

УДК 656.13  
UDC 656.13

## БІОЕТАНОЛ ЯК МОТОРНЕ ПАЛИВО: ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ

*Овчинніков Д.В.*, Національний транспортний університет, Київ, Україна

## BIETHANOL AS A MOTOR FUEL: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

*Ovchynnikov D.V.*, National transport university, Kyiv, Ukraine

## БИОЭТАНОЛ КАК МОТОРНОЕ ТОПЛИВО: ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

*Овчинников Д.В.*, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Транспортний сектор України є найбільшим споживачем світлих нафтопродуктів, більшу частину яких імпортують. Підвищення цін на паливо відображається на кінцевій вартості товарів та послуг, що ставить під загрозу економіку країни. Одним з напрямів зменшення залежності від імпортованих енергоносіїв є використання альтернативних видів палива. Серед таких найбільш перспективними є рідкі палива, виготовлені із органічної відновлюваної сировини.

### **Формування цілей статті.**

- визначити можливості виробництва та використання біоетанолу;
- дослідити його вплив на показники токсичності та паливної економічності двигунів,
- дослідити найбільш ефективний спосіб застосування біоетанолу як моторного палива.

**Виклад основного матеріалу.** На сьогодні ідея розширення паливної бази для двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) та зменшення залежності від викопних енергоносіїв шляхом застосування бензо-спиртових сумішей досить широко досліджена вітчизняними та іноземними авторами.

Біоетанол – це зневоднений етиловий спирт, вироблений із біологічної відновлюваної сировини. Він може бути вироблений із сировини, яка містить крохмаль або цукор шляхом бродіння, наприклад із зернових культур, картоплі, цукрового буряку або цукрової тростини. Також в якості сировини для його виробництва використовують продукти лісового господарства та деревооброблюваної промисловості.

В Україні виробництво біоетанолу можливе із кукурудзи та цукрових буряків. Попри великі посівні площі, що можуть бути виділені для вирощування кукурудзи, слід зауважити, що процес її збирання та переробки досить затратний та вимагає значного внесення мінеральних добрив, використання пестицидів, тому при виробництві біоетанолу з цієї культури слід вирішити ряд питань ресурсного забезпечення технологій для її вирощування [1].

Виробництво біоетанолу із цукрових буряків є більш перспективним, ніж з кукурудзи, так як потребує значно менше енергії, не потребує солоду або ферментних препаратів, частина яких в собівартості складає до 5%.

Також біоетанол можна отримувати шляхом переробки головної фракції етилового спирту, сувошного масла, конфіскацій, спиртовмісних відходів, тощо [1].

Біоетанол як моторне паливо має деякі відмінності у порівнянні з бензином:

- більш високе октанове число (ОЧ), яке складає 99 од. за моторним методом;
- містить в своєму складі кисень, завдяки чому необхідна кількість повітря для згоряння 1 кг палива менша ніж для бензину та становить (9,0 кг/кг);
- більш широкі межі запалювання паливо-повітряної суміші від електричної іскри: максимальне значення коефіцієнту надміру повітря при використанні 95% біоетанолу становить 1,7;
- менше значення нижчої теплоти згоряння, що становить 25140-27000 кДж/кг;
- більша прихована теплота пароутворення, теоретичне зниження температури паливо-повітряної суміші при повному випаровуванні становить 98°C;
- гігроскопічність [2].

В останні роки світове виробництво біоетанолу досить стрімко зросло, у порівнянні з іншими видами біопалив. За деякими оцінками [3] виробництво біоетанолу складає біля 85% від усього об'єму виробництва біопалив у світі. Найбільшими виробниками біоетанолу є США та Бразилія, динаміка світового виробництва біоетанолу за 2013-2015 роки показана у табл. 1. Також слід відмітити стрімке збільшення виробництва біоетанолу у країнах Європейського Союзу, де за даними дослідження станом на 1 лютого 2010 року працювало 50 заводів з виробництва біоетанолу та 20

знаходилося на стадії будівництва [3]. Збільшення об'ємів виробництва та використання біоетанолу в ЄС є наслідком реалізації європейської стратегії захисту навколишнього довкілля. Основними цілями цієї стратегії є зменшення викидів парникових газів та поступове заміщення палив нафтового походження на альтернативні джерела енергії та палива вироблені із відновлюваної сировини [3].

Біоетанол може бути використаний як самостійне паливо, але для цього необхідно вносити ряд змін до конструкції автомобіля, тому у найближчій перспективі застосування біоетанолу має місце як добавки до традиційного бензину.

Для сумішей бензину з біоетанолом прийнято використовувати наступні маркування: E5, E10, E85. Літера E від англ. «ethanol», цифрові індекси визначають відсотковий вміст (за об'ємом) етанолу у суміші з бензином.

Таблиця 1 – Світове виробництво біоетанолу 2013-2015 рр.[4]

		США	Бразилія	ЄС	Китай	Канада	Таїланд	Аргентина	Індія	інші
2015	млн. літрів	56046,8	26849,9	5250,4	3077,5	1650,4	1264,3	798,7	798,7	1480,1
2014	млн. літрів	54131,4	23431,7	5469,9	2403,7	1930,6	1173,5	605,6	586,7	3274,4
2013	млн. літрів	50345,9	23723,2	5189,8	2634,6	1979,8	-	-	2063,0	2752,0

Слід зазначити, що станом на 2017 рік, на паливному ринку України присутні сумішеві бензини із вмістом біоетанолу до 40% , E40.

Так як фізико-хімічні властивості біоетанолу відрізняються від традиційного бензину, його використання так чи інакше змінює показники роботи ДВЗ, тому необхідно проаналізувати основні роботи проведені у даному напрямі.

Важливим показником моторного палива, що впливає на тепловий режим роботи ДВЗ та на його пускові якості, є теплота випаровування ( $H_v$ ), для етанолу вона ( $H_v = 1031$  кДж/кг) в 3,24 рази більша, ніж для бензину (318,5 кДж/кг). Висока  $H_v$  етанолу є причиною значного зниження температури паливо-повітряної суміші на впуску (на 98°C), за умови повного випаровування етанолу. Це значно більше у порівнянні з бензином (19°C). Таке значне зниження температури паливо-повітряної суміші за рахунок випаровування може привести до такого стану, коли температура суміші знизиться до -68°C при початковій температурі +30°C [2]. Перші роботи, метою яких було дослідити вплив даної особливості спиртового палива на роботу ДВЗ, провели в 1931 році у Науково дослідному інституті військово-повітряних сил. Випробування проведені на карбюраторному авіаційному двигуні з іскровим запалюванням, потужністю 400 к.с., ступенем стиснення  $\epsilon=5,3$ . В результаті випробувань встановлено, що двигун працює на бензо-спиртових сумішах не гірше ніж на бензині, але потребує додаткового підігріву свіжого заряду при підвищеному вмісті спирту в бензині [5].

В наступний раз фундаментальним дослідженням питання застосування альтернативних почали займатися у 90-х роках вже ХХ сторіччя.

Масштабні для нашої країни випробування біоетанолу вітчизняного виробництва проведені у 1998-1999 роках, за участі ДП «ДержавтотрансНДІпроект», Міністерства транспорту України (Міністерства інфраструктури) та УкрНДІНП «МАСМА» Міністерства палива та енергетики. В той час біоетанол мав назву високооктанова кисне-вмісна добавка до бензинів (ВКД). Як результат цих випробувань затверджено галузевий стандарт ГСТУ 320.00149943.015-2000 «Бензини моторні сумішеві. Технічні умови» згідно з яким вміст ВКД у сумішевих бензинах становить до 6% [6].

Для експериментальних досліджень застосовано дослідні зразки біоетанолу, на який пізніше розроблено ТУ У 30183376.001-2000 «Біоетанол. Технічні умови». Під час дослідження властивостей бензоетанольних сумішей виявлено, що добавка лише 5-6% біоетанолу за об'ємом дозволяє підвищити октанове число бензину А-92 на 2-3 октанові одиниці (о.о.), та на 3-4 о.о. – А-80 [7].

Вплив бензоетанольної суміші на динамічні показники автомобіля оцінювали на колісному транспортному засобі (КТЗ) РАФ-2203, які оцінювали за часом розгону і вибігу КТЗ на стенді тягових якостей при використанні базового і сумішевого бензинів. За результатами випробувань на сумішевому бензині (25% об. А-92, 69% об. А-76, 6% об. біоетанолу) встановлено, що показники не змінилися відхилення були в межах похибки експерименту [7]. Також проведено серію дорожніх випробувань КТЗ РАФ-2203 для визначення впливу сумішевого бензину на експлуатаційні показники КТЗ. Для цього був обраний кільцевий маршрут, протяжністю 7, 56 км, де було встановлено шість проміжних пунктів, на кожному з яких фіксували витрату палива і час руху. Під час випробувань встановлено збільшення витрати на сумішевому бензині у порівнянні з базовим на 0,13 % [7].

Під час проведення стендових випробувань двигуна MeM3-245 визначено серію навантажувальних характеристик в п'яти швидкісних режимах та швидкісні характеристики самостійного та примусового холостого ходу. На рис. 1 показано навантажувальні характеристики ДВЗ при  $n=3000$  хв<sup>-1</sup>. Характеристики визначали на базовому бензині А-95 та сумішевому (93,1 % об. А-95, 5 % об. біоетанолу, 1,9 % об. стабілізатора) [7].

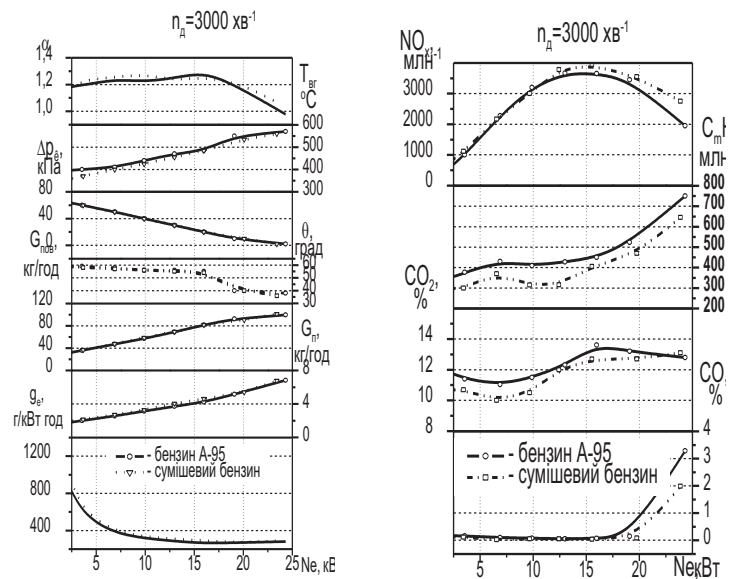


Рисунок 1 – Навантажувальні характеристики двигуна MeM3-245 [7]

В результаті використання сумішевого бензину виявлено:

- незначне зниження потужності, у порівнянні з базовим бензином на 1,8%;
- зменшення температури відпрацьованих газів;
- збільшення питомої витрати палива в режимі повного навантаження, для базового бензину 280,95 г/кВт.год, для сумішевого – 287,49 г/кВт.год;
- зменшення вмісту у відпрацьованих газах (ВГ) CO, C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>, та зростання NO<sub>x</sub>. Останнє пояснюється тим, що при використанні сумішевого бензину на всіх режимах роботи двигуна має місце збіднення паливо-повітряної суміші.

З теорії двигунів відомо, що швидкість горіння суміші зменшується при її збідненні. Тому для отримання максимального к.к.д. роботу двигуна при використанні бензинів з добавкою біоетанолу необхідно оптимізувати. Одним з напрямів оптимізації є зміна кута випередження запалювання.

Такі дослідження проведені у Національному транспортному університеті [8].

На рис. 2 показано регульовальні характеристики за кутом випередження запалювання двигуна MeM3-245, з яких видно, що оптимальний кут випередження запалювання для даного режиму роботи при живленні бензинами з 10 та 20% добавками біоетанолу збільшився відносно штатного значення на 5 та 9 град. п.к.в. відповідно [8].

Для визначення впливу встановлювального кута випередження запалювання (ВКВЗ) на показники двигуна MeM3-245 отримано порівняльні навантажувальні характеристики за частоти обертання колінчатого вала  $n_d = 3000$  хв<sup>-1</sup>, при живленні двигуна бензином А-95 та бензинами з 10 та 20% добавками біоетанолу з штатним ВКВЗ (5 град. п.к.в.) та оптимальними ВКВЗ – 10 та 14 град. п.к.в. відповідно [8].

Аналіз характеристик показав, що при використанні бензину з 10 та 20% добавкою біоетанолу на навантажувальних режимах оптимізація ВКВЗ в сторону збільшення дозволяє збільшити ефективний к.к.д. до 2 та 8,4% відповідно. При цьому питома витрата палива  $g_e$  майже не змінилася, у порівнянні з роботою на штатному бензині [8].

За результатами індицирування робочого процесу в циліндрі двигуна MeM3-245 уточнено оптимальні значення ВКВЗ, з точки зору жорсткості згоряння паливо-повітряної суміші при живленні двигуна бензинами з 10 та 20% добавками біоетанолу, які становлять 10 та 12 град. п.к.в. відповідно [8].

Окрім оптимізації ВКВЗ двигуна при використанні бензину з добавками біоетанолу, поліпшити екологічні показники та показники паливної економічності двигуна можна за допомогою якісного регулювання системи живлення.

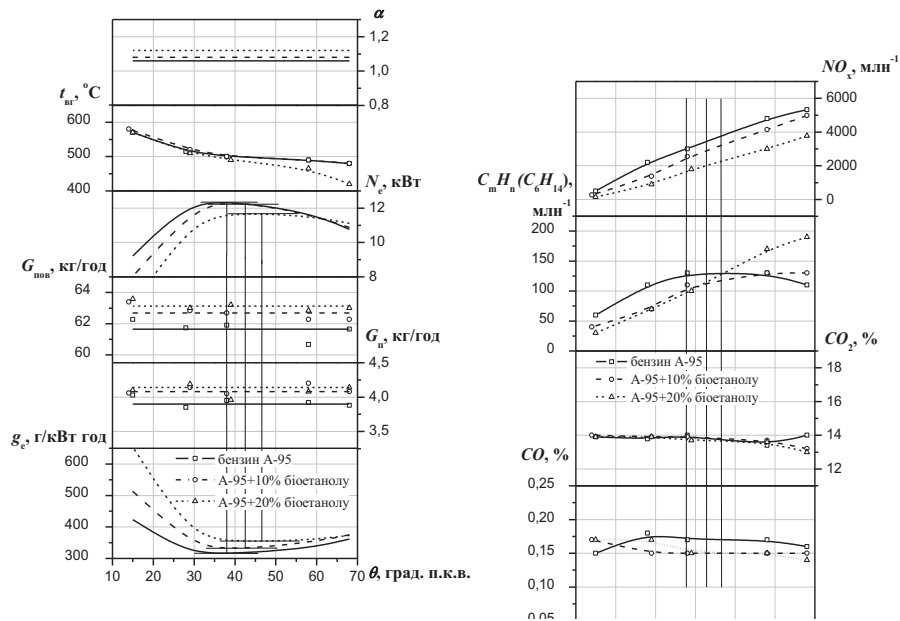


Рисунок 2 – Регульовальні характеристики за кутом випередження запалювання двигуна MeMZ–245 ( $n_b = 3000 \text{ хв}^{-1}$ ,  $\Delta p_k = 35 \text{ кПа}$ ) [8]

В роботі [9] досліджено енергетичні, екологічні та показники паливної економічності двигуна ВА3-2103 в широкому діапазоні швидкісних та навантажувальних режимів з різними значеннями регулювання системи живлення при використанні бензину з 10 та 20% добавкою біоетанолу. Перший тип регулювання – збіднений, другий тип регулювання – оптимальний [9]. Об'єктами стендових досліджень були бензиновий карбюраторний двигун ВА3-2103 і двигун Volkswagen ВВУ, обладнаний системою впорскування палива із зворотнім зв'язком, системами рециркуляції та нейтралізації відпрацьованих газів [9]. За результатами проведених стендових випробувань двигуна ВА3-2103 методом три-факторного експерименту отримано поліноміальні залежності для визначення показників роботи двигуна для обох типів регулювань карбюратора. При регулюванні карбюратора на збіднений склад паливо-повітряної суміші та додаванні 10% біоетанолу за об'ємом потужність двигуна практично не змінюється, годинна  $G_{\text{пал}}$  і питома  $g_e$  витрати палива в режимах середніх і повних навантажень незначно зростають. Разом з тим це зростання менше в порівнянні з зменшенням теплоти згоряння, що свідчить про покращення робочого процесу. При додаванні 20 % об. біоетанолу потужність двигуна зменшується з 24,12 кВт до 21,66 кВт, годинна  $G_{\text{пал}}$  і питома  $g_e$  витрати палива значно зростають в усьому діапазоні навантажень. Збільшення витрат палива складає до 3...13,8 % [9]

При регулюванні карбюратора на оптимальний склад паливо-повітряної суміші при додаванні 10 % об. біоетанолу потужність двигуна незначно зменшується (на 2 %), годинна  $G_{\text{пал}}$  і питома  $g_e$  витрати палива в режимах малих навантажень зменшуються, в режимах повних навантажень незначно зростають. При додаванні 20 % об. біоетанолу має місце значне зниження потужності (на 10 %), годинна  $G_{\text{пал}}$  і питома  $g_e$  витрати палива значно зростають в усьому діапазоні навантажень [9].

За результатами проведених експериментальних досліджень у роботі [9] встановлено, що за наявності в експлуатації автомобілів з різними регулюваннями доцільно обмежити розмір добавки біоетанолу до бензину в кількості 10% за об'ємом. Також встановлено, що додавання біоетанолу до бензину в кількості 20% за об'ємом не призведе до погіршення екологічних показників карбюраторного та двигуна із системою впорскування палива без внесення змін до конструкції [9].

Для подолання негативного впливу підвищеної теплоти випаровування сумішей бензину з добавкою біоетанолу на роботу ДВЗ прийнято застосовувати додатковий підігрів двигуна. В роботі [5] на авіаційному 12-ти циліндровому бензиновому двигуні вхідне повітря підігрівали за рахунок теплоти відпрацьованих газів. Впускний повітропровід виконано у вигляді труби більшого діаметру, розташованої навколо випускного колектору. Температуру підігріву повітря регулювали за допомогою дросельних заслінок. Під час випробування встановлено, що мінімальна температура підігріву вхідного повітря при використанні бензину з добавкою спирту 20% та 40 % за об'ємом становить 15 та 30°C відповідно. Конструкція підігрівача давала змогу регулювати температуру вхідного повітря в широкому діапазоні (до 90 °C) [5].

Аналогічні роботи проводили на кафедрі «Двигуни і теплотехніка» Національного транспортного університету у 2009-2012 рр [10].



В роботі [10] обґрунтовано необхідність застосування додаткового підігріву свіжого заряду двигуна при роботі на бензині з додаванням біоетанолу. Проведено аналіз усіх можливих підігрівачів та систем підігріву. Проведені стендові дослідження двигуна МеМЗ-245 і дорожні випробування автомобіля ЗАЗ-110307 «Славута» з примусовим підігрівом свіжого заряду при використанні бензину з додаванням біоетанолу 10 і 20% за об'ємом. Підігрів свіжого заряду здійснювали електричним підігрівачем. Під час експериментальних досліджень встановлено залежності (рис. 5) зміни температури у впускному трубопроводі від витрати палива при живленні двигуна штатним бензином, та бензином з додаванням біоетанолу [10]. Із збільшенням витрати палива температура свіжого заряду в обох випадках зменшується. Проте для сумішевого палива це відбувається більш інтенсивно.

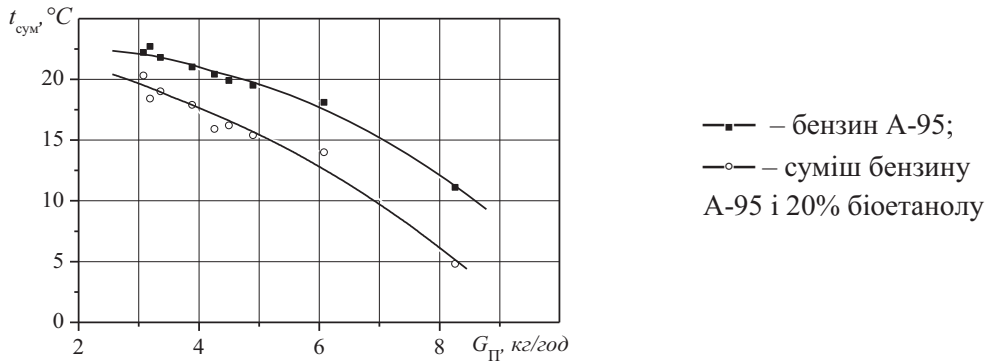


Рисунок 5 – Залежність температури суміші у впускному трубопроводі від годинної витрати палива ( $n_d=3000 \text{ хв}^{-1}$ ) [10]

Комплексна оцінка впливу підігріву свіжого заряду на екологічні і паливно-економічні показники двигуна МеМЗ-245 за роботи на бензині з додаванням біоетанолу проводилась за навантажувальними характеристиками (рис.6) [10].

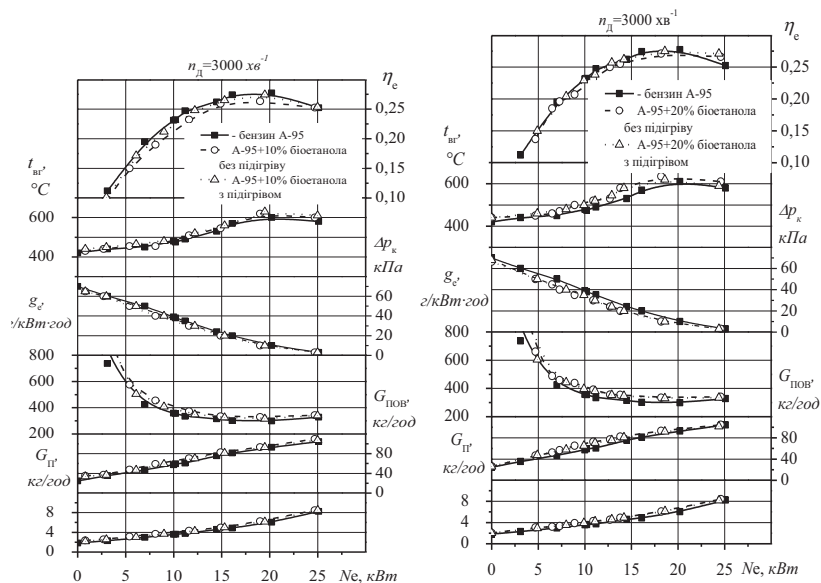


Рисунок 6 – Навантажувальні характеристики двигуна МеМЗ-245 при  $n_d = 3000 \text{ хв}^{-1}$  [10, 11]

Під час дорожніх випробувань на автомобілі ЗАЗ-110307 «Славута», підтверджено, що підігрів свіжого заряду зменшує витрату бензо-етанольної суміші із вмістом 10% і 20% біоетанолу в масових частках на 4% та 10,5% відповідно, у порівнянні з відсутнім підігрівом [10, 12]

На рис. 7 показані паливні характеристики автомобіля ЗАЗ-110307 при роботі на бензо-етанольних сумішах з підігрівом та без нього.

Як видно з показаних характеристик, використання суміші бензину з 20% додаванням біоетанолу без попереднього підігріву свіжого заряду погіршує показники паливної економічності автомобіля. При використанні суміші з 10% додаванням біоетанолу і попереднім підігрівом свіжого заряду спостерігається зменшення витрати палива, що свідчить про доцільність підігріву свіжого заряду.

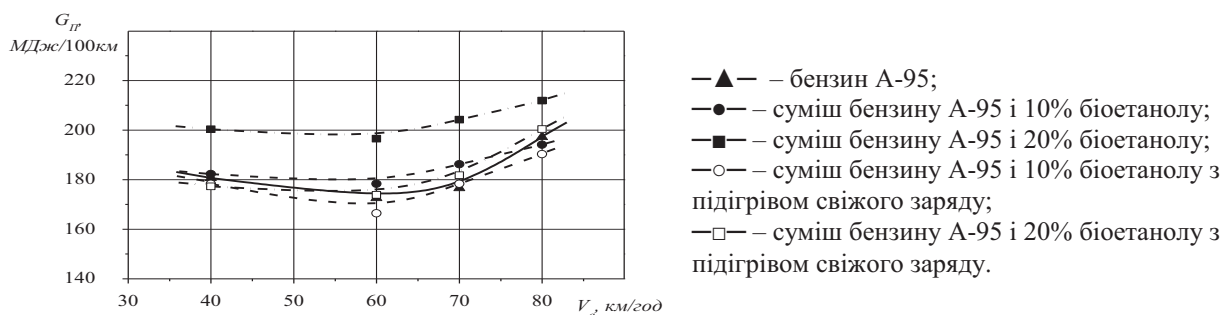


Рисунок 7 – Паливні характеристики автомобіля ЗАЗ-110307 «Славути» [10, 12].

**Висновки.** На сьогодні в Україні існує досить широка ресурсна база відновлюваної сировини для виробництва біоетанолу. Велика кількість посівних площ дає змогу вирощувати зернові культури та цукровий буряк для одержання біопалива не наносячи збитку харчовій промисловості. Найменш затратним є виробництво біоетанолу із відходів цукрової промисловості, але при цьому також можливе його виробництво і із відходів деревооброблюваної промисловості. При використанні біоетанолу в ДВЗ зменшується кількість деяких шкідливих речовин, що містяться у відпрацьованих газах. Біоетанол має кращі антидетонаційні властивості у порівнянні з бензином, що дає можливість використовувати його в двигунах із високим ступенем стиснення, та підвищити к.к.д. силової установки. Межі запалювання суміші біоетанолу з повітрям від електричної іскри значно більші ніж у бензині, при цьому двигун більш стабільно працює на збіднених паливо-повітряних сумішах. Але попри переваги у порівнянні з бензином біоетанол має і недоліки. Значно менша енергоємність біоетанолу у порівнянні з бензином є причиною підвищеної витрати палива автомобілем. Досить суттєвим недоліком є висока прихована теплота пароутворення біоетанолу, це є причиною значного зниження температури свіжого заряду на впуску і неповного випаровування палива, як наслідок – погіршення пускових властивостей ДВЗ. Тому для стабільної роботи двигуна необхідно застосовувати додатковий підігрів свіжого заряду. Це в свою чергу потребує внесення змін до конструкції ДВЗ. Використання біоетанолу в чистому вигляді без внесення змін до конструкції не приведе до поліпшення показників токсичності та паливної економічності двигуна, в такому випадку біоетанол слід використовувати як добавку до бензину, з верхню межею до 20 % за об'ємом. Стимулюючим фактором є також наявність на паливному ринку України спиртових бензинів, із вмістом біоетанолу до 40% за об'ємом.

Разом з тим в літературних джерелах не виявлено результатів досліджень сучасних бензинових двигунів із системами впорскування і зворотнім зв'язком та нейтралізатором у системі випуску щодо впливу великих добавок біоетанолу до бензину (20% і більше) на паливну економічність та екологічні показники роботи двигунів.

Крім того, в подальших дослідженнях доцільно встановити можливість підігріву бензоетанольних сумішей з використанням утилізації теплоти відпрацьованих газів. Це визначає напрями подальших досліджень.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Климчук О.В., Висоцька В.В. Виробництво біоетанолу-перспективна галузь в Україні / Климчук О.В., Висоцька В.В. // Збірник наукових праць ВНАУ №1(56) Том 3 2012 С. 98-103.
2. Гутаревич Ю. Ф. Етиловий спирт як моторне паливо / Ю. Ф. Гутаревич, А. Г. Говорун, А. О. Корпач, О. А. Сябро // Автошляховик України — 1999. № 1. — С. 7-10.
3. Вильданов Ф.Ш., Латыпова Ф.Н., Чанышев Р.Р, Николаева С.В. Современные методы получения биоэтанола / Вильданов Ф.Ш., Латыпова Ф.Н., Чанышев Р.Р, Николаева С.В // Башкирский химический журнал – 2011 № 2. С. 128-134.
4. Industry Statistic World Fuel Ethanol Production [Virtual Resource] / Access Mode : URL : <http://ethanolrfa.org/resources/industry/statistics/#1454098996479-8715d404-e546> – Title from Screen/ - Date of Access: 28 February 2017.
5. Ирисов А. С. Спирт как моторное топливо / А. С. Ирисов. – Москва-Ленинград, Научно-техническое издание по машиностроению, металлообработке и черной металлургии, 1933. – 136 с.
6. Устименко В.С., Ковальов С.О. Бейко О.А. Перспективи і проблеми розширення використання біопалив автомобільним транспортом України // Автошляховик України.-2003.- №2.-С.7.

7. Устименко В.С. Поліпшення екологічних показників автомобілів та розширення паливної бази автомобільного транспорту шляхом застосування біоетанолу : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.22.20 / Устименко Віктор Сергійович; Національний транспортний університет. К., 2006. – 21 с.

8. Захарченко О.М. Покращення паливної економічності та екологічних показників автомобілів раціональним використанням бензинів з добавкою біоетанолу : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.22.20 / Захарченко Олександр Миколайович; Національний транспортний університет. К., 2008. – 20 с.

9. Кульбако В.П. Покращення екологічних показників автомобіля в експлуатаційних умовах добавкою біоетанолу до бензину : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.22.20 / Кульбако Валентин Петрович; Національний транспортний університет. К., 2012. – 20 с.

10. Щербатюк В.Б. Покращення екологічних показників двигунів підігрівом свіжого заряду при використанні бензину з добавкою біоетанолу : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.05.03 / Щербатюк Віталій Броніславович; Національний транспортний університет. К., 2013. – 20 с.

11. Говорун А. Г. Вплив підігріву свіжого заряду на ефективність використання палива при роботі двигуна на суміші бензину і біоетанолу / А. Г. Говорун, Л. П. Мерзжівська, В. Б. Щербатюк // Автошляховик України: Окремий випуск . Вісник Центрального наукового центру ТАУ — 2011. — № 14. - С. 31-33.

12. Говорун А. Г. Дорожні випробування автомобіля при роботі двигуна на бензині і суміші бензину з біоетанолом / А. Г. Говорун, В. Б. Щербатюк // Автошляховик України — 2009. - № 6. С. 4-7.

#### REFERENCES

1. Klymchuk O.V., Vysotska V.V. Vyrobnystvo bioetanolu-perspektyvna haluz v Ukraini / Klymchuk O.V., Vysotska V.V. // Zbirnyk naukovykh prats VNAU №1(56) Tom 3 2012 98-103 p. (Ukr)

2. Hutarevych Iu. F. Etylovyi spyrty yak motorne palyvo / Iu. F. Hutarevych, A. H. Hovorun, A. O. Korpach, O. A. Siabro // Avtoshliakhovyk Ukrainy — 1999. № 1. — 7-10 p. (Ukr)

3. Vildanov F.Sh., Latyipova F.N., Chanyishev R.R., Nikolaeva S.V. Sovremennyye metody polucheniya bioetanola / Vildanov F.Sh., Latyipova F.N., Chanyishev R.R., Nikolaeva S.V // Bashkirskiy himicheskyy zhurnal – 2011 № 2. 128-134 p. (Rus)

4. Industry Statistic World Fuel Ethanol Production [Virtual Resource] / Access Mode : URL : <http://ethanolrfa.org/resources/industry/statistics/#1454098996479-8715d404-e546> – Title from Screen/ - Date of Access: 28 February 2017.

5. Irisov A. S. Spirt kak motornoe toplivo / A. S. Irisov. – Moskva-Leningrad, Nauchno-tehnicheskoe izdanie po mashinostroeniyu, metalloobrabotke i chernoy metallurgii, 1933. – 136 p. (Rus)

6. Ustymenko V.S., Kovalov S.O. Beiko O.A. Perspektyvy i problemy rozshyrennia vykorystannia biopalyv avtomobilnym transportom Ukrainy // Avtoshliakhovyk Ukrainy.-2003.- №2.-7 p. (Ukr)

7. Ustymenko V.S. Polipshennia ekolohichnykh pokaznykiv avtomobiliv ta rozshyrennia palyvnoi bazy avtomobilnoho transportu shliakhom zastosuvannia bioetanolu : avtoref. dys. kand. tekhn. nauk : 05.22.20 / Ustymenko Viktor Serhiiiovych; Natsionalnyi transportnyi universytet. K., 2006. – 21 p. (Ukr)

8. Zakharchenko O.M. Pokrashchennia palyvnoi ekonomichnosti ta ekolohichnykh pokaznykiv avtomobiliv ratsionalnym vykorystanniam benzyniv z dobavkoiu bioetanolu : avtoref. dys. kand. Tekhn. nauk : 05.22.20 / Zakharchenko Oleksii Mykolaiovych; Natsionalnyi transportnyi universytet. K., 2008. – 20 p. (Ukr)

9. Kulbako V.P. Pokrashchennia ekolohichnykh pokaznykiv avtomobilia v ekspluatatsiinykh umovakh dobavkoiu bioetanolu do benzynu : avtoref. dys. kand. tekhn. nauk : 05.22.20 / Kulbako Valentyn Petrovych; Natsionalnyi transportnyi universytet. K., 2012. – 20 p. (Ukr)

10. Shcherbatiuk V.B. Pokrashchennia ekolohichnykh pokaznykiv dvyhuniv pidihrivom svizhoho zariadu pry vykorystanni benzynu z dobavkoiu bioetanolu : avtoref. dys. kand. tekhn. nauk : 05.05.03 / Shcherba tiuk Vitalii Bronislavovych; Natsionalnyi transportnyi universytet. K., 2013. – 20 p. (Ukr)

11. Hovorun A. H. Vplyv pidihrivu svizhoho zariadu na efektyvnist vykorystannia palyva pry roboti dvyhuna na sumishi benzynu i bioetanolu / A. H. Hovorun, L. P. Merzhyievska, V. B. Shcherbatiuk // Avtoshliakhovyk Ukrainy: Okremiy vypusk . Visnyk Tsentralnoho naukovoho tsentru TAU — 2011. — № 14. - 31-33 p. (Ukr)

12. Hovorun A. H. Dorozhni vyprobuvannia avtomobilia pry roboti dvyhuna na benzyni i sumishi benzynu z bioetanолом / A. H. Hovorun, V. B. Shcherbatiuk // Avtoshliakhovyk Ukrainy — 2009. - № 6. 4-7 p. (Ukr)

#### РЕФЕРАТ

Овчинников Д. В. Біоетанол як моторне паливо: переваги і недоліки / Д.В. Овчинников // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2017. – Вип. 1 (37).

В статті розглянуто переваги та недоліки використання біоетанолу як добавки до бензинів. Приведено деякі статистичні дані про світове виробництво біоетанолу, марки сумішевих палив, що використовуються. Розглянуто вплив добавок біоетанолу до бензинів на екологічні та паливно-економічні показники роботи двигунів і автомобілів. Розглянуто основні методи, спрямовані на поліпшення роботи двигунів при використанні бензинів з добавкою біоетанолу.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** БІОЕТАНОЛ, БЕНЗОЕТАНОЛЬНА СУМІШ, ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ, ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ, АВТОМОБІЛЬНИЙ ДВИГУН, ПІДГРІВ СВІЖОГО ЗАРЯДУ.

#### **ABSTRACT**

Ovchinnikov D.V. Bioethanol as a motor fuel: advantages and disadvantages. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2017. – Issue 1 (37).

The article discusses the advantages and disadvantages of using ethanol as an additive to gasoline. Some statistical data about bioethanol world production, fuel grade is adduced. A theoretical study of influence of additives of bilateral to gasoline on environmental and fuel-economic indicators of work of engines and cars. Considered the basic methods to improve the operation of the engines when using gasoline with added ethanol.

**KEYWORDS:** BIOETHANOL, GASOLINE-ETHANOL MIXTURE, FUEL ECONOMY, ECOLOGICAL INDICES, AUTOMOBILE ENGINE, FRESH CHARGE HEATING.

#### **РЕФЕРАТ**

Овчинников Д.В. Биоэтанол как моторное топливо: преимущества и недостатки / Д.В. Овчинников // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2017 – Вып. 1 (37).

В статье рассмотрены преимущества и недостатки использования биоэтанола как добавки к бензинам. Приведены некоторые статистические данные о мировом производстве биоэтанола, марках используемых смесевых топлив. Рассмотрено влияние добавок биоэтанола к бензинам на экологические и топливно-экономические показатели работы двигателей и автомобилей. Рассмотрены основные методы, направленные на улучшение работы двигателей при использовании бензинов с добавкой биоэтанола.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** БИОЭТАНОЛ, БЕНЗОЭТАНОЛЬНАЯ СМЕСЬ, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, АВТОМОБИЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, ПОДОГРЕВ СВЕЖЕГО ЗАРЯДА.

#### **АВТОРИ:**

Овчинников Дмитро Володимирович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри «Двигунів та теплотехніки», e-mail: dovchinnikov@ukr.net, тел. +38 044 280-47-16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303а.

#### **AUTHORS:**

Ovchinnikov Dmytro V., National Transport University, postgraduate department of engines and heating, email: dovchinnikov@ukr.net, tel. +38 044 280-47-16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 303a.

#### **АВТОРЫ:**

Овчинников Дмитрий Владимирович, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры «Двигателей и теплотехники», e-mail: dovchinnikov@ukr.net, тел. +38 044 280-47-16, Украина, 01010, г. Київ, ул. Суворова 1, к. 303а.

#### **РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри «Автомобілі», Київ, Україна.

Новікова А.М., доктор економічних наук, заступник директора ДП «ДЕРЖАВТОТРАНСНДІПРОЕКТ», Київ, Україна.

#### **REVIEWER:**

Sahno V.P., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, professor, department of motor vehicles, Kyiv, Ukraine.

Novikova A.M., Ph.D Economics (Dr.), Deputy Director DP "DERZHAUTOTRANSNDIPROJECT", Kyiv, Ukraine.