

УДК 621.436

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗГОРЯННЯ В ОПОЗИТНОМУ ВИСОКОФОРСОВАНОМУ ДВОТАКТНОМУ ДИЗЕЛЬНОМУ ДВИГУНІ З ПРОТИЛЕЖНО-РУХОМИМИ ПОРШНЯМИ

Парсаданов І.В., д.т.н., проф.¹; Лал А.Г.¹

¹Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
Харків, Україна

Вступ і постановка проблеми дослідження. Хімічна енергія палива перетворюється в теплову в результаті його згоряння в циліндрі двигуна. Для повного і швидкого згоряння необхідно якісне змішування палива і повітря. Проте для високофорсованого опозитного двотактного дизельного двигуна з протилежним рухом поршнів вкрай актуальною є задача оптимізації розподілу палива по об'єму камери згоряння з недопущенням потрапляння палива на стінку камери та зіткнення струменів у пристінкових потоках, що при максимальних навантаженнях негативно впливатиме на енергетичні, економічні та екологічні показники двигуна.

Мета дослідження. На основі аналізу та узагальнення виконаних теоретичних і практичних досліджень запропонувати умови організації процесу згоряння двотактного дизеля, що дозволяють забезпечити підвищення ефективності згоряння в високофорсованих двигунах з протилежно-рухомими поршнями.

Об'єкт дослідження. Особливості організації процесу згоряння у опозитному високофорсованому двотактному дизельному двигуні з протилежно-рухомими поршнями.

Предмет дослідження. Процеси сумішоутворення та згоряння в опозитному високофорсованому двотактному дизелі; впливові фактори, що дозволяють забезпечити найкращі умови розподілу палива в камері згоряння.

Виклад основного матеріалу дослідження. У двотактних дизельних двигунах із зустрічним рухом поршнів сумішоутворення відбувається в більш складних умовах порівняно з традиційними 4-тактними двигунами. Розпилювач палива неможливо встановити в центрі камери згоряння (КЗ) через відсутність головки блоку циліндрів, а сама КЗ утворюється між днищами поршнів при їх максимальному зближенні. Впорскування палива відбувається з периферії (рис. 1).

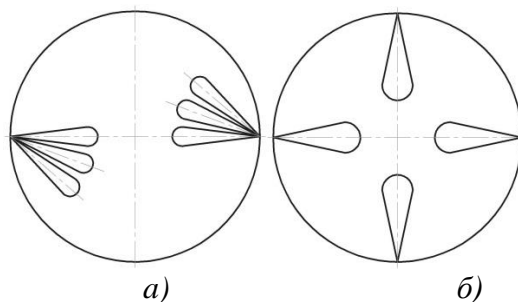


Рисунок 1 – Розташування паливних форсунок по периферії камери згоряння: а – 2 розпилювачі з трьома розпилювальними отворами; б – 4 розпилювачі з одним отвором

Струмінь палива рухається лише на самому початку руху під дією енергії палива. Після виходу з розпилювального сопла на розвиток струменя значною мірою впливає рух повітряного заряду. При менших швидкостях його рух впливає тільки на оболонку факела із дрібними краплями, відбувається розвіювання струменя (рис. 2, а). При більш високих швидкостях, характерних для двотактних двигунів з наявністю тангенціального вихору, відхиляється і ядро струменя (рис. 2, б).

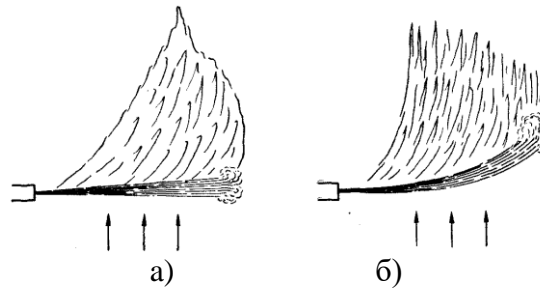


Рисунок 2 – Вплив руху повітряного заряду на струмінь палива

При цьому рівномірне розпилення палива забезпечується не тільки використанням кількох розпилювачів, а й відносно значними тангенціальними та осьовим повітряними завихреннями, які створюються завдяки спеціальному профілюванню впускних вікон у гільзі циліндра та зустрічному руху поршнів. Інтенсивність руху вихору в КЗ оцінюється вихровим числом яке є відношенням швидкості обертання повітряного заряду в камері згоряння до швидкості обертання колінчастого валу [1]. Існують оптимальні значення вихрового числа при якому досягаються найкращі показники потужності та економічності.

При цьому спалахування може відбутися тільки в тих зонах, де пари палива з повітрям утворюють склад суміші, що знаходиться у межах горючості. Зона з необхідною концентрацією палива в суміші може утворитися тільки в тих місцях КЗ, де утворюються пари впорснутого й розпиленого палива. Ця зона завжди буде знаходитися між ядром струменя й областю переходу суміші у повітря. Умови для спалахування в середині струменя несприятливі, бо концентрація рідкого палива найбільша, а температура нижче внаслідок випаровування одночасно великої кількості крапель [2].

Дослідження [3,4,5] вказують на те, що при здійсненні повітряним зарядом колового руху на гарячу стінку (до певних значень температури стінки КЗ), паливо згоряє повністю й швидко, попри відсутності рівномірного розподілу по об'єму. Це пояснюється тим, що полум'я виникає на відстані від форсунки й потім розповсюджується по об'ємі КЗ, при цьому рух полум'я спіралеподібний й воно швидко спрямовується до центру КЗ. Гарячі і менш щільні продукти згоряння переносяться до центру, внаслідок цього більш холодне повітря витісняється з центру до периферії і забезпечує біля стінки необхідний для згоряння кисень.

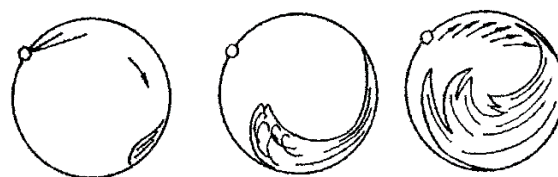


Рисунок 2 – Горіння в потенційному вихорі

Температура стінок КЗ у форсованих двотактних дизельних двигунах може досягати 950°C і вище. Це призводить до значних температурних навантажень на елементи поршня та сприяє коксуванню палива при його контакті зі стінкою камери [1]. При об'ємному сумішоутворенні температура стінок слабше впливає на характер згоряння. У вітчизняних двигунах паливо впорскується проти повітряного вихору. З урахуванням значного впливу повітряного вихору на динаміку розвитку струменя, це покращує рівномірність розподілу палива в повітрі.

Слід зазначити що при зростанні температурі стінки значний вміст парів палива поблизу стінок може призводити до утворення сажі без тепловиділення. І дійсно, в місцях контакту струменів із перегрітою стінкою виявляються значні тверді відкладення сажі, причому ці відкладення мають характер коксу, отриманого в результаті крекування палива. Це впливає на зменшення тепловиділення і, як наслідок, корисної роботи, погіршує економічність та екологічність двигуна.

На практиці, особливо при збільшенні циклових подач палива при форсуванні двигуна порушуються оптимальні умови поєднання температури стінки КЗ та руху заряду. Це може призводити до неповного горіння, зниження потужності, збільшення витрати палива, утворенням утворення шкідливих речовин – СО, альдегідів, та сажі, отриманої в результаті крекування палива. Зазначений негативний ефект не може бути усунений тільки зміною температури стінки, якщо одночасно не усувається головна його причина, а саме, зміна орієнтації паливного струменя і форми камери згоряння, збільшення постачання повітря в зону згоряння палива. Якщо температура стінки та швидкість повітря обрані правильно, то ефективність згоряння збільшується, потужність дизельного двигуна зростає, покращуються економічні і екологічні показники.

Висновки. Підвищення ефективності і подальше форсування вітчизняних опозитних двотактних дизелів з протилежним рухом поршнів разом із вибором параметрів і характеристик систем паливоподачі та повітропостачання, конструкції камери згоряння, пов'язано із уникненням контакту палива із стінкою камери при збільшених циклових подачах, що в комплексі забезпечить найбільшу ефективність робочого процесу та, відповідно, поліпшення енергетичних, економічних та екологічних показників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Марченко А.П., Рязанцев М.К., Шеховцов А.Ф. Двигуни внутрішнього згоряння : серія підручників у 6 т. Т. 1 : Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин: підручник / ред.: А.П. Марченко, А.Ф. Шеховцов. Харків: Прапор, 2004. 384 с.
2. Дитинкокін Ю.Ф., Клячко Л.А., Новиків Б.В. Розпилювання рідин. Машина, 1977. 208 с.
3. Woschni G., Spidler W., Kolesa K. Heat insulation of combustion chamber walls – a measure to decrease the fuel consumption of I.C. engines. *SAE Technical Paper Series*. 1987. № 870339. 11 pp.
4. Сукачов І.І. Поліпшення паливної економічності форсованих дизелів шляхом узгодження характеристик впорскування палива та форми камери згоряння: дис. ... канд. техн. наук. : спец. 05.05.03. Харків, 2005. 233 с.
5. Марченко А.П., Шпаковский В.В., Пильов В.В., Матвеєнко В.В., Обозний С.В. Оцінка температурного стану стінки камери згоряння поршня з шаром нагару. *Двигатели внутреннего сгорания*. 2012. № 2. С. 37-41.