

УДК 665.6

ТКАЧУК В.В.,

Луцький національний технічний університет

МЕЛЬНИК Ю.В.,

Державний аграрний університет Молдови

РЕЧУН О.Ю.

Луцький національний технічний університет

ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКООКТАНОВИХ БІОДОБАВОК ПРИ ОДЕРЖАННІ БЕНЗИНІВ

ТКАЧУК В.В., МЕЛЬНИК Ю.В., РЕЧУН О.Ю.

Луцький національний технічний університет, Государственный аграрный
университет Молдовы, Луцкий национальный технический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫСОКООКТАНОВЫХ БИОДОБАВОК ПРИ ПОЛУЧЕНИИ БЕНЗИНОВ

TKACHUK V., MELNIC IU., RECHUN O.

Lutsk National Technical University, State Agrarian University of Moldova, Lutsk National
Technical University

USE OF HIGH-OCTANE ADDITIVES IN GASOLINE PRODUCTION

<https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2020-13-22>

Мета. Оцінка впливу оксигенатів на підвищення антидетонаційних властивостей бензинових фракцій, отриманих з різних нафт, визначення необхідної кількості оксигенатів для досягнення октанового числа 80, оцінити вартість товарного бензину з додаванням оксигенатів.

Результати. До прямогонних бензинів додавали біодобавки в кількості 10 та 20 %. Проаналізувавши фізико-хімічні показники одержаної бензинової суміші, можна стверджувати, що даний вид палива відповідає вимогам на бензин А-80 згідно ДСТУ 7687:2015. Результати досліджень показали, що найнижча собівартість буде в суміші прямогонного бензину та біоізобутанолу не зважаючи на те, що його вміст в суміші найвищий. Перевага біоізобутанолу полягає ще й в тому, що він не буде викликати розшарування суміші, а виступить як гомогенізатор. Проте необхідно врахувати вимогу ДСТУ щодо кількості кисню в товарному бензині, яка не має перевищувати 2,7 % (в біоізобутанолі вміст кисню 21,6 %). В зв'язку з цим для виробництва бензину А-80 було розроблено наступну рецептуру для одержання бензину з ОЧ=80. Кількість біоізобутанолу в композиційній суміші варто залишити в кількості 4 %, МТБЕ в кількості 10 %. Тоді загальний вміст кисню буде знаходитись в межах допустимих норм. Вміст риформату в такій суміші буде знаходитись на рівні 29 %. Застосування октанопідвищуючих додатків, таких як ізобутанол та МТБЕ, а також риформат, підвищує октанове число прямогонного бензину, при цьому вартість бензину залишається конкурентноспроможною.

Наукова новизна. Встановлено вплив біодобавок на експлуатаційні властивості низькооктанового бензину.

Практична значимість. Зважаючи на те, що для сучасних автомобілів необхідне високооктанове паливо з антидетонаційними властивостями, які характеризуються дослідним октановим числом 92,95 та 98. А для автомобілів з бензиновими двигунами зі ступенем стискування до 8, які присутні в автопарку України, а також для вантажних автомобілів попереднього покоління, є потреба в бензині з більш низьким октановим числом. Використання високооктанових бензинів в автомобілях зі ступенем стискування до 8 є причиною цілої низки поломок: вихід з ладу поршневих пальців, викришування вкладишів шатунних і корінних підшипників; розтріскування ізоляції і вигорання контактів свічок запалювання; прогорання днищ поршнів; підгорання робочих фасок випускних клапанів та їх сідел; прогорання прокладок між головкою і блоком циліндрів; пригорання поршневих кілець та їх підвищене зношування. Проте екологічна безпека та низька собівартість таких бензинів залишаються одним з пріоритетних вимог при виробництві бензинів.

Ключові слова: нафтопереробна промисловість, бензин, біодобавки, експлуатаційні властивості.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Проблема екологічної безпеки автомобільного транспорту стала складовою частиною безпеки України. Щорічне збільшення викидів автотранспорту в атмосферу вимагає посилення екологічних вимог до товарних палив та відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання.

Для сучасних автомобілів необхідне високооктанове паливо з антидетонаційними властивостями, які характеризуються дослідним октановим числом 92,95 та 98. А для автомобілів з бензиновими двигунами зі ступенем стискування до 8, які присутні в автопарку України, а також для вантажних автомобілів попереднього покоління, є потреба в бензині з більш низьким октановим числом. Використання високооктанових бензинів в автомобілях зі ступенем стискування до 8 є причиною цілої низки поломок: вихід з ладу поршневих пальців, викришування вкладишів шатунних і корінних підшипників; розтріскування ізоляції і вигорання контактів свічок запалювання; прогорання днищ поршнів; підгорання робочих фасок випускних клапанів та їх сідел; прогорання прокладок між головкою і блоком циліндрів; пригорання поршневих кілець та їх підвищене зношування. Проте екологічна безпека та низька собівартість таких бензинів залишаються одним з пріоритетних вимог при виробництві бензинів.

Бензинові фракції, одержані на нафтопереробних заводах на установках атмосферної перегонки, мають низькі октанові числа, в межах 65-75 за дослідним методом [1]. При низьких показниках октанового числа

використання такого палива загрожує негативними наслідками для двигуна через детонацію палива. З найбільш поширеного: передчасний знос клапанів і сідел, а також залишки нагару на стінках і поверхнях. Отже, октанове число повинно бути відповідним для того чи іншого двигуна, тому є актуальним застосування різних методів підвищення октанового числа бензину.

У традиційній схемі НПЗ для підвищення октанового числа прямогонного бензину використовується процес каталітичного риформінгу, а його кінцевий продукт – риформат додають в автобензин, як основне джерело ароматичних вуглеводнів та бензолу (вміст ароматики в риформаті 60-70%, в т.ч. бензолу 2-7% мас.) [2]. З метою зниження частки ароматичних вуглеводнів і бензолу пропонуються різні варіанти переробки продуктів риформінгу, але вони призводять до додаткових витрат. Проте вимоги стандартів регламентують вміст ароматичних вуглеводнів в бензині до 35 %, бензолу до 1 % [3].

Кардинального зниження ароматичних вуглеводнів, в тому числі бензолу, можна домогтися зменшенням частки реформату та використанням октанопідвищуючих компонентів для збереження октанового числа бензину на необхідному рівні [4]. У світі запатентовано та використовується багато біодобавок та паливних композицій на їх основі [6]. Досвід використання високооктанових сполук різних класів показав, що найбільш перспективними серед них є кисневмісні добавки, або оксигенати [7-9]. Спирто-бензинові суміші ідентичні за моторними властивостями з традиційними нафтовими паливами. Не зважаючи на меншу теплоту згорання, подібні композиції забезпечують роботу на збіднілих сумішах, тому збільшення витрати палива в даному випадку є незначним: середній пере розхід етанолвмісного палива складає 5 %. В результаті використання спиртів зменшуються не тільки викиди оксиду вуглецю та вуглеводнів, але й емісія оксидів азоту з відпрацьованими газами автомобілів. Біоефіри – перспективне моторне паливо. Їх переваги у порівнянні зі спиртами у тому, що вміст кисню в їх молекулах два рази нижчий. Нижча теплота згорання значно вища, ніж в спиртах. Ефіри є корозійнонеактивні або низькоактивні, практично нерозчинні у воді, екологічно більш безпечніші, а за детонаційною стійкістю на поступаються спиртам. Перелік використовуваних оксигенатів великий: біоефіри – метил-трет-бутиловий, метил-трет-аміловий, етил-трет-бутиловий, діізопропіловий та інші; біоспирти – метанол, етанол та деякі вищі.

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми. Проблемам нафтохімічної промисловості України присвячені праці таких

науковців, як П. Топільницький, Б. Бугай, С. Зубенко, О. Гринишин, В. Бростов, С. Бойченко та інші [10-12]. Питання довготривалого зберігання бензинів висвітлені у працях Б. Кочірка, І. Будзинської, Н. Харченко [6]. У наших попередніх публікаціях досліджено якість світлих нафтопродуктів, вивчено вплив біодобавок для отримання високооктанових бензинів, проблеми та перспективи ринку даної продукції [13-15].

Мета даної роботи: оцінити вплив оксигенатів на підвищення антидетонаційних властивостей бензинових фракцій, отриманих з різних нафт, визначити необхідну кількість оксигенатів для досягнення октанового числа 80, оцінити вартість товарного бензину з додаванням оксигенатів.

Для досліджень були взяті бензинові фракції, одержані при перегонці нафти Рожнятівського родовища (фр.54-200 °С), Стинявського родовища (фр.49-200 °С), суміші нафт західноукраїнських родовищ та суміші нафт східноукраїнських родовищ.

Об'єкти дослідження. Як добавки використовували біометанол, біоетанол, біоізопропанол, біоізобутанол, метилтретбутиловий ефір (МТБЕ) та етилтретбутиловий ефір (ЕТБЕ), що є об'єктами дослідження даної публікації.

Фізико-хімічні показники додатків до бензину представлено в таблиці 1. Біододатки мають достатньо високу теплоту згорання, високі октанові числа, низький тиск насичених парів, що буде покращувати згорання горючої суміші.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники біододатків до бензину

Показники	Оксигенати					
	біометанол	біоетанол	біоізо-пропанол	біоізо-бутанол	МТБЕ	ЕТБЕ
Густина при 20 С, кг/м ³	795	790	780	802	742	746
Теплота кДж/кг згорання випаровування	22707 1104	26945 839	33300 666	35690 562	33200 -	30600
Температура спалаху, (в закритомутиглі), °С	6,5	12	13	27	-28	-
Октанове число						
-за дослідним методом	122	121	117	108	115	118
-за моторним методом	93	97	95	91	97	102
Тиск насичених парів, кПа	35	17	13	9,7	53,0	34,5
Вміст кисню, % об	50,0	34,78	32,0	21,6	16,18	15,38

Фізико-хімічні показники бензинових фракцій різних нафт, які одержали перегонкою та використовували для дослідів, представлено в таблиці 2.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники бензинових фракцій різних нафт

Найменування показника	Рожнятівське родовище Фракція 54-200 °С	Стинавське родовище Фракція 49-200°С	СЗУН Фракція 38-200°С	ССУН Фракція 41-200 °С
Вміст сірки, % мас.	0,012	0,017	0,016	0,014
Груповий склад, % мас.:				
- парафінові вуглеводні, % мас.	53,12	51,23	38,6	36,2
- нафтеніві вуглеводні, % мас.	28,02	27,59	34,2	38,4
- олефінові вуглеводні, % мас.	0,11	0,15	0,1	0,2
- ароматичні вуглеводні, % мас.	18,75	21,03	27,1	25,2
Показник заломлення	1,4275	1,4274	1,4302	1,4316
Густина, кг/м ³	763	753	769	754
Молекулярна маса	126,5	118	117	119
Фактичні смоли, мг/100см ³	23	27	19	21
Октанове число за дослідним методом	65	63	66	67

Бензинові фракції з нафт Рожнятівського родовища (фр.54-200 °С), Стинявського родовища (фр.49-200 °С), суміші нафт західноукраїнських родовищ (СЗУН) та суміші нафт східноукраїнських родовищ (ССУН) характеризуються невисоким вмістом сірки, достатньо високим вмістом ароматичних та нафтових вуглеводнів. Густина бензинових фракцій нафт становить 753-769 кг/м³. Водорозчинні луги і кислоти відсутні. Однак, октанові числа даних фракцій, визначені за дослідним методом, не є високі. Для цілого ряду міні НПЗ, які не мають виробництв для підвищення октанового числа бензинових фракцій є актуальним застосування високооктанових додатків, які є екологічно безпечними і не містять сіркових сполук.

Методика проведення досліджень. У бензинах визначено октанове число за дослідним методом, густину, вміст сірки, вміст ароматичних вуглеводнів, фракційний склад, частки бензолу та кисню, концентрацію фактичних смол, та перевірено дані показники на відповідність вимогам ДСТУ 7687:2015. Всі перелічені показники визначали стандартними методиками [3].

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. До прямогонних бензинів додавали вищезгадані біодобавки в кількості 10 та 20 %. Октанові числа визначали розрахунковим методом з врахуванням адитивності показників. Окрім того, вираховували кількість добавки до досягнення октанового числа 80. Результати представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

Визначення октанових чисел сумішевих бензинів при використанні прямогонних бензинів різних нафт і спиртів

Додаток до бензину	ОЧ	ОЧ при додаванні додатку до бензину в кількості		Кількість додатку для досягання ОЧ=80, %
		10 %	20 %	
1	2	3	4	5
бензин Стинява	63	-	-	-
біометанол	122	68,90	74,80	28,8
біоетанол	121	68,80	74,60	29,3
біоізопропанол	117	68,40	73,80	31,5
біоізобутанол	108	67,50	72,00	37,8
МТБЕ	118	68,50	74,00	30,9
ЕТБЕ	119	68,60	74,20	30,4
бензин Рожнятів	65	-	-	-
біометанол	122	70,70	76,40	26,3
біоетанол	121	70,60	76,20	26,8

Продовження табл.3

1	2	3	4	5
біоізопропанол	117	70,20	75,40	28,8
біоізобутанол	108	69,30	73,60	34,9
МТБЕ	118	70,30	75,60	28,3
ЕТБЕ	119	70,40	75,80	27,8
бензин СЗУН	66	-	-	-
біометанол	122	71,60	77,20	25,0
біоетанол	121	71,50	77,00	25,5
біоізопропанол	117	71,10	76,20	27,5
біоізобутанол	108	70,20	74,40	33,3
МТБЕ	118	71,20	76,40	26,9
ЕТБЕ	119	71,30	76,60	26,4
бензин ССУН	67	-	-	-
біометанол	122	72,50	78,00	23,6
біоетанол	121	72,40	77,80	24,1
біоізопропанол	117	72,00	77,00	26,0
біоізобутанол	108	71,10	75,20	31,7
МТБЕ	118	72,10	77,20	25,5
ЕТБЕ	119	72,20	77,40	25,0

На рис. 1 наведено розрахунок вартості усередненої проби сумішевого бензину з додаванням різних спиртів (усереднене значення) для одержання бензину А-80 за ціною прямогонного бензину 15 000 грн/т (дані 2018 р.).

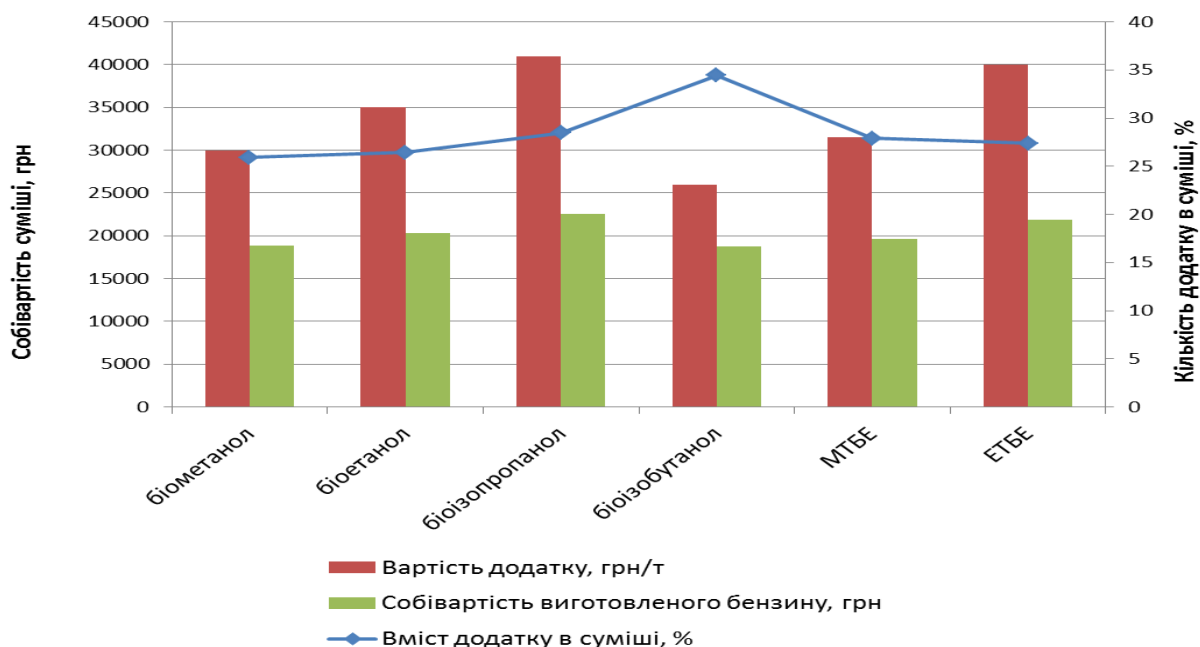


Рис. 1. Вартість сумішевого бензину з додаванням різних спиртів (усереднене значення) для одержання бензину А-80 за ціни прямогонного бензину 15 000 грн/т

Наведені результати показують, що найнижча собівартість буде в суміші прямогонного бензину та біоізобутанолу не зважаючи на те, що його вміст в суміші найвищий. Перевага біоізобутанолу полягає ще й в тому, що він не буде викликати розшарування суміші, а виступить як гомогенізатор. Проте необхідно врахувати вимогу ДСТУ щодо кількості кисню в товарному бензині, яка не має перевищувати 2,7 % (в біоізобутанолі вміст кисню 21,6 %) [16-21]. В зв'язку з цим для виробництва бензину А-80 було розроблено наступну рецептуру для одержання бензину з ОЧ=80 (табл. 4). Кількість біоізобутанолу в композиційній суміші варто залишити в кількості 4 %, МТБЕ в кількості 10 %. Тоді загальний вміст кисню буде знаходитись в межах допустимих норм. Вміст риформату в такій суміші буде знаходитись на рівні 29 %.

Таблиця 4

Рекомендована рецептура для одержання бензину з ОЧ=80

Складові суміші	Октанове число	Вміст, %	Октанове число суміші	Ціна компоненту, грн	Вартість суміші, грн
Бензин прямогонний	65	57	80,82	15000	20628
Риформат	95	29		27200	
ізобутанол	108	4		26000	
МТБЕ	119	10		31500	

Одержану бензинову суміш перевіряли на виконання вимог для бензину А-80 згідно ДСТУ 7687:2015. Результати наведено в таблиці 5.

Таблиця 5

**Відповідність показників одержаного бензину вимогам на бензин А-80
(згідно з ДСТУ 7687:2015)**

Назва показника	Значення норми для А-80	Визначені показники	Метод дослідження
1	2	3	4
Октанове число за дослідним методом	80	80,5	ДСТУ ISO 5164
Тиск насиченої пари у літній період, кПа	45-80	68,1	ДСТУ EN13016-1
Густина за температури 15°C, кг/м ³ , в межах	720-775	762	ДСТУ EN ISO 3675

Продовження табл. 5

1	2	3	4
Фракційний склад: - об'ємна частка випаровування за температури 70°C, % - об'ємна частка випаровування за температури 100°C, % - об'ємна частка випаровування за температури 150°C, % - температура википання кінцева, С, не вище - об'ємна частка залишку після википання, % не більше	20,0-50,0 46,0-71,0 75,0 210 2	32,0 64,0 76,0 203 1,5	Згідно з ГОСТ 2177 (метод А)
Вміст сірки, мг/кг	50	48	ДСТУ EN ISO 20884
Об'ємна частка ароматичних вуглеводнів, %	35	34	ДСТУ 7686
Об'ємна частка бензолу, %	1	0,9	ДСТУ EN 12177
Масова частка кисню, %	2,7	2,7	ДСТУ EN 12177
Концентрація фактичних смол мг/100 см ³	5	4	ДСТУ ГОСТ 1567
Корозія на мідній пластинці (3 год за температури 50 С) клас	1	1	ДСТУ EN ISO 2160

Аналізуючи фізико-хімічні показники одержаної бензинової суміші, можна стверджувати, що даний вид палива відповідає вимогам на бензин А-80 згідно ДСТУ 7687:2015.

Висновки. Застосування октанопідвищуючих додатків, таких як ізобутанол та МТБЕ, а також риформат, підвищує октанове число прямогонного бензину, при цьому вартість бензину залишається конкурентоспроможною.

Список використаних джерел

1. Топільницький П., Гринишин О., Мачинський О. Технологія первинної переробки нафти і газу: підручник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. 468 с.
2. Бойченко С., Пушак А., Топільницький П., Лейда К. Моторні палива: властивості та якість. К.: «Центр учбової літератури», 2017. 324 с.
3. ДСТУ 7687:2015. Бензини автомобільні Євро. Технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2015. 15 с.
4. Нгуен Ван Ты. Производство автомобильных бензинов с улучшенными экологическими свойствами: применительно к условиям Республики Вьетнам / диссерт. На соиск. Науч. степ. канд. тех. наук спец. 05.17.07, Уфа, 2008, 130 с.
5. Борзаев Б.Х., Карпов С.А., Капустин В.М. Многофункциональные добавки к автомобильным бензинам. *Химия и технология топлив и масел*. 2007. № 2. С.18-20.

6. Рассказчикова Т.В., Капустин В.М., Карпов С.А. Этанол как высокооктановая добавка к автомобильным бензинам. *Химия и технология топлив и масел*. 2004. № 4 (524). С. 3-7.
7. Опарина Л.А., Колыванов Н.А., Н.К. Гусарова, В.Н. Сапрыгина Оксигенатные добавки к топливу на основе возобновляемого сырья. *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. 2018. Т.8. №1. С. 19-34. DOI: 10.21285/2227-2925-2018-8-1-19-34.
8. Карпов С.А. Повышение экологических и антидетонационных характеристик автомобильных бензинов введением многофункциональных присадок // *Нефтепереработка и нефтехимия*. 2006. № 1. С.23-26.
9. Макаров В.В., Петрыкин А. А., Емельянов В.Е., Шамонина А.В., Варанник В.П., Онойченко С.Н. Спирты как добавки к бензинам. *Автомобильная промышленность*. 2005. № 8. С. 24.
10. Голич Ю.В., Бойченко С.В., Топільницький П.І. Залежність зневоднення нафт від їх фізико-хімічної характеристики. *Нафтогазова галузь України*. 2015. № 1. С. 25-30.
11. Гайдай О.О., Зубенко С.О., Полункін Є.В., Пилявський В.С. Екологічні та експлуатаційні характеристики палива моторного біологічного Е-85. *Матеріали збірника наукових статей III Всеукраїнського з'їзду екологів*. Вінниця: ВНТУ. С. 308-310.
12. Бойченко С.В., Иванов С.В., Бурлака В.Г. Моторні палива і масла для сучасної техніки: монографія. К.: НАУ. 2005. 216 с.
13. Ткачук В.В. Дослідження сучасних проблем виробництва альтернативних палив для бензинових двигунів в Україні / В.В. Ткачук // Товарознавчий вісник. Збірник наукових праць. Випуск 12. – 2019. – С.249-256.
14. Ткачук В.В. Оцінка якості світлих нафтопродуктів. *Товари і ринки*. 2014. № 1. С. 131-138.
15. Tkachuk V., Rechun O., Merezko N., Bozhydarnik T., Karavaiev T. Assessment of the quality of alternative fuels for gasoline engines. *Advances in Design, Simulation and Manufacturing II Proceedings of the 2nd International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2019*, June 11-14, 2019, Lutsk, Ukraine. – P. 871-881, doi.org/10.1007/978-3-030-22365-6_46/.
16. Матюшина Р.Р., Ахметов С.А., Шириязданов Р.Р., Давлетшин А.Р., Теляшев Э.Г., Рахимов М.Н. Приоритеты в производстве и применении биотоплив на постнефтяном этапе развития топливной энергетики. *Нефтепереработка и нефтехимия*, № 10. – 2012. – С.35-38.
17. Varfolomeev S.D., Efremenko E.N., Krylova L.P. Biofuel. *Uspekhi khimii [Advances in Chemistry]*. 2010, vol. 79, no.6, pp. 644–654. <https://doi.org/10.1070/RC2010v079n06ABEH004138>.
18. Богданов С.Н., Лаврик А.Н., Терёбов А.С. Влияние добавок оксигенатов на антидетонационные свойства топлив для автомобильных двигателей с принудительным зажиганием. *Вестник Южно-Уральского ГУ*. 2008. № 23. С. 86-89.
19. Онойченко С.Н., Емельянов В.Е., Александрова Е.В. Использование добавок на основе изопропанола при производстве бензинов. *Нефтепереработка и нефтехимия*. 2003. № 2. С. 32-36.
20. Царев А.В., Карпов С.А. Повышение экологических и эксплуатационных характеристик автомобильных бензинов введением оксигенатор. *Химическая технология*. 2007. Т. 8, № 7. С. 324-328.
21. Яковлев А.А., Мельниченко И.Ю., Баклаева Н.Б, Ивановва А.С. Эффективности применения этил-трет-бутилового эфира (ЭТБЭ) в производстве высокооктановых автобензинов // Экономика нефтепереработки, июнь 2009. Режим доступа: <http://www.epn->

consulting.ru/effektivnosti-primeneniya-etil-tret-butilovogo-efira-etbe-v-proizvodstve-vysokooktanovykh-avtobenzinov/]

22. Вильданов Ф. Ш., Латыпова Ф. Н., Чанышев Р. Р., Даминев Р. Р., Каримов О. Х., Мамлиева А. В. Производство этилтретбутилового эфира – перспективное направление использования биоэтанола в России. *Башкирский химический журнал*. 2013. Том 20. № 3. С.145-149.

References

1. Topilnyczkyj P.I., Grynysyn O.B., Machynskyj O.Ya. (2014). *Texnologiya pervynnoyi pererobky nafty i gazu: pidruchnyk* [Primary oil and gas processing technology: a textbook]. L`viv: Vydavnytstvo Lvivskoyi politexniki [in Ukrainian].

2. Bojchenko S.V., Pushak A.P., Topilnyczkyj P.I., Lejda K. (2017). *Motorni palyva: vlastyvoli ta yakist. Pidruchnyk* [Motor fuels: properties and quality]. Kiev: Centr uchbovoyi literatury [in Ukrainian].

3. DSTU 7687:2015. *Benzyny avtomobilni YeVRO. Texnichni umovy* [Gasoline automobile EURO. Technological mind]. Kyiv: DP «UkrNDNCz». [in Ukrainian].

4. Nguen Van Ty (2008). *Proizvodstvo avtomobilnyh benzinov s uluchshennymi ekologicheskimi svojstvami: primenitelno k usloviyam Respubliki Vetnam* [Production of gasoline with improved environmental properties: in relation to the conditions of the Republic of Vietnam]/ dissert. Na soisk. Nauch.step.kand.. tex nauk specz. 05.17.07, Ufa, 2008, 130 s. [in Russian].

5. Borzaev B.X., Karpov S.A., Kapustin V.M. (2007). *Mnogofunkcyonalnyie dobavki k avtomobilnym benzynam* [Multifunctional additives to motor gasolines]. *Himiya i texnologiya topliv i masel*. Vol. 2. 18-20. [in Russian].

6. Rasskazchikova T.V., Kapustin V.M., Karpov S.A. (2004). *Etanol kak vysokooktanovaya dobavka k avtomobilnym benzynam* [Ethanol as a High-Octane Gasoline Additive]. *Himiya i texnologiya topliv i masel*. V.4 (524). 3-7. [in Russian].

7. Oparyna L.A., Kolyvanov N.A., N.K. Gusarova, V.N. (2018). *Saprygina Oksygenatnyie dobavki k toplivu na osnove vozobnovlyаемого syrya* [Renewable Oxygen Fuel Additives]. *Izvestiya vuzov. Prykladnaya himiya i biotexnologiya*. T.8, vol. 1. 19-34. DOI: 10.21285/2227-2925-2018-8-1-19-34. [in Russian].

8. Karpov S.A. (2006). *Povyshenie ekologichnyh i antidetonatsionnyh harakteristik avtomobilnyh benzinov vvedeniem mnogofunkcyonalnyh prisadok* [Improving the environmental and anti-knock characteristics of gasoline by introducing multifunctional additives]. *Neftepererabotka i nefteximiya*. V. 1.23-26. [in Russian].

9. Makarov V.V., Petrykin A.A., Emelyanov V.E., Shamonina A.V., Barannik V.P., Onojchenko S.N. (2005). *Spirty kak dobavki k benzinam* [Alcohols as additives to gasoline]. *Avtomobilnaya promyshlennost*. V. 8. 24. [in Russian].

10. Topilnyczkyi P.I. (2015). *Zalezhnist znevodnennya naft vid yix fizyko-himichnoyi xarakterystyky* [Falling season of naphtha vid ix physical and chemical characteristics] *Naftogazova galuz Ukrayiny*. №. 1. 25-30. [in Ukrainian].

11. Gajdaj O.O. *Ekologichni ta ekspluatacijni harakterystyky palyva motornogo biologichnogo E-85* [Ecological and operational characteristics of the motorized biologic engine E-85]. *Materialy zbirnyka naukovykh statej III Vseukrayinskogo zyzdu ekologiv*. Vinnycya: VNTU. [in Ukrainian].

12. Bojchenko S.V., Ivanov S.V., Burlaka V.G. (2005). *Motorni palyva i masla dlya suchasnoyi tekhniki: monografiya* [Motor oil and oil for modern technology]. Kiev: NAU. [in Ukrainian].

13. Tkachuk V.V. (2019). Doslidzhennya suchasnyh problem vyrobnycztva alternatyvnyh palyv dlya benzynovyh dvyguniv v Ukrayini [Subsequent problems of alternative alternative firing for gasoline engines in Ukraine]. *Tovaroznavchyj visnyk*. Nom.12. 249-256 [in Ukrainian].
14. Tkachuk V.V. (2014). Ocinka yakosti svitlyh naftoproduktiv [Quality assessment of light petroleum products]. *Tovary i rynky*. №. 1. 131-138. [in Ukrainian].
15. Tkachuk V. (2019). Assessment of the quality of alternative fuels for gasoline engines Advances in Design, Simulation and Manufacturing II Proceedings of the 2nd International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2019, June 11-14, 2019, Lutsk, Ukraine. P. 871-881, doi.org/10.1007/978-3-030-22365-6_46/. [in English].
16. Matyushyna R.R., Axmetov S.A., Shyryyazdanov R.R., Davletshyn A.R., Telyashev Э.Г., Raxymov M.N. (2012). Prioritety v proizvodstve i primeneniya biotopliv na postneftyonom etape razvitiya toplivnoj energetiki [Priorities in the production and use of biofuels at the post-oil stage of the development of fuel energy]. *Neftepererabotka i neftekhimiya*, vol. 10. 35-38.
17. Varfolomeev S.D., Efremenko E.N., Krylova L.P. (2010). Biofuel. *Uspekhi khimii* [Advances in Chemistry]. vol. 79, no.6, 644–664. <https://doi.org/10.1070/RC2010v079n06ABEH004138>. [in English].
18. Bogdanov S.N., Lavryk A.N., Terebov A.S. (2008). Vliyanie dobavok oksigenatov na antidetonacionnye svoystva topliv dlya avtomobilnyh dvigatelej s prinuditelnyim zazhyganiem [Influence of oxygenates additives on the anti-knock properties of fuels for automotive engines with forced ignition]. *Vestnik Yuzhno-Uralskogo GU*. 2008. N 23. 86-89. [in Russian].
19. Onojchenko S.N., Emelyanov V.E., Aleksandrova E.V. (2003). Ispolzovaniye dobavok na osnove izopropanola pri proizvodstve benzinov [Use of isopropanol based additives in gasoline production]. *Neftepererabotka i neftekhimiya*, vol. 2. 32-36.
20. Czarev A.V., Karpov S.A. (2007). Povyshenie ekologicheskikh i ekspluatatsionnyh harakteristik avtomobilnyh benzinov vvedeniem oksigenatov [Improvement of ecological and operational characteristics of gasoline by introducing oxygenates] *Himicheskaya tekhnologiya*. T. 8, N 7. 324-328. [in Russian].
21. Yakovlev A.A., Melnychenko I.Yu., Baklaeva N.B., Ivanovva A.S. (2009). Effektivnost primeneniya etyl-tret-butilovogo efira) v proizvodstve vysokooktanovyh avtobenzinov [Ethyl tert-butyl ether (ETBE) efficiency in the production of high-octane gasoline] // *Ekonomika neftepererabotki* <http://www.epn-consulting.ru/effektivnosti-primeneniya-etil-tret-butilovogo-efira-etbe-v-proizvodstve-vysookoktanovykh-avtobenzinov/>.
22. F.Sh. Vildanov, F.N. Latypova, R.R. Chanyshiev, R. R. Daminev, O. X. Karymov, A. V. (2013). Mamlyeva Proizvodstvo etiltretbutilovogo efira – perspektivnoe napravlenie ispolzovaniya bioetanol v Rossiya [The production of ethyl tert-butyl ether is a promising direction for the use of bioethanol in Russia]. *Bashkirskiy himicheskij zhurnal*. 20. 3. 145-149. [in Russian].

Цель. Оценка влияния оксигенатов на повышение антидетонационных свойств бензиновых фракций, полученных из разных нефтей, определение необходимого количества оксигенатов для достижения октанового числа 80, оценить стоимость товарного бензина с добавлением оксигенатов.

Результаты. К прямогонный бензин добавляли биодобавки в количестве 10 и 20%. Проанализировав физико-химические показатели полученной бензиновой смеси, можно утверждать, что данный вид топлива соответствует требованиям на бензин А-80 по ГОСТ 7687: 2015. Результаты исследований показали, что самая низкая себестоимость

будет в смеси прямогонного бензина и биоизобутанолу несмотря на то, что его содержание в смеси высокий. Преимущество биоизобутанолу заключается еще и в том, что он не будет вызывать расслоение смеси, а выступит как гомогенизатор. Однако необходимо учесть требование ДСТУ по количеству кислорода в товарном бензине, не должна превышать 2,7% (в биоизобутаноли содержание кислорода 21,6%). В связи с этим для производства бензина А-80 был разработан следующую рецептуру для получения бензина с ОЧ = 80. Количество биоизобутанолу в композиционном смеси следует оставить в количестве 4%, МТБЭ в количестве 10%. Тогда общее содержание кислорода будет находиться в пределах допустимых норм. Содержание риформата в такой смеси будет находиться на уровне 29%. Применение октаноповышающих приложений, таких как изобутанол и МТБЭ, а также риформат, повышает октановое число прямогонного бензина, при этом стоимость бензина остается конкурентоспособным.

Научная новизна. Установлено влияние биодобавок на эксплуатационные свойства низкооктанового бензина.

Практическая значимость. Несмотря на то, что для современных автомобилей необходимо высокооктановое топливо с антидетонационными свойствами, которые характеризуются исследовательским октановым числом 92,95 и 98. А для автомобилей с бензиновыми двигателями со степенью сжатия до 8, которые присутствуют в автопарке Украины, а также для грузовых автомобилей предыдущего поколения, потребность в бензина с более низким октановым числом.

Использование высокооктановых бензинов в автомобилях со степенью сжатия до 8 является причиной целого ряда поломок: выход из строя поршневых пальцев, выкрашивание вкладышей шатунных и коренных подшипников; растрескивание изоляции и выгорания контактов свечей зажигания; прогорания днищ поршней; подгорания рабочих фасок выпускных клапанов и их седел; прогорания прокладки между головкой и блоком цилиндров; пригорания поршневых колец и их повышенный износ. Однако экологическая безопасность и низкая себестоимость таких бензинов остаются одним из приоритетных требований при производстве бензинов.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающая промышленность, бензин, биодобавки, эксплуатационные свойства.

Goal. Assessment of the influence of oxygenates on increasing the anti-knock properties of gasoline fractions obtained from different oils, determining the required amount of oxygenates to achieve an octane number of 80, to estimate the cost of commercial gasoline with the addition of oxygenates.

Results. 10% and 20% bioadditives were added to straight gasoline. Having analyzed the physicochemical parameters of the gasoline mixture obtained, it can be stated that this type of fuel meets the requirements for gasoline A-80 according to DSTU 7687: 2015. The results of studies have shown that the lowest cost will be in the mixture of straight-run gasoline and bioisobutanol, despite the fact that its content in the mixture is the highest. The advantage of bioisobutanol is also that it will not cause delamination of the mixture, but will act as a homogenizer. However, it is necessary to take into account the DSTU requirement for the amount of oxygen in commercial

gasoline, which should not exceed 2.7% (in bioisobutanol, the oxygen content is 21.6%). In this regard, the following recipe was developed for the production of A-80 gasoline for the production of gasoline with OC = 80. The amount of bioisobutanol in the composite mixture should be left in the amount of 4%, MTBE in the amount of 10%. Then the total oxygen content will be within acceptable limits. The reformat content of such a mixture would be at 29%. The use of octano-boosting additives such as isobutanol and MTBE, as well as reformat, increases the octane number of straight-run gasoline, while the cost of gasoline remains competitive.

Scientific novelty. The influence of bioadditives on the performance properties of low-octane gasoline has been established.

Practical importance. Given that modern cars require high-octane fuel with anti-knock properties, which are characterized by the experimental octane number of 92.95 and 98. And for cars with gasoline engines with a compression ratio of up to 8, which are present in the fleet of Ukraine, as well as for trucks of the previous Generation, there is a need for gasoline with lower octane. The use of high-octane gasoline in vehicles with a compression ratio of up to 8 is the cause of a number of breakdowns: failure of the piston fingers, crunching of the connecting rod and bearing bearings; cracking of insulation and burning of contacts of spark plugs; combustion of piston bottoms; the burning of the working faces of the exhaust valves and their seats; combustion of gaskets between the head and the cylinder block; burning of piston rings and their increased wear. However, environmental safety and low cost of such gasoline remain one of the priority requirements for gasoline production.

Keywords: oil refining industry, gasoline, bioadditives, performance properties.

*Стаття рекомендована до публікації доктором технічних наук,
професором Луцького НТУ Байдаковою Л.І.
Стаття надійшла в редакцію 09.12.2019 р.*