

УДК 621.43:62-631.4

РОЗРАХУНКОВИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА БЕНЗОЕТАНОЛУ

В.П. Мараховський, мол. наук. співр., Інститут проблем машинобудування імені А.М. Підгорного НАН України

Анотація. Запропоновано розрахунковий метод визначення октанового числа бензоетанолу з різним вмістом біоетанолу в бензинах різних марок.

Ключові слова: бензоетанол, октанове число, бензин, біоетанол.

РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА БЕНЗОЭТАНОЛА

В.П. Мараховский, мл. научн. сотр., Институт проблем машиностроения имени А.Н. Подгорного НАН Украины

Аннотация. Предложен расчетный метод определения октанового числа бензоэтанола с различным содержанием биоэтанола в бензинах разных марок.

Ключевые слова: бензоэтанол, октановое число, бензин, биоэтанол.

CALCULATION METHOD OF OCTANE NUMBER DETERMINATION OF GASOLINE ETHANOL MIXTURE

**V. Marakhovsky, junior research worker,
A.N. Podgorny institute for mechanical engineering problems of NAS of Ukraine**

Abstract. Calculation method of the octane number determination of gasoline ethanol mixture with various content of bioethanol in gasoline of different grades is offered.

Key words: gasoline ethanol mixture, octane number, gasoline, bioethanol.

Вступ

Близько 70 % світового виробництва біоетанолу (більш ніж 42 млн тонн) використовується як добавка до бензину для транспортних ДВЗ з іскровим запалюванням [1]. Таке сумішове паливо називають газохол, бензанол або бензоетанол (БЕ) та позначають за відсотковим вмістом біоетанолу в суміші з бензином, наприклад E5, E10, E20 – E70, а E85 містить від 70 до 92 % біоетанолу (залежно від країни-виробника) [2, 3]. В Російській Федерації за ТУ38.401-58-330-2003 залежно від детонаційної стійкості передбачено три марки бензанолу, позначеного як БИ-80, БИ-92 та БИ-95 з об'ємною часткою етанолу 5 – 10 % [3].

Використання БЕ спрямоване на зниження споживання традиційного палива та зменшення рівня шкідливих викидів з відпрацю-

ваними газами, а за рахунок державної підтримки в різних країнах біопаливних технологій для споживача, – і експлуатаційних витрат. Тільки в США налічується близько 6 млн автомобілів нового типу FFV (Flexible Fuel Vehicles), що працюють на БЕ [4].

Особливе значення при виробництві БЕ мають показники, що характеризують детонаційну стійкість, сумішєву стабільність та випаровуваність, які оцінюються відповідно октановим числом (ОЧ), температурою розшарування та фракційним складом і тиском насиченої пари.

У різних країнах використовують як моторні, так і безмоторні та розрахункові методи визначення ОЧ сумішевих палив [5–9]. Однак як розрахункові, так і безмоторні експрес-методи застосовують до однорідних за походженням та за складом палив. Для визначен-

ня ОЧ БЕ ці методи не придатні і дають невпорядковані, часто завищені показники.

Аналіз методів визначення ОЧ показав, що серед великого різноманіття відомих розроблених методів та приладів на їх основі на сьогодні неможливо визначати, проводити експрес-оцінку та прогнозувати ОЧ БЕ різного складу. Єдиними методами, які реалізують прямий вимір ОЧ і не залежать від складу сумішевих палив, залишаються моторний та дослідницький методи, що проводяться на моторних установках.

Мета та постановка задачі

Метою роботи є розробка розрахункового методу визначення ОЧ БЕ з різним вмістом біоетанолу в бензинах різних марок. Відповідно до мети, за експериментально визначеними ОЧ сумішевих моторних палив на базі етанолу і бензину, використовуючи математичні методи, потрібно одержати емпіричну залежність визначення ОЧ БЕ.

Емпірична залежність визначення ОЧ БЕ

Аналіз розрахунків, які виконуються при змішуванні бензинів з різним ОЧ, показує, що співвідношення адитивності виду $ОЧ_{суміші} = \sum ОЧ_i \times M_i$, де M_i – частка i -го компонента палива, для БЕ дають помилкові результати. Бензини з різними значеннями ОЧ мають близькі фізичні властивості, насамперед, за теплою пароутворення, температурою кипіння, тиском насиченої пари та ін. Біоетанол як компонент БЕ має дещо іншу хімічну природу, що зумовлено наявністю полярної гідроксильної групи, і за зазначеними властивостями значно відрізняється від бензину.

За експериментальними даними [10] побудуємо графіки залежності ОЧ БЕ, визначених за моторним методом, від вмісту етанолу в БЕ. Для невизначених ОЧ БЕ з базовими бензинами інших марок проведемо апроксимацію кусково-лінійним способом, використовуючи допоміжні програми [11]. Всі криві залежностей ОЧ БЕ (рис. 1) з різними базовими бензинами мають однотипний характер і сходяться в одну точку ОЧ при 100 % етанолу, що за різними оцінками складає 94–96 одиниць ОЧ (за моторним методом) [12].

Усі наведені на рис. 1 графічні залежності апроксимуємо логарифмічною функцією

$$y = a \ln x + b. \tag{1}$$

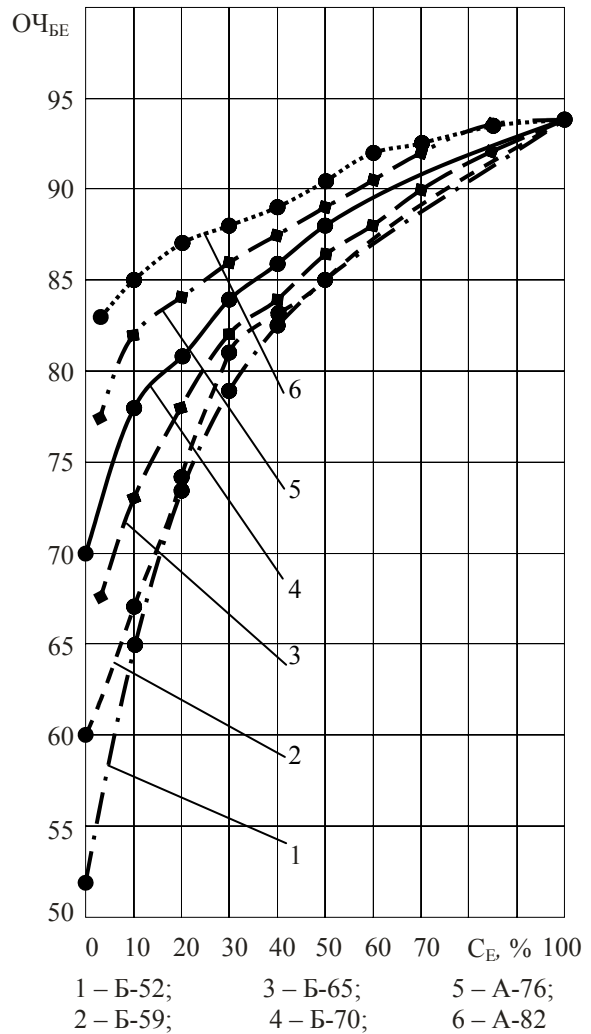


Рис. 1. Експериментальні [10] та апроксимовані за [11] залежності ОЧ БЕ від вмісту в ньому етанолу

Як приклад побудований та апроксимований графіки для базового бензину А-76 показані на рис. 2.

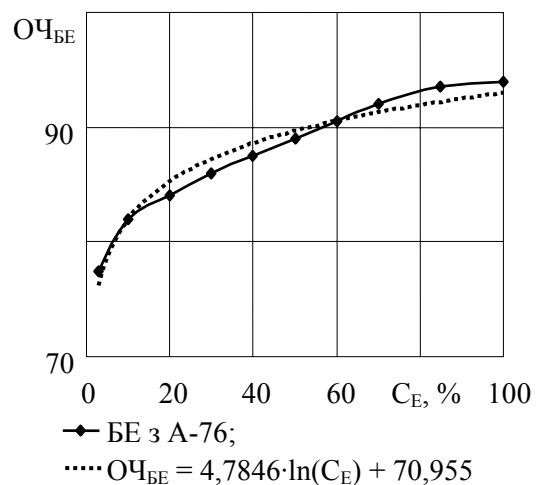


Рис. 2. Залежність ОЧ БЕ від вмісту в ньому етанолу і базового бензину А-76

Отримані числові значення коефіцієнтів a_i і b_i базових бензинів з різними ОЧ зведено в табл. 1.

Таблиця 1 Коефіцієнти a_i та b_i для базових бензинів з різними ОЧ₀

ОЧ ₀	a_i	b_i
53	11,5890	77,9970
65	7,7092	56,6800
70	6,3042	63,4680
76	4,7846	70,9550
82	3,2920	77,9970

Для знаходження коефіцієнтів a та b побудуємо графік виду $a_i = f_1(\text{ОЧ}_0)$, $b_i = f_2(\text{ОЧ}_0)$ за даними табл. 1. Апроксимувавши їх лінійною залежністю $y = cx + d$ (рис. 3, 4), одержимо значення a та b .

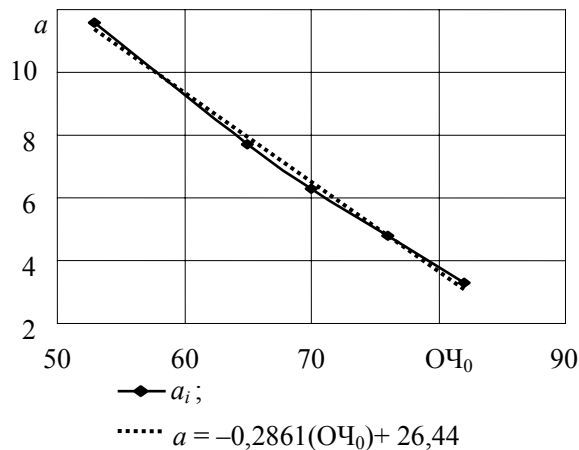


Рис. 3. Залежність коефіцієнта a від ОЧ базових бензинів

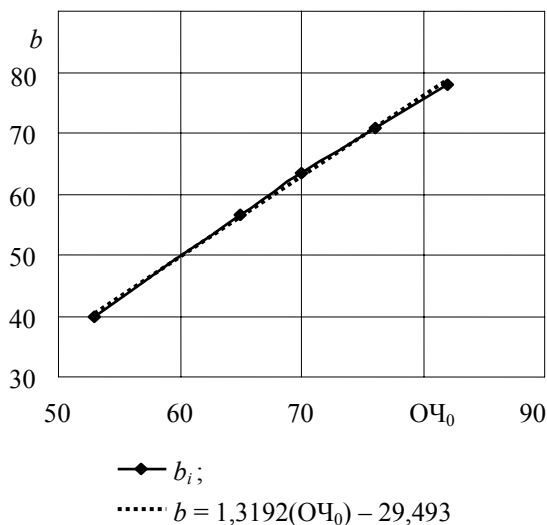


Рис. 4. Залежність коефіцієнта b від ОЧ базових бензинів

Підставивши значення a та b у формулу загального виду (1), одержимо відносно просту емпіричну залежність

$$\text{ОЧ}_{\text{БЕ}} = [26,44 - 0,29(\text{ОЧ}_0)] \cdot \ln C_E + [1,32(\text{ОЧ}_0) - 29,49], \quad (2)$$

де $\text{ОЧ}_{\text{БЕ}}$ – октанове число БЕ; ОЧ_0 – октанове число базового бензину; C_E – вміст етанолу в БЕ, % (об'ємні частки).

Порівняння розрахункових значень ОЧ БЕ за формулою (2) з вихідними даними показало, що відносна похибка для ОЧ БЕ з різним базовим бензином змінюється в межах від 0,01 до 4,58 %.

Таким чином, запропонована емпірична залежність (2) дозволяє з достатнім ступенем точності визначати ОЧ БЕ залежно від відсоткового вмісту в ньому біоетанолу та ОЧ базового бензину. Формула не претендує на високу точність розрахунку ОЧ БЕ, визначеного на моторній установці за вимогами [6]. Але вона дозволяє оперативно визначати ОЧ сумішевих палив з різним вмістом біоетанолу.

Висновки

За підсумками виконаного дослідження, узагальнення та аналізу експериментальних даних розроблено емпіричну залежність для визначення октанового числа БЕ, що дозволяє проводити експрес-оцінку ОЧ БЕ з відносною похибкою, яка не перевищує 5 %.

Запропонована залежність дозволить оптимізувати склад бензоетанолу для забезпечення необхідного ОЧ, використовуючи в якості базових низькооктанові марки бензину, що дасть змогу знизити собівартість сумішевого палива та його споживчу ціну.

Література

1. Брагинский О.Б. Альтернативные моторные топлива: мировые тенденции и выбор для России / О.Б. Брагинский // Российский химический журнал. – 2008. – Т. ЛП, № 6. – С. 137–146.
2. Спиртовмісні палива / Є.В. Полункін // Вісник НАУ. – 2010. – № 2. – С. 137–141.
3. БЕНЗАНОЛ: российский биоэтанол. Электронный ресурс / В.П. Баранник и // Горюче-смазочные материалы. – 2009. –

- Режим доступа: http://www.ethanol.kiev.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=112%3Abenzanol-russian-bioethanol&catid=44%3Abasic-news&Itemid=1&lang=ru
4. Спирт для бензобака. Коллекция фактов. Электронный ресурс // Washington ProFile. – 2007. – Режим доступа: <http://www.cbio.ru/modules/news/article.php?storyid=2687>.
 5. ДСТУ 4063-2001. Бензини автомобільні. Технічні умови. – На заміну ГОСТ 2084-77, чинний від 2002-07-01. – К.: Держстандарт України, 2002. – 9 с.
 6. ГОСТ 511-82. Топливо для двигателей. Моторный метод определения октанового числа. – Взамен ГОСТ 511-66; введен 08.12.2003. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 14 с.
 7. ГОСТ 8226-82. Топливо для двигателей. Исследовательский метод определения октанового числа. – Взамен ГОСТ 8226-82; действует с 08.12.2003. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 12 с.
 8. Шапов А.В. Применение ультразвука для определения октанового числа бензина / А.В. Шапов // Приоритеты развития отечественного автотракторостроения и подготовки инженерных и научных кадров: материалы 65-й Междунар. научн.-техн. конф. «Ассоциации автомобильных инженеров», Москва, 2009. – М.: МГТУ «МАМИ», 2009. – Кн. 3. – С. 166-175.
 9. Гуреев А.А. Автомобильные бензины. Свойства и применение / А.А. Гуреев, В.С. Азев. – М.: Нефть и газ, 1996. – 444 с.
 10. Папок К.К. Словарь по топливам, маслам, смазкам, присадкам и специальным жидкостям (химмотологический словарь) / К.К. Папок, Н.А. Рагозин. – М.: Химия, 1975. – 392 с.
 11. Шемарев М. Адаптивное разбиение кри-вых Безье / М. Шемарев // Российский журнал для программистов (RSDN). – 2005. – № 3. – С. 18.
 12. Мараховский В.П. Перспективы использования бензоспиртовых топлив в Украине / В.П. Мараховский, В.Н. Бганцев // Автомобильный транспорт: сб. научн. тр. ХНАДУ – 2007. – Вып. 20. – С. 92–94.
- Рецензент: Ф.И. Абрамчук, профессор, д.т.н., ХНАДУ.
- Стаття надійшла до редакції 18 травня 2011 р.
-
-