Секція 2. РОБОЧІ ПРОЦЕСИ, ДИНАМІКА І ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ТА МАШИН

СУЧАСНІ МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ УПОРСКУВАННЯ ТА СУМІШОУТВОРЕННЯ В ДИЗЕЛЯХ

Афонін Валентин Миколайович, генеральний директор,
Приватна фірма «ПРОМЕНЕРГО»,
e-mail: v_afonin@ukr.net, ORCID: 0009-0006-5695-4796

Розвиток систем паливоподачі йде шляхом підвищення тиску упорскування, збільшенням кількості соплових отворів розпилювача форсунки, використанням електронних блоків керування та датчиків різного типу.

Це дозволяє поліпшувати умови сумішоутворення та згоряння, позитивно впливає на екологічні показники, рівень шуму та вібрацій двигуна і паливну економічність.

Залучення методів математичного моделювання дозволяє в стислі терміни проводити порівняльні чисельні дослідження умов сумішоутворення та згоряння та розробляти науково-практичні рекомендації з доведення паливної апаратури ДВЗ.

Одним з пріоритетних напрямків – є використання чисельних методів, реалізованих в сучасних програмних комплексах та моделях [1-3].

На кафедрі ДВЗ ХНАДУ розроблено математичну модель для моделювання процесів упорскування, сумішоутворення та згоряння (рис. 1).

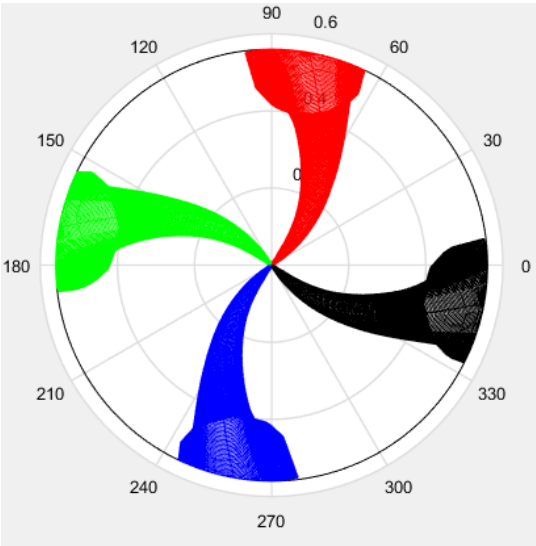

Рисунок 1 – Приклад візуалізації процесу розповсюдження паливних факелів у камері згоряння

Зазначена модель дозволяє враховувати конфігурацію камери згоряння та розпилювача форсунки, їх взаємне розташування, закон паливоподачі та закон переміщення поршня. Також в моделі враховуються вплив теплофізичних властивостей палива, умови формування та розповсюдження паливного факелу, його взаємодія зі стінками камери згоряння та свіжим повітрям.

У закордонних роботах широко використовують програмні комплекси типу Ansys Fluent, Open FOAM і AVL FIRE (рис. 2) [1].

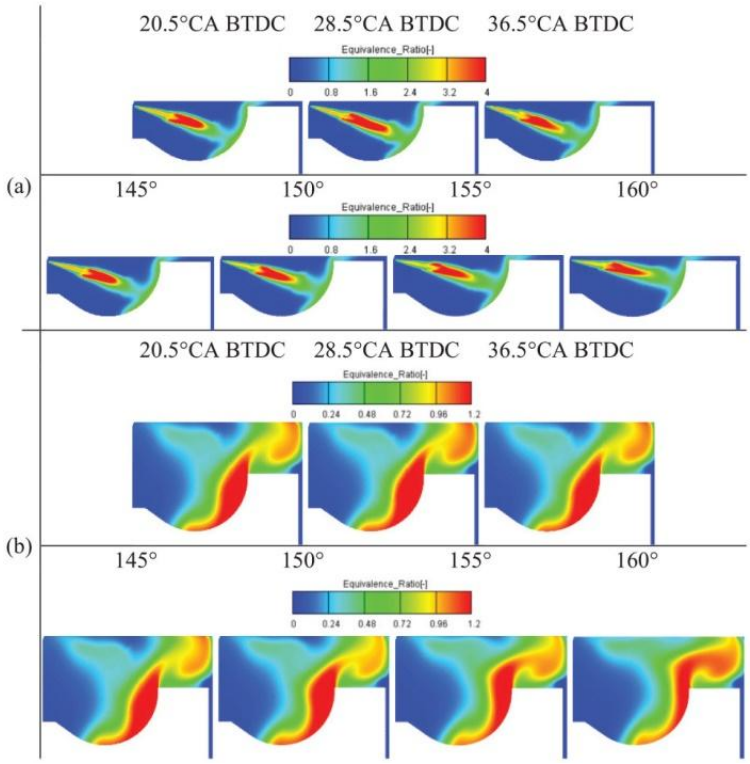

Рисунок 2 – Приклад розподілу палива у камері згоряння в залежності від різних кутів попереднього упорскування

Згідно запропонованої методики при використанні цих програмних комплексів спочатку формується геометрія розпилювача форсунки та камери згоряння. Потім вони збираються в єдине ціле – збірку. Далі, з використанням вбудованих функцій, їх внутрішній обсяг заповнюється віртуальним матеріалом (робиться зліпок проточної частини розпилювача, соплових отворів та камери згоряння), далі деактивуються тверді стінки. Або параметри соплових отворів описуються у вигляді аналітичних залежностей, а координати точок упорскування задаються в програмному комплексі.

Подальші налаштування виконуються зі зліпком (будується розрахункова сітка; проводиться її адаптація біля твердих стінок і, з урахуванням граничних умов).

Далі обираються тип аналізу (двомірний або тривимірний), вид палива та закон теплообміну. Потім налаштовуються умови розповсюдження паливного факелу у повітрі та обирається модель для опису турбулентної течії палива і повітря. На наступному кроці описуються граничні умови (тиск палива у

розпилювачі форсунки, закон паливоподачі, температура палива, повітря і твердих стінок).

Далі налаштовуються параметри розрахунку (кількість ітерацій) та параметри обчислювальної техніки (кількість задіяних у розрахунку ядер процесора). Потім задача запускається на розрахунок.

В подальшому отримані результати порівнюються з наявними експериментальними даними та аналітичними розрахунками і корегуються (за потреби) значення граничних умов та, або – налаштування математичних моделей.

За результатами розрахунку є можливість отримати розподіл тиску, швидкості, об'ємної частки (палива або повітря), екологічних показників та інші параметри у об'ємі або перетинах (рис. 3 і 4) [1-3].

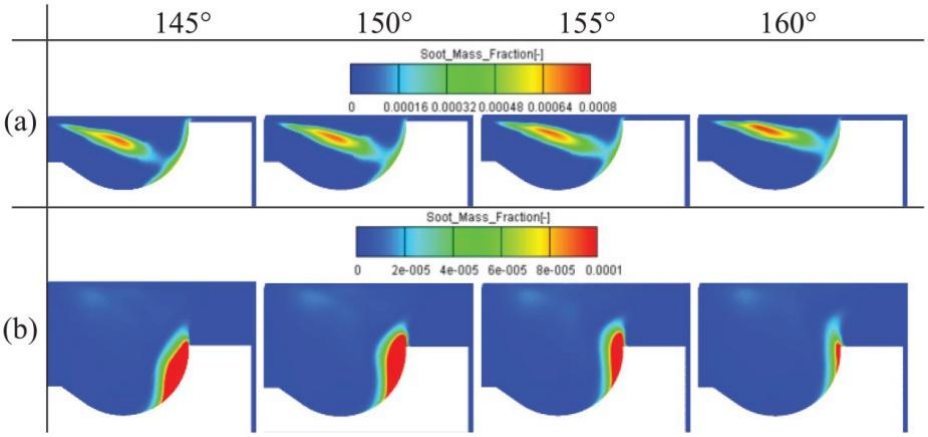

Рисунок 3 – Приклад розподілу масової частки сажі в залежності від умов упорскування палива [1]

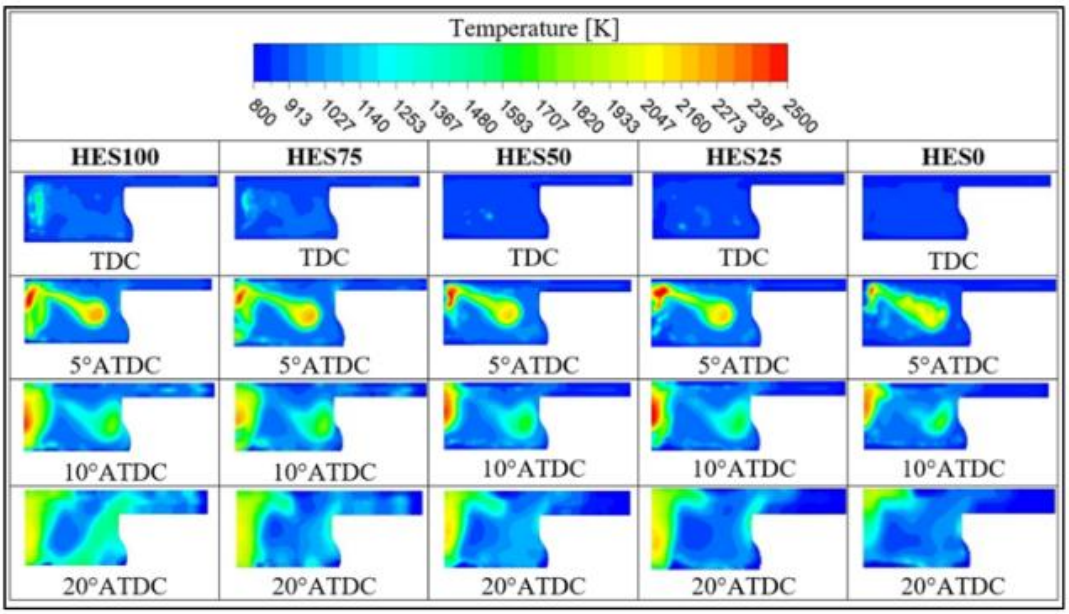

Рисунок 4 – Приклад розподілу температури у циліндрі дизеля в залежності від умов сумішоутворення [3]

Література

1. Kong S., Zhao C., Bian Z., Cai Y. Numerical investigation on the impact of multiple injection strategies and spray included angles on combustion and emissions in a marine diesel engine. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering. 2022, Vol. 236(14), P. 3221-3235. https://doi:10.1177/09544070211069461

2. Milan V., Zvonimir P., Wilfried E., Jakov B., Neven D. Numerical modelling of diesel spray using the Eulerian multiphase approach, Energy Conversion and Management, Vol. 104, 2015, P. 160-169. https://doi.org/10.1016/j.enconman. 2015.03.040

3. Cameretti M.C., De Robbio R., Mancaruso E., Palomba M. CFD Study of Dual Fuel Combustion in a Research Diesel Engine Fueled by Hydrogen. Energies. 2022, Vol. 15, P. 5521. https://doi.org/10.3390/en15155521

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПЛУНЖЕРНИХ ПАР З ГІДРОКОРЕКЦІЄЮ ШВИДКІСНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Калінін Євген Іванович, завідувач кафедри тракторів,
автомобілів та біоенергоресурсів,
Національний університет біоресурсів та природокористування України,
e-mail: kalinin@nubip.edu.ua, ORCID: 0000-0001-6191-8446

Одним із напрямів зниження димності автотракторних двигунів до рівня вимог європейських стандартів є зниження димності на малих швидкісних режимах. Для цієї мети використовують зворотні коректори – пристрої, що зменшують циклову подачу палива зі зниженням частоти обертання нижче режиму максимального крутного моменту. Найбільше поширення отримали механічні зворотні коректори, що встановлюються на силових важелях регулятора ПНВТ.

Однак тривалими випробуваннями встановлено, що деталі зворотного коректора мають значні зноси, що призводять до нестабільності швидкісної характеристики в експлуатації.

Відомі плунжерні пари [1], що дозволяють отримувати зворотну корекцію. Ця властивість досягається перепуском палива через отвір, що дроселює, з лінії нагнітання на частини активного ходу плунжера. Відповідно до [1], цей отвір виконано на втулці плунжера вище впускного вікна.

Принцип дії цієї плунжерної пари полягає в тому, що зі зниженням швидкісного режиму збільшується час перепуску палива через отвір, що викликає зменшення циклової подачі.

У цій роботі наводяться результати дослідження працездатності плунжерних пар зі зворотною гідрокорекцією. Досліджувалися плунжерні пари з перепуском палива на початку та наприкінці активного ходу плунжера.