

УДК 621.43

І.Г. Грабар, д.т.н., проф.
Р.В. Колодницька, к.т.н., доц.
А.В. Ільченко, ст. викл.

Житомирський інженерно-технологічний інститут

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ УТВОРЕННЯ ПАЛИВНОЇ СУМІШІ НА ОСНОВІ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ

В статті наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень розпилювання дизельного палива та сумішей дизельного палива і ріпакової олії.

Найбільший вклад в забруднення повітряного басейну у великих містах України вносять автомобілі. Наприклад, 200 тис. автомобілів з дизельними двигунами у м. Києві викидають в атмосферу понад 35500 т шкідливих речовин. Ситуація ускладнюється використанням великої кількості автомобілів, що знаходилися в експлуатації в інших країнах світу. Ряд європейських країн, що, як і наша країна, мають дефіцит власних ресурсів нафти, взялися за освоєння екологічного палива, в склад якого входить ріпакова олія. Впровадженню ріпакової олії як палива в Україні зашкоджують, з одного боку, високі ціни на ріпакову олію, що пов'язано з низькою врожайністю ріпаку (0,9–1,5 т/га) і неудоконаленою технологією її отримання, з іншого боку – відносно низькі ціни на російську нафту.

Ряд аспектів використання палив з домішками ріпакової олії потребує додаткових наукових досліджень. Авторами створено програмно-апаратний комплекс, який дозволяє проводити аналіз однорідності сумішей ріпакової олії та дизельного палива різних концентрацій, що містить етанол як індикатор однорідності [1].

У порівнянні з дизельними паливами кінематична в'язкість у ріпакової олії вище в 14–25 рази і температура спалахування – в 2,8–3,1 рази. Тому відмінності в процесі розпилювання сумішей неминучі.

Розпилювання сумішей дизельного палива та ріпакової олії досліджувалося за допомогою приладу К1-562 [2]. Було досліджено розпилювання чистого дизельного палива, ріпакової олії та 8 їх сумішей. Для одержання сумішей була використана ріпакова олія, яка пройшла дві стадії очищення: відстій і фільтрування. Після дослідження кожної із сумішей прилад з форсункою промивалися етиловим спиртом.

Було запропоновано використовувати для аналізу якості розпилювання і вимірювання кута розпилювання програмно-апаратний комплекс та методику [3]. Процес розпилювання знімався цифровим фотоапаратом, кадри заносилися до комп'ютера як файли у форматі JPG. Далі, за допомогою розроблених програм, проводився аналіз процесу розпилювання для чистого дизельного палива і сумішей дизельного палива та ріпакової олії.

На рис. 1 показано розпилювання чистого дизельного палива і палива з 10 % вмістом ріпакової олії.

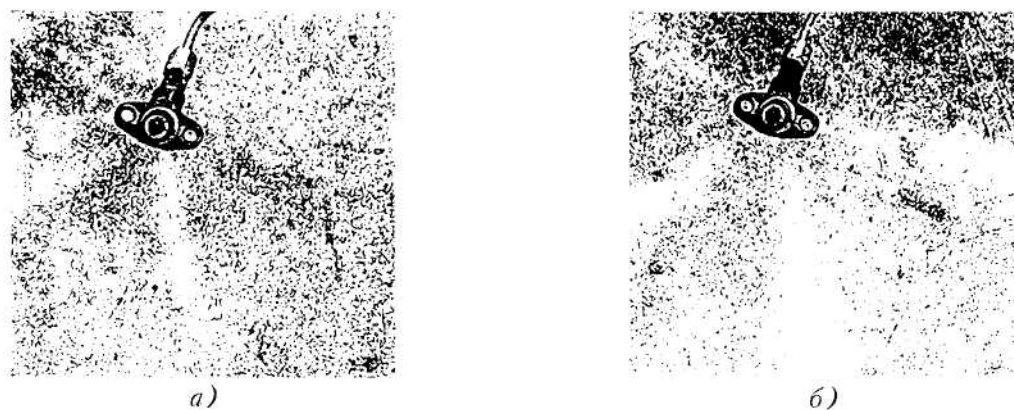


Рис. 1. Дослідження процесів розпилювання:
а) дизельного палива; б) суміші дизельного палива з 10 % вмістом ріпакової олії

Для теоретичного розрахунку кутів розсіювання паливного факела потрібні фізичні характеристики сумішей. Значення кінематичної в'язкості та густини, що виміряні за допомогою лабораторного обладнання, представлені на рис. 2 і рис. 3.

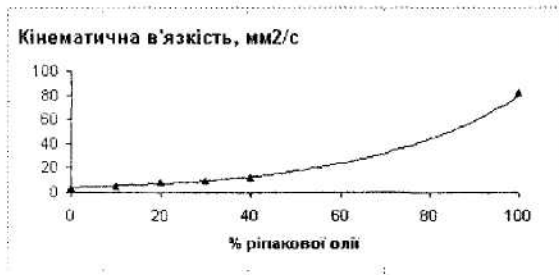


Рис. 2. Кінематична в'язкість сумішей з різним процентним вмістом ріпакової олії

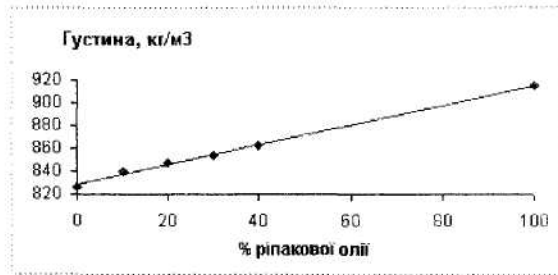


Рис. 3. Густина сумішей з різним процентним вмістом ріпакової олії

Залежність густини від процентного вмісту налива лінійна. Залежність кінематичної в'язкості від процентного вмісту ріпакової олії з достовірністю 0,99 можна описати залежністю:

$$\nu = 3,92 \exp(0,03 p),$$

де p – процентний вміст ріпакової олії.

Оскільки для розрахунку процесів випаровування і сумішоутворення потрібні значення кінематичної в'язкості при підвищених температурах, було досліджено зміну кінематичної в'язкості сумішей від температури (рис. 4).

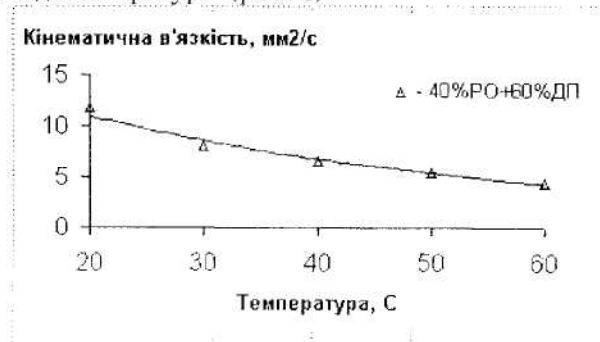


Рис. 4. Температурна залежність кінематичної в'язкості суміші з 40% вмістом ріпакової олії

Зміна кінематичної в'язкості суміші з 40% вмістом ріпакової олії від температури з достовірністю 0,98 апроксимується залежністю:

$$\nu = 17,75 \exp(-0,24 t),$$

де t – температура, С°.

У формулах для приблизного розрахунку показників струменя розпиленого палива використовують наступні критерії:

– критерій Вебера, що характеризує співвідношення сил поверхневого натягу та інерції:

$$We = U_0^2 \rho_f d_c / \sigma_f;$$

– критерій M , що характеризує співвідношення сил поверхневого натягу та в'язкості:

$$M = \mu_f^2 / (\rho_f \sigma_f d_c);$$

– критерій нестационарності процесу:

$$\Theta = \tau_s^2 \sigma_f / (\rho_f d_c^3);$$

– відношення густини повітря і палива:

$$\rho = \rho_a / \rho_f,$$

де d_c – діаметр сопла;

μ – коефіцієнт динамічної в'язкості палива, Па·с;

ρ_f – густина повітря, кг/м³;

σ_f – коефіцієнт поверхневого натягу палива, Н/м;

τ_s – час від початку впорскування, с.

Користуючись методикою Лишевського [4], були підраховані кути розсіювання для досліджуваних сумішей. Для основної ділянки вони становлять для дизельного палива $15,27^\circ$, для ріпакового ефіру $14,22^\circ$, що добре узгоджується з експериментальними даними, і для ріпакової олії $9,87^\circ$, що потребує подальшого уточнення.

Досліджено залежність кута розпилювання для основної та початкової ділянки для різних сумішей в залежності від процентного складу суміші (рис. 5).



Рис. 5. Залежність кута розпилювання сумішей на основі ріпакової олії від процентного складу суміші

З достовірністю 0,99 та 0,98 встановлені лінійні залежності кутів розпилювання від складу сумішей на основі ріпакової олії для початкової та основної ділянок розпилювання відповідно. За даними [5] кут розсіювання паливного факела для ріпакового ефіру у порівнянні з дизельним паливом зменшується на 15 %, а середній діаметр крапель збільшується на 14 %. Як вважають дослідники [5], більша в'язкість палив на основі ріпакової олії призведе до збільшення далькочійності паливного факела, тобто більша частина палива буде попадати на стінки камери згоряння.

Висновки

1. Для автоматизованого аналізу процесу динаміки розпилювання зйомку потрібно проводити півдкісною цифровою відеокамерою перпендикулярно до осі форсунки.

2. Було розраховано кути розсіювання паливного факела для чистої ріпакової олії, дизельного палива та їх сумішей: для дизельного палива $15,27^\circ$, для ріпакового ефіру $14,22^\circ$, що добре узгоджується з експериментальними даними, і для ріпакової олії $9,87^\circ$ (що потребує уточнення).

3. Встановлена лінійна залежність кута розсіювання від процентного складу суміші для основної ділянки:

$$\alpha = \alpha_0 + 0,026 p_1,$$

де α_0 – значення кута розсіювання для суміші без дизельного палива;

p_1 – процентний вміст дизельного палива в суміші.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Аристархова Е.О., Грабар І.Г., Колодницька Р.В. Використання ріпакової олії як автомобільного палива (проблеми та перспективи) // Вісник ЖІТІ. – 2002. – № 2 (21). – С. 3–7.
2. Паспорт прибора КИ-562 для испытания и регулировки форсунок. – М.: Внешторгиздат, 1988. – 8 с.
3. Grabar I., Kolodnitska R., Podchashinsky Y. Hardware-software complex for research of kinetics of elastic – plastic deformations and destructions of rigid bodies // Proceedings of the International Scientific Conference. Mechanics 2000. Rzeszow, Poland, 2000. – P. 103–108.
4. Лишевский А.С. Процессы распыливания топлива дизельными форсунками. – М.: Машгиз, 1963. – 180 с.
5. Марченко А.П., Семенов В.Г. Альтернативное биотопливо на основе производных рапсового масла // Химия и технология топлив и масел. – 2001. – № 3. – С. 31–32.

ГРАБАР Іван Григорович – доктор технічних наук, професор, перший проректор, проректор з наукової роботи, завідувач кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- міцність конструкцій;
- нелінійні явища та моделі;
- синергетика;
- нові технології, прискорені сертифікаційні дослідження в умовах складного температурно-силового навантаження.

КОЛОДНИЦЬКА Руслана Віталіївна – доцент кафедри автомобілів та механіки технічних систем Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- проблеми міцності та руйнування матеріалів;
- комп'ютерне моделювання;
- екологічна безпека автомобіля.

ІЛЬЧЕНКО Андрій Володимирович – старший викладач кафедри автомобілів і механіки технічних систем, заступник декана ФІМ Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- паливна економічність і екологічна безпека автомобільного транспорту;
- мікропроцесорні засоби і комп'ютерні системи в автомобілі;
- діагностика автомобілів.

Подано 20.01.2003