

УДК 621.43.058

## **ПОЛПШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ЗВОРОТНІХ КЛАПАНІВ ТА ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ЗМІНИ ТИСКУ**

Болтянський О.В., к.т.н.,

Стефановський О.Б., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-04-42

**Анотація** – у статті пропонується знизити токсичність вихлопу автомобільного двигуна шляхом застосування додаткових пристроїв, що впливають на протікання робочого процесу.

**Ключові слова** – *автомобіль, двигун, зворотний клапан, пристрій для зміни тиску.*

*Постановка проблеми і аналіз останніх досліджень.* У сучасному світі налічується більше 700 млн. автомобілів, і їхній парк продовжує зростати. Це супроводжується загостренням екологічних і соціальних проблем (забруднення навколишнього середовища, затори на дорогах, часті аварії і т.п.).

Забруднення атмосферного повітря в результаті роботи автомобільного двигуна обумовлено недосконалістю його трьох систем [1; 2]: системою випуску відпрацьованих газів, системою змащення й вентиляції картера, системою живлення. З вихлопними газами (ВГ) виділяється найбільша частина (70-80%) шкідливих речовин. Азот з атмосфери, потрапляючи в камери згоряння поршневого двигуна, перетворюється в токсичні оксиди азоту. У ВГ міститься більше 200 різних хімічних сполук, з них близько 150 – це похідні вуглеводнів, що утворюються внаслідок неповного або нерівномірного згоряння палива у двигуні.

Для двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ), щоб одержувати необхідну механічну енергію для руху автомобіля, необхідно мати високий тиск у циліндрах. Чим він вище, тим більше температура заряду в циліндрах, особливо при згорянні палива. Оксиди азоту утворюються тим більше, чим вище температура заряду й більше кисню, що надходить у камеру згоряння. Тому невелике збіднення пальної суміші (ПС), вигідне з міркувань паливної економічності двигуна, сприяє окислюванню азоту. З іншого боку, запобігання цьому шляхом збага-

чення ПС веде до неповного згоряння палива і підвищення викидів монооксиду вуглецю (СО) та вуглеводнів.

Успішний до недавньої пори компроміс досягався електронним регулюванням співвідношення паливо-повітря й застосуванням так званого триходового каталітичного нейтралізатора. Такий нейтралізатор здатний одночасно окисляти СО і вуглеводні та відновлювати окисли азоту. Ефективність такого очищення вихлопних газів досягає 95%, але це не дозволяє повністю позбутися від емісії СО і окислів азоту. До того ж, каталітичний нейтралізатор містить коштовні метали і не працює при використанні палив з погіршеним складом.

Принцип оптимального процесу організації сумішоутворення виглядає в такий спосіб: склад ПС в районі зони займання повинна бути близьким до стехіометричного при всіх режимах роботи ДВЗ. В іншому об'ємі циліндра повинна перебувати гомогенна ПС, склад якої залежить від режиму роботи ДВЗ і може змінюватися в досить широких межах. Залишкові гази бажано тримати у пристіночній зоні і щілинних зазорах камери згоряння, при влученні в які ПС не згоряє.

Одержання такого результату неможливо ні при карбюраторному живленні, ні при інжекторному, включаючи безпосереднє упорскування, внаслідок їх недосконалості.

*Формулювання мети статті.* Метою роботи є запропонувати шлях покращення екологічних показників автомобільного двигуна, впливаючи на його робочий процес.

*Основна частина.* Відмічені труднощі переборні, якщо використовувати інший спосіб роботи двигуна. У двигунах зі звичайним способом роботи кількість свіжого заряду, що приймає участь у процесі згоряння, регулюється або кількістю палива, що періодично надходить у камеру згоряння (для дизелів або бензинових двигунів з безпосереднім упорскуванням палива), або кількістю готової ПС – за рахунок зміни тиску заряду при впуску, внаслідок зміни положення дросельної заслінки (для бензинових двигунів із зовнішнім сумішоутворенням, наприклад карбюраторних). Пропонується спосіб роботи двигуна, де об'єм свіжого заряду регулюється за рахунок зміни кількості залишкових газів у камері згоряння. При цьому паливо і чисте повітря перебувають у стехіометричному співвідношенні (1:14,7 для бензину), оптимально-му для згоряння ПС. У той же час, якщо врахувати, що до 90% об'єму (для режиму холостого ходу) можуть займати залишкові гази, робоча суміш є збідненою.

Змінювати кількість цих газів у камері згоряння ДВЗ можливо різними способами: зміною тиску в системі випуску; шляхом зміни фаз відкриття й закриття випускних клапанів, а також часу й висоти їхнього відкриття. Використовуючи більш простий перший спосіб, здійснити пропонований спосіб роботи двигуна можливо за допомо-

гою різних пристроїв для зміни тиску (ПЗТ): клапанів, дросельної заслінки, нагнітачів і резонаторів [3].

Для зниження теплових втрат, викликаних охолодженням відпрацьованих газів, у впускному тракті додатково встановлений зворотний клапан, що не дозволяє ВГ потрапити у цей тракт. Крім того, це рішення дозволяє, за рахунок зменшення кількості залишкових газів в зоні запалення, створити в районі зони займання склад ПС, близький до стехіометричного, тобто поліпшити умови запалення робочої суміші. Як такий клапан, може бути використаний відомий зворотний клапан пелюсткового типу.

Розглянемо роботу пропонованого ДВЗ (рис.1) на прикладі чотиритактного карбюраторного двигуна, постаченого одним ПЗТ у системі випуску та зворотним клапаном у впускному тракті.

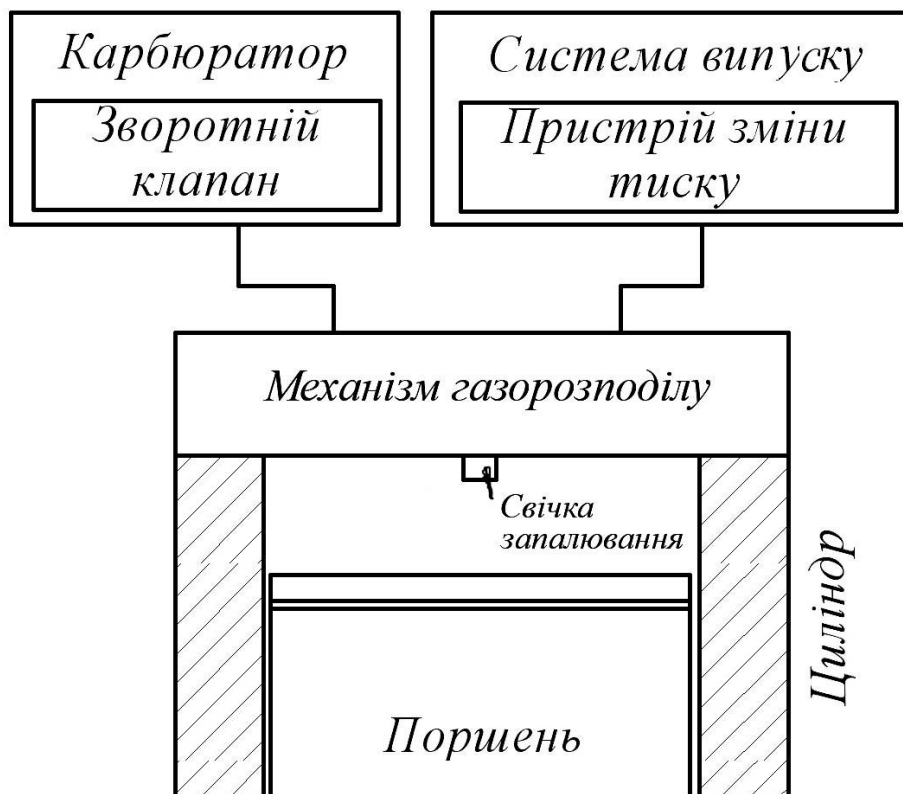


Рис. 1 Схема поршневого двигуна, постаченого зворотним клапаном і пристроєм для зміни тиску

У режимах повного навантаження цей ДВЗ працює так само, як і при звичайному способі роботи, коли дросель повністю відкритий. У режимах холостого ходу й часткових навантажень пропонований ДВЗ працює в такий спосіб:

1. Такт впуску. На початку такту впуску за рахунок більш високого тиску залишкові гази діють на зворотний клапан, що перешкоджає ви-

ходу їх із циліндра. У циліндрі при інерційному переміщенні поршня створюється розрідження, внаслідок чого свіжий заряд надходить у циліндр.

2. Такт стиску. Після заповнення циліндра ПС відбувається стиск робочої суміші поршнем.

3. Такт розширення. Стиснена робоча суміш запалюється свічею запалювання, внаслідок чого температура й тиск газів, що утворюються, різко зростають. При розширенні заряд робить корисну роботу, переміщуючи поршень.

4. Такт випуску. Продукти згоряння виштовхуються із циліндра в атмосферу через випускні органи і систему випуску, але частина відпрацьованих газів залишається в циліндрі. Їхня кількість є прямо пропорційною надпоршньовому об'єму й тиску в системі випуску. Змінюючи тиск ВГ, можна змінювати їхню кількість, що залишилася в циліндрі, а значить і кількість ПС, що надходить у циліндр. У режимах часткових навантажень і холостого ходу кількість гарячих залишкових газів буде максимальною, що дозволяє знизити теплові втрати на нагрівання робочої суміші.

Таким чином, пропонований спосіб роботи ДВЗ дозволяє знизити витрати палива й токсичність ВГ за рахунок використання робочої суміші, близької до стехіометричної, в режимах часткових навантажень і холостого ходу.

На рис. 2 показані індикаторні діаграми для пропонованого і звичайного способів роботи ДВЗ, що працює за циклом Отто при частковому навантаженні.

Розглянемо звичайний спосіб роботи ДВЗ (суцільна лінія). Лінією АВ позначений процес горіння, коли відбувається займання робочої суміші й тиск газів у циліндрі різко зростає. Потім починається робочий хід (лінія ВС). Гази, розширюючись, штовхають поршень, при цьому збільшується об'єм над поршнем і одночасно падає тиск газів. Закінчився робочий хід і відкрився випускний клапан, випускаючи ВГ (лінія CDE). У них залишився деякий залишковий тиск, але використовувати його не можна - це «втрати випуску». Далі поршень іде нагору, витісняючи ВГ. Наприкінці такту випуску, закрився випускний клапан і відкрився впускний, з'єднуючи циліндр із карбюратором. Починається такт впуску (лінія EFG), поршень переміщається до лілиць і йде всмоктування ПС. Зараз дросельна заслінка прикрита й створює опір на впуску, змушуючи двигун витрачати енергію на так звані «насосні втрати». Закрився впускний клапан і починається такт стиску (лінія GA), при якому збільшується тиск у надпоршньовому об'ємі. У кінці такту стиску починається процес горіння (лінія АВ), і цикл повторюється.

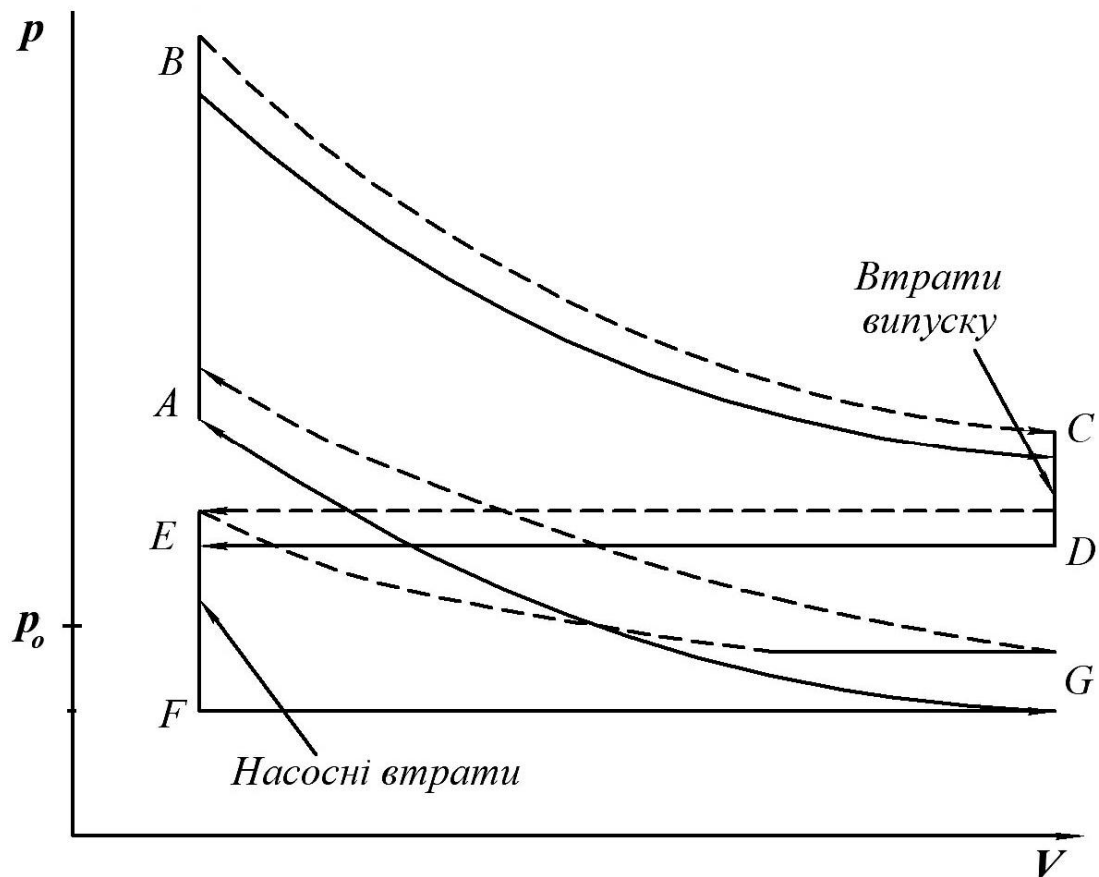


Рис. 2 Індикаторні діаграми ДВЗ при звичайному (—) і пропонуваному (- - - -) способах роботи

Пропонований спосіб роботи ДВЗ (пунктирна лінія) має такі особливості. Це підвищений тиск випуску (лінія CDE) і дія зворотного клапана (лінія EG), який підтримує певний тиск залишкових газів у циліндрі. Коли він буде менше атмосферного  $p_0$ , зворотний клапан відкриється й починається такт впуску (лінія EFG), коли всмоктується ПС. При цьому насосні втрати будуть менше, ніж для звичайного способу роботи ДВЗ, а при холостому ході, коли кількість залишкових газів є максимальною, ці втрати будуть мінімальними. У такті стиску (лінія GA) залишкові гази збільшують тиск заряду при робочому ході (лінія BC).

*Висновки.* Переваги пропонуваного способу роботи ДВЗ є такими:

1. Знижуються шкідливі викиди в атмосферу і витрата палива.
2. Поліпшення умов запалення робочої суміші в режимах часткових навантажень і холостого ходу за рахунок створення в зоні займання складу суміші, близького до стехіометричного.
3. Зниження насосних і теплових втрат за рахунок заміни частини свіжого заряду на залишкові гази.

4. Підняття кривої стиску, яке тим більше, чим нижче навантаження двигуна. Завдяки антидетонаційним властивостям залишкових газів, це дозволяє використовувати паливо з помірним октановим числом.
5. Підвищення тиску і температури ВГ у системі випуску поліпшує роботу каталітичного нейтралізатора або пристрою допалювання сажі.
6. Пропонований спосіб роботи можна реалізувати в існуючих ДВЗ при мінімальних витратах на встановлення зворотних клапанів і пристроїв зміни тиску. Завдяки зниженню витрати палива, така модернізація може окупитися протягом 2-3 років.

#### Література

1. Коробкин В.И. Экология / В.И. Коробкин. – М.: МАИ. - 2006.– 465 с.
2. Петрунин В.В. Плата за негативное воздействие на окружающую среду / В.В. Петрунин // Финансы. – 2006. – № 4. – С.25–30.
3. Ляченков Н.В. Этапы развития аэрокосмической промышленности и автомобилестроения: Учебное пособие / Н.В. Ляченков, О.А. Тарабрин. - М.: МАИ, 2004. – 64 с.

### **УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ОБРАТНЫХ КЛАПАНОВ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ**

Болтынский О.В., Стефановский А.Б.

**Аннотация** – в статье предлагается понизить токсичность выхлопа автомобильного двигателя путем применения дополнительных устройств, которые влияют на протекание рабочего процесса.

### **IMPROVEMENT OF THE AUTOMOTIVE ENGINE ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS BY MEANS OF USING ONE- WAY VALVES AND PRESSURE-CHANGING DEVICES**

O. Boltyanskiy, A. Stefanovskiy

#### *Summary*

**A present paper proposes decreasing the automotive engine exhaust toxicity by means of using additional devices affecting the course to engine work process.**