

УДК 665

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИПАРОВУВАНОСТІ БЕНЗИНІВ З РІЗНИМ УМІСТОМ ОКСИГЕНАТІВ

Л. М. Черняк, канд. техн. наук, доц.; *С. В. Бойченко*, д-р техн. наук, проф.;
М. В. Нешта

Національний авіаційний університет

marinavyakimenko@mail.ru

Розглянуто вплив аліфатичних спиртів на фізичну стабільність бензину. Визначено вплив оксигенатів на фракційний склад палива. Наведено результати дослідження впливу ізопропілового, етилового та ізобутилового спиртів на експлуатаційні властивості бензину А-95.

Ключові слова: довкілля, вуглеводні, паливо, шкідливі компоненти, випаровуваність.

The influence of aliphatic alcohols on the physical stability of gasoline. The influence of oxygenates in the fractional composition of the fuel. The results of studies of the effect of isopropyl, ethyl isobutyl alcohol on performance characteristics of gasoline A -95.

Keywords: Environment; hydrocarbons; fuel; harmful components; vaporability.

Вступ

Підвищення екологічних вимог до автомобільних двигунів змушує автомобілебудівні компанії всього світу шукати нові технічні рішення, щоб дотримуватися встановлених нормативних вимог щодо складу та кількості відпрацьованих газів (ВГ). При цьому дедалі більшої актуальності набуває необхідність забезпечення економії палива під час роботи автомобільних двигунів. Рушійною ж силою цього прогресу є ринок і вимоги з охорони навколишнього середовища [4].

Автомобільний бензин — це складна суміш легких парафінових, олефінових, нафтоєвих, ароматичних вуглеводнів та їх похідних з числом атомів вуглецю від 4 до 10, яка википає у межах 30–215 °С. Вони є легкозаймистими безбарвними або жовтуватими рідинами [5]. На сьогодні бензин є одним із найбільш затребуваним видом моторного палива.

Обсяги його використання залишаються стабільно високими протягом останніх 20-ти років. Але зростання цін на нафтове паливо, збільшення автопарку, а відтак і викидів відпрацьованих газів у атмосферу форсують упровадження альтернативних палив, зокрема біологічних, які виготовляються з відновлювальних рослинних джерел [8]. Тому, використання моторних альтернативних палив є одним із найпоширеніших варіантів зниження викидів шкідливих речовин із відпрацьованими газами [7].

Як показує міжнародний досвід, використання біоетанолу як моторне паливо чи добавки до бензинів не тільки екологічно, але й економічно доцільно.

Паливо на основі спирту широко використовується в багатьох країнах (лідерами є Бразилія і США) [8].

Аналіз досліджень і публікацій

Досвід закордонних країн, а також накопичений в Україні показує, що впровадження альтернативних палив досить тривалий процес і варто починати його поступово, відпрацьовуючи окремі технології на базі пілотних проектів. Дотепер у світі найбільш успішно реалізуються пілотні проекти з використання природного газу, водню і біопалива [2], зокрема й аліфатичних спиртів.

Питання застосування альтернативних палив на транспорті є стратегічними й успішно вирішуються багатьма країнами, оскільки дають змогу розширити енергетичну базу, знизити залежність від стану природних ресурсів (зокрема) і коливань цін на них, зменшити забруднення навколишнього середовища [2].

Постановка завдання

Одними з перспективних альтернативних палив для автомобільного транспорту України є спиртові палива.

Найбільш імовірними заміниками традиційних рідких палив є біоспирти (метанол і етанол) і біодизель (жири рослинного або тваринного походження, а також деякі метилові ефіри жирних кислот). Приставка «біо» свідчить або про біологічне походження даних палив, або про застосування під час їх виробництва біотехнологій.

Одержані продукти можуть бути використані як самостійно, так і в якості добавок до традиційних палив [6].

Однією із найважливіших характеристик автомобільного бензину є випаровуваність, яка характеризується тиском насичених парів і фракційним складом. Отже, мета даної роботи — дослідити залежності випаровуваності бензину від вмісту в його складі різних видів оксигенатів.

Вирішення завдання

Випаровуваність як експлуатаційна властивість впливає на швидкість утворення горючої суміші у двигуні, спалахування та ефективність та стабільність горіння, величину природних втрат, ступінь розрідження моторної оливи, а також на зміну якісного стану палива та навколишнє середовище [1].

Як відомо, фракційний склад характеризується температурами википання 10, 50 та 90 % об. Температура перегонки 10 % (об.) характеризує пускові якості бензину та його здатність до утворення парових пробок. Пускові властивості бензину залежать від вмісту в ньому легких фракцій [5]. Чим вище тиск насичених парів бензину, нижче температури початку кипіння і перегонки 10 % об. і більше об'єм фракції, википає за температури до 70 °С, тим більше його схильність до утворення парових пробок. Від вмісту в бензині легкокиплячих фракцій також залежить його фізична стабільність, тобто схильність до втрат від випаровування [3].

Пускові властивості бензинів останнім часом пов'язують із вмістом у них фракцій, що википають до 70 °С. Зі зниженням температури повітря потреба у фракціях, що википають до 70 °С, зростає швидше, ніж при вищих температурах.

Температури перегонки 50-відсоткової фракції палива характеризує швидкість прогрівання двигуна, стійкість його роботи на малих обертах та прийнятності. Чим нижче ця температура, тим легше та повніше відбувається випаровування бензину за низьких температур, тим швидше прогривається двигун. Якщо температура перегонки 50-відсоткової фракції висока, а об'єм випаровуваного бензину за температури 100 °С низький, то випаровування відбувається неповно та з невеликою швидкістю; горюча суміш стає збідненою, прогрівання двигуна затягується, двигун

на малих обертах працює у нестійкому режимі, а прийнятність його погіршується.

Температура перегонки 90-відсоткової фракції та температура кінця кипіння характеризують наявність у бензині важких фракцій, які не встигають випаровуватися у впускному трубопроводі та довипаровуються у циліндрах двигуна. При неповному випаровуванні бензину у впускній системі частина його може потрапити до камери згоряння у рідкому стані, змиваючи при цьому оливу зі стінок циліндрів. Рідка плівка через зазори поршневих кілець може проникати до картера. При цьому відбувається розрідження оливи. Зниження температури кінця кипіння бензинів може підвищити їх експлуатаційні властивості, однак це суттєво знижує ресурс бензинів при виробництві. Із підвищенням температури перегонки 90-від-соткової фракції, і особливо кінця кипіння, збільшується не тільки зношування двигуна, але й відносна витрата бензину за рахунок неповного згоряння [5].

З метою порівняння випаровуваності бензинів з різним вмістом оксигенатів, об'єктом дослідження був обраний бензин А-95 і його суміш з 10 % об. етилового, ізопропілового, ізобутилового спиртів. Оскільки саме ці спирти входять до складу сучасного бензину марки А-95 відповідно до вимог нормативно-технічної документації. Температури кипіння перерахованих спиртів відповідно становлять 78,15, 82,4 та 108,4 °С.

Експеримент був проведений у лабораторному приміщенні за стандартної температури (20 ± 2)°С. Фракційний склад зразків визначали за стандартною методикою, згідно з вимогами ДСТУ 2177 «Нафтопродукти. Методи визначення фракційного складу».

Результати визначення фракційного складу досліджуваних зразків автомобільного бензину марки А-95 наведено в табл. 1 та на рис. 1.

Таблиця 1

Результати визначення фракційного складу бензинів

Фракційний склад проб палива	Температури википання фракцій досліджуваних проб палива, °С			
	Бензин марки А-95	Бензин марки А-95 + 10 % ізопропілового спирту	Бензин марки А-95 + 10 % етилового спирту	Бензин марки А-95 + 10 % ізобутилового спирту
$t_{\text{поч. кип}}$	37	45	43	42
10 %	52	56	55	59
20 %	66	62	60	68
30 %	78	67	64	77
40 %	91	75	68	86
50 %	108	84	91	96
60 %	127	116	117	109
70 %	147	135	136	133
80 %	166	158	158	156
90 %	192	182	180	182

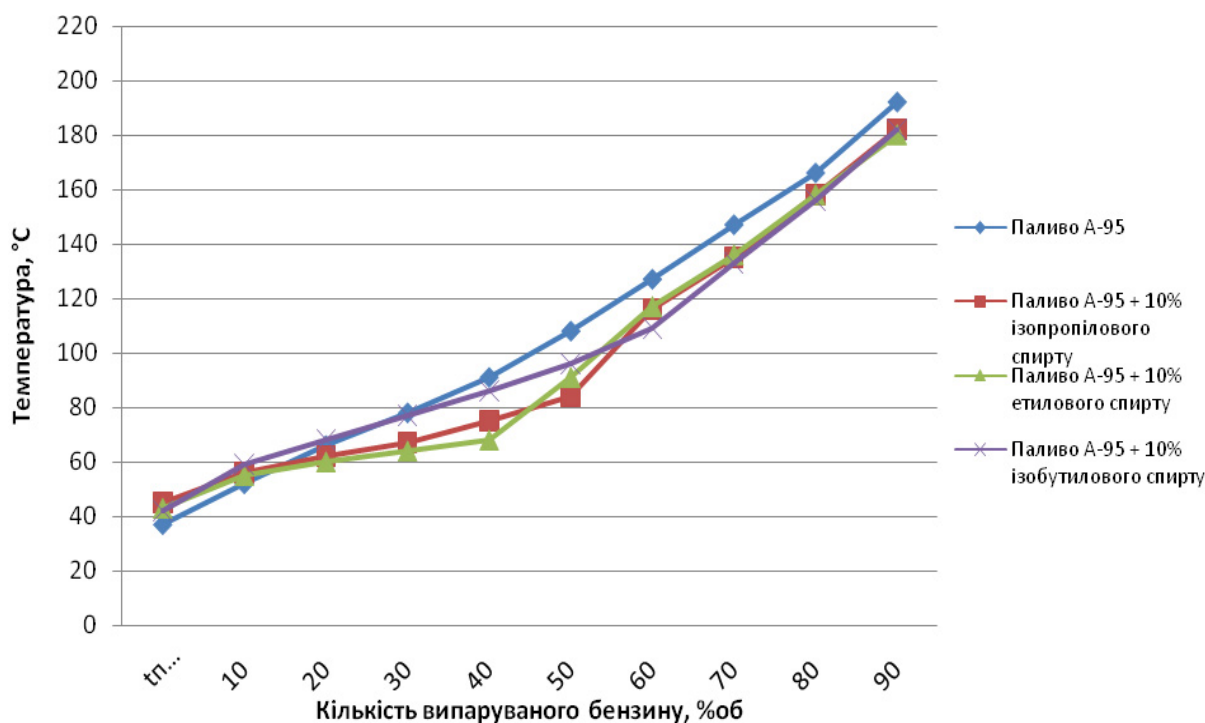


Рис. 1. Вплив добавки 10 % об. спиртів на фракційний вміст бензину А-95

Аналізуючи отримані результати, можна спостерігати характер впливу добавки досліджуваних спиртів на фракційний склад бензину. Етиловий та ізопропіловий спирти у складі бензину призводять до збільшення об'ємної частки фракцій бензину, які википають за температур нижче 80 °С. Вихідне паливо А-95 впливає на зменшення об'єму фракцій, які википають за температур вищих за 90 °С. На отримані результати впливають відмінності температур кипіння спиртів, які додавались до бензину.

Для того щоб розглянути вплив спиртів на експлуатаційні властивості бензину А-95, було побудовано діаграми на основі табл. 2 та табл. 3, які показують вплив добавки спиртів на температуру википання 10, 50 та 90 % об. бензину (рис. 2), а також вплив добавки спиртів на об'єм випаровуваного бензину при температурах 70, 100, 120, 150 та 180 °С (рис. 3), що характеризують випаровуваність автомобільних бензинів та їх схильність до втрат та утворення парових пробок у паливних системах транспортних засобів.

Таблиця 2

Температури википання 10, 50 та 90 % об. бензину, °С

Фракційний склад	Паливо А-95	Паливо А-95 + 10 % ізопропілового спирту	Паливо А-95 + 10 % етилового спирту	Паливо А-95 + 10 % ізобутилового спирту
10 %	52	56	55	59
50 %	108	84	91	96
90 %	192	182	180	182

Таблиця 3

Об'єм випаровуваного бензину за температур 70, 100, 120, 150 та 180 °С

Проба	70 °С	100 °С	120 °С	150 °С	180 °С
Паливо А-95, %	24	46	56	72	88
Паливо А-95 + 10 % ізо- пропілового спирту, %	34	55	62	77	89
Паливо А-95 + 10 % етилового спирту, %	41	54	62	77	90
Паливо А-95 + 10 % ізобутилового спирту, %	23	54	66	77	90

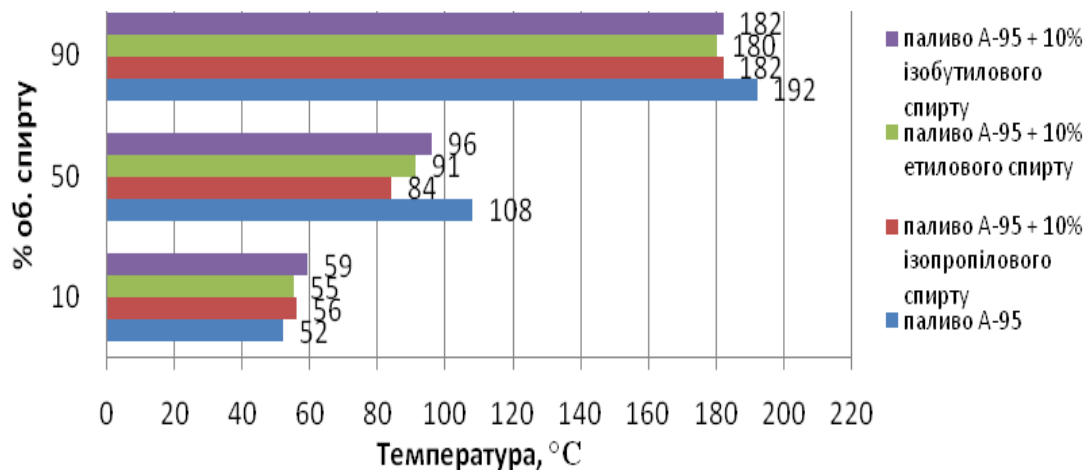


Рис. 2. Вплив добавки 10 % об. спирту на температури википання 10, 50 та 90 % об. бензину

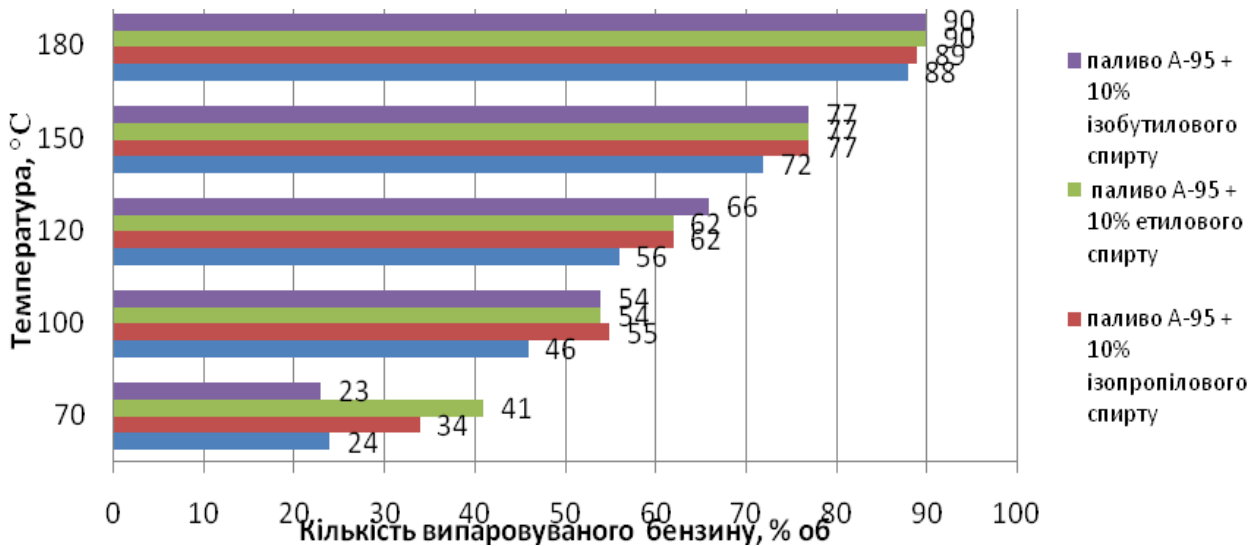


Рис. 3. Вплив добавки 10% об. спирту на об'єм випаровуваного бензину за температур 70, 100, 120, 150 та 180 °C

Отже, аналізуючи рис. 2 та 3, можна дійти висновку, що під час додавання 10 % об. оксигенати — температура википання проби автомобільного бензину збільшується. Додавання в бензин етилового спирту підвищує частку випаровуваного бензину при 70 °C на 17 % об. спирту відповідно порівняно з чистим паливом. Це свідчить про те, що при запуску двигуна бензин з додаванням етилового спирту може мати схильність до утворення парових пробок у паливній системі.

Бензин з додаванням ізопропілового спирту має найнижчу температуру википання при 50 % об. та найбільшу кількість випаровуваного бензину за температури 100 °C. Отже, додавання ізопропілового спирту до бензину дасть можливість зменшити час прогріву двигуна, покращить

його прийнятність та підвищити швидкість його переходу на режим максимальної потужності.

Чисте паливо А-95 має найвищу температуру википання при 90 % об. спирту та найнижчий показник випаровування при температурі 150 °C порівняно з бензинами з додаванням спиртів. Це впливає на зниження повноти згоряння палива, змивання оливи зі стінок циліндрів, відбувається розрідження оливи, збільшується не тільки зношування двигуна, але й відносна витрата бензину за рахунок неповного згоряння.

Наступним етапом дослідження було визначення впливу додавання спиртів до складу автомобільного бензину марки А-95 на густину. Густина було визначено за стандартною методикою. Результати дослідження наведено в табл. 4 та на рис. 4–5.

Таблиця 4

Результати визначення густини палив

Проби палив	Густина, г/см ³
Паливо А-95	758
Паливо А-95 + 10 % етилового спирту	760
Паливо А-95 + 10 % ізопропілового спирту	761
Паливо А-95 + 10 % ізобутилового спирту	764
Паливо А-95 + 5 % етилового спирту	759
Паливо А-95 + 15 % етилового спирту	762

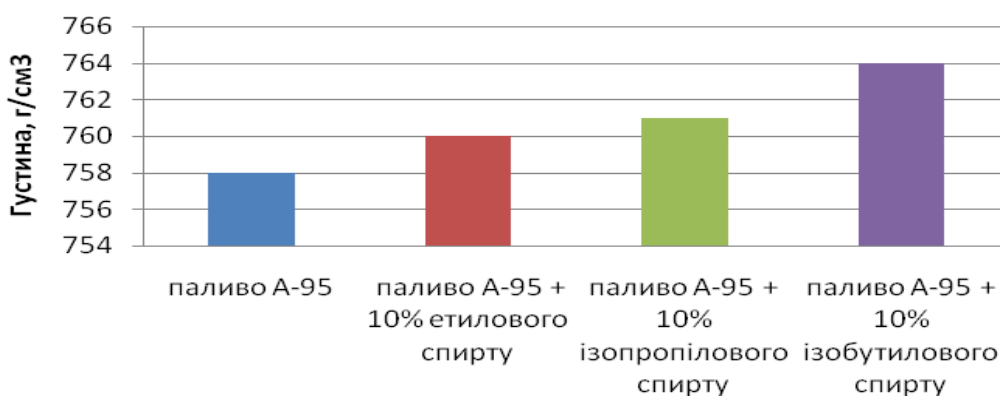


Рис. 4. Результати дослідження густини зразків автомобільного бензину з додаванням оксигенатів різного походження

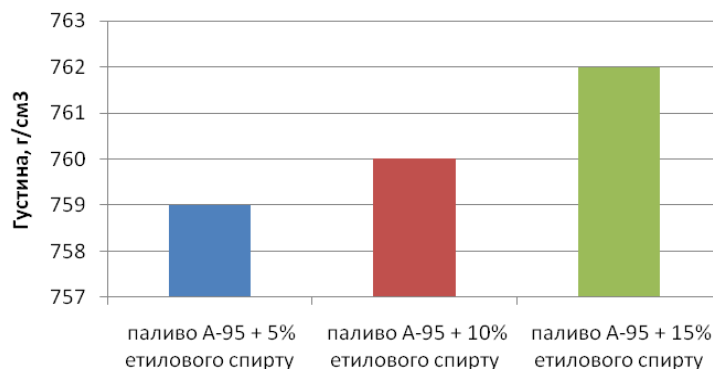


Рис. 5. Результати дослідження густини зразків автомобільного бензину з додаванням оксигенатів різного походження

Як видно з рис. 5, густина зменшується зі збільшенням вмісту етилового спирту в паливі.

Тому, було поставлено мету — визначити вплив умісту оксигенатів різного походження, граничну температуру запуску двигуна, яка залежить як від густини, так і від температури википання 10 % бензину та температури початку його перегонки.

Аналізуючи рис. 6, бачимо, що найбільшу граничну температуру запуску двигуна має чисте паливо А-95, а найменшу — паливо А-95 із 10 % ізобутилового спирту.

Отже, у результаті експериментальних досліджень ми дійшли висновку про вплив оксигенатів різної природи на випаровуваність автомобільного бензину марки А-95.

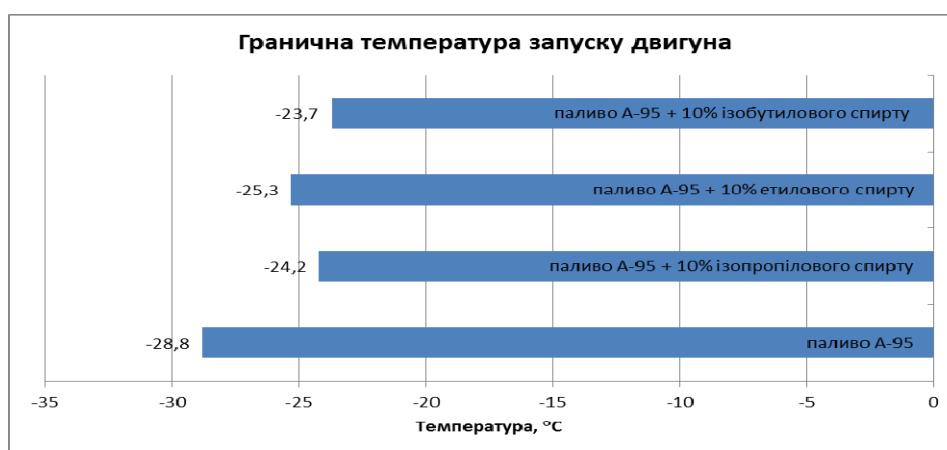


Рис. 6. Гранична температура запуску двигуна під час використання зразків автомобільного бензину з додаванням оксигенатів різного походження

Висновки

Отже, додавання аліфатичних спиртів до бензинів має вплив на їх фізичну стабільність. Змінюється їх фракційний склад у результаті різних температур кипіння доданих спиртів.

Бензин з додаванням етилового спирту має схильність до утворення парових пробок в паливній системі.

Додавання ізопропілового спирту до бензину дасть можливість зменшити час прогріву двигуна, покращить його прийнятність та підвищити швидкість його переходу на режим максимальної потужності.

Бензин з додаванням ізообутилового спирту підвищить повноту згоряння палива. Тому використання аліфатичних спиртів як компонентів сучасних автомобільних бензинів є перспективним як з експлуатаційного погляду, так й з екологічного.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Газ природний*, палива та оливи : монографія / М. П. Андрійшин, Я. С. Марчук, С. В. Бойченко, Л. А. Рябоконт. — Одеса : Астропринт, 2010. — С. 183–184.

2. Внукова Н. В. Альтернативне паливо як основа ресурсозбереження і екобезпеки автотранспорту /

Н. В. Внукова, М. В. Барун // Альтернативні джерела енергії, 2011. — № 9. — С. 45–55.

3. Ермак А. А. Влияние спиртов на испаряемость бензина / А. А. Ермак, О. С. Пищайко, А. А. Сидоров // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. Химическая технология, 2011. — № 11. — С. 149–153.

4. РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, ИОХ им. Н. Д. Зелинского РАН. Применение алифатических спиртов в качестве экологически чистых добавок в автомобильные бензины / С. А. Карпов, Л. Х. Кунашев, А. В. Царев, В. М. Капустин // Нефтегазовое дело. — 2006. — С. 1–12.

5. Кочірко Б. Ф. Автомобільні палива: довідник / Б. Ф. Кочірко. — К. : Масма, 2007. — 125 с.

6. Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского. Сравнение биотоплив с нефтяными топливами по физико-химическим характеристикам / К. Е. Панкин, Ю. В. Иванова, Р. И. Кузьмина, С. Н. Штыков // Химия и технология топлив и масел. — 2011. — № 1. — С. 8–10.

7. Спиртовмісні палива / Є. В. Полункін, С. О. Зубенко, О. О. Гайдай, О. В. Кузнєцова, Є. В. Полункін // Вісник НАУ, Хімічні технології. — 2010. — № 2. — С. 137–141.

8. Украина ищет альтернативу // Современная АЭС. — 2006. — № 8. — С. 68–71.

Стаття надійшла до редакції 13.10.2014.