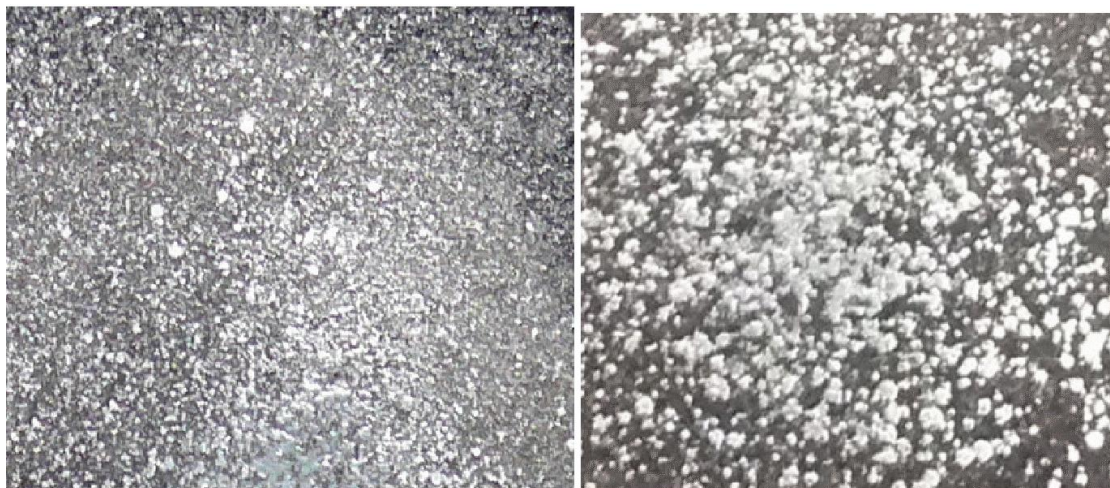


Р.В. Колодницька, к.т.н., ЖДТУ, Україна
С.В. Дяченко, інженер, Даніко, Україна

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ТА АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПИЛЮВАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВ

Постановка проблеми. Незалежність і економічна стабільність держави в великій мірі залежить від забезпеченості її енергетичними ресурсами. Оскільки Україна має обмежені запаси нафтових ресурсів, дослідження альтернативних палив являється важливою задачею. Найбільш перспективними альтернативними паливами, які використовуються в двигунах внутрішнього згоряння, можна назвати палива, що отримуються з відновлюваних джерел. Згідно ДСТУ 6081:2009 під дизельним біопаливом розуміють моторне паливо, що виготовлено з сировини біологічного походження для використання в двигунах із запаленням від стиснення. Термін «біодизель» використовується для палив, що складаються з моно-алкілових ефірів жирних кислот, що походять з рослинної олії або тваринного жиру. Частіше всього біодизель - це метиловий чи етиловий ефір жирної кислоти, що виготовлений з рослинної олії чи тваринного жиру, властивості якого такі, що можуть застосовуватися як паливо у дизельних двигунах внутрішнього згоряння. Метиловий ефір ріпакової олії в країнах Європи та метиловий ефір соєвої олії в Америці є найбільш розповсюдженими біодизельними паливами, що використовуються у звичайному дизельному двигуні. В той же час, розвивається виробництво біопалив другого покоління, що, як правило, виготовляються з продуктів, які не придатні для їжі (наприклад, з водоростів) або відходів (наприклад, відходи конопляного виробництва). Дана робота описує експериментальні дослідження розпилювання крапель дизельного та біодизельного палив. Дуже важливо зрозуміти відміну процесу розпилювання біодизельного палива від дизельного палива, а також різницю у витраті палива у випадку дизельного та біодизельного палива.

Розпилювання дизельного та біодизельного палива. Розпилювання дизельного та біодизельного палив та їх сумішей досліджувалось за допомогою форсунки двигуна ЯМЗ-238ДЕ2. Впорскування відбувалося при досягненні тиску впорскування 25 МПа та атмосферного тиску середовища. Відеозображення крапель розпиленого палива одержувались за допомогою відеокамери при впорскуванні палива на затемнену поверхню. Під час проведення експерименту на відстані 250 мм від форсунки, перпендикулярно до отвору розпилювача встановлювалося закопчене скло. Після чого було проведено одне впорскування, в результаті якого на закопченому склі залишались сліди крапель конкретного виду палива. Одержані відеозображення крапель дизельного та біодизельного палива показані на рис. 1.



a –дизельне паливо

б –біодизельне паливо

Рис. 1. Зображення дисперсності розпилювання паливного струменя при впорскуванні різних видів палива: *a* –дизельне паливо; *б* –біодизельне паливо.

Метод отримання відбитків крапель на затемненій поверхні має певний недолік – краплі деформуються внаслідок механічної взаємодії з поверхнею, що зменшує точність вимірювання. Відстань від форсунки до закопченого скла підбиралася експериментально з умови одержання найкращої якості зображень. Якщо зменшувати відстань, то струмінь палива сильно вибиває сажу, що приводить до утворення розмитого зображення з потьокками. Якщо ж навпаки, збільшувати відстань, то краплі розміщуються дуже близько одна до одної, внаслідок чого зображення дуже погано видно.

Аналіз одержаних відеозображень крапель. Одержані відеозображення розпилювання палива були проаналізовані за допомогою розробленої комп'ютерної програми. Було визначено площу, що займає білий колір на відеозображеннях (розпилене паливо) та площу, що займає чорний колір (поверхня вільна від крапель). Кількість крапель у випадку використання дизельного палива була 42789, кількість відсотків площі, що зайнята краплями становила 29.331%. У випадку використання біодизельного палива кількість крапель була 39864, площа, що зайнята краплями становила 35,382%. Тобто, у випадку використання біодизельного палива площа, що зайнята краплями у 1, 208 рази більша, ніж для дизельного палива.

Найменші розміри крапель були зафіксовані при розпилюванні дизельного палива. Це пов'язано з тим, що в порівнянні з біодизельним паливом, дизельне паливо має найменшу густину, в'язкість та поверхневий натяг. Зростання поверхневого натягу біодизельного палива призводить також до неоднорідності розпилювання, що добре видно на представлених відеозображеннях.

Об'єм палива, що подається у двигун і середній діаметр крапель. Одним із основних параметрів розпилювання є діаметр крапель за Заутером. Середній діаметр крапель за Заутером (Sauter Mean Diameter) – це діаметр краплі, яка має таке ж саме відношення об'єму до площі поверхні, як і весь конус розпилювання:

$$SMD = \frac{\int N_i d_i^3}{\int N_i d_i^2}, \quad (1)$$

де N_i – кількість крапель діаметром d_i .

Хіроосу зв'язує середній діаметр крапель (SMD діаметр) з об'ємом палива, що подається у двигун наступним чином,;

$$SMD = A \cdot \Delta P^{-0.135} \cdot \rho_g^{0.121} \cdot q_f^{xq}, \quad (\text{мкм}) \quad (2)$$

де SMD – середній діаметр крапель за Заутером;

ΔP – різниця тиску розпилювання та атмосферного тиску, МПа;

q_f – циклова подача палива для одного циліндра, мм³/хід.

ρ_g – густина газу в циліндрі двигуна.

Коефіцієнт A залежить від типу форсунки. Параметр xq складає 0,131 для дизельного палива. Для біодизельного палива цей параметр (як показали попередні дослідження) має бути змінений на $xq=0,21$.

Важливо визначити розміри крапель у розпилюванні та середній діаметр Заутера для дизельного та біодизельного палив, виходячи з відеозображень на затемненій поверхні та встановити зв'язок між середнім діаметром крапель та об'ємом палива, що розпилюється. Ці задачі будуть темою наступних досліджень.

Висновки:

1. Проведено експериментальне дослідження розпилювання дизельного та біодизельного палив при тиску розпилювання 25 МПа в атмосферу, використовуючи затемнену поверхню (закопчене скло).
2. Одержані відеозображення крапель палива та розроблена програма аналізу відеозображення дала змогу одержати інформацію про розміри крапель та кількість впорскуваного палива у випадку біодизельного палива.
3. Експериментальні дослідження показали, що при розпилюванні БП утворюються більші діаметри крапель в порівнянні з ДП.
4. Аналіз експериментальних даних розпилювання підтверджує більшу витрату палива (на 3-10%) у випадку використання біодизельного палива в порівнянні з дизельним паливом.