

# МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМУВАННЯ ПАЛИВНОЇ ПЛЯМИ НА СТІНЦІ КАМЕРИ ЗГОРЯННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

Проф. Колодяжний В.М., ХНАДУ

Однією з основних задач процесу формування паливної плями на стінці камери згорання дизельного двигуна при моделюванні є опис розвитку паливного факела в циліндрі дизеля при його взаємодії зі стінками камери згорання для забезпечення отримання оптимальної паливної суміші дизельного двигуна. З цією метою застосовується розрахунковий метод, в якому розкривається взаємозв'язок між конструктивними параметрами камери згорання, повітряного каналу, паливної апаратури та показниками процесу формування зміси. Досліджується рух паливного факела, який змінює свою форму завдяки обертанню форсунки, що розбризкує паливо в камері згорання. Дана інформація забезпечує поліпшення показників роботи дизеля і може використовуватись при модернізації вже існуючих та проектуванні нових дизельних двигунів.

Програмний продукт, який запропонований, заснований на методі розрахунку робочого процесу у дизельному двигуні. Він дозволяє змоделювати процеси, що відбуваються у камері згорання дизельного двигуна. Особлива увага програмного продукту приділено розрахунку процесу формування суміші (об'ємної та об'ємної плівки). Метою роботи програмного продукту також є моделювання взаємодії паливного факела зі стінкою камери згорання. Треба врахувати, що під час руху паливного факела змінюється його розміри та форма. Треба визначити форму і розміри відбитка паливного факела на стінці камери згорання в умовах врахування різних швидкісних та можливих навантажувальних режимів. Досліджуються різні камери згорання, які приведені на рис. 1. Для їх опису слід скористатися методами відомими формулами аналітичної геометрії [1] та математичними засобами теорії  $R$ -функцій [2, 3]. При цьому варто використовувати рівняння сфери, яка описана в декартовій системі координат, з центром в точці  $O(x, y, z)$  і радіусом  $R$ :

$$\Omega_1 : R^2 - (x - a)^2 - (y - b)^2 - (z - c)^2 = 0,$$

рівняння еліпсоїда

$$\Omega_2 : 1 - \frac{(x - d)^2}{g^2} - \frac{(y - e)^2}{h^2} - \frac{(z - f)^2}{j^2} = 0$$

та інші. Вказані рівняння змінюють свою форму в залежності від розмірів камери згорання. Приклади конфігурацій можливих камер згорання подані на

рис. 1. Приклад камери згорання для двигуна фірми «Мерседес-Бенц»  
 приведений на рис. 2.

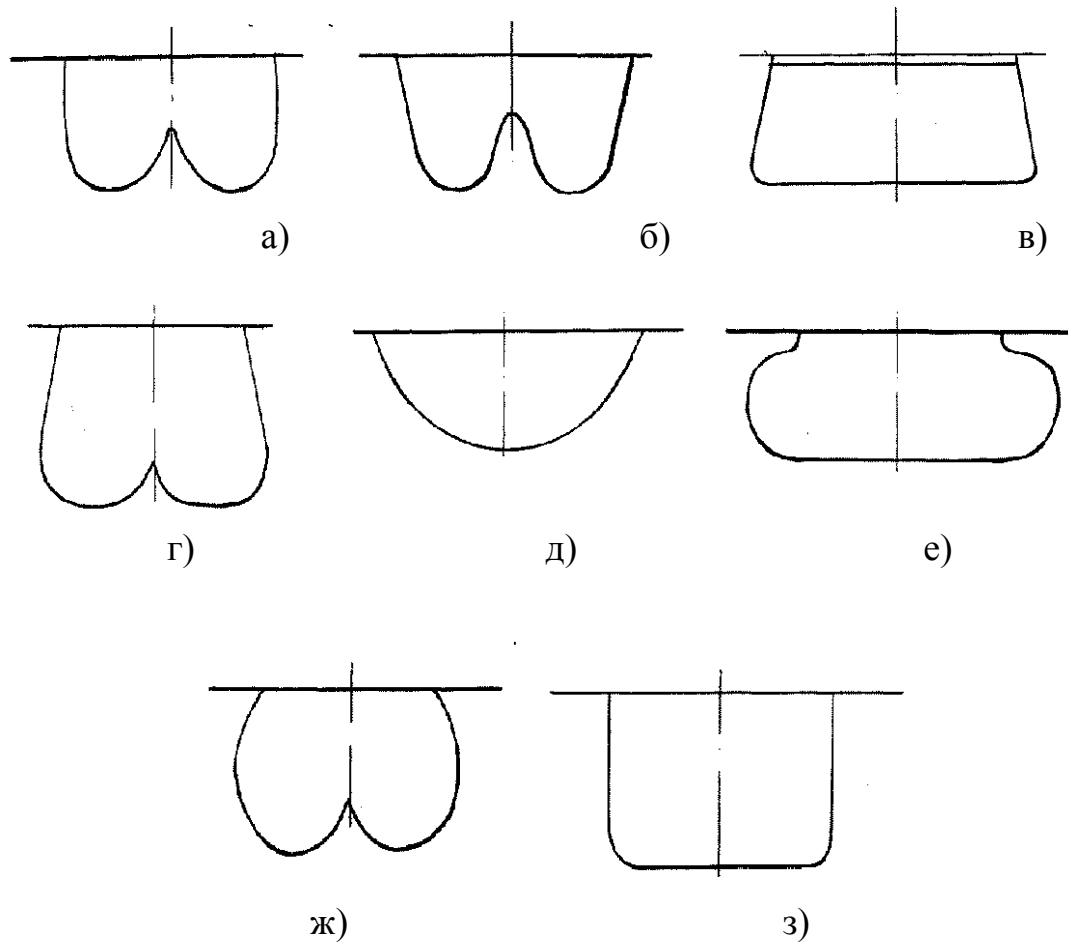


Рис. 1. Приклади можливих конфігурацій а) камери згорання (КЗ) фірми «Лейланд»; б) КЗ фірми «Скания»; в) КЗ фірми «Мерседес-Бенц»; б) КЗ фірми «Івеко»; д) КЗ фірми «Альбїон»; е) КЗ фірми «Перкінс»; ж) КЗ фірми «Зауер»; з) КЗ фірми «КАМАЗ»

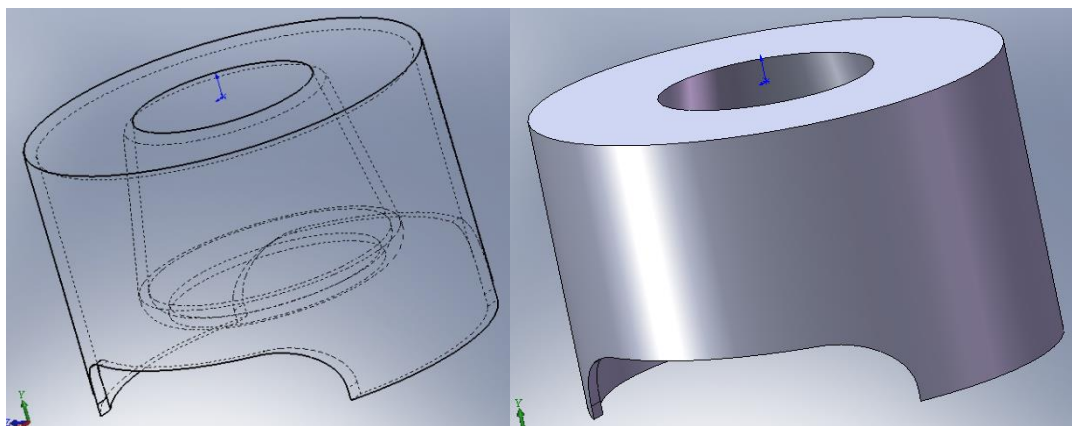


Рис. 2. Приклад камери згорання для двигуна фірми «Мерседес-Бенц»

Від форсунки, що знаходиться в центрі камери згорання, починає свій рух паливний факел, який досягає стінки камери згорання. Паливний факел залишає на стінці камери шукану пляму. Треба встановити конфігурацію цієї плями та її розміри. На першому етапі пошуку конфігурації плями з метою спрощення руху паливного факела можна описати факел у вигляді конічної поверхні другого порядку. У випадку, коли напрямною лінією цього конуса є коло, то поверхня, то конус можна розглядати як прямий круговий конус. Рівняння такого конуса має вигляд:

$$\Omega_2: \frac{(x-k)^2}{p^2} + \frac{(y-l)^2}{p^2} - \frac{(z-m)^2}{q^2} = 0.$$

Однак, паливний факел здійснює рух завдяки обертанню форсунки, що приводить до зміни форми та поверхні конуса. Згідно цього здійснюється розпилення палива. Форма такого розпилення представлена на рис. 3 і 4. Така зміна потребує і зміни рівняння поверхні конуса.

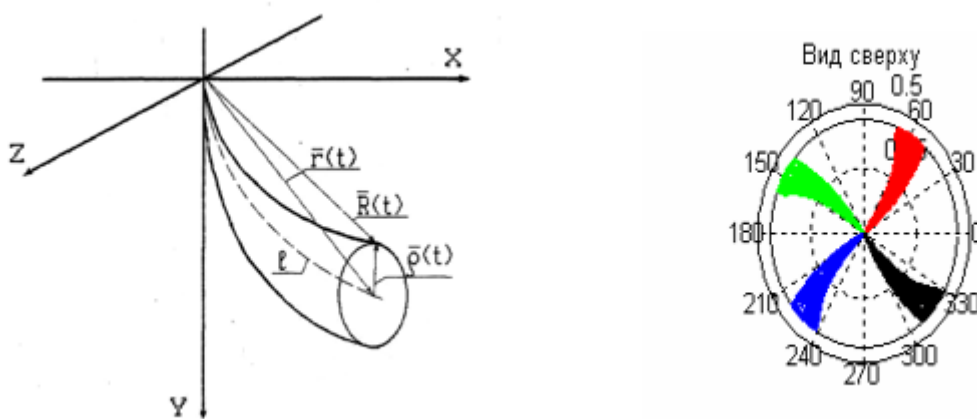


Рис. 3. Позначення векторів у паливному факелі і можливе розпилення факела

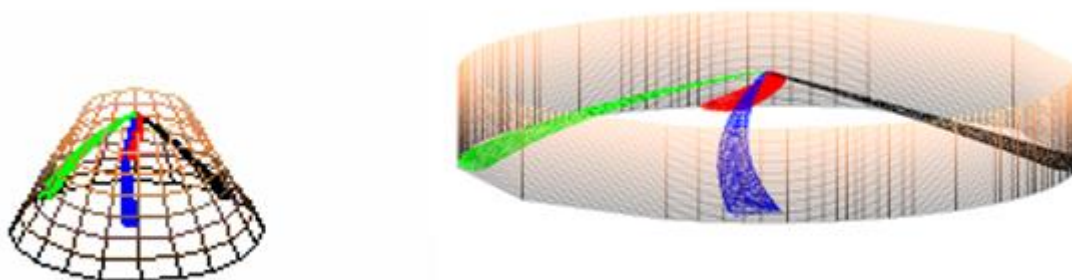


Рис. 4. Рух палива з паливного факела у камері згорання двигуна.

Для визначення плями, яка утворюється на стінці камери згорання, треба скористатися математичним апаратом теорії R-операцій [2, 3]. Застосування R-операцій дозволяє визначити форму паливної плями при перетині поверхні паливного факела зі стінкою камери згорання дизельного двигуна, яка описується також за допомогою методів R-операцій. Один з можливих підходів до побудови геометричного об'єкту в 3D із 2D висновується в включенні до шуканого рівняння функціональних параметрів, а саме, якщо в площині  $xOy$  границя геометричного об'єкту описується рівнянням

$$\omega_0(x, y, c_1, \dots, c_i, \dots, c_k) = 0,$$

де  $c_i$  – геометричні параметри, що визначають форму та розміри геометричного об'єкту  $\Omega_0$  та його елементів, то при введенні функції  $c_i(z)$ , ( $i = 1, 2, \dots, k$ ), при умові  $c_i(0) = c_0$ , отримуємо рівняння поверхні у вигляді [2]

$$\omega_0(x, y, c_1(z), \dots, c_i(z), \dots, c_k(z)) = 0,$$

в якому в перерізах  $z = h = const$  будуть відповідати геометричні об'єкти із сімейства  $\omega_0(x, y, c_1, \dots, c_i, \dots, c_k) = 0$ .

Необхідна інформація про паливний факел має наступний вигляд:

- альфа дорівнюють:  $45^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $215^\circ$ ,  $305^\circ$ ;
- кути бета дорівнюють:  $30^\circ$ ,  $32^\circ$ ,  $35^\circ$ ,  $30^\circ$ ;
- діаметр циліндра дорівнює 0,088;
- хід поршня – 0,02;
- діаметр сопла – 0,0008;
- довжина струміння – 0,04374, 0,04374, 0,04374, 0,043744;
- площа відбитка – 0.0047274, 0.0047319, 0.0047265, 0.0047310.

Розвиток факела палива, що розпилюється, впливає на процес суміш формування. Цей вплив, як витікає з роботи [4], зв'язаний з необхідністю забезпечення випарювання палива, яке вприскується, так як робоча суміш складається з парів палива та повітря, яке їм охоплене. В частці факел розпиленого палива розглядається як вільна затоплений турбулентний струмінь. Вибір такої фізичної моделі потребує використовувати математичний апарат теорії турбулентних струменів.

В розрахунковому підході розкривається взаємозв'язок між конструктивними параметрами камери згорання, повітряного каналу, паливної апаратури та показниками суміш формування (і як наслідок і показниками роботи двигуна). Розвиток цього підходу може бути корисним при модернізації існуючих та проектуванні нових дизельних двигунів.

## Література

1. Шнейдер В.Е. Краткий курс высшей математики (в двух томах) том1. // В.Е. Шнейдер, А.И Слущкий, А.С. Шумов // М.: Высшая школа, 1978. – 384 с.
2. Рвачев В.Л. Теория R-функций и некоторые ее приложения. Киев: Наукова думка, 1982.- 552 с.
3. Максименко-Шейко К.В. R-функции в математическом моделировании геометрических объектов и физических полей. Харьков: ИПМаш НАН Украины, 2009. – 305 с.
4. Тимченко И.И. Влияние закона подачи топлива на работу однокамерного тракторного дизеля в различных условиях смесеобразования. Харьков: Харьковский политехнический институт, 1970. Дисс. на соиск. ученой степени канд. техн. наук. – 224 с.