

Рисунок 1 – Кінематична схема реалізації процесу нарізання циліндричних зубчастих коліс

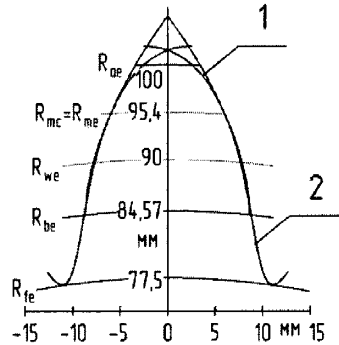


Рисунок 2 – Евольвентний (1) та модифікований синусоподібний (2) профілі зубців ( $Z=18$ ,  $m=10$  мм,  $e=12,22$  мм)

УДК 662.758.2

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОЕТАНОЛУ НА ДВЗ

*В.М. Мельник, Т.Й. Войцехівська*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, [vasjamel1380@gmail.com](mailto:vasjamel1380@gmail.com)*

Україна належить до країн, які мають дефіцит власних енергоносіїв. Забезпечення своїми енергоносіями лишень на 50 %, а в нафті на 10-12 %, в природному газі – до 30 %.

Спиртова промисловість України може забезпечити енергетичну безпеку України шляхом переобладнання своїх виробничих потужностей для виробництва біопалива.

Розширення виробництва і застосування біоетанолу та його похідних пов'язане насамперед з державною підтримкою цієї галузі.

Існує два основні критерії оцінки альтернативних видів моторного палива, а саме:

- відповідність їх властивостей властивостям стандартних моторних палив;

- низька собівартість їх виготовлення порівняно з існуючими моторними паливами.

Перспективним альтернативним паливом для використання в двигунах є спирти та відходи від їх виробництва у чистому вигляді, та в сумішах з бензинами та дизельними паливами у певних співвідношеннях [1, 2].



Використання спиртів та сполук на їх основі на серійних бензинових двигунах без суттєвих змін в конструкції можливе лише при обмеженому додаванні їх до основного палива (бензину) [2].

У ряді країн світу вже застосовуються бензини з 10...15 % різних паливних домішок. Зокрема суміш бензину з етанолом (10...12 %) успішно використовується у США та Канаді, а також у Бразилії, де її виробництво здійснюється на основі національної програми. У США 80 % виробленого етанолу використовується як паливо. У Франції застосовується пальне з вмістом у ньому 5 % етанолу [3].

У наш час для зменшення обсягу імпорту нафти та нафтопродуктів доцільно організувати виробництво паливного спирту при додаванні якого у кількості 6...12 % до бензину не потрібно вносити зміни в конструкції двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) [4].

У зв'язку з тим, що в етанолу, в порівнянні з бензином, вище октанове число (ОЧ), при переведенні двигуна на живлення етанолом можна суттєво підвищити міру стиску і таким чином збільшити коефіцієнт корисної дії ДВЗ і покращити його паливну економічність [3-6].

Як видно з наведеного вище, етанол є перспективним моторним паливом, а тому метою роботи є оцінка економічної ефективності застосування етанолу у якості моторного палива.

Одним із способів використання біоетанолу, як добавок до бензинів, є спосіб змішування їх з бензинами у певному об'ємному чи масовому співвідношенні з подальшою подачею цього еквівалентного за детонаційною стійкістю і енергоємністю палива в циліндри ДВЗ [7].

Доцільність використання добавок біоетанолу до бензину визначається за методикою [7] якцо:

$$C_{TB} \geq (C_B \cdot q_B + C_E \cdot q_E) \cdot k, \quad (1)$$

де  $C_{TB}$  – роздрібна ціна однієї тонни товарного бензину, грн./т;

$C_B$  – роздрібна ціна однієї тонни бензину, що використовується в ЕП, грн. /т;

$C_E$  – роздрібна ціна однієї тони біоетанолу, грн./т;

$q_B$  – масова частка бензину в ЕП;

$q_E$  – масова частка біоетанолу в ЕП;

$k$  – коефіцієнт, який враховує збільшення витрати ЕП, і визначається з рівняння балансу теплоти, яка міститься в товарному бензині та ЕП [7].

Нижчу теплоту згоряння ЕП знаходимо за формулою [7]:

$$h_{HEП} = h_{HB} \cdot q_B + h_{HE} \cdot q_E, \quad (2)$$



де  $h_{HE}$  – нижча теплота згоряння біоетанолу, яка згідно [7]  $h_{HE} = 30000$  кДж/кг, густина  $\rho_E = 791$  кг/м<sup>3</sup>, ОЧ<sub>д</sub> – 113 та середнього молекулярна маса  $M_E = 46,068$  кг/моль;  $h_{HB}$  – нижча теплота згоряння бензинів,  $h_{HB} = 44000$  кДж/кг.

З урахуванням формули (2) отримуємо:

$$k = \frac{h_{HB}}{h_{HB} \cdot q_B + h_{HE} \cdot q_E} \quad (3)$$

Значення коефіцієнта  $k$  залежно від масової частки біоетанолу в ЕП наводяться в табл. 1.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнта  $k$  в залежності від масової частки етанолу в ЕП

$q_E$	0,1	0,3	0,4	0,6	0,8	1
$k$	1,03	1,11	1,15	1,24	1,34	1,47

Для розрахунку комерційної ефективності необхідно мати залежність зміни ціни товарного бензину від октанового числа (Ч). Виходячи з роздрібних цін товарних бензинів на час проведення розрахунків, вартість однієї тонни становила: А-80 – 28055 грн./т (офіційно не виробляється), А-92 – 34653 грн./т, А-95 – 36111 грн./т, А-95+ – 36805 та А-98 – 40694 грн./т.

Значення ОЧ необхідного для змішування розраховують за залежністю:

$$\Delta OЧ_B = OЧ_{TB} - \Delta OЧ, \quad (4)$$

де  $\Delta OЧ$  – приріст октанового числа суміші бензину і біоетанолу, який визначається за процентним вмістом етанолу в ЕП, і визначається за залежністю (5):

$$\Delta OЧ_D = 0,3307 \cdot (\%E) + 0,1386. \quad (5)$$

У розрахунку комерційної ефективності використання біоетанолу, як добавки до бензину необхідною технічною умовою має бути забезпечення однакових октанових чисел ЕП у порівнянні з товарним бензином.

Через те, що із зменшенням ОЧ бензину роздрібна ціна його зменшується, для досягнення комерційної ефективності ЕП, спочатку з рівняння (5) визначають зміну  $\Delta OЧ_D$  від процентного вмісту



біоетанолу в ЕП, а далі з рівняння (4) – октанове число бензину, який доцільно використовувати в ЕП, а з рівняння (1) – одержуємо ціну бензину, що використовується в ЕП.

Як свідчать дослідження, за рахунок використання біоетанолу в суміші з бензином можна досягнути зменшення витрат на паливо за рахунок:

- 1) використання у паливних сумішах більш дешевого етанолу;
- 2) використання для приготування суміші дешевого низькооктанового бензину.

Отже, для прийнятих цін на бензини і біоетанол з проведених досліджень видно, що із збільшенням процентного вмісту біоетанолу в ЕП до 80 % досягається збільшення комерційної ефективності за рахунок використання в ЕП бензину з низьким ОЧ, що дозволяє знизити вартість отриманого палива від 5,8 % до 30 %.

#### Літературні джерела

- 1 Venkateswara R. S. Alcohols as alternative fuels. An overview / S.R. Venkateswara, D.K. Ajay. – Applied Catalysis A: General, 2011. – P. 1–11.
- 2 Peter A. Gabele. Characterization of Emissions from Vehicles Using Methanol and Methanol-Gasoline Blended Fuels / Peter A. Gabele, James O. Baugh, Frank Black & Richard Snow. – Journal of the Air Pollution Control Association, 2012. – P. 1168-1175.
- 3 Chen H. The controversial fuel methanol strategy in China and its evaluation / H. Chen, L. Yang, P. Zhang, A. Harrison. – Energy Strategy Reviews, 2014. – P. 28-33.
- 4 Machiela. P. Summary of the Fire Safety Impacts of Methanol as a Transportation Fuel. – SAE, 2001. – 113 P.
- 5 Цирлин Ю. А. Этиловый спирт - добавка к моторному топливу. Обзор ОНТИ ТЭИ микробиопром. – М. – 1984. – 31 с.
- 6 Терентьев Г.А. Производство альтернативных моторных топлив и их применение на автомобильном транспорте / Г.А. Терентьев, В.М. Тюков, Ф.В. Смаль. – М.: ЦНИИТЭнефтехим. – 1989. – 89 с.
- 7 Гутаревич Ю.Ф. Оцінка ефективності додавання спиртових сполук до бензину / Ю.Ф. Гутаревич, А.Г. Говорун, А.О. Корпач, О.Г. Мороз // Автошляхових України. - 2004. - № 3. - С. 17-19.