

Загально відомо, що параметрична надійність бічної поверхні поршня визначається рівнем зазору в парі тертя поршень – гільза циліндрів. При цьому мають місце два протилежні варіанти втрати параметричної надійності конструкції. Це збільшення вказаного зазору в процесі експлуатації двигуна внаслідок зношення поверхонь тертя та зменшення зазору внаслідок несправності систем охолодження та (або) змащення, а також внаслідок помилок персоналу при виконанні ремонтних робіт. Важливо, що зменшення зазору в означеній парі тертя може приводити до появи натирів і задирів, тобто втрати фізичної надійності конструкції. При цьому поява натирів і задирів на юбці поршня при форсуванні двигунів за потужністю може спостерігатися навіть в процесі доводки конструкції. Цим визначається актуальність розвитку теоретичних основ та практичне унеможливлення неприпустимого зменшення зазору в парі тертя поршень – гільза циліндрів в процесі проектування ДВЗ.

В роботі розглянуто найбільш складний випадок зменшення зазору, характерними ознаками якого є: натирі та задири мають місце як на навантаженому, так і не навантаженому боці юбки поршня; задири розміщені в зоні бобишкового отвору під поршневий палець, основна частина задиру на поршні розташована в місці спряження бобишки поршня та юбки поршня; задири мають певну поверхню з переходом до незначних місць стирання; в зоні поршневих кілець пошкодження відсутні.

Окрім відомого нерівномірного температурного нагріву та розширення поршня в зоні бобишки, що визначає профіль бічної поверхні, запропоновано здійснювати аналіз та унеможливлення перевищення за параметрами температури і напруження порогу повзучості матеріалу юбки. Урахування фактору порогу повзучості матеріалу унеможливорює втрату параметричної надійності конструкції вже на початку роботи двигуна високих та надвисоких рівнів форсування.

Нікітченко Ігор Миколайович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, igor.nikitchenko@gmail.com
Гончаров Сергій Володимирович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РУХУ ПАЛИВНОГО ФАКЕЛА В КАМЕРІ ЗГОРАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

З розвитком комп'ютерної техніки та більш широким використанням спеціалізованого програмного забезпечення, наприклад, MatLab, натурні випробування поступаються місцем комп'ютерному моделюванню, яке не вимагає наявності дорогої апаратури.

На підставі моделей сумішоутворення, запропонованих в роботах [1-6], була прийнята фізична модель факела розпиленого палива в дизелі, яка досить повно описана в роботі [7]. У даному дослідженні застосовується метод критеріальних залежностей проф. Лишевського А. С.

В основу пропонованого опису покладений метод оцінки розвитку паливного факела в камері згорання дизеля по траєкторії руху еквівалентної одиничної краплі. Траєкторія руху еквівалентної одиничної краплі описується за допомогою рівнянь балістики переміщення твердого тіла в поле дії змінних сил. Під дією спрямованого руху повітряного заряду, що має швидкість, відбувається відхилення траєкторії краплі від прямолінійної. Приймаючи за основу руху факела рух еквівалентної краплі, що рухається по його вісі, припускаємо також, що краплі палива не взаємодіють одна з одною і рухаються зі швидкістю, що дорівнює швидкості голівки паливного факела.

Математичне моделювання руху повітряного заряду в циліндрі дизеля для конкретної форми камери згорання було реалізовано за допомогою програмного середовища MatLab, яке дозволяє проводити розрахунки і моделювання не тільки статичних процесів, а і процесів у динаміці.

Була прийнята наступна теорія. Вважається, що траєкторія еквівалентної краплі задана в параметричному вигляді:

$$\bar{r}(t) = \begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases}, \quad (1)$$

де $x(t)$ – координата еквівалентної краплі по вісі X ;

$y(t)$ – координата еквівалентної краплі по вісі Y ;

$z(t)$ – координата еквівалентної краплі по вісі Z .

Для дуги довжиною ℓ , зображеної на рис. 1, можна записати

$$\ell(t) = \int_0^t |\bar{r}(t)| dt; \quad (2)$$

$$|\bar{r}(t)| = \sqrt{[x'(t)]^2 + [y'(t)]^2 + [z'(t)]^2}. \quad (3)$$

Відповідно:

$$\bar{\rho}(t) = \ell(t) \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (4)$$

Тоді рівняння поверхні факела може бути описане залежністю:

$$\bar{R}(t) = \bar{r}(t) + \bar{\rho}(t)(\bar{n} \cos \psi + \bar{\beta} \sin \psi), \quad (5)$$

$$0 \leq \psi \leq 2\pi \quad (6)$$

де α – половинний кут при вершині паливного факела;

ψ – кут зміни вектора $\bar{\rho}(t)$ в нормальній площині;

\bar{n} – вектор нормалі;

β – вектор бінормалі;

$R(t)$ – вектор, що описує поверхню паливного факела.

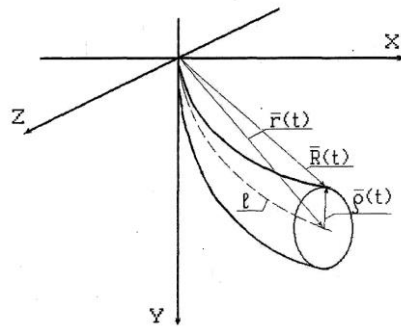


Рисунок 1 – Позначення векторів у паливному факелі

Повний запис площі конуса факела виглядає так:

$$S_k = \int_0^{2\pi} d\psi \int_0^t \sqrt{[(1 - k_1(t)\ell(t)\cos\psi\text{tg}\alpha)^2 + \text{tg}^2\alpha] \ell(t)} dt. \quad (7)$$

Площа поверхні можна виразити як площу нескінченного вигнутого циліндра:

$$S_y = \rho \int_0^\pi d\psi \int_0^t \sqrt{1 + \rho k_1(t)\cos\psi} \ell(t) dt. \quad (8)$$

Розроблена математична модель скомпонована в програму розрахунку процесу сумішоутворення в дизелі із камерою згорання у поршні. Для наочності виконаний «рух» факелів у камері з рівним кроком. Час разової анімації становить 11-14 секунд. Вид вікна додатка в кінцевий момент «руху» факела показано на рис. 2 при різних інтенсивностях повітряного вихора.

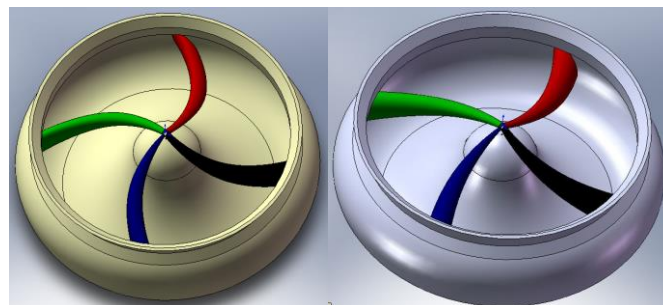


Рисунок 2 – Вид вікна програми в кінцевий момент «руху» факелів з різною інтенсивністю вихора

Висновки. Метод розрахунку динаміки паливного факела, який взаємодіє із спрямованим повітряним потоком і запропонований на підставі аналізу

основних процесів у камері згорання, був реалізований у програмному середовищі MatLab. Запропонована модель сумішоутворення враховує вплив основних конструктивних параметрів і факторів ДВЗ, через які є можливість спрямовано впливати на показники роботи дизеля.

Література

5. Парсаданов І. В. Підвищення якості та конкурентоспроможності дизелів на основі комплексного паливно-екологічного критерію - Харків: Вид. центр НТУ"ХПІ", 2003. - 244с.
6. Сучасні дизелі: підвищення паливної економічності та тривалої міцності: Під ред. А. Ф. Шеховцова / Ф. І. Абрамчук, О. П. Марченко, Н. Ф. Разлейцев, Є. І. Третяк, Н. К. Шокотов. -К.: Техніка, 1992.-272с.
7. Двигуни внутрішнього згорання. Теорія : Підручник / В.Г. Дяченко; За ред. А.П.Марченка. - Харків: НТУ "ХПІ", 2008. – 488 с ISBN 978-966-593-575-9.
8. Авраменко А.М. Сучасні методи дослідження економічних, екологічних та ресурсних показників дизельних двигунів: монографія. – Харків: ПІМаш НАН України, 2019. 204 с. ISBN 978-966-02-9043-3.
5. Воронков О. І. Удосконалювання процесу сумішоутворення в автомобільному дизелі із циліндричною камерою згорання. Автореферат дис. канд. техн. наук. – Харків. – 1994. – 166 с.
6. Разлейцев Н.Ф. Дослідження, моделювання і оптимізація процесів згорання у форсованих дизелях. Дис. докт. техн. наук. – Харків. – 1980. – 392 с.
7. Лишевський А.С. Системи живлення дизелів. - М.: Машинобудування. 1981. - 216 с.

Нікітченко Ігор Миколайович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, igor.nikitchenko@gmail.com

Трофіменко Дмитро Олександрович, студент групи АД-31-20, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГРІВУ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ В ПНЕВМОДВИГУНІ

Експлуатація пневматичного двигуна у складі комбінованої енергетичної установки пов'язана з необхідністю мати запас стисненого повітря на транспортному засобі. Це призводить до зменшення вантажопід'ємності транспортного засобу через необхідність встановлення балонів. Крім того стиснене повітря має малий запас енергії і його температура при розширенні досягає значень мінус 20...35 °С [1], що призводить до обмерзання органів газорозподілу. Для покращення показників енергетичної установки можна застосовувати підігрів стисненого повітря перед подачею його в циліндри.

Підігрів можна реалізувати як за допомогою зовнішнього підводу теплоти (двигун зовнішнього згорання), так і за допомогою нагрівачів різних