і, отже, процес горіння, паливо не встигає повністю догоріти за даних умов. Щоб значення цього коефіцієнта було в необхідному діапазоні потрібно забезпечити збільшення кута випередження впорскування палива, щоб паливо встигло догоріти при тактах горіння і розширення.

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що використання біодизельного палива в якості палива для дизеля призводить до зниження ефективності роботи двигуна. Це зниження спостерігається при високому відсотку біодизельного палива в паливній суміші (від 50%) і при високих обертах колінчастого вала. Розробка методики управління робочими процесами дизеля при переведенні на біодизельне паливо має зосередитися на переведенні на суміші з великим відсотком вмісту біодизельного палива при повному навантаженні двигуна.

Точний прогноз поведінки палива в системі уприскування вимагає складної гідравлічної моделі: для визначення залежності циклової подачі палива щодо тиску уприскування, визначення густини палива і параметрів паливної системи, моделі Іхоясу і І.В. Астахова дають досить гарні результати [6]. В розробленій моделі узятю за основу ці залежності.

За моделлю І.В. Астахова залежність наводиться формулою

$$q_c = \mu_c \cdot f_c \cdot \tau_{\text{впр}} \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_{\text{нал}}} \cdot \sqrt{\Delta P}, \quad (1)$$

де q_c – коефіцієнт витрати прохідних перетинів соплових отворів;

f_c – площа поперечного перетину соплових отворів, мм²;

ΔP – різниця між середнім тиском уприскування і тиском навколишнього природного середовища, МПа;

$\tau_{\text{впр}}$ – тривалість уприскування за кутом повороту колінчастого вала;

$\rho_{\text{нал}}$ – густина палива, кг/м³.

Можна описати залежність циклової подачі палива щодо тиску впорскування, густини палива і параметрів паливної системи у виді

$$q_c = X \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_{\text{нал}}} \cdot \sqrt{\Delta P}, \quad (2)$$

де X – коефіцієнт визначення характеру подачі палива і форми сопла.

Бачимо, що густина палива впливає на величину циклової подачі в дизелі. Із збільшенням густини палива збільшується циклова подача.

Уприскування, дрібність розпилення і характер руху палива в дизелі залежить від властивостей палива, параметрів паливної системи і параметрів повітряного заряду. За наявності дуже в'язкого палива, дрібність розпилення погіршується, оскільки середній діаметр Заутера збільшується при збільшенні в'язкості. Дані моделі показали, що застосування палива з високою густиною приведе до підвищення далекобійності і зменшення кута розкриття паливного струменя. При цьому можна сказати, що застосування в'язкішого палива дозволяє отримати більш гомогенне розпилення, але з більшими краплями палива.

Однією з основних проблем, що виникають при роботі дизельного двигуна на біодизельному паливі,

це велика в'язкість цього палива. В'язкість біодизельного палива впливає на продуктивність системи подачі палива, зокрема на паливний насос високого тиску, паливні фільтри і процес змішування біодизельного і дизельного палив [8]. Дослідження показали, що змішування біодизельного палива із звичайним дизельним паливом, а також підігрів біодизельного палива покращують характеристики роботи паливної системи, що пов'язано з великою в'язкістю палива [7].

Можна зробити висновок про підігрів біодизельного палива і його змішування зі звичайним дизелем дозволяють частково позбутися проблеми, пов'язаної з великою в'язкістю біодизельного палива.

У зв'язку з тим, що нижча температура згоряння біодизельного палива менше, ніж у дизельного палива, можна сказати, що для забезпечення штатної потужності дизеля необхідно збільшити циклову подачу біодизельного палива на величину пропорційно падінню нижчої температури згоряння.

При переведенні дизеля на біодизельне паливо тривалість горіння залежить від цетаного числа, найменшої температури випаровування, середньої температури згоряння і кінематичної в'язкості. З цих чинників єдиним, який дозволяє понизити тривалість горіння, є цетанове число. Проте, оскільки решта параметрів теж істотно впливає на тривалість згоряння і збільшують його, то треба забезпечити повне згоряння палива на тактах згоряння і розширення. Це можна здійснити шляхом збільшення кута випередження впорскування палива.

Зміна кута випередження не є зміною в конструкції дизельного двигуна, але його визначення може бути розглянуте як шлях забезпечення ефективної роботи двигуна.

Висновки. Провівши аналіз, було отримано, що впорскування, дрібність розпилення і характер руху палива в дизельному двигуні залежить від властивостей палива, параметрів паливної системи і параметрів повітряного заряду. При використанні в'язкого палива дрібність розпилення погіршується зі збільшенням в'язкості. Застосування палива з високою густиною призведе до підвищення далекобійності і зменшенню кута розпилення паливного струменя. При цьому застосування в'язкого палива дозволяє отримати більш гомогенне розпилення.

Л і т е р а т у р а

1. Power and Torque Characteristics of Diesel Engine Fuelled by Palm-Kernel Oil Biodiesel (2007). Oguntola J. ALAMU, Ezra A. ADELEKE, Nurudeen O. ADEKUNLE and Salam O.ISMAILA. Leonardo Journal of Sciences Issue 14, January-June 2009, p. 66-73.
2. An Experimental Study on Diesel Engine Performances Using Crude Palm Oil Biodiesel (2006). Hendra Wijaksana and Gusti B. W. Kusuma. The 2nd Joint International Conference on "Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)".
3. Experimental Study of DI Diesel Engine Performance Using Three Different Biodiesel Fuels (2005). J. Patterson, M. G. Hassan, A. Clarke, G. Shama, K. Hellgardt and R. Chen. 2005 SAE International.

4. Свиридов Ю.Б. Смесеобразование и сгорание в дизелях. Л., Машиностроение, 1972. – 224 с.
5. Shah A.N., Yun-shan G.E., Chao He, Baluch A.H., Effect of Biodiesel on the Performance and Combustion Parameters of a Turbocharged Compression Ignition Engine, Pakistan Journal of Engineering and Applied Sciences, Jan 2009, Pakistan, Vol. 4, p. 34-42.
6. Caris, D. F., and Nelson, E. E., "A New Look at High Compression Engines," SAE Trans., vol. 67, pp. 112-124, 1959.
7. Sirignano, W.A. (1983) Fuel Droplet Vaporization and Spray Combustion Theory. Progress in Energy and Combustion Science 9, pp. 291-322.
8. Sirignano, W.A. (1999) Fluid Dynamics And Transport of Droplets and Sprays, edn. 1999: Cambridge University Press.

References

1. Power and Torque Characteristics of Diesel Engine Fuelled by Palm-Kernel Oil Biodiesel (2007). Oguntola J. ALAMU, Ezra A. ADELEKE, Nurudeen O. ADEKUNLE and Salam O.ISMAILA. Leonardo Journal of Sciences Issue 14, January-June 2009, p. 66-73.
2. An Experimental Study on Diesel Engine Performances Using Crude Palm Oil Biodiesel (2006). Hendra Wijaksana and Gusti B. W. Kusuma. The 2nd Joint International Conference on "Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)".
3. Experimental Study of DI Diesel Engine Performance Using Three Different Biodiesel Fuels (2005). J. Patterson, M. G. Hassan, A. Clarke, G. Shama, K. Hellgardt and R. Chen. 2005 SAE International.
4. Sviridov Y.B. Smesejbrazovanie i zgoranie v dizelyah. L., Mashinostroenie, 1972. 224 p.
5. Shah A.N., Yun-shan G.E., Chao He, Baluch A.H., Effect of Biodiesel on the Performance and Combustion Parameters of a Turbocharged.
6. Caris, D. F., and Nelson, E. E., "A New Look at High Compression Engines," SAE Trans., vol. 67, pp. 112-124, 1959.
7. Sirignano, W.A. (1983) Fuel Droplet Vaporization and Spray Combustion Theory. Progress in Energy and Combustion Science 9, pp. 291-322.
8. Sirignano, W.A. (1999) Fluid Dynamics And Transport of Droplets and Sprays, edn. 1999: Cambridge University Press.

Поляков А.П., Кривцов М.В., Тихоненко Б.И. Анализ эффективности перевода дизеля на биодизельное топливо

Рассмотрена целесообразность использования биодизельного топлива. Установлены проблемы, которые возникают при работе двигателя при переводе его на биодизельное топливо. Предложены варианты настройки топливной аппаратуры для улучшения эффективности сгорания биодизельного топлива. Обнаружено, что при использовании вязкого топлива мелкость распыления ухудшается с увеличением вязкости. Доказано, что использование топлива с высокой плотностью приведет к повышению дальности и уменьшению угла распыления топливной струи, при этом использование вязкого топлива позволяет получить более однородное распыление.

Ключевые слова: биодизель, коэффициент избытка воздуха, степень сжатия, удельная теплота сгорания.

Polyakov A., Kryvtsov M., Tyhonenko B. Analysis of efficiency of transition from diesel to biodiesel fuel

Expediency of the use of biodiesel fuel is considered. Problems that arise up in-process engine during translation of him on a biodiesel fuel are set. The offered variants of tuning of fuel apparatus are for the improvement of efficiency of combustion of biodiesel fuel. It is educed that at the use of viscid fuel, a sawing smallness gets worse with the increase of viscosity. It is well-proven that application of fuel high-density will result in the increase of long-range to reduction of corner of nebulized of fuel stream, here application of viscid fuel allows to get more homogeneous sawing.

Keywords: biodiesel, coefficient of surplus of air, degree of compression, specific warmth of combustion.

Поляков А.П. – д.т.н., професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, заступник директора з наукової роботи інституту машинобудування та транспорту, ВНТУ, м. Вінниця, Україна, e-mail: farv@inmt.vntu.edu.ua.
Кривцов М.В. – студент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, ВНТУ, м. Вінниця, Україна, e-mail: atm-vntu@ukr.net.

Тихоненко Б.І. – студент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, ВНТУ, м. Вінниця, Україна, e-mail: atm-vntu@ukr.net.

Рецензент: Нечаєв Г.І., д.т.н., проф.

Стаття подана 10.04.2013