

УДК 621.43

АНАЛІЗ МЕТОДІВ РЕГУЛЮВАННЯ РОБОЧОГО ОБ'ЄМУ АВТОМОБІЛЬНИХ БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ З ПОЗИЦІЇ ПОКРАЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ТА ВИЯВЛЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ДВИГУНА ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ НАЙБІЛЬШ ЕКОНОМІЧНОГО МЕТОДУ

Васильєв Д. О.¹, студ.; Цекут А. К.², студ.; Колеснікова Т. М.³, к. т. н., доц.

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

[1 dmitryaid@gmail.com](mailto:dmitryaid@gmail.com); [2 artik8775@gmail.com](mailto:artik8775@gmail.com); [3 kolesnikova.tetiana@pdaba.edu.ua](mailto:kolesnikova.tetiana@pdaba.edu.ua)

Постановка проблеми. Двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ), що застосовуються на автомобільному транспорті працюють у постійно змінюваних навантажувальних режимах. При цьому більшість часу займають режими малих навантажень та холостого ходу [1]. При цьому, номінальна потужність двигуна використовується лише частково. Як відомо з теорії ДВЗ, ефективна потужність двигуна крім ефективного середнього тиску, тактності, частоти обертання, залежить також і від робочого об'єму двигуна. Тобто, за інших рівних умов, доцільно було б мати для кожного навантажувального режиму двигун з певним робочим об'ємом. Іншими словами, при зниженні навантаження робочий об'єм повинен зменшуватись і навпаки. Очевидно, що при такій постановці питання необхідність в дроселюванні суміші на впуску, тобто кількісного регулювання потужності в бензинових двигунах, відпадає. Тобто відпадає і вирішення питання погіршення показників ДВЗ на часткових режимах через зменшення кута відкриття дросельної заслінки.

Мета дослідження. Метою дослідження є аналіз методів регулювання робочого об'єму двигунів внутрішнього згоряння

Аналіз сучасного стану рівня техніки щодо реалізації регулювання робочого об'єму в поршневіх ДВЗ дозволяє скласти наступну схему (рис. 1) [2; 3].

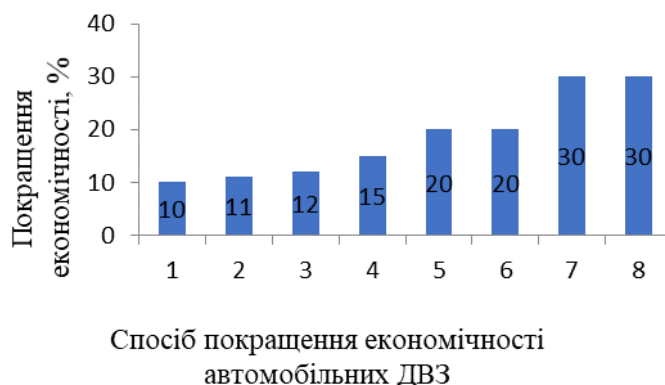


Рис. 1. Покращення паливної економічності бензинових ДВЗ (%): 1 – відключення циліндрів шляхом зупинки паливоподачі; 2 – регулювання ступеня стиску; 3 – регулювання фаз газорозподілу; 4 – відключення циліндрів зупинкою паливоподачі з роздроселюванням відключеного циліндру; 5 – безпосереднє впорскування палива; 6 – відключення циліндрів зупинкою газорозподілу; 7 – плавне регулювання робочого об'єму; 8 – застосування модульної конструкції двигуна

Результати дослідження. Як видно, застосування безпосереднього впорскування палива, виявляється більш ефективним за способи 1–4, при цьому суттєво не ускладнюючи конструкцію двигуна. Напевно, більш доцільним є створення двигунів в

яких компліюються одразу декілька розглянутих способів покращення їх показників. Наприклад, поєднання в одному ДВЗ способів 2, 3, 5, 6. Найбільш ефективним виявляється регулювання робочого об'єму двигуна (спосіб 7). Однак на сьогоднішній день прийнятної для виробництва конструкції такого двигунів не знайдено. Основними стримуючими факторами є, насамперед, порушення зрівноваженості двигуна при зміні робочого об'єму, а також погіршення його масо-габаритних показників і ускладнення конструкції в цілому. Крім того, у більшості двигунів зі ступінчастим регулюванням робочого об'єму, відсутня можливість відключення циліндрів по одному.

Одним з можливих конструктивних варіантів двигуна, що дозволяє без суттєвих ускладнень застосувати модульну конструкцію, є безшатунний ДВЗ, у якому замість звичайного кривошипно-шатунного механізму застосовується кривошипно-кулісний механізм [4].

У безшатунному двигуні (рис. 2) механізм перетворення зворотно-поступального руху поршня в обертальний рух вала включає два колінчастих вала: силовий 6 і допоміжний 11 із встановленими противагами 7 і 10. Вали з'єднані між собою за допомогою двох циліндричних шестерень 8 і 9, що знаходяться в зачепленні. На кривошипних шийках колінчастих валів посаджені повзуни 4 і 12, що рухаються по напрямних кулісах 5, яка за допомогою штоку 3 з'єднана з поршнем 1. Між штоком та кулісою встановлено механізм відключення циліндрів 2.

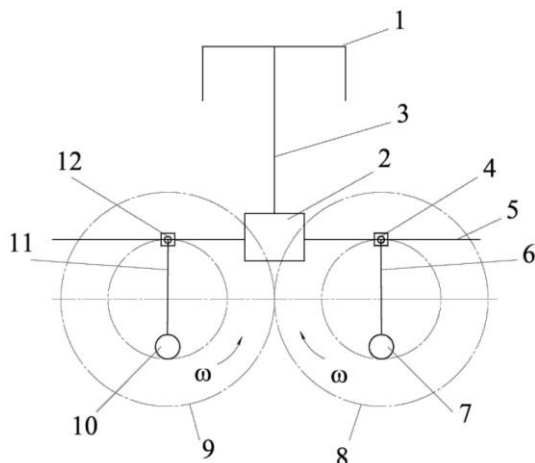


Рис. 2. Схема безшатунного ДВЗ з механізмом зупинки поршня: 1 – поршень, 2 – механізм відключення циліндрів, 3 – шток, 4, 12 – повзуни, 5 – куліса, 6, 11 – силовий і допоміжний вали відповідно, 7, 10 – противаги, 8, 9 – циліндричні шестерні

Відмінною рисою схеми двигунів із кривошипно-кулісним механізмом є малі втрати на тертя у всьому діапазоні навантажень і частоти обертання, повна динамічна зрівноваженість і рівномірність ходу. Ці достоїнства пов'язані з тим, що в безшатунному двигуні шток здійснює виключно прямолінійний рух, у зв'язку з чим бічні навантаження на поршень відсутні. У безшатунному двигуні робочий процес здійснюється як у звичайному чотиритактному бензиновому ДВЗ. Аналіз безшатунного двигуна з кривошипно-кулісним механізмом показує, що в цьому двигуні, крім можливості підвищення ефективного ККД через малі механічні втрати, конструктивно простіше реалізується модульне відключення циліндрів. Ідея реалізації відключення циліндрів шляхом зупинки поршня, у безшатунному двигуні зводиться до створення такого механізму, який би задовольняв наступним вимогам:

- конструкція розроблюваного механізму зупинки поршня (МЗП) повинна задовольняти можливості його застосування в поршневих ДВС, в силовому механізмі яких поршень з'єднується з деталлю, що здійснює лише зворотно-

поступальний рух, тобто в двигунах так званих нетрадиційних конструктивних схем, а саме: безшатуних двигунах за схемою проф. С. Баландіна, безшатуних двигунах із кривошипно-кулісним механізмом, траверсних двигунах, крейцкопфних та ін.;

- МЗП повинен бути простим по конструкції, не збільшувати габарити й не ускладнювати конструкцію самого двигуну;
- швидкодія механізму повинна бути достатньою, щоб відключити (включити) циліндр протягом не більш як одного робочого такту (впуску, розширення і т. д.) при частоті обертання колінчатого вала до $4\,000\text{ хв}^{-1}$;
- механізм повинен мати відносно малу масу, високу надійність і відносно невелику вартість;

Вибором конструктивної схеми й раціональних параметрів можна створити МЗП, що задовольняє перерахованим вище вимогам.

Висновки. Більшість часу ДВЗ, у складі автомобілів, працюють на режимах часткових навантажень і холостого ходу. З огляду паливної економічності ці режими навантажень вирізняються суттєвим погіршенням показників автомобільних ДВЗ. Провідними фірмами-авто виробниками та науково-дослідними організаціями розроблено цілий ряд способів покращення показників ДВЗ. Проведений аналіз показав, що найбільш ефективним, з позиції покращення паливної економічності, є використання методу регулювання потужності за рахунок зміни робочого об'єму двигуна. Покращення паливної економічності при цьому сягає більше 30 %.

Відсутність на сьогоднішній день працездатних зразків автомобільних двигунів з регулюванням робочого об'єму обумовлена, насамперед, конфліктом між поліпшенням економічних показників і ускладненням конструкції та погіршенням масо-габаритних характеристик двигунів.

Перспективною конструкцією двигуна зі змінним робочим об'ємом, за рахунок відключення циліндрів шляхом зупинки поршня, є безшатуний ДВЗ із кривошипно-кулісним силовим механізмом.

Список використаних джерел

1. Молодан А. О. Вплив відключення частини циліндрів на режим роботи двигуна під навантаженням. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка* (технічні науки). Вип. 192. Харків : ХНТУСГ імені Петра Василенка, 2018. С. 151–158.
2. Андрусенко П. І. Двигун, регульований відключенням циліндрів. *Праці КАДІ*. 1967. С. 12–16.
3. Полянський О. С., Молодан А. О., Власенко О. В. Підвищення паливної економічності колісних машин відключенням частини циліндрів двигуна. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. № 9. Харків : ХНТУСГ імені Петра Василенка, 2017. С. 57–61.
4. Міщенко М. І. Нетрадиційні малорозмірні двигуни внутрішнього згоряння : у 2 т. Т. 1: Теорія, розробка та випробування нетрадиційних двигунів. Донецьк : Лебідь, 1998. 228 с.