

дефектів на поверхнях проставок не знайдено. За проведеними випробуваннями сталюї та композиційної проставок виявлено, що зношування проставки з композиту на основі алюмініду заліза менше в 1,6 рази порівняно з промисловою, тому розроблений композиційний матеріал Fe-15%Al-2%TiB₂ рекомендується для виготовлення проставок форсунок дизельних двигунів.

Висновки

Розроблено технологічний процес виготовлення дисперсно-зміцненого композита на основі алюмініду заліза для виготовлення проставки форсунок дизельного двигуна. За результатами експлуатаційних випробувань встановлено, що після 1000 мотогодин експлуатації інтенсивність зносу контактної поверхні проставки, виготовленої із композиту на основі алюмініду заліза, в 1,6 разів нижче, ніж промислової проставки із сталі 18X2H4MA. Отже, являє собою відмінну заміну нержавіючої сталі в системі дизельного двигуна.

Список використаної літератури

1. Moszner F, Peng J, Suutala J, Jasnau U, Damani M, Palm M. Application of Iron Aluminides in the Combustion Chamber of Large Bore 2-Stroke Marine Engines. *Metals*. 2019; 9(8):847.
2. Stoloff, N. Iron aluminides: Present status and future prospects. *Mater. Sci. Eng. A* 1998, 258, 1–14.
3. Palm, M. Fe-Al materials for structural applications at high temperatures: Current research at MPIE. *Int. J. Mater. Res.* 2009, 100, 277–287.
4. Morris, D.G.; Muñoz-Morris, M.A. Recent developments toward the application of iron aluminides in fossil fuel technologies. *Adv. Eng. Mater.* 2011, 13, 43–47.

УДК 621.432.4

Г.І. Слинко¹, доктор технічних наук, професор,

Р.Ф. Сухонос¹, старший викладач,

В.В. Слинко¹, старший викладач,

¹ Національний університет «Запорізька політехніка»

АНАЛІЗ НАПРЯМКІВ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОСТІ 2-ТАКТНИХ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

Постановка проблеми

Двотактні двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ) відомі дуже давно. Тривалий час вони успішно конкурували з 4-тактними ДВЗ, оскільки мають в 1,3...2 рази вищу літрову потужність. Проте широкому використанню 2-тактних двигунів в наші дні заважає більша витрата палива та гірші екологічні показники (головним чином – викиди вуглеводнів). І обидва цих фактори зумовлені особливостями робочого процесу 2-тактних ДВЗ.

Формування мети дослідження

У 4-тактних ДВЗ процеси випуску відпрацьованих газів і впуску свіжого робочого тіла (це може бути повітря або паливоповітряна суміш) значно відокремлені. Перетікання газів здійснюється за допомогою клапанного механізму газорозподілу, який дозволяє забезпечити мінімальні втрати палива при продувці циліндра. А допоміжні системи змінування тривалості та/або висоти відкриття клапанів дозволяють здійснювати більш

якісну очистку циліндра від відпрацьованих газів на різних режимах, тим самим збільшувати наповнення циліндрів свіжим зарядом робочого тіла.

В більшості існуючих конструкцій 2-тактних карбюраторних ДВЗ газообмін здійснюється поршнем, внаслідок руху якого робоче тіло та відпрацьовані гази переміщуються між окремими порожнинами двигуна через канали в блоці циліндрів. При цьому при видаленні відпрацьованих газів з циліндра (поршень рухається до нижньої мертвої точки) свіжий заряд (паливоповітряна суміш) заповнює циліндр, прямує відразу за відпрацьованими газами та частково потрапляє безпосередньо у випускну систему. Точно відсікти свіжий заряд паливоповітряної суміші від відпрацьованих газів зазвичай не є можливим, тим більше робити це однаково ефективно на різних швидкісних режимах. Тобто, процеси впуску і продувки самі по собі є причиною збільшеної витрати палива та викидів вуглеводнів у відпрацьованих газах 2-тактних ДВЗ. Тому є актуальним питання пошуку перспективних технічних рішень цієї проблеми.

Виклад основного матеріалу

Існує декілька перспективних напрямків щодо підвищення економічності та екологічності 2-тактних ДВЗ.

1) Викиди вуглеводнів в систему випуску можна скоротити, направляючи частину відпрацьованих газів (із певним % недопаленого палива) назад до циліндра. На практиці це реалізується двома способами. По-перше, за рахунок використання явищ резонансу у системі випуску. В найпростішій конструкції випускна система 2-тактного двигуна являє собою подвійний усічений конус, в якому за рахунок ефекту резонансу пульсуючих відпрацьованих газів частина цих газів повертається до камери згорання [1]. Регулювання розмірів елементів системи випуску дозволяє зробити цей процес ефективним в широкому діапазоні обертів двигуна.

Другий спосіб – рециркуляція частини відпрацьованих газів – реалізується через додатковий канал рециркуляції, що поєднує випускний канал з кривошипною камерою. При відкритті цього каналу рециркуляції, що здійснюється зміною положення поршня, частина відпрацьованих газів перетікає до кривошипної камери, і далі знову потрапляє до циліндра.

Використання цих заходів дозволяє зменшити питому витрату палива до 10...12 %.

2) Одне з найбільш ефективних і одночасно найдорожчих рішень – організація безпосереднього впорскування палива в циліндр в момент часу, точно розрахований електронним блоком керування із врахуванням реальної температури двигуна, положення дросельної заслінки, кута повороту колінчастого валу, атмосферного тиску [2]. Безпосереднє впорскування дозволяє подавати дрібно розпорошене паливо в стиснене повітря в момент часу, коли впускний канал вже перекритий поршнем. Головним недоліком систем безпосереднього впорскування є їх підвищена вартість внаслідок ускладнення конструкції. Так, на 2-циліндрових підвісних лодочних двигунах перехід від карбюраторного сумішоутворення на безпосереднє впорскування вимагає додавання від 13 до 26 складальних одиниць, зокрема, паливних форсунок, фільтрів, паливних насосів і паливопроводів високого тиску, електронної системи керування впорскуванням та запалюванням тощо [3].

Дещо більш простою є система розподіленого впорскування, у якій паливо впорскується у продувочний або у впускний канал. В таких системах зменшений тиск палива (зазвичай близько 0,3 МПа), проте кількість деталей все одно приблизно така ж як і в системах безпосереднього впорскування. У порівнянні з карбюраторними двигунами, зменшується опір на впуску, а за рахунок більш дрібного розпилення палива склад паливоповітряної суміші наближається до стехіометрії, забезпечується більш швидка зміна складу суміші на перехідних режимах, полегшується холодний запуск.

3) З точки зору авторів, наразі найбільш перспективним способом покращення економічних та екологічних властивостей 2-тактних ДВЗ є організація пошарового введення свіжого заряду. На початку продувки до циліндру спочатку потрапляє повітря (або дуже збіднена паливоповітряна суміш), а тільки потім подається паливоповітряна суміш необхідного (або збагаченого) складу. Пошарове сумішоутворення більшість виробників двигунів здійснюють за допомогою систем впорскування [2]. А в двигунах Husqvarna (технологія X-Torq), Zenoah і RedMax (Strato-Charged), Stihl (2-MIX) повітря та готова паливоповітряна суміш подаються до циліндра різними каналами. У вказаних двигунах до потрапляння в циліндр продувочне повітря зовсім не контактує з бензином та моторним маслом, чим забезпечується зменшення викидів вуглеводнів до 75 %. А точно своєчасне відсікання потоків відпрацьованих газів, повітря, паливоповітряної суміші поршнем забезпечує покращення ефективних показників двигуна до 20 %.

Висновки

За результатами аналізу конструкції 2-тактних ДВЗ різних типів можна стверджувати, що найбільш перспективними є системи пошарового сумішоутворення з продувкою чистим повітрям, яке подається окремим каналом, не через кривошипну камеру. Незалежно від способу сумішоутворення (карбюраторне чи форсунками з електронним керуванням), такі двигуни забезпечують суттєве підвищення питомої потужності, економію палива, скорочення викидів вуглеводнів.

Список використаної літератури

1. Слинько Г. І. Дослідження впливу резонансного наддуву бензинового двотактного двигуна на його ефективні і екологічні характеристики / Г. І. Слинько, В. П. Лук'яненко // Тиждень науки – 2015 : зб. тез доп. наук.-практ. конф. викладачів, науковців, молодих учених, аспірантів, студентів ЗНТУ. В 5 т. Т. 1. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2015. – С. 210.
2. Корогодський В. А. Наукові основи перспективних робочих процесів двигунів з іскровим запалюванням при внутрішньому сумішоутворенні : дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.03 / Корогодський Володимир Анатолійович. – Харків, 2018. – 499 с.
3. Дмитриев П. 2-х тактныe двигатели с системой впрыска масла [Електронний ресурс] / П. Дмитриев. – Сайт «kater.ua». – 2013. – Режим доступу: http://kater.ua/usefull/articles/2kh_taktnye_dvigateli_s_sistemoy_vpryska_masla/

УДК 621.43

Т.М.Колеснікова¹, кандидат технічних наук, доцент,

Р.О.Гела¹, асистент,

А.Р.Бучок¹, студ. гр. АТ-22мп,

¹Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА, ЩО ПРАЦЮЄ ЗА ЦИКЛОМ МІЛЛЕРА

Постановка проблеми

Підвищення паливної економічності ДВЗ вимагає оптимізації робочих процесів і конструкції двигунів. Розробляються і реалізуються нові кінематичні схеми, способи сумішоутворення і регулювання конструктивних параметрів двигуна, які раніше малися на