

УДК 665.733(045)

## КОМПАУНДУВАННЯ БЕНЗИНУ А-92 З ЕТИЛОВИМ СПИРТОМ КАВІТАЦІЙНИМ МЕТОДОМ

**С. В. Бойченко**, д-р техн. наук, проф.; **В. Г. Ланецький**, канд. техн. наук, доц.;

**Л. М. Черняк**, канд. техн. наук, доц.;

**М. М. Радомська**, канд. техн. наук, доц.; **О. Г. Кондакова**, асп.

Національний авіаційний університет

E-mail: specially@ukr.net; izabellac@mail.ru

*Наведено результати дослідження впливу гідродинамічної кавітації на октанове число автомобільних бензинів. Встановлено, що результатом обробки палива кавітацією є зміна його октанового числа. Також встановлено необхідність проведення більш детального дослідження компонентного складу бензину до і після обробки кавітацією з метою встановлення структурних змін автомобільного палива, як результат впливу кавітації.*

**Ключові слова:** бензин; етиловий спирт; компаундування; кавітація.

*The influence of cavitation mixing of gasoline grade A-95 and ethanol on its octane number are considered in this article. The results of research of the influence of hydrodynamic cavitation on the octane number of gasolines are described. Defined the influence of hydrodynamic cavitation on the changes of gasolines octane number. Also defined the necessity of more detailed research of gasoline component composition before and after cavitation treatment with the purpose of defining of gasoline hydrocarbon structural changes, as a result of cavitation influence.*

**Keywords:** gasoline; ethanol; compounding; cavitation.

### Вступ

На сьогодні транспорт як галузь економіки будь-якої держави виступає одним з найважливіших чинників антропогенного впливу на навколишнє середовище. Найбільше на стан навколишнього середовища у великих містах, таких як Київ та інші міста, впливає автомобільний транспорт (рис. 1).

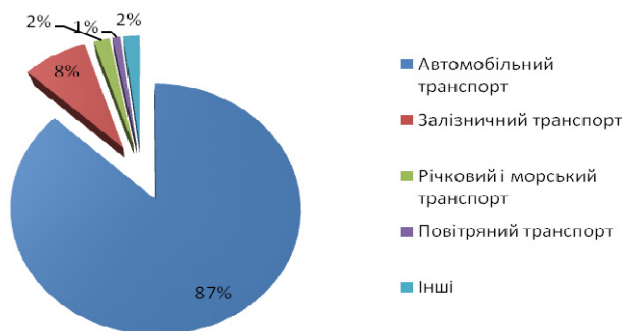


Рис. 1. Внесок різних видів транспорту в забруднення навколишнього середовища

Як стверджують автори праці [1], однією з основних екологічних проблем міста є забруднення повітря та зміна його складу внаслідок промислових та інших викидів у атмосферу, особливо підприємствами енергетичної та транспортної галузей. Індекс екологічного добробуту столиці майже в три рази менший, ніж аналогічний показник інших держав.

Відомо, що до складу відпрацьованих газів автомобільних двигунів належить більше 1000 різноманітних компонентів, з яких лише 200

ідентифіковані. Серед токсичних речовин, що викидаються автомобільним транспортом, містяться оксиди вуглецю, азоту, сірки, важких металів, канцерогенні і мутагенні сполуки, альдегіди, вуглеводні, аерозолі, сірчистий ангідрид та ін. За рік легковий автомобіль забирає з атмосферного повітря близько 4 т кисню, а замість нього викидає 3 т вуглекислого та 0,5 т чадного газів, 90–150 кг незгорілих вуглеводнів, 40 кг оксидів азоту [1–12]. Вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище виявляється: під час руху автомобілів; під час технічного обслуговування; під час функціонування інфраструктури, що забезпечує його дію.

На сьогодні екологічні вимоги до автомобіля і його двигуна є пріоритетними. Так, норми викидів від автотранспорту визначені директивою Європейського союзу (ЄС).

### Постановка завдання

На сьогодні поліпшення експлуатаційних та екологічних властивостей автомобільних бензинів здійснюється за допомогою різних присадок. Зокрема, із застосуванням етанолу як компонента палива. Застосування сумішей бензину з етанолом підвищує екологічну чистоту сучасного автомобільного бензину. Численні дослідження показали, що додавання до автомобільного бензину антидетонаторів, до яких відносять оксигенати (кисневмісні органічні сполуки), у тому числі й етиловий спирт, значно знижують при цьому кількість шкідливих речовин у відпрацьованих газах [2].

### Вирішення завдання

Існують різні технології компаундування бензинів, але переважно вони відрізняються енергозатратами, ефективністю виробництва та впливом на навколишнє середовище. Найбільш перспективна технологія компаундування палива є кавітація, яка забезпечує високий рівень гомогенності отриманої суміші, відсутність розшарування компонентів, а також збільшенню октанового числа суміші палива [3–9].

На кафедрі екології Національного авіаційного університету було проведено дослідження ефективності компаундування автомобільного бензину марки А-92 з етиловим спиртом у кількостях 5, 10, 20 %.

### Дослідна частина

Для проведення дослідження та визначення якості компаундування бензину і етилового

спирту механічним та кавітаційним способами, авторами розроблена методика їх проведення. Параметри, за якими визначалась якість компаундування були октанове число та схильність суміші до розшарування її компонентів.

Дослідження виконувались на установці рис. 2 із наступним доопрацюванням. Проба після кавітатора (генератора коливальних) направлялась не до баку, а в іншу ємність.

Таким чином, суміш, що пройшла через кавітатор, не потрапляла до ємності з паливом для повторного проходження через кавітатор.

Перед початком експериментальних досліджень було відібрано дві проби автомобільного бензину марки А-92 у кількостях 250 см<sup>3</sup> і за допомогою октанометра SX-300 визначено основні параметри проби: температура (Т, °С), октанове число (RON, MON, AKI).

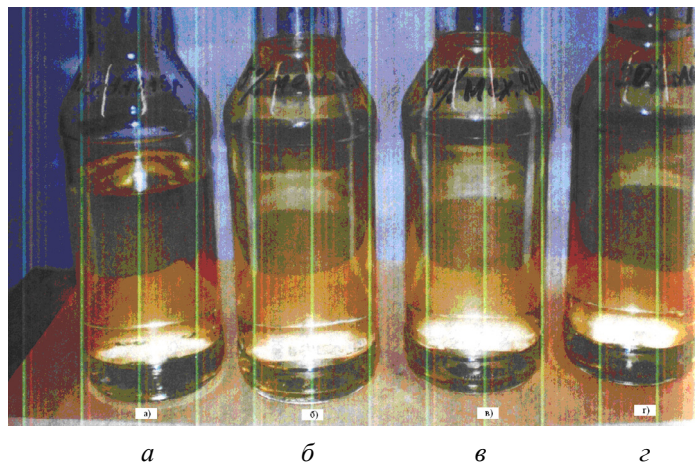


Рис. 2. Компаундування бензину А-92 і етилового спирту механічним способом:  
а — проба бензину А-92 в стані поставки; б — проба з 5 % етилового спирту;  
в — проба з 10 % етилового спирту; з — проба з 20 % етилового спирту

Також було підготовлено такі проби палива у кількості 500 см<sup>3</sup> із різним відсотковим вмістом етанолу:

а) кількість спирту при 5 % співвідношенні

$$x = 500 \cdot 5 / 100 = 25 \text{ см}^3;$$

б) кількість спирту при 10 % співвідношенні

$$x = 500 \cdot 10 / 100 = 50 \text{ см}^3;$$

в) кількість спирту при 20 % співвідношенні

$$x = 500 \cdot 20 / 100 = 100 \text{ см}^3.$$

Відповідно до розробленої методики були взяті проби бензину А-92, визначено октанове число, розрахована кількість етилового спирту з різним відсотковим співвідношенням, розлиті проби бензину і спирту в ємності та механічно змішані. Перевірка параметрів сумішей приготовуваних механічним і кавітаційним способами виконувалась через 5, 10 і т. д. діб.

Після відстоювання суміші були розділені. В одних октанометром SX-300 визначались: температура та октанове число (RON, MON, AKI),

після компаундування механічним способом і результати представлені в табл. 1.

Аналіз результату механічного компаундування (табл. 1) свідчить про збільшення октанового числа 5 % проби: RON на 5,8 одиниці, MON на 5,5 одиниці та AKI на 5,5 одиниць. Проба з 10 та 20% співвідношенням октанометром SX-300 показала «0,00» (нулі).

Оскільки даний пристрій не призначений для визначення октанових чисел зі значеннями більше 125 од. з порадики [пункт 3.5.6, ст. 15 «Руководство пользователя»] свідчить, що у випадку виходу параметрів проби за межі робочого діапазону дисплей висвічує значення «0,00» (нулі).

На рис. 2 наведені фотографії проб з 5, 10 і 20 % співвідношенням етилового спирту у складі автомобільного бензину марки А-92 при компаундуванні механічним способом.

Виявлений осад не був помічений у пробі бензину А-92 ні в стані поставки, ні в 5 і 10 %

пробах. У даному випадку слід провести лабораторний аналіз компонентного складу бензину, що заплановано авторами під час проведення подальших наукових досліджень впливу кавітації на якість компаундування бензину та оксигенатів.

Інші дослідні зразки кавітувались і після відстоювання октанометром SX-300 були визначені: температура та октанове число (RON, MON, AKI), після компаундування кавітаційним способом. Результати показано в табл. 2.

При кавітаційному способі компаундування здійснюється на молекулярному рівні взаємодія бензину А-92 та етилового спирту. У результаті чого октанове число проб зросло до значення

більше 125 од. та призвело до того, що SX-300 був заблокований і дисплей висвітлює у всіх трьох випадках значення «0,00» (нулі), табл. 2. Крім того в пробах було виділено значно більше прозорого осаду (у 5 % пробі — 5 см<sup>3</sup>; у 10 % пробі — 10 см<sup>3</sup>; у 20 % пробі — 20 см<sup>3</sup>) рис. 3.

На рис. 4 наведені графіки залежності октанового числа автомобільного бензину марки А-92 від способу компаундування бензину А-92 з етиловим спиртом.

На графіках чітко видно, що додавання етилового спирту збільшує октанове число суміші як при механічному способі компаундування так і при кавітаційному способі.

Таблиця 1

#### Механічне компаундування бензину А-92 з етиловим спиртом

Параметр	Вихідні характеристики	Вміст етилового спирту у суміші з бензином марки А-92, %		
		5	10	20
RON, од.	94,3	100,1	>125	>125
MON, од.	84,6	90,1	>125	>125
AKI, од.	89,6	95,1	>125	>125

Таблиця 2

#### Кавітаційне компаундування бензину А-92 з етиловим спиртом (дослід від 9.10.2015 р.)

Параметр	Вихідні характеристики	Вміст етилового спирту у суміші з бензином марки А-92, %		
		5	10	20
RON, од.	94,3	>125	>125	>125
MON, од.	84,6	>125	>125	>125
AKI, од.	89,6	>125	>125	>125



а б в з

Рис. 3. Компаундування бензину А-92 і спирту кавітаційним способом:  
а — проба бензину А-92 в стані поставки; б — проба з 5 % етилового спирту;  
в — проба з 10 % етилового спирту; з — проба з 20 % етилового спирту

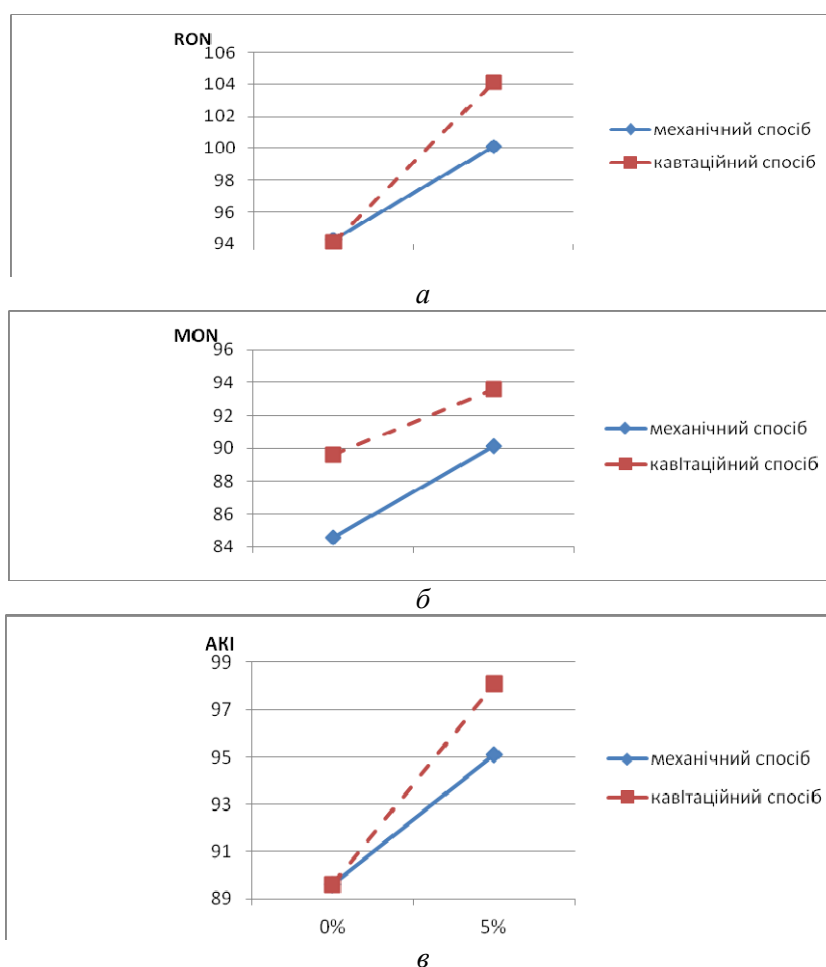


Рис. 2.4. Залежність величини октанового числа суміші бензину А-92 від способу компаундування:

*a* — октанове число визначене дослідним методом;  
*б* — октанове число визначене моторним методом;  
*в* — антидетонаційний коефіцієнт

## Висновки

Отже, у результаті виконання експериментальних досліджень встановлено, що компаундування механічним способом збільшує октанове число при 5 % етилового спирту: RON на 5,8 од., MON на 5,5 од. та АКІ на 5,5 од., а суміші 10 і 20 % етилового спирту підвищує значення октанового числа більше, ніж 125 од. Також визначено, що під час кавітаційного способу компаундування значення октанового числа більше, ніж 125 од., що призводить до блокування октанометра SX-300, у той же час у пробах присутній прозорий осад (у 5 % пробі ~ 5 см<sup>3</sup>; у 10 % пробі ~ 10 см<sup>3</sup>; у 20 % пробі ~ 20 см<sup>3</sup>). Тобто октанове число даних зразків палива вище 100 од. Отже, встановлено, що компаундування бензину А-92 і етилового спирту збільшує октанове число як при механічному, так і кавітаційному способі змішування. Однак при кавітаційному способі суміш більш гомогенна, й октанове число також більше.

Також можна зробити висновок про те, що здатність компонентів до розшарування значно менша.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Зміна клімату міста Києва: проблеми та шляхи їх запобігання*. Колективна монографія / наук. ред. д-р екон. наук, проф. чл.-кор. НАН України В. Д. Базилевич, д-р геогр. наук, проф. С. І. Сніжка. — Дніпропетровськ: Середняк Т. К., 2014. — 216 с.
2. *Етиловий спирт в моторному топливі*; под ред. В. В. Макарова. — М.: ООО «РАУ-Університет», 2005. — 184 с.
3. *Кавітація в жидкостних системах воздушних судов* / М. М. Глазков, В. Г. Ланецкий, Н. Г. Макаренко, И.П. Челюканов. — К.: КИИГА, 1987. — 64 с.
4. *Пилипенко В. В.* Кавитационные колебания / В. В. Пилипенко. — К.: Наук. думка, 1989. — 316 с.
5. *Немчин А. Ф.* Новые технологические эффекты теплопереноса при использовании кавитации / А. Ф. Немчин // Пром. теплотехника. — 1997. — Т. 19, № 6. — С. 39–47.

6. *Витенько Т. Н.* Механизм активирующего действия гидродинамической кавитации на воду / Т. Н. Витенько, Я. М. Гумницкий // *Химия и технология воды.* — 2007. — Т. 29, № 5. — С. 422–432.
7. *Кнэпп Р.* Кавитация / Р. Кнэпп, Дж. Дейли, Ф. Хэммит. — М. : Мир, 1974. — 668 с.
8. *Балабышко А. М.* Гидромеханическое диспергирование / А. М. Балабышко, А. И. Зимин, В. П. Ружицкий. — М. : Наука, 1998. — 330 с.
9. *Витенько Т. Н.* Массообмен при растворении твердых тел с использованием гидродинамических кавитационных устройств / Т. Н. Витенько, Я. М. Гумницкий // *Теор. основы хим. технологии.* — 2006. — Т. 40, № 6. — С. 639–644.
10. *Азаренкова А. О.* Перспективи та недоліки використання біоетанольної добавки до палив моторних сумішевих / А. О. Азаренкова, О. Ф. Аксьонов, С. В. Бойченко // *Вісник Національного транспортного університету.* — К. : НТУ, 2014. — Вип. 30. — С. 3–8.
11. *Бойченко С. В.* Розроблення технічного регламенту щодо вимог до авіаційного бензину та палива для реактивних двигунів / С. В. Бойченко, А. В. Яковлева, А. О. Азаренкова, І. О. Шкільнюк. // *Вісник Національного транспортного університету.* — К. : НТУ, 2014. — Вип. 30
12. *Гарасимчук С. М.* Біохімічний метод отримання етилового спирту / С. М. Гарасимчук, А. О. Азаренкова, М. С. Бойченко, М. Н. Барановський // *Наукоємні технології.* — К. : НАУ, 2014 — Т. 21, №1. — С. 18–21

Стаття надійшла до редакції 19.11.2016