УДК 620.92.579.66

# РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБУ ЗБІЛЬШЕННЯ ФАЗОВОЇ СТАБІЛЬНОСТІ СУМІШЕВИХ МОТОРНИХ ПАЛИВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЇХНІХ ЕКОЛОГІЧНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

**М.О. Будько**[1,2], кандидат технічних наук, старший викладач, **Д.М. Степанов**[1], студент,
**О.І. Василькевич**[1], кандидат технічних наук, доцент

[1]Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»
03056 м. Київ, пр-т Перемоги, 37
[2]Інститут відновлюваної енергетики НАН України,
02094 м. Київ, вул. Гната Хоткевича, 20А

*В роботі розроблена методика дослідження розшарування обводнених сумішевих бензинів. Запропонована комплексна багатофункціональна присадка-стабілізатор на основі ПАР. Перевірено її дію на фізико-хімічні показники сумішевих спиртовмісних обводнених бензинів. Бібл.* **7***, табл. 1, рис. 2.*
***Ключові слова:*** *біоетанол, сумішеві спиртовмісні обводнені бензини, оксигенат, солюбілізація, присадка-стабілізатор.*

# DEVELOPMENT AND INVESTIGATION OF THE METHOD FOR IMPROVING PHASE STABILITY OF MIXTURED MOTOR FUELS TO ENHANCING THEIR ECOLOGICAL AND OPERATIONAL CHARACTERISTICS

**M. Budko**[1, 2], **D. Stepanov**[2], **O. Vasylkevych**[1]

[1]National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»
03056, 37 Peremohy Avenue, Kyiv, Ukraine
[2]Institute of Renewable Energy, NAS of Ukraine
02094, 20A Hnata Khotkevycha Street, Kyiv, Ukraine.

*In the work the method of studying the bundle of watered mixed gasoline has been developed. A complex multifunctional additive-stabilizer based on surfactant is proposed. Its effect on the physicochemical indices of the mixture of alcohol-containing gasoline mixed with watered has been checked. References 7,tables 1, figures 2.*
***Keywords:*** *bioethanol, alcohol-containing water-fused gasoline, oxygenate, solubilization, additive-stabilizer.*



М.О. Будько
M. Budko

**Відомості про автора**: кандидат технічних наук, старший викладач кафедри відновлюваних джерел енергії факультету електроенерготехніки та автоматики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського», старший науковий співробітник відділу відновлюваних органічних енергоносіїв Інституту відновлюваної енергетики НАН України.
**Освіта**: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», інженер-біотехнолог за спеціальністю «Промислова біотехнологія».
**Наукова сфера**: підвищення ефективності застосування рідких біопалив як в чистому вигляді, так і в суміші з традиційним пальним; удосконалення технологій виробництва рідких біопалив із рослинної сировини.

**Information about the author**: philosophy doctor, senior lecturer of the Department of Renewable Energy Sources of the Faculty of Electric Power Engineering, and Automatics of the Faculty of Electrical Engineering, and Automation, of the National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», senior researcher of Renewable Organic Energy Sources Department of the Institute of Renewable Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine.
**Education**: National Technical University of Ukraine «Kiev Polytechnic Institute», engineer-biotechnologist in the specialty «Industrial biotechnology».
**Research area**: Improving the efficiency of the use of liquid biofuels, both in pure form and in combination with traditional fuels; improvement of technologies for the

© М.О. Будько, Д.М. Степанов, О.І. Василькевич, 2018

**Публікації**: 20.
**ORCID:** 0000-0003-0928-1657
**Контакти**: +38 (044) 204-81-91
e-mail: fialka93@gmail.com

production of liquid biofuels from plant raw materials.

**Publications**: 42.
**ORCID:** 0000-0003-0928-1657
**Contacts**: +38 (044) 204-81-91
e-mail: fialka93@gmail.com



Д.М. Степанов
D. Stepanov

**Відомості про автора**: студент кафедри інженерної екології Інституту енергозбереження та енергоменеджменту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського».
**Освіта**: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», інженер-еколог за фахом «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування».
**Наукова сфера**: розробка способів зниження токсичності вихлопних газів автомобільного транспорту. Підвищення ефективності застосування автомобільних палив.
**Публікації**: 18.
**ORCID:** 0000-0003-1780-361
**Контакти**: +38 (044) 204-85-54
e-mail: stepa200628@gmail.com

**Information about the author**: student of the Engineering Ecology Department of the Institute of Energy Saving and Energy Management of the National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute».
**Education**: National Technical University of Ukraine «Kiev Polytechnic Institute», Environmental engineer, specialty «Ecology, environmental protection, and sustainable use of nature».
**Research area**: developing methods for reducing the toxicity of exhaust gases in road transport. Improving the efficiency of automotive fuels.
**Publications**: 18.
**ORCID:** 0000-0003-1780-361
**Contacts**: +38 (044) 204-85-54
e-mail: stepa200628@gmail.com



О.І. Василькевич
O. Vasylkevych

**Відомості про автора**: доцент кафедри органічної хімії та технології органічних виробництв Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського», кандидат технічних наук.
**Освіта**: Київський політехнічний інститут, кваліфікація – інженер хімік-технолог, спеціальність «Основні процеси хімічних виробництв та хімічна кібернетика».
**Наукова сфера**: механізми органічних реакцій.
**Публікації**: 51.
**ORCID:** 0000-0003-0253-9926
**Контакти**: +38 (066) 787-87-81
e-mail: vasylkevych@ukr.net

**Information about the author:** philosophy doctor, docent of the Department of Organic Chemistry and Technology of Organic Production of the Faculty of Chemical Technology, the National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute».
**Education**: Kiev Polytechnic Institute, engineer-biotechnologist, specialty «Industrial biotechnology».
**Research area**: mechanisms of organic reactions.
**Publications**: 51.
**ORCID:** 0000-0003-0253-9926
**Contacts**: +38 (066) 787-87-81
e-mail: vasylkevych@ukr.net

**Перелік використаних позначень та скорочень:**

ПАР- поверхнево-активні речовини;
Е – біоетанол;
А-95Е – бензин марки А- 95 з додаванням біоетанолу;
ТНП – тиск насиченої пари.

Підвищення цін на бензин, можливість практичного вичерпання нафтових джерел, а також екологічний аспект при використанні автомобільних бензинів змушує задуматися про пошук інших джерел енергії для транспортних засобів. Непогана альтернатива традиційному автомобільному пальному є спирт. Не дивлячись на новітні розробки світових автомобільних компаній, в даний момент, існує замало автомобілів, адаптованих до використання формально 100% спир-

ту. На чистому спирті (біоетанолі) їздять практично тільки в Бразилії. Це власники автомобілів Flexible Fuel (тобто з можливістю вибору палива). На сьогоднішній день, у Бразилії таких машин продається вже до 90%. В інших країнах спирт змішують з бензином в різних пропорціях. Використання етилового спирту в якості палива не є новиною. Як відомо, перший автомобіль, здатний їздити на етанолі сконструював у 1920 році Генрі Форд (Ford Model T) [1]. Проте пізніше інтерес до таких сумішей згас. Частково тому, що спирт ректифікат містить приблизно 5% води, яка в бензині не розчиняється, а веде до розшарування складових рідин, при низьких температурах замерзає, утворюючи крижані «пробки» в трубопроводах і каналах карбюратора. Отримання безводного (абсолютизованого) спирту в ті часи було дуже дорогим. Тільки в 70-х роках XX сторіччя, у зв'язку із суттєвим погіршенням екологічного стану та через нафтову кризу почалося відродження інтересу до спиртів і, особливо, до етанолу. З 1980 року почалося масове виробництво зневодненого спирту та його використання в США, Канаді, Швеції, Франції і Колумбії. На сьогодні Бразилія та США є домінантними індустріальними країнами у виробництві таких біопалив. У Бразилії етанол отримують із цукрової тростини, в США – переважно з кукурудзи. Займаються його виробництвом Іспанія, Франція, Швеція, Німеччина, а також Англія. Основною сировиною виробництва є пшениця та цукрові буряки. У кожній країні є власні законнодавчі акти та економічні можливості, що регулюють виробництво та реалізацію біоетанольного палива.

В Україні велика частина рухомого складу автомобільного транспорту в якості палива використовує автомобільний бензин. Співвідношення споживання різних видів палива в Україні: автомобільний бензин становить 70%, дизельне паливо – 29%, газ – 1%. Сучасні автомобільні бензини, як правило, представляють собою суміш компонентів, що виробляються за рахунок різних технологічних процесів. У бензинах, в залежності від вуглеводневого складу сировини і технології отримання, може міститися більше 200 індивідуальних вуглеводнів різної будови, склад яких, а також їхню взаємодію між собою визначають властивості бензину [2]. Автомобільний транспорт дає негативний вплив на навколишнє середовище. В результаті експлуатації автомобілів відбувається:

– надмірне споживання природних ресурсів;
– забруднення атмосферного повітря;
– утворення виробничих відходів;
– акустичне забруднення;
– забруднення водного басейну та прилеглих до автомагістралей територій.

Викиди відпрацьованих газів автомобілів складають дуже значні обсяги. Велика частина викидів відбувається у безпосередній зоні життя людей і на дуже низькій висоті.

Серед основних тенденцій розвитку сучасної паливної промисловості можна виділити посилення екологічних вимог до палива і, як наслідок, – необхідність у виробництві високооктанових автомобільних бензинів з поліпшеними екологічними характеристиками. Одним зі шляхів вирішення цих питань стало широке використання оксигенатів як добавок до сумішевих автомобільних бензинів. Найбільш поширеним оксигенатом, який використовується для цього, є біоетанол чи етиловий спирт біологічного походження [3].

До числа переваг біоетанолу, в порівнянні з бензином, належать такі властивості:

– пари етанолу розсіюються швидше, ніж пари бензину;
– біоетанол менш токсичний, ніж бензин, і не містить канцерогенних компонентів;
– пари етанолу менш вогненебезпечні, ніж пари бензину, через більш високу температуру самозаймання;
– в'язкість етанолу вища за в'язкість бензину, завдяки чому немає проблем у роботі двигунів у спекотну погоду;
– електропровідність етанолу значно вище, ніж у бензину, що знижує можливість накопичення статичної електрики під час руху палива, в тому числі, в паливній системі;
– октанове число етанолу істотно вище, ніж у бензину [4].

Якщо розглядати біоетанол з позиції вимог, що висуваються до автомобільного палива, то

можна констатувати його придатність для цього, зокрема етиловий спирт:

- є леткою рідиною;
- є однорідним;
- має постійну температуру кипіння;
- має високу антидетонаційну стійкість;
- має досить високу теплоту згорання.

Проте існує також низка негативних властивостей етанолу в сумішевих бензинах:

1. Спирт як гігроскопічна полярна структура адсорбує воду накопичену в паливному баку автомобіля чи в резервуарі зберігання. При цьому ймовірність поділу рідини на фази стає дуже високою, особливо при низьких температурах. Як наслідок, паливо розшаровується на водно-етанольний шар знизу і бензин зверху. При цьому розшарування палива призводить до перебоїв в роботі двигуна та його зупинки.
2. За рахунок неоднорідності змішування палива знижується його теплота згорання та з'являються проблеми в електронному управлінні паливною апаратурою інжектора чи карбюратора.
3. Водний розчин етанолу має значну електропровідність і тому може провокувати гальванічну корозію металу двигуна та паливної апаратури.
4. Етанол та його водний розчин мають негативний вплив на гуми та пластмаси.
5. Погіршуються змащувальні та протизносні властивості палива.

Тому зараз існують певні проблеми в експлуатації автомобілів на паливі з домішками спирту.

Але найголовнішим негативним фактом є те, що у спирті необмежено розчиняється вода. В реальних умовах зберігання і транспортування і використання бензино-етанольного палива неминуче його обводнення за рахунок потрапляння води в паливо різними шляхами.

Основними джерелами потрапляння води до палив може бути:

- волога у транспортних лініях;
- волога, яка просочується в сховище палив за рахунок конденсації з повітря при температурних коливаннях;
- вода, яка вноситься обводненим етиловим спиртом.

Вода може потрапити в бензин під час розділення в ректифікаційних колонах на нафтопереробних заводах, які працюють з введенням водяної пари. Кількість води, в такому разі, є невеликою і відповідає розчинності води у вуглеводнях при температурі певного технологічного процесу. Розчинність води в бензинових фракціях залежить від їхнього вуглеводневого складу, особливо від вмісту в них ароматичних вуглеводнів, причому, чим легшою є вуглеводнева фракція і чим вища температура, тим вищою є розчинність води у вуглеводнях (рис. 1).

Наявність води в автомобільних бензинах є причиною цілої низки негативних явищ, які погіршують їхні експлуатаційні властивості. У разі охолодження бензинів, що містять воду, утворюється водяна дисперсія і бензин мутнішає. Подальше зниження температури призводить до утворення кристаликів льоду, що осідають на фільтрі і перешкоджають нормальному руху бензину паливною системою двигуна. Ця проблема не настільки актуальна для бензинів, що містять спирти або етери, оскільки вони, розчиняючись у воді, значно знижують температуру помутніння бензинів. Вода, що знаходиться у вигляді краплинок, може стати причиною корозії металів, внаслідок чого руйнуються металічні поверхні, а паливо забруднюється продуктами корозії. Вода також може стати причиною розвитку мікроорганізмів у паливі, що спричиняє біокорозію, утворення осадів та шламів, руйнування присадок до бензинів. Отже, наявність у бензинах оксигенатів, особливо спиртів, є причиною загострення проблеми обводнення палива. Додавання до бензинів 5% етанолу спричиняє зростання розчинності води до 3000–3500 ppm. Під час зниження температури сумішевого бензину, зменшується взаємна розчинність компонентів, що зумовлює утворення двох фаз (шарів). Верхня фаза складається з бензину та невеликої кількості етанолу, а нижня – з води, в якій розчинено до 75% етанолу, та незначною кількістю вуглеводнів (в основному ароматичних). Це явище є результатом обмеженої розчинності етанолу в бензині та необмеженою розчинністю у воді [5, 6].

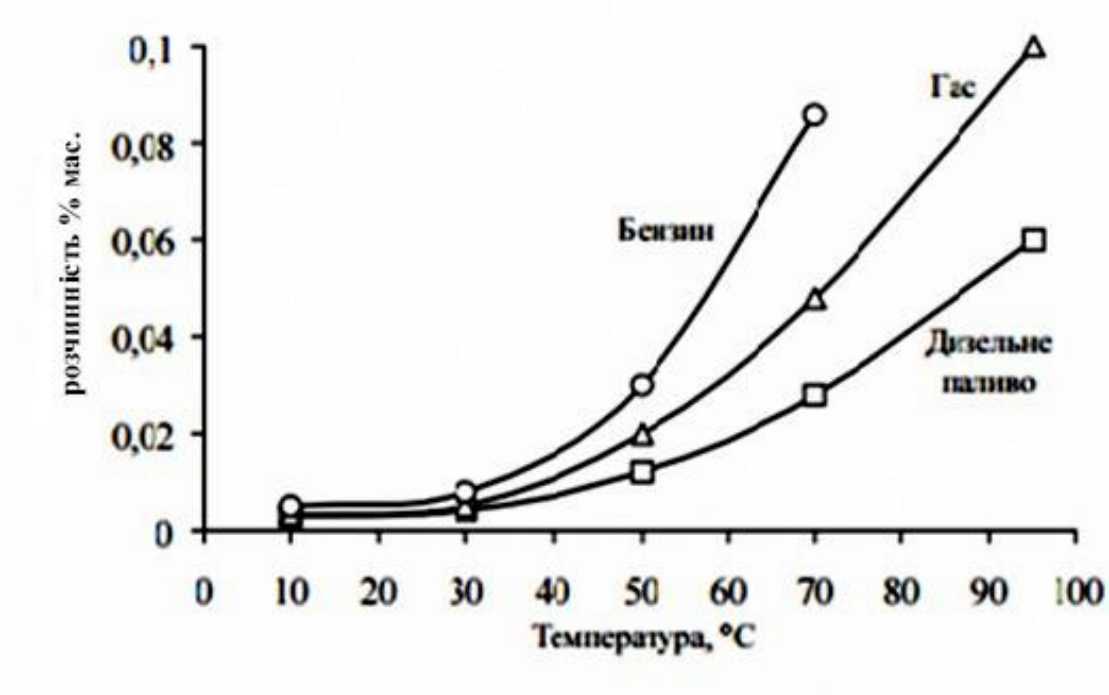



**Рис. 1. Розчинність води в різних нафтових дистилятах в залежності від температури.**

**Fig. 1. Water solubility in various oil distillates depending on temperature.**

Здатність спиртобензинових сумішей до розшарування залежить від складу бензину, вмісту спирту і води в паливній композиції. З підвищенням концентрації ароматичних сполук в бензині і збільшенням вмісту в паливі спирту температура помутніння знижується. Однак кількість води в системі є значно важливішим фактором.

Бензинова фаза, що знаходиться в рівновазі з водно-спиртовою фазою, характеризується пониженим октановим числом, що спричиняє детонацію під час її спалювання у двигунах. Потрапляння водно-спиртової фази у камеру згоряння може стати причиною припинення роботи двигуна. Отже, основним недоліком бензино-етанольних палив є їхній фазовий поділ, обумовлений наявністю в них певної кількості води, і, як наслідок, обмеженою взаємною розчинністю компонентів. Це є причиною недостатньо швидкого впровадження сумішевих палив на ринок нафтопродуктів і повної заміни традиційних класичних бензинів на більш екологічні та дешеві палива.

Ця робота присвячена розробці та дослідженню одного зі шляхів підвищення фазової стабільності сумішевих автомобільних палив.

На сьогоднішній день, роботи, спрямовані на пошук і впровадження нових ефективних способів підвищення фазової стабільності водопаливних систем, є дуже актуальними. Нині така задача вирішується за допомогою таких способів:

1. Кавітаційна обробка водопаливних емульсій дає змогу на деякий час за допомогою потужної гідродинамічної дії гомогенізувати систему і привести її до стану, коли водопаливна емульсія не розшаровується і може нормально згоряти у двигуні автомобіля. Але стабільність обробленої таким чином емульсії у часі дуже невелика і через деякий проміжок часу система знову повертається до попереднього стану. Але складність апаратури і великі енергетичні витрати такого роду обробки палива не дають можливості використовувати цей спосіб у широких масштабах. Також, на цей час, немає надійних дешевих і малогабаритних кавітаційних пристроїв, які можна було б використовувати у паливній системі бензинового двигуна.

2. Введення в водопаливні емульсії стабілізаторів [7]. В якості стабілізаторів спиртобензинових сумішей можна використовувати аліфатичні спирти $C_2$-$C_3$, нормальної і розгалуженої будови, феноли, алкілацетати, етери і естери та їхні металоорганічні похідні, кетони, аміни, ПАР, а також гліколі та їхні ефіри, альдегіди,

кеталі, карбонові кислоти і суміші зазначених речовин. Дієвими і при цьому дешевими стабілізаторами є сивушні масла, що забезпечують гомогенність палива за температури вищої ніж -25°С.

3. Солюбілізація – процес отримання стійкого ізотропного розчину субстрату – солюбілізату, який в даному розчиннику не розчиняється або розчиняється незначно.

Для проведення дослідження впливу поверхнево-активних речовин на стабільність обводнених сумішевих автомобільних бензинів були обрано в якості досліджуваного бензину (сумішеве паливо) бензин марки А-95Е, до складу якого входить 10% біоетанолу.

Результати попередньо проведеного дослідження дозволили нам сформулювати таку концепцію: найбільш ефективним шляхом поліпшення якості моторних палив з точки зору забезпечення фазової стабільності сумішевих обводнених бензинів є введення у паливо присадки-стабілізатора поліфункціонального призначення.

Така присадка повинна відповідати вимогам:

1) ефективно підвищувати фазову стійкість сумішевих обводнених автомобільних бензинів при низьких і мінусових температурах, забезпечуючи солюбілізацію водно-спиртової частини у вуглеводневій основі бензину;

2) мати високу поверхневу активність для покращення сумішоутворення;

3) присадка не повинна бути корозійно-безпечною;

4) мати миючі властивості, - це має забезпечити чистоту паливної апаратури та камер згоряння двигуна автомобіля;

5) знижувати нагароутворення в двигунах та знижувати вимоги до октанового числа бензину;

6) сприяти зниженню обсягів продуктів неповного згоряння вуглеводнів палива, а також викидів оксидів нітрогену і карбону;

7) мати абсолютну розчинність в паливах у будь-яких температурних умовах застосування;

8) вироблятися з доступної сировини і не збільшувати суттєво вартість палива.

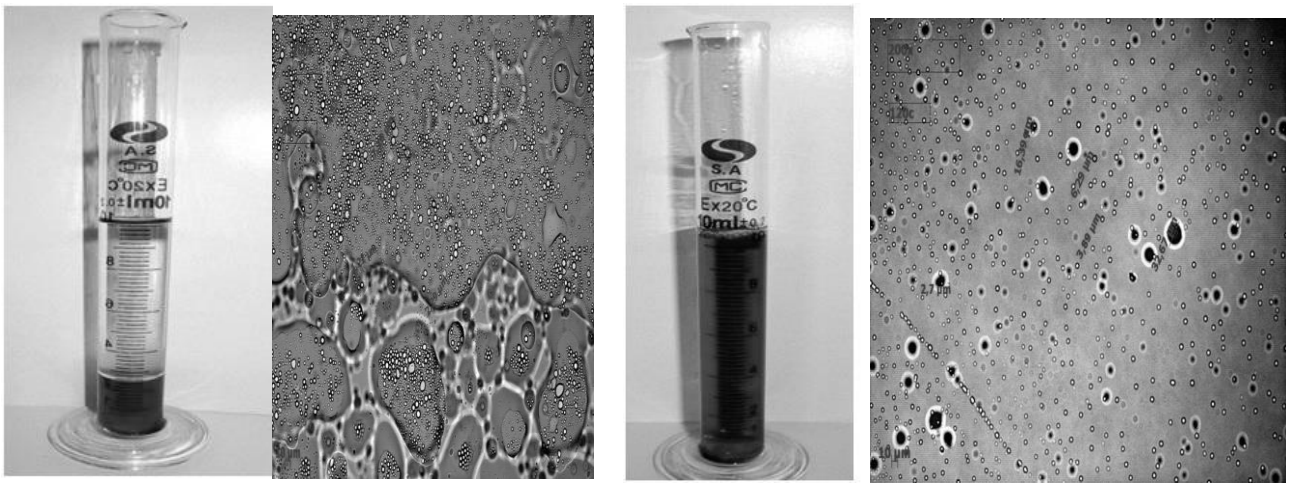
Авторами були проведені попередні дослідження щодо розробки багатофункціо-нальної присадки-стабілізатора на основі ПАР.

У зв’язку з відсутністю універсальних стандартних методик для вивчення і дослідження впливу ПАР на стабілізацію обводнених бензинів, була розроблена методика експериментального дослідження.

В якості контрольної проби було взято суміш бензину з певною кількістю дистильованої води (попередньо зафарбована водорозчинним барвником), а інші зразки, – розшаровані проби обводненого бензину і присадки, – стабілізатору в кількості (0,1–1,0)% об. В роботі був обраний спеціальний склад присадки, яка містила як неіонгенний ПАР, так і іоногенний аніонактивний. Також у її склад були введені допоміжні та активуючі компоненти, розчинник та регулятор pH. Отже при розшаруванні контрольної проби наглядно та контрастно видно обидва шари. Синій шар, зафарбований знизу, – спиртоводний та безбарвний бензиновий – зверху рис. 2а. Експеримент повторювали, додаючи більшу кількість присадки до тих пір, поки в мірному циліндрі не з’являлась прозора не розшарована в часі рідина синього кольору стабілізованого обводненого бензину рис. 2б.

Присадка-стабілізатор достатньо розчинна в бензинах та в її склад не входять токсичні та заборонені речовини. Її компоненти є однорідними прозорими рідинами з різним кольоровим відтінком і розчиняються у великій кількості як у полярних, так і в неполярних рідинах. ПАР, які були обрані при розробці присадки широко використовуються в різних рецептурах технічних миючих та технологічних засобах у промисловості.

Після визначення необхідної кількості присадки-стабілізатора, була проведена робота з дослідження її впливу на різні фізико-хімічні показники сумішевих спиртовмісних обводнених бензинів. Роботи проводились у спеціалізованих установах, які займаються випробовуванням та сертифікацією нових видів паливо-мастильних матеріалів.



а) б)

**Рис. 2. Вигляд зразків та зображення цих станів сумішей рідин під мікроскопом:** *а) розшарований вихідний обводнений бензин (контроль); б) застабілізований обводнений бензин після введення достатньої кількості присадки-стабілізатору.*

**Fig. 2. View of samples and images of these states of mixtures of fluids under a microscope:** *a) split output of flooded gasoline (control); b) stabilized flooded gasoline after the introduction of a sufficient amount of an additive stabilizer.*

В таблиці 1 наведені основні фізико-хімічні показники вихідного бензину А95Е та бензину А95Е обводненого з додаванням присадки стабілізатора.

Аналізуючи дані таблиці 1 можна зазначити, що, за перевіреними показниками, зразки бензинів – як вихідний, так і обводнений з додаванням присадки-стабілізатора – відповідають вимогам ДСТУ 4839-2007 «Бензин автомобільний підвищеної якості. Технічні умови».

**Таблиця 1. Результати аналізів фізико-хімічних показників вихідного сумішевого палива та обводненого з додаванням присадки-стабілізатора**

**Table 1. Results of analyzes of physicochemical parameters of the initial mixed fuel and flooded with the addition of a stabilizer additive**

| Назва фізико-хімічного показника | Значення згідно з ДСТУ | Вихідний бензин А95Е | Вихідний А95Е+ 10% $H_2O$+0,5% присадки | Метод контролю |
|---|---|---|---|---|
| Детонаційна стійкість:<br>– октанове число за дослідним методом, не менше<br>– октанове число за моторним методом, не менше | <br>95,0<br>85,0 | <br>95,0<br>85,0 | <br>98,0<br>88,0 | <br>EN ISO 5164<br>EN ISO 5163 |
| Концентрація свинцю, мг/дм$^3$, не більше | 5 | 2,5 | 2,5 | EN 237 |
| Густина за температури 15 ˚С, кг/м$^3$ | 720–775 | 740 | 749 | ДСТУ ГОСТ 31072 |
| Вміст сірки, мг/кг, не більше:<br>– Євро5 /вид I | <br>10 | <br>9,8 | <br>9,8 | <br>ДСТУ ISO 7536 |
| Стійкість до окиснення (індукційний період), не менше | 360 | вище за 360 | вище за 360 | EN ISO 7536 |
| Концентрація фактичних смол, мг/100 см$^3$, не більше | 5 | 2 | 2 | ДСТУ ГОСТ 1567 |
| Зовнішній вигляд | прозорий та світлий, без мех. дом. | прозорий та світлий, без мех. дом. | прозорий та світлий, без мех. дом. | візуально, згідно з п.9.3 ДСТУ |

| Назва фізико-хімічного показника | Значення згідно з ДСТУ | Вихідний бензин А95Е | Вихідний А95Е+ 10% $H_2O$+ 0,5% присадки | Метод контролю |
|---|---|---|---|---|
| Об'ємна частка вуглеводнів, %, не більше:<br>– олефінових<br>– ароматичних | <br>18<br>35 | <br>13,8<br>24,3 | <br>13,8<br>26,0 | <br>EN 14517<br>ГОСТ 29040 |
| Тиск насиченої пари, кПа, (ТНП) | 60,0–90,0 | 83,4 | 72,5 | ДСТУ 4160 |
| Фракційний склад:<br>За температури 70˚С випаровується, % об., В70 | 22,0–50,0 | 43,5 | 36,0 | ГОСТ 2177 |
| За температури 100 ˚С випаровується, % об., В100 | 46,0–71,0 | 60,0 | 71,0 | |
| За температури 150 ˚С випаровується, % об., В150, не менше | 75,0 | 82,0 | 89,0 | |
| Кінець кипіння, ˚С, не вище<br><br>Залишок у колбі, % об., не більше | 210<br><br>2 | 188<br><br>0,8 | 191<br><br>1,2 | |

Показники зразка обводненого бензину з додаванням присадки не виходять за межі нормативних документів і, за даними аналізів, такий бензин можна використовувати в двигунах внутрішнього згоряння. Слід також зазначити, що деякі показники такого бензину кращі, ніж вихідного. Так, аналіз детонаційної стійкості показав підвищення октанового числа як за дослідним методом, так і за моторним методом на 3 одиниці.

**Висновки.** 1. Проведено аналіз способів підвищення фазової стабільності водопаливних систем, та обрано найефективніший спосіб – на основі солюбілізованих систем. Отримати таку систему можна за допомогою спеціально підібраного комплексу ПАР та допоміжних речовин.

2. Для вивчення і дослідження впливу запропонованої комбінації ПАР на стабілізацію обводнених бензинів розроблена методика дослідження розшарування обводнених сумішевих бензинів.

3. Визначено потрібні концентрації присадки-стабілізатора, що підвищує агрегатну стійкість і дозволяє використовувати сумішеві палива в умовах знижених температур.

4. Проведена перевірка фізико-хімічних показників сумішевих спиртовмісних бензинів із додаванням присадки-стабілізатора: показники зразка обводненого бензину з додаванням присадки не виходять за рамки нормуючих документів (бензин відповідає вимогам ДСТУ 4839-2007), а аналіз детонаційної стійкості експериментального бензину показав підвищення октанового числа як за дослідним методом, так і за моторним – на 3 одиниці у порівнянні з вихідним.

1. Двигуни внутрішнього згорання. Екологізація ДВЗ. Марченко А.П., Парсаданов І.В., Товажнянський Л.Л., Шеховцов А.Ф. – 2007.

2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до джерела:http://www.benzina.com.ua/laboratory.

3. Капустин В.М. Биоэтанол и его применение в качестве кислородсодержащей добавки в моторное топливо // Первый Международный Конгресс по биоэтанолу 26 апреля 2006г. – М.

4. Степаненко О.М. Загальна та неорганічна хімія Ч.1./ Степаненко О.М., Рейтер Л.Г., Ледовських В.М., Іванов С.В. – К.: Педагогічна преса, 2000 – 776 с.

5. Черножуков Н.И. Технология переработки нефти и газа. Часть третья: очистка нефтепродуктов и производство специальных продуктов. – М.: Химия, 1967. – 360 с.

6. Сайдахмедов С.И., Карпов С.А., Коханов С.И., Капустин В.М. Повышение фазовой стабильности бензино-спиртовых смесей. Сб. материалов 6-го Международного форума «Топливно-энергетический комплекс России». С.–Петербург, 11-13 апреля 2006 г., с. 160-161.

7. Емульсии/ Под ред.А.А Абрамзона: Пер. с англ. – Л:Химия,1972.–448с.

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ УВЕЛИЧЕНИЯ ФАЗОВОЙ СТАБИЛЬНОСТИ СМЕСЕВЫХ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК**

**М.А. Будько[1,2],** кандидат технических наук, старший преподаватель, **Д.М. Степанов[1],** студент,
**О.И. Василькевич[1],** кандидат технических наук, доцент

[1]Национальний технический университет Украины «Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»
03056 г. Киев, пр-т Перемогы, 37
[2]Институт возобновляемой энергетики НАН Украины,
02094 г. Киев, ул. Гната Хоткевича, 20А

*В работе разработана методика исследования расслоения обводненных смесевых бензинов. Предложена комплексная многофункциональная присадка-стабилизатор на основе ПАВ. Проверено ее действие на физико-химические показатели смесевых спиртосодержащих обводненных бензинов. Библ.* **7***, табл. 1, рис. 2.*

***Ключевые слова:*** *биоэтанол, смесевые спиртосодержащие обводненные бензины, оксигенаты, солюбилизация, присадка-стабилизатор.*

REFERENCES

1. Internal combustion engines. Ecologization of ICE. Marchenko A. P., Parsadanov I. V., Tovazhnyansky L. L., Shekhovtsov A. F. – 2007.

2. [Electronic resource]. – Access to the source: http: //www.benzina.com.ua/laboratory.

3. Kapustin V.M. Bioethanol and its use as an oxygen-containing additive in motor fuel // The First International Congress on Bioethanol April 26, 2006 – M.

4. Stepanenko O.M. General and inorganic chemistry, Ch.1. / Stepanenko O.M., Reiter L.G., Ledovsky V.M., Ivanov S.V. – K .: Pedagogical Press, 2000 – 776 pp.

5. Chernozukov N.I. Technology of oil and gas processing. Part three: cleaning of petroleum products and the production of special products. – Moscow: Chemistry, 1967. – 360 p.

6. Saydakhmadov SI, Karpov S.A., Kokhanov SI, Kapustin V.M. Increase in the phase stability of gasoline-alcohol mixtures. Sat materials of the 6th International Forum "Fuel and Energy Complex of Russia". St. Petersburg, April 11-13, 2006, p. 160-161.

7. Emulsions / Under Ed.A.A. Abramzon: Per. from english –L: Chemistry, 1972.–448c.

SYNOPSES

The paper shows the relevance of the use of mixed gasoline, which includes oxygenates, in particular, bioethanol, which will reduce the consumption of petroleum products, significantly reduce the number of harmful substances in the products of combustion and increase the production of high-octane fuels. However, its use has significant disadvantages, the main of which is the probability of phase separation in combination with water. Proceeding from this the developed method of studying the bundle of watered blended gasoline. On its basis, the method of phase stabilization of alcohol-based types of gasoline with the use of various surfactants (SAPs) was proposed. In the work, the complex surface-active additive for solubilizing and its further possibility of addition in automobile engines are developed and tested. The required concentrations of an additive-stabilizer are determined, which increase aggregate stability and allow the use of fuel mixtures with biosolids at low temperatures. The study of the influence of the additive-stabilizer on the physical and chemical parameters of fuel does not go beyond the normative documents (gasoline meets the requirements of DSTU 4839-2007), which indicates their suitability for use in automobiles.

РЕФЕРАТ

В роботі показана актуальність використання сумішевих бензинів, до складу яких входять оксигенати, зокрема біоетанол, які дозволять знизити споживання нафтопродуктів, істотно скоротити кількість шкідливих речовин в продуктах згоряння та збільшити випуск високооктанових палив. Разом з цим, його використання має суттєві недоліки, головним із яких є ймовірність поділу фаз під час поєднання з водою. Виходячи з цього, розроблено методику дослідження розшарування обводнених сумішевих бензинів. На її основі було запропоновано метод фазової стабілізації спиртовмісних бензинів з використанням різних поверхнево-активних речовин (ПАР). В роботі розроблена та випробувана комплексна поверхнево-активна присадка для отримання солюбілізату та її подальша можливість додавання в автомобільні двигуни. Визначено потрібні концентрації присадки-стабілізатора, що підвищують агрегатну стійкість і дозволяють використовувати суміші палива з біоспиртами за низьких температур. Дослідження впливу присадки-стабілізатора на фізико-хімічні показники палива не виходять за межі нормативних документів (бензин відповідає вимогам ДСТУ 4839-2007), що свідчить про їхню придатність для використання у автомобілях.

Стаття надійшла до редакції 06.06.18
Остаточна версія 31.08.18