

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БІОЕТАНОЛУ НА ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Козак Ф.В., Мельник В.М., Прунько І.Б., Войцехівська Т.Й.,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Анотація. Досліджено залежності зміни ціни використаного бензину в паливних сумішах залежно від процентного вмісту в ньому біоетанолу. Для прийнятих цін на бензини і біоетанол із проведених досліджень випливає, що зі збільшенням процентного вмісту біоетанолу в еквівалентному паливі до 80 % досягається збільшення економічної ефективності, завдяки використанню низькооктанового бензину, і, в результаті, вартість отриманого палива знижується від 5,8 % до 30 %.

Ключові слова: відновлювані джерела, біоетанол, паливо, екологія, ефективність, економія.

Вступ

Дослідження альтернативних видів моторного палива з відновлюваних джерел набувають поширення в Україні та світі. Це пояснюється посиленням екологічних вимог до товарних палив та відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання шляхом введення норм Євро-6.

Проблеми екологічної безпеки автомобільного транспорту давно стали складовою частиною екологічної безпеки кожної країни. Значущість і гострота цієї проблеми зростають з кожним роком через щорічне збільшення викидів автотранспортними засобами забруднюючих речовин в атмосферу (в середньому на 3–5 %). Україна належить до країн, які мають дефіцит власних енергоносіїв. Забезпеченість своїми енергоносіями – лише на 50 %, а нафтою на 10–12 %, природним газом – до 30 %.

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

Встановлено, що останніми роками у світі постійно зростає інтерес до відновлюваних джерел енергії, зокрема до застосування біоетанолу як компонента моторних палив.

В Україні створено потужності для виробництва паливного етанолу на рівні 160 тис. т/рік, а також розроблено нормативну базу для використання його як біопалива, тому спиртова промисловість є однією зі складових функціонування цього процесу, що в кінцевому результаті виведе її на новий рівень розвитку.

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

Аналіз публікацій

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

- відповідність їх властивостей властивостям стандартних моторних палив;
- низька собівартість їх виготовлення порівняно з існуючими паливами.

На сьогоднішні широко використовуються як моторні палива спирти у чистому вигляді, а також у сумішах із бензином і дизельним паливом у певних пропорціях [1, 2].

Але застосування спиртів на двигунах внутрішнього згорання без змін у конструкції системи живлення можливе тільки у разі додавання їх у невеликих порціях [2].

Світовий досвід говорить, що використання у суміші з бензином 10–15 % відсотків етанолу не справляє негативного впливу на техніко-експлуатаційні показники роботи двигуна внутрішнього згорання, а тому вказана суміш вже застосовується у Канаді, США та Європі. У Бразилії виробництво етанолу здійснюється за рахунок реалізації національної програми щодо альтернативних палив [3]. США досягли показника 80 % використання виробленого етанолу як палива для двигунів і планують нарощувати ці показники [3, 4].

Отже, для зменшення дефіциту вуглеводневого палива та розвитку власного виробництва, створення додаткових робочих місць в Україні необхідно запровадити застосування спирту як добавок до бензину в кількості

6–12 %, що не вимагатиме внесення змін у конструкцію системи живлення двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) та суттєво не вплине на його техніко-експлуатаційні показники.

Згідно з даними, отриманими вченими Німеччини, етанол більш придатний як домішка до нафтового палива, ніж метанол, оскільки етанол більшою мірою підвищує розчинність води в бензині, знижуючи небезпеку розшарування [5]. Використання метанолу пов'язане з небезпекою для здоров'я людей: допустима концентрація його в повітрі робочої зони становить 5 мг/м³, в той час як для етанолу вона становить 1000 мг/м³, для бензину – 100 мг/м³ [6].

За рахунок високого октанового числа (ОЧ) етанолу ДВЗ, переведений на живлення чистим етанолом, має відповідати мірі стискування понад 10 од., що покращить ККД двигуна та збільшить його економічність [3–8]. Таким чином, можна стверджувати, що етиловий спирт як моторне паливо в ДВЗ може використовуватись двома шляхами: в суміші з бензином та в чистому вигляді [9–12].

На кафедрі двигунів і теплотехніки Національного транспортного університету були проведені порівняльні стендові випробування двигуна MeM3-245, обладнаного карбюраторною системою живлення. Під час роботи на штатному бензині й на суміші бензину та ВКД з 10 % і 20 % її добавками встановлено, що при переході двигуна на живлення сумішевыми паливами з ВКД горюча суміш, що поступає в циліндри двигуна, збіднюється, а максимальний вміст ВКД у сумішевих паливах для карбюраторних двигунів не повинен перевищувати 20 % [13–15].

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

Мета і постановка завдання

Метою досліджень є оцінка доцільності використання біоетанолу в еквівалентному паливі (ЕП) з огляду на економічну ефективність. Розрахунки економічної ефективності добавки біоетанолу (Е) до товарного бензину будемо проводити з огляду на комерційні витрати на пальне.

Матеріали досліджень

Одним зі способів використання біоетанолу є добавка до бензинів у необхідній про-

порції та подавання отриманого ЕП в циліндри ДВЗ [16].

Для забезпечення економічної ефективності застосування ЕП на ДВЗ необхідно дослідити вплив добавок біоетанолу на собівартість отриманих паливних сумішей.

Доцільність використання добавок біоетанолу до бензину визначається за методикою [16, 17], якщо

$$Ц_{ТБ} \geq (Ц_{Б} \cdot q_{Б} + Ц_{Е} \cdot q_{Е}) \cdot k, \quad (1)$$

де $Ц_{ТБ}$ – вартість тонни бензину, грн /т; $Ц_{Б}$ – вартість тонни бензину, використаного в отриманому ЕП, грн /т; $Ц_{Е}$ – вартість тонни біоетанолу, грн/т; $q_{Б}$ – масова частка бензину в ЕП; $q_{Е}$ – масова частка біоетанолу в ЕП; k – коефіцієнт збільшення витрати отриманого ЕП у порівнянні з товарними бензинами, що розраховується за допомогою рівняння балансу теплоти [16].

Нижчу теплоту згоряння ЕП розраховуємо за формулою [16]

$$h_{НЕП} = h_{НБ} \cdot q_{Б} + h_{НЕ} \cdot q_{Е}, \quad (2)$$

де $h_{НЕ}$ – нижча теплота згоряння біоетанолу, яка, згідно [17], $h_{НЕ}=30000$ кДж/кг, густина $\rho_{Е}=791$ кг/м³, ОЧд – 113 та середня молекулярна маса $M_{Е}=46,068$ кг/моль; $h_{НБ}$ – нижча теплота згоряння бензинів, $h_{НБ}=44000$ кДж/кг [16].

З урахуванням формули (2) отримуємо

$$k = \frac{h_{НБ}}{h_{НБ} \cdot q_{НБ} + h_{НЕ} \cdot q_{Е}}. \quad (3)$$

Розрахункові величини коефіцієнта k подані у вигляді табл. 1.

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

$q_{Е}$	0,1	0,3	0,4	0,6	0,8	1
k	1,03	1,11	1,15	1,24	1,34	1,47

На першому етапі нами побудовано графічну залежність впливу октанового числа на вартість бензину. Ціни на товарні бензини на час проведення дослідження в Україні в середньому по АЗС були такими: 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, що показано графічно на рис. 1.

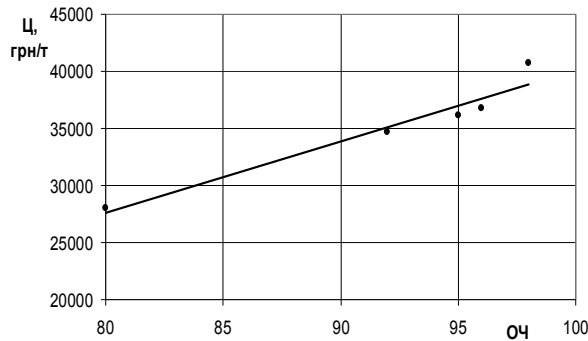


Рис. 1. Вплив октанового числа на вартість товарного бензину

Виходячи з рис. 1, залежність описується поліномом

$$Ц_{\text{ТБ}} = 624,02 \cdot \text{ОЧ} - 22270, \quad (4)$$

де ОЧ – значення октанового числа бензину. Коефіцієнт кореляції для кривої (рис. 1) $R^2=0,95$. Значення ОЧ, необхідного для змішування, розраховують за залежністю

$$\text{ОЧ}_{\text{Б}} = \text{ОЧ}_{\text{ТБ}} - \Delta\text{ОЧ}, \quad (5)$$

де $\Delta\text{ОЧ}$ – приріст октанового числа суміші бензину і біоетанолу, який визначається за процентним вмістом етанолу в ЕП і розраховується за залежністю (7), отриманою як рівняння опису кривої (рис. 3).

У розрахунку комерційної ефективності використання біоетанолу як складника товарного бензину необхідною умовою є забезпечення рівних октанових чисел ЕП і бензину.

На рис. 2, за результатами розрахунків, побудовано криву зміни ОЧ бензину від процентного масового вмісту в ньому біоетанолу.

Дані залежності описуються такими аналітичними рівняннями

$$\text{ОЧ}_{\text{Д}} = 0,3307 \cdot (\%E) + 79,861, \quad (6)$$

де $\text{ОЧ}_{\text{Д}}$ – октанове число суміші біоетанолу і бензину за дослідним методом. Коефіцієнт кореляції для аналітичної залежності (6), рівний $R^2=0,99$.

Залежність приросту $\Delta\text{ОЧ}_{\text{Д}}$ бензину (визначеного з рис. 2) від процентного вмісту в ньому біоетанолу зображена на рис. 3.

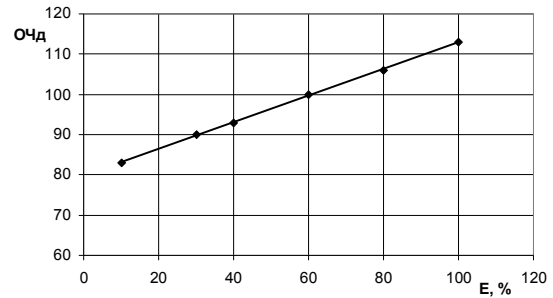


Рис. 2. Вплив біоетанолу на октанове число ЕП

Аналітично залежність описується поліномом такого виду з коефіцієнтом кореляції $R^2=0,99$

$$\Delta\text{ОЧ}_{\text{Д}} = 0,3307 \cdot (\%E) + 0,1386. \quad (7)$$

Оскільки зниження ОЧ бензину зменшує його вартість, то для досягнення економічної ефективності використання ЕП за допомогою рівняння (7) визначалась зміна $\Delta\text{ОЧ}_{\text{Д}}$ від вмісту біоетанолу в ЕП, а з рівняння (5) – розраховувалось октанове для бензину, що доцільно використати в ЕП; за рівнянням (4), розраховувалась ціна бензину застосованого в ЕП.

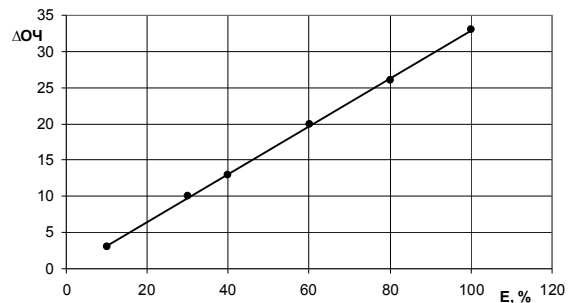


Рис. 3. Залежності приросту $\Delta\text{ОЧ}_{\text{Д}}$ ЕП від вмісту біоетанолу

Економічна ефективність використання ЕП оцінювалася за різницею вартості тонни бензину й еквівалентної за теплою згоряння кількості ЕП за залежністю

$$\Delta E_{\text{К}} = Ц_{\text{ТБ}} - (Ц_{\text{Б}} \cdot q_{\text{Б}} + Ц_{\text{Е}} \cdot q_{\text{Е}}) \cdot k. \quad (8)$$

У розрахунках взято вартість однієї тонни біоетанолу – 19500 грн/т (за даними Державного концерну «Укрспирт»).

Для дослідження економічної ефективності використання ЕП нами отримані криві

зміни ціни використаного бензину ($C_{БЕП}$) за методикою [16, 17] залежно від вмісту біоетанолу (рис. 4, а, б).

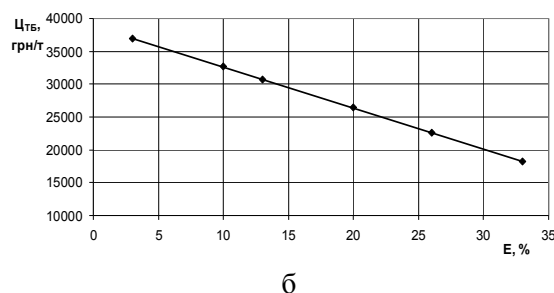
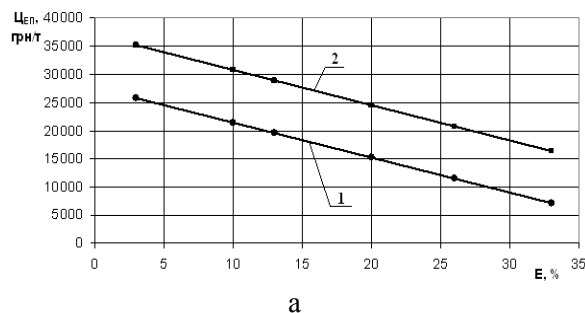


Рис. 4. Вплив біоетанолу на вартість бензину, використаного в ЕП: а – 1 – зниження вартості бензину А-80 у процесі додавання біоетанолу; 2 – А-95 у процесі додавання біоетанолу; б – А-98 у процесі додавання біоетанолу

Вказані залежності мають такі аналітичні рівняння:

$$C_{БЕП80} = -624,02 \cdot (\%E) + 27652, \quad (9)$$

$$C_{БЕП95} = -624,02 \cdot (\%E) + 37012, \quad (10)$$

$$C_{БЕП98} = -624,02 \cdot (\%E) + 38884; \quad (11)$$

коефіцієнти кореляції для рівнянь (9), (10), (11) знаходяться в межах $R^2=1$.

Застосування різних ЕП забезпечується додаванням до бензинів різної кількості біоетанолу, а отже економічна ефективність використання ЕП буде різною. У процесі додавання біоетанолу до бензину нами розраховано економічну ефективність. За результатами розрахунків побудовано криві зміни економічної ефективності використання біоетанолу в ЕП (рис. 5, а, б).

Одержані графічні залежності економічної ефективності використання біоетанолу в ЕП описуються такими рівняннями:

$$\Delta E_{80} = -2,398 \cdot (\%E)^2 + 245,57 \cdot (\%E) - 174,18, \quad (12)$$

$$\Delta E_{95} = -2,0713 \cdot (\%E)^2 + 304,4 \cdot (\%E) - 1434,4, \quad (13)$$

$$\Delta E_{98} = -2,0061 \cdot (\%E)^2 + 316,17 \cdot (\%E) - 1285,5; \quad (14)$$

коефіцієнт кореляції для рівнянь (12), (13), (14) рівний $R^2=0,99$.

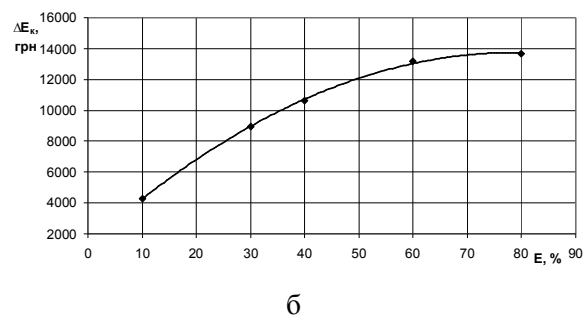
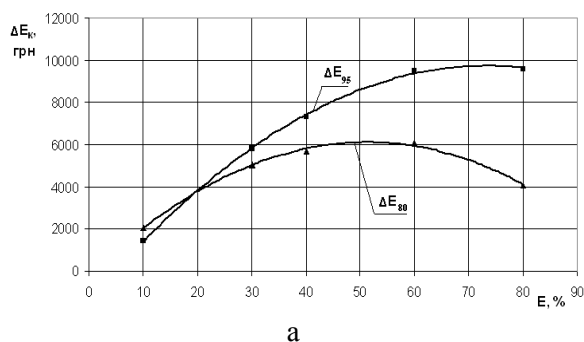


Рис. 5. Вплив біоетанолу на економічну ефективність застосування ЕП

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

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

Висновки

За результатами дослідження для використаних цін на біоетанол та бензин встановлено, що зі збільшенням проценту вмісту біоетанолу в ЕП до 80 % відбувається зростання економічної ефективності використання біоетанолу у зв'язку із застосуванням в ЕП бензинів з низьким ОЧ.

Отже, зниження вартості отриманих ЕП коливається від 5,8 % до 30 %.

Література

- Venkateswara R. S. Alcohols as alternative fuels. An overview / S.R. Venkateswara, D.K. Ajay. – Applied Catalysis A: General, 2011. – P. 1–11.
- 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.
- 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.
- Machiela. P. Summary of the Fire Safety Impacts of Methanol as a Transportation Fuel. – SAE, 2001. – 113 P.
- Цирлин Ю.А. Этиловый спирт – добавка к моторному топливу. Обзор ОНТИ ТЭИ микробиопром / Ю.А. Цирлин. – М., 1984. – 31 с.
- 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.
- Смаль Ф.В. Перспективные топлива для автомобилей / Ф.В. Смаль, Е.Е. Арсенов. – М.: Транспорт, 1979. – 151 с.
- Гутаревич Ю.Ф. Охрана окружающей среды от загрязнения выбросами двигателей / Ю.Ф. Гутаревич. – К.: Урожай, 1989. – 224 с.
- Способ предотвращения расслоения бензоспиртовых смесей. Двигатели внутреннего сгорания // Реферативный журнал. – 1998. – №2. – С. 15–21.
- Гутаревич Ю.Ф. Вплив кута випередження запалювання на показники двигуна за роботи на сумішевих паливах з різним вмістом спиртових сполук / Ю.Ф. Гутаревич, А.О. Корпач та ін. // Автошляховик України. – 2006. – №1. – С. 19–21.
- Устименко В.С. Перспективи і проблеми розширення використання біопалива автомобільним транспортом України / В.С. Устименко, С.О. Ковальов, О.А. Бейко // Автошляховик України. – 2003. – №2. – С. 7–21.
- Гутаревич Ю.Ф. Этиловый спирт як моторне паливо / Ю.Ф. Гутаревич, А.Т. Говорун, А.О. Корпач // Автошляховик України. – 1999. – № 1. – С. 7–10.
- Лётко В.Н. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания / В.Н. Лётко, В.Н. Луканин, А.С. Хачиян. – М.: МАДИ (ТУ), 2000. – 311 с.
- Гутаревич Ю.Ф. Этиловый спирт та його сполуки – можливий замітник бензину на автомобільному транспорті України / Ю.Ф. Гутаревич, А.Т. Говорун, А.О. Корпач, О.Г. Мороз // Автошляховик України. – 2002. – №5. – С. 15–19.
- Гутаревич Ю.Ф. Використання бензоспиртових сумішей в двигунах внутрішнього запалювання / Ю.Ф. Гутаревич, А.Т. Говорун, А.О. Корпач, О.Г. Мороз // Автошляховик України. – 2002. – №2. – С. 8–10.
- Гутаревич Ю.Ф. Оцінка ефективності додавання спиртових сполук до бензину / Ю.Ф. Гутаревич, А.Г. Говорун, А.О. Корпач, О.Г. Мороз // Автошляховик України. – 2004. – № 3. – С. 17–19.
- Гутаревич Ю.Ф. Використання бензоспиртових сумішей в двигунах з іскровим запалюванням / Ю.Ф. Гутаревич, А.Г. Говорун, А.О. Корпач, О.Г. Мороз // Автошляховик України. – 2002. – № 2. – С. 8–10.

References

- Venkateswara, R.S., Ajay, D.K. (2011). Alcohols as alternative fuels. An overview. Applied Catalysis A: General.
- Peter A. Gabele. James O. Baugh, Frank Black & Richard Snow. (2012). Characterization of Emissions from Vehicles Using Methanol and Methanol-Gasoline Blended Fuels. Journal of the Air Pollution Control Association.
- Chen, H., Yang, L., Zhang P., Harrison A. (2014). The controversial fuel methanol strategy in China and its evaluation. Energy Strategy Reviews.
- Machiela, P. (2001). Summary of the Fire Safety Impacts of Methanol as a Transportation Fuel. SAE.
- Tsyrlin, Yu. A. (1984). *Etylovi spirt – dobavka k motornomu toplyvu. Obzor ONTY TEY mykrobioprom* [Ethyl alcohol – an additive to motor fuel. Overview of ONTI TEI microbioprom]. Moscow: ONTITEImikrobioprom.

6. Terentev, H.A., Tiukov, V.M., Smal, F.V. (1989). *Proydzvodstvo alternatyvnykh motornykh topliv y ykh prymenenye na avtomobilnom transporte [Production of alternative motor fuels and their application in automobile transport]*. M.: TsNYUTENeftekhym [in Russian].
 7. Smal, F.V., Arsenov, E.E. (1979). *Perspektyvnye topliva dlia avtomobylei [Prospective fuel for automobiles]*. Moscow: Transport [in Russian].
 8. Hutarevych, Yu. F. (1989). *Okhrana okruzhaiushchei sredy ot zahriazneniya vybrosamy dvyhatelei [Protecting the environment from contamination by engine emissions]*. Kiyv: Urozhai [in Russian].
 9. Sposob predotvrashcheniya rassloeniya benzospyrtovykh smesei [A method for preventing the separation of benzopyridic mixtures]. (1998). *Dvyhately vnutrenneho shoranyia. Referatyvnyi zhurnal - Internal combustion engines. Referenced Journal 1998*, 2, 15-21 [in Russian].
 10. Hutarevych, Yu.F., Korpach, A.O. ta in. (2006). Vplyv kuta vyperedzhennia zapaliuvannia na pokaznyky dvyhuna za roboty na sumishevykh palyvakh z riznym vmistom spyrtovykh spoluk [Influence of ignition angle on engine performance for mixed fuels with different contents of alcoholic compounds] *Avtoshliakhovykh Ukrainy - Roadster of Ukraine*, 1, 19-21 [in Ukrainian].
 11. Ustymenko, V.S., Kovalov S.O., Beiko O.A. (2003). Perspektivy i problemy rozshyrennia vykorystannia biopalyva avtomobilnym transportom Ukrainy [Prospects and problems of expanding biofuel use by motor transport of Ukraine] *Avtoshliakhovykh Ukrainy - Roadster of Ukraine* 2, 7-21 [in Ukrainian].
 12. Hutarevych, Yu.F., Hovorun, A.T., Korpach A.O. (1999). Etylovyi spyrty yak motorne palyvo [Ethyl alcohol as motor fuel] *Avtoshliakhovykh Ukrainy - Roadster of Ukraine*, 1, 7-10 [in Ukrainian].
 13. Letko, V.N., Lukanyan, V.N., Khachyan, A.S. (2000). *Prymenenye alternatyvnykh topliv v dvyhateliakh vnutrenneho shoranyia [Application of alternative fuels in internal combustion engines]*. Moscow: MADY (TU) [in Russian].
 14. Hutarevych, Yu.F., Hovorun, A.T., Korpach, A.O., Moroz, O.H. (2002). Etylovyi spyrty ta yoho spoluky – mozhlyvyi zaminnyk benzynu na avtomobilnomu transporti Ukrainy [Ethyl alcohol and its compounds - possible gas substitute on Ukraine's motor transport] *Avtoshliakhovykh Ukrainy - Roadster of Ukraine*, 5, 15-19 [in Ukrainian].
 15. Hutarevych, Yu.F., Hovorun, A.T., Korpach, A.O., Moroz, O.H. (2004). Vnkorystannia benzospyrtovykh sumishei v dvyhunakh vnutrishnoho zapaliuvannia [The use of benzosulphite mixtures in engines of internal ignition] *Avtoshliakhovykh Ukrainy - Roadster of Ukraine*, 2, 8-10 [in Ukrainian].
 16. Hutarevych, Yu.F., Hovorun, A.T., Korpach, A.O., Moroz, O.H. (2004). Otsinka efektyvnosti dodavannia spyrtovykh spoluk do benzynu [Evaluation of the efficiency of adding alcoholic compounds to gasoline] *Avtoshliakhovykh Ukrainy - Roadster of Ukraine*, 3, 17-19 [in Ukrainian].
 17. Hutarevych, Yu.F., Hovorun, A.T., Korpach, A.O., Moroz, O.H. (2002). Vykorystannia benzospyrtovykh sumishei v dvyhunakh z iskrovym zapaliuvanniam [The use of benzosulphuric mixtures in engines with spark ignition] *Avtoshliakhovykh Ukrainy - Roadster of Ukraine*, 2, 8-10 [in Ukrainian].
- Козак Федір Васильович, к.т.н., проф.,**
кафедра автомобільного транспорту,
тел. +30504333879, kozakfv@nung.edu.ua,
- Мельник Василь Миколайович, к.т.н.,**
доц., кафедра автомобільного транспорту,
тел. +30974435603, vasjamel@ukr.net
- Прунько Ігор Богданович, к.т.н., доц.,**
кафедра автомобільного транспорту,
тел. +380992736719, igorprunko@ukr.net,
- Войцехівська Тетяна Йосипівна, асист.,**
кафедра автомобільного транспорту,
тел. +380673992478,
tanya640302@gmail.com
- Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,**
76000, Україна, м. Івано-Франківськ,
вул. Карпатська, 15.
- ECONOMIC EFFECTIVENESS OF USE OF BIOETHANOL ON INTERNAL COMBUSTION ENGINES**
F. Kozak, V. Melnyk, I. Prunko,
T. Voytsekhivska, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
- Abstract. Problem. Research of alternative types of motor fuels from renewable sources is becoming*

widespread in Ukraine and in the world. This is due to the increased environmental requirements for commercial fuels and exhaust gases of internal combustion engines through the introduction of Euro 6 standards. The problems of environmental safety of road transport have long been an integral part of the environmental safety of each country. Significance and acuteness of this problem grow with each passing year due to the annual increase in emissions of vehicles by polluting substances into the atmosphere (an average of 3–5 %). The **purpose** of research is to assess the feasibility of using bioethanol in equivalent fuels, taking into account the economic efficiency, which was calculated on the basis of commercial fuel costs. **Methodology.** In studies of the economic efficiency of using bioethanol as an additive to gas, the necessary condition is to provide the same octane number of equivalent fuel compared with commercial gasoline. In the final result, the authors received dependence of the price change of the gasoline used, depending on the content of bioethanol in it. In processing the results of the research methods of least squares and mathematical statistics were used. **Result.** Authors obtained the dependence of changes in the price of gasoline, depending on the amount of bioethanol used. The study found that the use of bioethanol in a mixture with gasoline can reduce fuel consumption due to the use of fuel mixtures of cheaper ethanol and the use of low-octane low-cost gasoline. From an acceptable price for petrol and bioethanol from studies, it follows that with an increase in the percentage of bioethanol in equivalent fuels, up to 80 % reduces the cost of the received alternative fuel to 30 %. Research on the effectiveness of using bioethanol as

additives to low-octane gasoline is **original** as all previous studies are based on the mixing of alternative fuels with commercial gasoline and provides the most cost-effective. **Research results** can be practically used by scientists and engineers of the relevant profile to create mixed alternative fuels.

Key words: renewable energy sources, bioethanol, fuel, ecology, efficiency, economy

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЭТАНОЛА НА ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Казак Ф.В., Мельник В.Н., Прунько И.Б.,
Войцеховская Т.И.,
Ивано-Франковский национальный
технический университет нефти и газа

Аннотация. Авторами исследованы зависимости изменения цены использованного бензина в топливных смесях в зависимости от процентного содержания в нем биоэтанола. Для принятых цен на бензины и биоэтанол из проведенных исследований следует, что с увеличением процентного содержания биоэтанола в эквивалентном топливе до 80 % достигается увеличение экономической эффективности за счет использования в эквивалентном топливе бензина с низким октановым числом, что позволяет снизить стоимость полученного топлива от 5,8 % до 30 %.

Ключевые слова: возобновляемые источники, биоэтанол, топливо, экология, эффективность, экономия.
