

УДК. 629.33-6:504

Васильченко В.Ю., Пилипенко О.М., д.т.н.

Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОЗОНОВАНОГО БЕНЗИНУ, ТА ОЦІНКА ТОКСИЧНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ

Досліджено зміну властивостей бензину А — 92, обробленого озоном різної дози, для зменшення токсичності відпрацьованих газів двигуна ГАЗ-3110. Подано рекомендації щодо використання озону для підвищення паливної економічності і екологічності.

Введення

Розвиток в Україні автомобілебудування визначається значними темпами приросту автомобільного парку щорічно на 7 % — 18 %, що потребує додаткового використання вуглеводневого палива та забруднює одночасно довкілля [1]. Щороку з продуктами згоряння палива в атмосферу викидається близько 80 млн. т SO_x , 30-50 млн. т NO_x , 300 млн. т CO та 10-15 млрд. т CO_2 [2]. Зниження дії цих негативних факторів в даний час вирішується методами: вдосконалення конструкції автомобіля та його систем, удосконаленням процесу сумішоутворення і згоряння палива, поліпшенням умов експлуатації та режимів роботи [3].

Таким чином, в умовах підвищення екологічної безпеки автомобільний транспорт (АТ) потребує покращення експлуатаційних властивостей, що могли б без істотної зміни конструкції двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) поліпшити процес згоряння палива і в той же час здатних значно знизити викиди токсичних речовин відпрацьованих газів (ВГ).

Одним із напрямків покращення процесу горіння нафтових палив в ДВЗ є дозування озону в паливо, що надасть можливість підвищувати паливно-економічні і екологічні показники АТ за рахунок рівномірного розподілу кисневмісних сполук у всьому об'ємі палива. Це приведе до зниження градієнта концентрації за киснем у будь-якому елементарному об'ємі паливно-повітряного заряду, зменшення виникнення токсичних речовин на стадії горіння [4].

Обробка бензину озонуванням розглядається, як найбільш перспективний напрямок вирішення паливно-економічних і екологічних показників АТ, але потребує додаткових досліджень.

Метою роботи є дослідження впливу різних доз озону на основні показники властивостей бензину А-92 та зменшення токсичних викидів ВГ двигуна ГАЗ-3110.

Викладення основного матеріалу

Експериментальні дослідження обробленого озоном бензину проводились за одним із основних параметрів, тобто випаровуванням. Воно характеризує умови сумішоутворення і склад паливної суміші у пусковій системі двигуна, схильність бензину до утворення паливних корків у паливній системі двигуна, а також повноту згоряння бензину, а отже і токсичність ВГ. Дослідження впливу бензину, обробленого озоном на токсичність ВГ двигуна ГАЗ-3110, виконувались у лабораторії діагностики кафедри АТЕ ЧДТУ, м. Черкаси.

В роботі використовувалось наступне обладнання:

- прилад для перегонки (розгонки) нафтопродуктів для визначення фракційного складу [5];
- нафтоденсиметр (ареометр) з межами вимірювання $725-780 \text{ кг/м}^3$ для визначення густини палива;
- пластини з електролітичної сталі для визначення корозійних властивостей палива;

- реактор озону (продуктивність якого 1,036 г/год) для обробки палива;
- газоаналізатори 121ФА-01, ГЛ-112.

Об'єктом дослідження є автомобільний товарний бензин марки А-92, отриманий на Черкаській АЗС «Укртатнафта», оброблений дозою озону O_3 (0,2; 0,4; 0,8 г/кг).

Нижче наведені результати експериментальних досліджень обробки палива озonom, що найбільш впливають на зміну таких властивостей бензину, як густина, фракційний склад, масова частка сірки, концентрація фактичних смол.

На рис. 1-4 подані результати експериментальних досліджень кількості бензину, що випарувався, від температури при різних дозах озону[6].

В результаті аналізу отриманих даних встановлено, що кількість випаровування бензину при дозуванні озону залежить від температури і має нелінійний характер. Згідно рис. 1 та рис. 2 температура початку кипіння і перегонки 10 % об'єму палива з ростом концентрації дози озону від 0,2 до 0,8 г/кг незначно починає збільшуватись, що може сприяти погіршенню пускових властивостей двигуна автомобіля при низьких температурах повітря. Разом з цим знижується ймовірність утворення парових корків в системі живлення двигуна при високих температурах навколишнього середовища.

Ці температури свідчать про наявність у паливі легких фракцій, що підтверджує пускові властивості бензинів та можливість утворення пароповітряних закупорок.

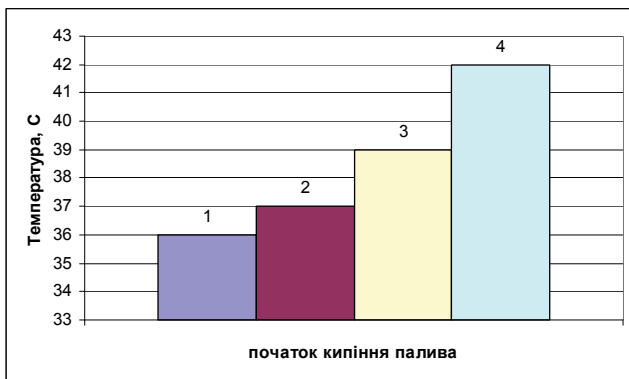


Рис. 1. Фракційний склад початку кипіння палива:

1 – без обробки; 2 – доза озону 0,2 г/кг;
3 – доза озону 0,4 г/кг; 4 – доза озону 0,8 г/кг

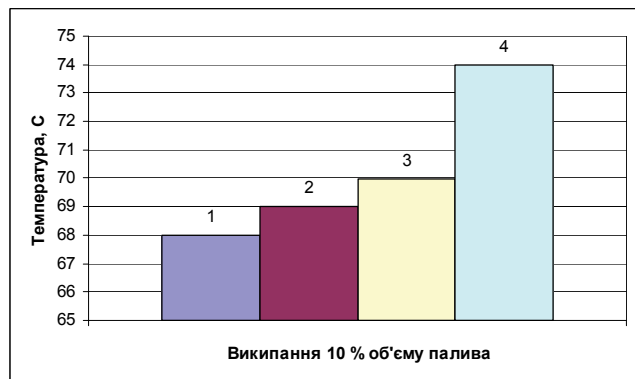


Рис. 2. Фракційний склад википання 10 % палива:

1 – без обробки; 2 – доза озону 0,2 г/кг;
3 – доза озону 0,4 г/кг; 4 – доза озону 0,8 г/кг

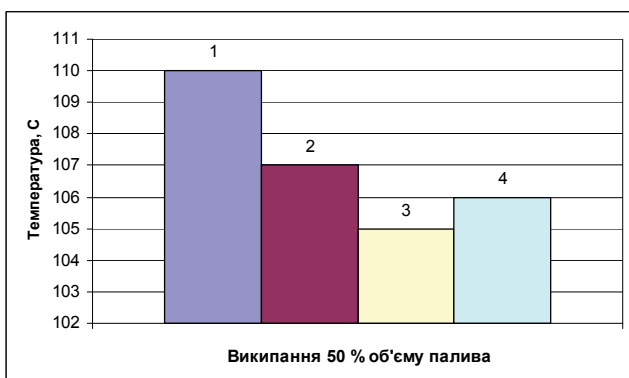


Рис. 3. Фракційний склад википання 50 % палива:

1 – без обробки; 2 – доза озону 0,2 г/кг;
3 – доза озону 0,4 г/кг; 4 – доза озону 0,8 г/кг

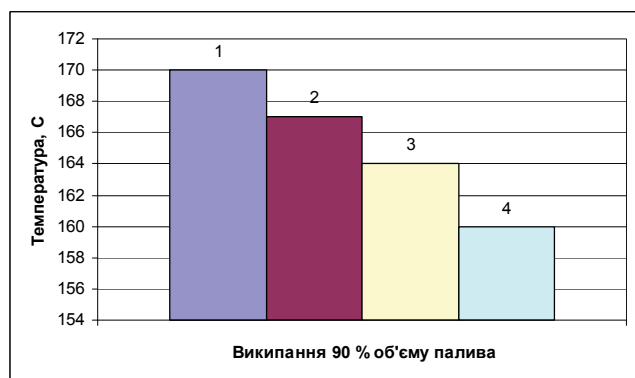


Рис. 4. Фракційний склад википання 90 % палива:

1 – без обробки; 2 – доза озону 0,2 г/кг;
3 – доза озону 0,4 г/кг; 4 – доза озону 0,8 г/кг

Як видно з рис. 3, температура перегонки 50 % об'єму палива, що характеризує приємність двигуна, зменшується при дозі озону від 0,2 до 0,4 г/кг. Це повинно позитивно вплинути на час прогріву двигуна та зменшити витрати часу та палива перед початком руху автомобіля. Підвищення температури википання зростає при дозі озону 0,8 г/кг по відношенню до доз 0,2-0,4 г/кг, але суттєвого погіршення прогріву і зниження стійкої роботи двигуна не спостерігається.

З рис.4 видно зменшення температури перегонки 90 % об'єму бензину, обробленого озоном, що характеризує кращу рівномірність розподілу робочої суміші по циліндрах двигуна і позитивно впливає на сумішоутворення, покращуючи його паливну економічність, що призводить до збільшення його ресурсу.

Аналізуючи отримані результати дослідження фракційного складу бензину А-92, обробленого озоном, відмічено наступне: кисневмісні радикали, які утворюються у всьому об'ємі бензину, рівномірно розподіляються у паливо-повітряній суміші, що впливає на швидкість та повноту проходження послідовно-паралельних реакцій підготовки палива до згоряння. А це суттєво впливає на легкість і надійність пуску, час прогріву двигуна до початку руху автомобіля, витрату палива та інші експлуатаційні властивості.

Результати досліджень показників властивості бензину А-92 для різних концентрацій озону наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Показники властивостей бензину А-92, обробленого різною дозою озону

Показник	Доза озону, г/кг			
	0	0,2	0,4	0,8
Густина при 20 °С, кг/м ³	759	764	769	774
Залишок у колбі, %	1,5	1,4	1,4	1,5
Залишок і втрати, %	3,0	2,5	3,0	3,5
Концентрація фактичних смол, мг/см ³	8,0	0,4	0,7	2,4
Масова частка сірки, %	0,05	0,04	0,03	0,03
Прозорість	прозорий	прозорий	прозорий	мутний
Колір	світло-жовтий	світло-жовтий	світло-жовтий	жовтий
Випробування на мідній пластині	витримує	витримує	витримує	витримує

Як видно із табл. 1, найбільше зниження ступеня осмолення озонованого бензину, що залежить від концентрації фактичних смол, відбувається при дозі озону 0,2 г/кг. Цей ефект можна пояснити зниженням вмісту олефінових вуглеводів при заміні їх на кисневмісні органічні радикали, що буде приводити до підвищення хімічної стабільності палива, а також зниження вірогідності щодо утворення відкладень у елементах паливної апаратури системи живлення двигуна.

Аналіз даних, наведених в табл.1, показав, що при дозуванні озону в бензин суттєвої зміни масової частки сірки немає. Це пояснюється малими дозами озону в паливі, що досліджувалось.

Залежність впливу токсичних викидів ВГ автомобіля ГАЗ-3110 від дози озону для різних частот обертання колінчастого вала двигуна n_d стосовно оксиду вуглецю (СО) наведено на рис. 5, а стосовно вуглеводу (С_nH_m) — на рис.6.

Як видно із наведеного рис. 5, із наростанням частоти обертання n_0 1000 $xв^{-1}$ до 1500 $xв^{-1}$ токсичність складу ВГ по CO поступово знижується для 0,2 $г/кг$ — від 0,18 % до 0,16 %; для 0,4 $г/кг$ — від 0,09 % до 0,08 %, але збільшується при 0,8 $г/кг$ — від 0,58 % до 0,76 %. При досягненні частоти обертання 2000 $xв^{-1}$ виникає зростання складу ВГ (0,2 $г/кг$ — 0,38 %; 0,4 $г/кг$ — 0,36 %; 0,8 $г/кг$ — 0,65 %). Починаючи з частоти обертання 2000 $xв^{-1}$ до 3000 $xв^{-1}$, вміст CO суттєво збільшується, але не перевищує норм згідно вимог [7]. Ефект суттєвого зменшення вмісту CO при різній дозі озону в бензині можна пояснити тим, що відбувається ріст утворення радикалів OH^* , OH_2^* , RO_2^* , які руйнують пероксидні зв'язки.

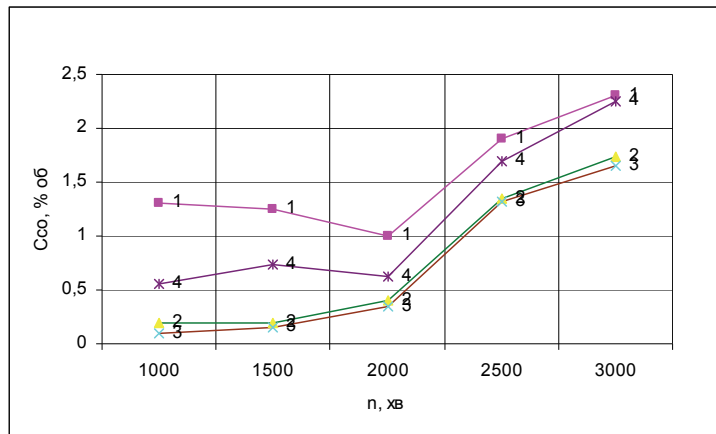


Рис. 5. Залежність викидів оксиду вуглецю від дози озону при різних значеннях частоти обертання колінчастого вала двигуна:

1 – необроблене паливо; 2 – доза озону 0,2 $г/кг$; 3 – доза озону 0,4 $г/кг$;
4 – доза озону 0,8 $г/кг$

З рис. 6 видно, що концентрація вуглеводів $C_{Нм}$ повільно зменшується при частоті обертання n_0 від 1000 $xв^{-1}$ до 2000 $xв^{-1}$, а при подальшому зростанні частоти обертання до 3000 $xв^{-1}$ — зростає. Це відбувається при надмірному збідненні паливо-повітряної суміші. Починаються пропуски запалювання, процес згоряння відбувається неповністю. Внаслідок чого спостерігається значне погіршення паливної економічності, підвищення викидів продуктів неповного згоряння вуглеводів $C_{Нм}$ з ВГ.

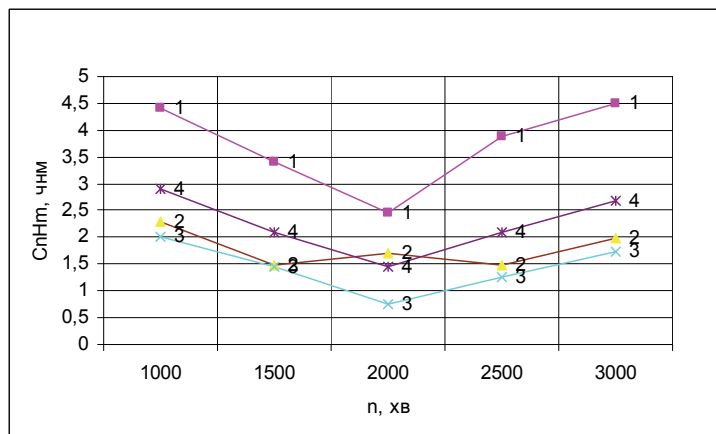


Рис. 6. Залежність викидів вуглеводів від дози озону при різних значеннях частоти обертання колінчастого вала двигуна:

1 – необроблене паливо; 2 – доза озону 0,2 $г/кг$; 3 – доза озону 0,4 $г/кг$;
4 – доза озону 0,8 $г/кг$

Висновки

За результатами проведених досліджень щодо зміни властивостей бензину А-92, обробленого різною дозою озону, на токсичність ВГ двигуна ГАЗ-3110 можна зробити наступні висновки:

1. Фракційний склад бензину, обробленого дозою озону O_3 (0,2 г/кг; 0,4 г/кг; 0,8 г/кг) залежить від температури початку кипіння і википання 10 %, 50 %, 90 % об'єму палива. На основі проведених досліджень визначено оптимальну дозу озону, яка позитивно впливає на підвищення експлуатаційних властивостей двигуна.

2. Зменшення масової частки сірки та концентрації фактичних смол залежить від дозування озону в бензин.

3. Застосування обробки бензину озоном призводить до зниження викидів CO на 55 %, та $CnHm$ — 26 % з відпрацьованими газами.

Список літератури

1. Екологія автомобільного транспорту: навч. посібник / Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В., Говорун А.Г. та ін. — К.: Основа, 2002. — 312 с.
2. Статистичний щорічник України за 2003 рік / за редакцією Осауленка О.Г., відп. за випуск Головка В.А. / Держкомстат України. — К.: Техніка. — 2002. — 644 с.
3. Якубовский Ю. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды: пер. с пол. / Ю. Якубовский. — М.: Транспорт, 1979. — 198 с.
4. Столяренко Г.С. Інтенсифікація процесу горіння бензину у ДВЗ / Г.С. Столяренко, А.В. Громико // Хімічна промисловість України. — 1996. — № 1. — С. 23.
5. Нефтепродукты. Метод определения фракционного состава: ГОСТ 2177-82. — М.: Изд-во стандартов, 1982. — 32 с.
6. Бензини автомобільні. Технічні умови: ДСТУ 4063-2001. — К.: Держстандарт України, 2002. — 9 с.
7. Норми і методи вимірювань вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі: ДСТУ 4277-2004. — К.: Держспоживстандарт України, 2004. — 15 с.

Стаття надійшла до редакції 09.10.09
© Васильченко В.Ю., Пилипенко О.М., 2009