

УДК 628.52/53

І. Соловей, канд. техн. наук; Н. Семенова; С. Гайдукевич; У. Кухтяк

Бережанський агротехнічний інститут

ЗНИЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ЗМІНОЮ КОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМИ ЗАПАЛЕННЯ

У роботі розглянуто метод інтенсифікації процесу горіння рідкого палива в двигуні при зміні конструкції системи запалення, що дає можливість знизити токсичність відпрацьованих газів та покращити технічні характеристики роботи двигуна.

I.Solovej, N.Semenowa, S.Haidukevytch, U.Kuchtjak

DECREASE OF HARMFUL GAS EMISSIONS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES BY CHANGE A DESIGN OF IGNITION SYSTEM

In work the method investigations of process burning of rare fuel in the engine is considered at change of a design of system of an inflammation, which enables to improve characteristics of work of the engine

Проблема захисту навколишнього середовища від токсичних компонентів вихлопних газів двигуна внутрішнього згорання стає все більш актуальною. Широке застосування таких двигунів у всьому світі сприяло значному забрудненню відпрацьованими газами повітря міських та промислових районів. Небезпека дії відпрацьованих газів двигунів збільшується внаслідок того, що компоненти вихлопних газів здатні взаємодіяти із складниками повітря, утворюючи хімічні комплекси, що є шкідливими для флори та фауни планети. Забруднення внаслідок природних явищ здатні переноситися на великі відстані.

Особливо отруйний дим розповсюджує автомобіль зі спрацьованими поршневими кільцями, оскільки зниження компресії призводить до неповного згорання палива.

Згідно з механізмом горіння рідкого палива [1], в період хімічної підготовки палива до спалаху деякі молекули вуглеводнів розпадаються, утворюючи активні (нестійкі) радикали. Радикали взаємодіють з молекулами кисню та під час таких реакцій утворюють органічні пероксиди та альдегіди. В момент, коли концентрація цих продуктів реакції досягає критичної величини, відбувається їх розпад, що супроводжується вибухом, та починають проходити ланцюгові реакції горіння вуглеводнів палива. Вірогідність одночасного стикання молекул палива з молекулами кисню настільки мала, що взагалі не може бути прийнята до уваги. Тому основною причиною появи токсичних з'єднань у вихлопних газах двигуна можна вважати неповне згорання палива.

Присутність токсичних компонентів у вихлопних газах зумовлена також рядом конструктивних та регульованих факторів двигуна, видом палива та мастил, що використовуються, і залежить від умов протікання процесу згорання палива, умов роботи та технічного стану двигуна.

Існує багато способів зменшення токсичності вихлопних газів двигуна внутрішнього згорання. Основними шляхами зниження токсичності вихлопних газів є :

- попередження утворення токсичних компонентів (зміна параметрів роботи двигуна за рахунок регулювання системи живлення; зміна конструкцій камер спалювання палива; подача палива безпосередньо в камеру згорання);

- нейтралізація утворених домішок (рециркуляція відпрацьованих газів; нейтралізація відпрацьованих газів полум'ям; каталітична нейтралізація; використання присадок).

До переваг цих способів можна віднести ефективне зниження вмісту токсичних компонентів у вихлопних газах двигуна внутрішнього згоряння, а до недоліків – ускладнення або зміна конструкції двигуна, створення необхідних умов для роботи нейтралізуючих пристроїв, ефективна робота цих пристроїв на певних режимах роботи двигуна, поява нових токсичних речовин у вихлопних газах в результаті використання присадок [2].

Бензин як хімічна речовина є сумішшю вуглеводнів різних класів органічних з'єднань. Найважливішими характеристиками бензинів є їх фракційний склад та октанове число.

Октанове число характеризує стійкість бензинів до детонаційного згоряння та залежить від хімічної структури окремих вуглеводнів.

Октанове число вуглеводнів, як насичених, так і олефінових, зменшується із збільшенням кількості атомів вуглецю в молекулах цих з'єднань. У ароматичних вуглеводнів навпаки, спостерігається збільшення октанового числа із збільшенням кількості атомів вуглецю в молекулах вуглеводню [3].

Підвищити економічність та збільшити питому потужність двигуна внутрішнього згоряння можна шляхом підвищення ступеня стиснення. Але підвищення ступеня стиснення вимагає використання палива з підвищеним октановим числом. Для підвищення октанового числа бензинів використовують антидетонаційні присадки, але це також дуже часто призводить до появи у вихлопних газах токсичних з'єднань.

Взявши до уваги зміну конструкції двигуна, а саме системи запалення двигуна, можна значно покращити енергетичні характеристики двигуна та знизити токсичність відпрацьованих газів. Як відомо, при неповному згорянні палива утворюються радикали які осідають на стінки ізолятора свічки і є струмопровідними. У двигуні з іскровим запаленням така свічка не здійснює запалення паливо-повітряної суміші, і відповідно цей циліндр у двигуні перестає працювати або працює з перебоями.

Процес формування електричного розряду у міжелектродному проміжку буде залежати від величини напруженості електричного поля та відстані між електродами. Якщо відстань між електродами буде більшою, то і більша кількість паливо-повітряної суміші потрапить у зону дії електричного розряду і краще буде проходити реакція горіння палива.

Виникнення пробою пояснюється тим, що в газі завжди є певна кількість іонів та електронів, які виникають від випадкових причин. Але звичайно число їх настільки незначне, що газ практично не проводить електричного струму. При порівняно невеликих значеннях напруженості поля, які бувають при вивченні несамостійної провідності газів, іони, що рухаються в електричному полі, стикаються з нейтральними молекулами газу. При кожному зіткненні частинка, що рухається, передає частинці, яка перебуває в спокої, частину своєї кінетичної енергії, і обидві частинки після удару розлітаються, але ніяк внутрішньо не змінюються. Проте при достатній напруженості поля кінетична енергія нагромадження іоном у проміжку між двома зіткненнями може бути достатньою, щоб іонізувати нейтральну молекулу при зіткненні. Утворюється новий негативний електрон і позитивно заряджений залишок – іон. Це процес ударної іонізації.

Утворені під впливом ударної іонізації електрони та іони збільшують кількість зарядів у газі, причому, в свою чергу, починають рухатися під впливом електричного поля і можуть спричинити ударну іонізацію нових атомів. Таким чином, цей процес „підсилює сам себе”, і іонізація в газі швидко досягає дуже значної величини, тому описаний процес був названий іонною лавиною. Утворення іонної лавини і є процесом іскрового пробою, а мінімальна напруга, при якій виникає іонна лавина, є напругою пробою.

Як відомо, попередньо іскровому розряду передус коронний розряд, який у міру збільшення прикладеного електричного поля змінює свою структуру [3]. Коронний розряд, в свою чергу, буде ініціалізатором утворення іонів та озону у камері згоряння.

Виникнення корони між двома коаксіальними електродами буде характеризуватися критичною напруженістю електричного поля E_k , що визначається за формулою Піка:

$$E_k = 3,1 \cdot 10^3 \cdot \delta \cdot (1 + \frac{0,0308}{\sqrt{\delta \cdot r_0}}), \text{ В/мм} , \tag{1}$$

де δ – відносна густина повітря;
 r_0 – радіус коронуючого електроду, мм.

Як видно із формули, зменшуючи радіус коронуючого електроду, коронний розряд можна отримати при нижчій напруженості електричного поля.

Графік залежності критичної напруженості електричного поля від радіуса коронуючого електроду при нормальному атмосферному тиску показано на рис. 1.

$r := 0.2, 0.3.. 1.2$

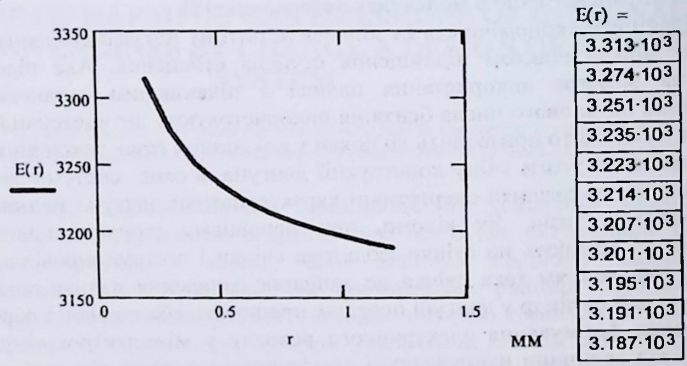


Рисунок 1 - Залежність критичної напруженості електричного поля корони від радіуса коронуючого електроду.

Врахувавши, що площа зовнішньої поверхні коронуючого електроду

$$S = \pi r^2, \text{ мм}^2, \tag{2}$$

отримасмо вираз для визначення критичної напруженості корони в залежності від площі поверхні коронуючого електроду:

$$E_k = 3,1 \cdot 10^3 \cdot \delta \cdot (1 + \frac{0,0308}{\sqrt{\delta^2 \cdot \frac{S}{\pi}}}), \text{ В/мм} . \tag{3}$$

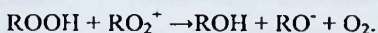
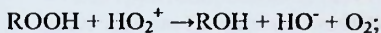
Таким чином, змінивши форму електродів свічки запалювання, можна змінити, а саме збільшити концентрацію носіїв заряду у камері згоряння двигуна, що призведе до додаткового утворення іонів та озону.

Озон відомий як сильний окисник. Він здатен за звичайних умов реагувати з більшістю органічних з'єднань. Швидкості реакцій озону з різними класами органічних з'єднань відрізняються на 6-8, інколи на 10-14 порядків. З олефіновими вуглеводнями озон реагує дуже швидко (константи швидкостей реакцій в залежності від природи замісника біля подвійного зв'язку) мають значення 10^{6-10} л/моль·с. Реакції озону з С-Н зв'язками насичених вуглеводнів мають низькі швидкості, причому швидкість реакцій зростає із зростанням кількості С-Н зв'язків у молекулі вуглеводню. Константи

швидкостей реакцій озону з ароматичними з'єднаннями мають значення 0,028-800 л/моль·с та зростають у ряду бензол-нафталін-фенантрен [4].

Запропонований спосіб додавання озону в паливо-повітряну суміш можна віднести до методів зниження утворених токсичних домішок у вихлопних газах двигуна на стадії горіння паливо-повітряної суміші. У першому випадку вміст токсичних домішок у відпрацьованих газах знижується за рахунок окислення вуглеводнів у гетерогенній фазі паливо-повітряної суміші, а у другому – за рахунок синтезу кисневмісних в рідкій фазі під час дозування озono-повітряної суміші в паливо.

Вплив озону на процес горіння при його мікродобавках у паливо (у зоні оптимальних доз) можна пояснити ланцюговим радикальним механізмом хемодеструкції пероксидних з'єднань, які викликають детонацію у зоні полум'я та утворених в об'ємі під час озонування радикалами RO_2^+ , $HO\cdot$, та HO_2^+ [5].



Експериментальні дослідження роботи двигуна при використанні свічки запалення А17ДВ-1 зміненої конструкції показали зниження вмісту CO у вихлопних газах з 0,6...0,8 % до 0,3...0,35 % при роботі двигуна на холостому ході. Зміна конструкції свічки здійснювалась шляхом свердління в центральному електроді діаметром 2,8 отвору діаметром 1,2 мм глибиною 0,4 мм та збільшенням зазору між центральним та боковим електродами з 0,9 мм до 1,7 мм. Зміну величини критичної напруженості корони при зміні площі поверхні центрального електрода показано на рис. 2.

$S := 1.13, 2.5.. 6.15$

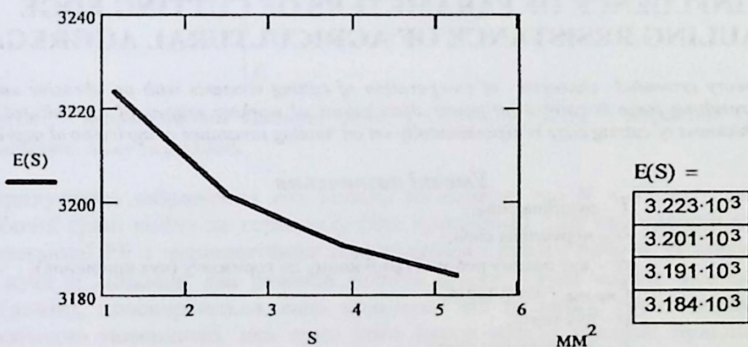


Рисунок 2 – Залежність критичної напруженості електричного поля корони від площі поверхні центрального електрода свічки запалення.

Таким чином, при зміні форми електродів стандартної свічки запалення у вихлопних газах двигуна буде відбуватися зниження вмісту оксидів вуглецю та азоту, вуглеводнів бензину, альдегідів, бензопирену, а також поліпшення технічних характеристик його роботи за рахунок інтенсифікації процесів горіння палива.

Література

1. Якубовский Ю. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды: Пер. с пол.-М.: Транспорт, 1979.-198 с.
2. Малов Р.В., Ерохов В.И., Щетина В.А. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды.-М.: Транспорт, 1982.-200 с.

3. Орешко А.Г.//Вопросы атомной науки и техники. Серия „Плазменная электроника и новые методы ускорения”(3) -2003.- № 4, -С.265-269.
4. Разумовский С.Д., Заиков Г.Е. Озон и его реакции с органическими соединениями.-М.:Наука,1974.- 322 с.
5. Столяренко Г.С. Теоретичні основи гетерофазних озонних процесів і технологія денітрифікації газових потоків: Автореф. дис. д-ра.техн.наук:05.17.01 НТУУ(КПІ).-К., 2000.-32 с.

Одержано 29.05.2006 р.

УДК.621.791

В. Бобрицький

Кіровоградський національний технічний університет

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ РІЗАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН

Теоретично обґрунтовано характер взаємодії різальних елементів з абразивним середовищем. Показано вплив результуючої сили на енергетичні характеристики робочих органів ґрунтообробних машин. Експериментально встановлено вплив товщини різальної кромки на тяговий опір ґрунтообробних агрегатів.

V. Bobritskiy

INFLUENCE OF PARAMETERS OF CUTTING EDGE ON HAULING RESISTANCE OF AGRICULTURAL AGGREGATES

In theory grounded character of co-operation of cutting elements with an abrasive environment. Influence of resulting force is rotined on power descriptions of working organs of agricultural machines. Influence of thickness of cutting edge is experimentally set on hauling resistance of agricultural aggregates.

Умовні позначення

- T – рушійна сила;
- N – нормальна сила;
- α – кут нахилу робочої грані клину до горизонту (кут кришення);
- $F_{тр\ max}$ – сила тертя;
- φ – кут тертя;
- R – результуюча сила;
- L – шлях тертя;
- m – маса частинки ґрунту;
- ρ_a – щільність частинки ґрунту;
- d_a – діаметр частинки ґрунту;
- v – швидкість руху ґрунтообробного агрегату.

Технологічні операції обробітку ґрунту в сільськогосподарському виробництві виконують робочі органи, розміщені на рамах ґрунтообробних машин. Здебільшого вони мають різальні елементи (РЕ).

В основу кожного РЕ покладено клин [1], тому обробку ним ґрунту можна уявити як процес його взаємодії з абразивним технологічним середовищем. Закономірності цього процесу остаточно не встановлені, але відомо, що зношування РЕ суттєво залежить від гранулометричного складу та стану ґрунту, його положення