

УДОСКОНАЛЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТОВАРІВ

УДК 629.5.016:620.925 DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020\(36\)5](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020(36)5)

Ніна МЕРЕЖКО, д. т. н., професор, завідувач кафедри товарознавства та митної справи Київського національного торговельно-економічного університету
E-mail: n.merezhko@knute.edu.ua
ORCID: 0000-0003-3077-9636 вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

Валентина ТКАЧУК, к. т. н., доцент, доцент кафедри товарознавства та експертизи в митній справі Луцького національного технічного університету
E-mail: v.tkachuk@ntu.edu.ua
ORCID: 0000-0001-5793-5227 вул. Львівська, 75, Луцьк, Волинська область, 43000, Україна

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЯКОСТІ МОТОРНИХ ПАЛИВ ІЗ БІОКОМПОНЕНТАМИ

Здійснено комплексне товарознавче оцінювання розроблених моторних палив із використанням біокомпонентів. Доведено переваги за експлуатаційними й екологічними властивостями над базовими аналогами бензину марки А-95 та дизельного палива марки Д вітчизняного виробництва. Обґрунтовано економічну ефективність розроблених паливних композицій.

Ключові слова: бензин, дизельне паливо, біокомпоненти, якість, споживні властивості.

Постановка проблеми. Рівень соціальної та економічної сфери країни залежить від її енергетичного балансу. Розвиток промисловості та постійне збільшення кількості транспорту потребує якісних і безпечних моторних палив, що й зумовлює основний напрям поступу нафтопереробної промисловості. Своїм головним завданням нафтопереробники вбачають покращення якості моторних палив і підвищення їхньої екологічної безпеки. Україна є енергозалежною країною, імпортує величезний обсяг моторних палив, саме тому розробка їх нових композицій із біокомпонентами, які б мали підвищені експлуатаційні й екологічні властивості за умови економічної ефективності, є актуальним завданням сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням якості та безпечності моторних палив займалися відомі українські та закордонні вчені, як-от: С. Бойченко, П. Топільницький, О. Гайдай, В. Семенов, В. Гайдаш, Б. Кочірко, Р. Цуркан, В. Сінько, В. Марченко, Г. Бурлака, N. Abdehagh, F. H. Tezel, J. Thibault, G. D. Najafpour, T. Issariyakul [1–6].

Ця стаття ґрунтується на результатах попередніх досліджень [7–10], під час яких розроблено й оптимізовано склад бензинів та дизельного пального з використанням біокомпонентів, які б відповідали вимогам ДСТУ 7687:2015 [11] до бензину Євро-5 та ДСТУ 7688:2015 [12] до дизельного палива Євро-5 за експлуатаційними й екологічними властивостями.

Мета статті – проведення комплексного товарознавчого оцінювання моторних палив із використанням біокомпонентів.

Матеріали та методи. *Об'єкт дослідження* – моторні палива з біокомпонентами. *Предмет дослідження* – експлуатаційні й екологічні властивості моторних палив із біокомпонентами.

Як базові зразки визначено бензин марки А-95 та дизельне паливо марки Л виробництва ПАТ "Укртатнафта".

Під час проведення комплексної оцінки якості моторних палив використано розрахункові й експертні методи [13; 14].

Комплексний показник якості розроблених палив із біокомпонентами розраховано на основі найважливіших показників експлуатаційних і екологічних властивостей. Для дизельного палива марки Л: x_1 – цетанове число; x_2 – густина; x_3 – гранична температура фільтрованості; x_4 – діаметр плями зносу. Для бензину марки А-95: x_1 – октанове число; x_2 – фракційний склад; x_3 – густина; x_4 – корозія на мідній пластинці; x_5 – вміст сульфуру; x_6 – об'ємна частка ароматичних вуглеводнів; x_7 – об'ємна частка бензолу.

Комплексну оцінку якості проведено в два етапи: визначення вагомості обраних показників для оцінки рівня якості методом ранжування експертною групою та розраховування комплексного показника якості на основі експериментальних і базових значень показників експлуатаційних й екологічних властивостей.

Для встановлення рангів показників якості залучено групу кваліфікованих експертів із числа товарознавців, хіміків, технологів та практиків у сфері виробництва паливно-мастильних матеріалів. Кожен експерт оцінював вагомість показників за рангами від 1 до 10 (найменш вагомий отримав 1-ий ранг, найвагоміший – 10-ий). Повторення однакових рангів у одного експерта не допускалося.

Результати дослідження. Для оцінки якості палив пріоритетними є показники їхніх експлуатаційних властивостей. Проте проведення комплексного товарознавчого оцінювання дасть змогу визначити споживчі переваги запропонованих палив проти базових зразків.

Група експертів провела ранжування показників моторних палив за вагомістю їхнього внеску в загальну оцінку зразків. Результати ранжування експертами показників якості наведено в *табл. 1 і 2*.

Таблиця 1

Результати ранжування експертами показників якості
бензину марки А-95 із біокомпонентами

Експерт	Показник						
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
1	7	6	4	3	5	2	1
2	7	6	1	2	3	4	5
3	7	6	1	2	5	4	3
4	6	7	4	3	5	2	1
5	6	7	1	2	5	4	3
S^*	33	32	11	12	23	16	13
d^{**}	13	12	-9	-8	3	-4	-7
d^2	169	144	81	64	9	16	49

Таблиця 2

Результати ранжування експертами показників якості
дизельного палива марки Л із біокомпонентами

Експерт	Показник			
	x_1	x_2	x_3	x_4
1	4	3	2	1
2	3	4	2	1
3	4	3	1	2
4	4	2	3	1
5	3	4	1	2
S^*	18	16	9	7
d^{**}	5.5	3.5	-3.5	-5.5
d^2	30.25	12.25	12.25	30.25

* S – сумарний ранг i -го показника, обчисленого за формулою:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n}, \quad (1)$$

** d – відхилення від середньої величини сумарних рангів.

Розрахувавши середнє значення величини сумарних рангів, визначено відхилення для кожного з обраних показників досліджуваних зразків палива з біокомпонентами та піднесено його до квадрату.

Отже, найбільш вагомими показниками якості, за оцінкою експертів, є для дизельного палива марки Л цетанове число та густина, а для бензину А-95 – октанове число, фракційний склад і вміст сульфуру.

За використаною методикою визначено коефіцієнт узгодженості думок експертів (W_g), який має бути більшим за 0 і прямувати до 1, його обчислено за формулою:

$$W_g = \frac{\sum_{i=1}^n (d^2)}{\frac{1}{12} m^2 (n^2 - n)}, \quad (2)$$

де m – кількість експертів.

Коефіцієнт узгодженості думок експертів для бензину А-95:

$$W_g = 532 / (1/12 * 25 * (343-7)) = 0.80.$$

Коефіцієнт узгодженості думок експертів для дизельного палива Л:

$$W_g = 85 / (1/12 * 25 * (64-4)) = 0.70.$$

Отже, думки експертів в обох дослідженнях узгоджені.

Визначення відносних показників P_i проведено за формулами:

$$g_i = \frac{P_i}{P_{баз}}, \quad (3)$$

$$g_i = \frac{P_{баз}}{P_i}, \quad (4)$$

де g_i – значення i -го показника ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) якості продукції, що оцінюється;

$P_{баз}$ – базове значення i -го показника;

n – кількість оцінюваних показників.

Залежність (3) обирали у разі, якщо підвищення значення показника приводило до підвищення якості продукції в цілому. І, навпаки, формулу (4) використовували, коли зниження показника зумовлювало підвищення якості. Обчислення оцінок якості g_i окремих показників для бензинів та дизельних палив наведено в *табл. 3 і 4*.

Таблиця 3

Визначення відносних показників якості бензину А-95 із біокомпонентами

Найменування показника	Одиниця вимірювання	Показник якості		
		кількісний		відносний
		бензин А-95 із біокомпонентами	бензин А-95	бензин А-95 із біокомпонентами
Октанове число	Од.	95.8	95	1.01
Фракційний склад	°С	201	210	1.04
Густина	Кг/м ³	729	775	0.94
Корозія на мідній пластинці	Клас	1	1	1
Вміст сірки	Мг/кг	4	10	2.5
Об'ємна частка ароматичних вуглеводнів	%	33.6	35	1.04
Об'ємна частка бензолу		0.7	1	1.43

Таблиця 4

Визначення відносних показників якості ДП марки Л із біокомпонентами

Найменування показника	Одиниця вимірювання	Показник якості		
		кількісний		відносний
		ДП марки Л із біокомпонентами	ДП марки Л	ДП марки Л із біокомпонентами
Цетанове число	Од.	53	51	1.04
Густина	Кг/м ³	839	845	1.01
Гранична температура фільтрованості	°С	-5	-5	1
Діаметр плями зносу	Мкм	425	460	1.08

Комплексний показник якості (Q) палив із біодобавками визначено за формулою:

$$Q = a_i \cdot g_i, \quad (5)$$

де a_i – коефіцієнт вагомості показників, розрахований за формулою:

$$a_i = \frac{s_i}{\sum_{i=1}^n s_i}, \quad (6)$$

де n – кількість показників, проранжованих експертами.

Комплексні показники якості розроблених палив із біодобавками визначено за отриманими даними (табл. 5 і 6).

Таблиця 5

Комплексний показник якості бензину А-95 із біокомпонентами

Найменування показника	Коефіцієнт вагомості показника	Відносний показник якості	Параметричний індекс якості
Октанове число	0.24	1.01	0.24
Фракційний склад	0.23	1.04	0.24
Густина	0.08	0.94	0.08
Корозія на мідній пластинці	0.09	1	0.09
Вміст сульфуру	0.16	2.5	0.09
Об'ємна частка ароматичних вуглеводнів	0.11	1.04	0.40
Об'ємна частка бензолу	0.09	1.43	0.13
Комплексний показник якості	1.17		

Таблиця 6

Комплексний показник якості ДП марки Л із біокомпонентами

Найменування показника	Коефіцієнт вагомості показника	Відносний показник якості	Параметричний індекс якості
Цетанове число	0.36	1.04	0.38
Густина	0.32	1.01	1.33
Гранична температура фільтрованості	0.18	1	0,18
Діаметр плями зносу	0.14	1.08	0.15
Комплексний показник якості	2.04		

Встановлено, що комплексний показник якості запропонованих палив із біокомпонентами $Q > 1$. Це свідчить про вищий рівень їхньої якості проти базових зразків пального і доводить доцільність їх виробництва та використання у транспортних засобах.

Висновки. Визначено, що комплексні показники якості розроблених палив для бензину марки А-95 із біокомпонентами – 1.17, а для ДП марки Л із біокомпонентами – 2.04, що свідчить про якісні переваги останніх, як порівняти з аналогами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Топільницький П., Братичак М. Нафтова і газова промисловість в сучасних умовах: Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції "Поступ в нафтогазопереробній та нафтохімічній промисловості" (м. Львів, 18–23 травня 2020 р.). Львів: Львівська політехніка. С. 9-11.
2. Бойченко С. В., Іванов С. В., Бурлака В. Г. Моторні палива і масла для сучасної техніки: монографія. Київ: НАУ. 2005. 216 с.
3. 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. 2017. С. 308-310.
4. Najafpour G. D. *Biochemical Engineering and Biotechnology*. Amsterdam: Elsevier, 2015. 652 p.
5. Abdehagh N., Tezel F. H., Thibault J. Separation techniques in butanol production: challenges and developments. *Biomass & Bioenergy*. 2014. Vol. 60. P. 222-246.
6. Issariyakul T. Development of biodiesel production process from various vegetable oils: Thesis of Ph.D.: Division of Environmental Engineering. Saskatoon, Saskatchewan, 2011. 61 p.
7. Мережко Н., Ткачук В., Зінченко О. Експлуатаційні властивості бензинів з багатофункціональними добавками. *Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки"*. 2019. № 4 (32). С. 50-61.
8. Ткачук В. В. Дослідження сучасних проблем виробництва альтернативних палив для бензинових двигунів в Україні. *Товарознавчий вісник*. 2019. Вип. 12. С. 249-256.
9. Merezhko N., Tkachuk V., Rechun O., Zagoruiko V., Priadko O. Infrared spectroscopy of gasolines with addition of ethanol. *Advanced Manufacturing Processes (Scopus)*. 2020. P. 442-450. doi: 10.1007/978-3-030-40724-7_45.
10. Мережко Н., Ткачук В., Романчук В. Покращення експлуатаційних властивостей дизельних палив добавками різних виробників. *Вісн. Львів. торг.-екон. ун-ту*. Серія: Технічні науки. 2020. № 23. С. 11-18.
11. ДСТУ 7687:2015. Бензини автомобільні Євро. Технічні умови. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=62187.
12. ДСТУ 7688:2015. Паливо дизельне Євро. Технічні умови. URL: http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTU2/dstu_7688-2015.pdf.
13. Фомин В. Н. Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация. М.: ЭКМОС, 2000. 320 с.
14. Калейчук М. М. Квалиметрия: учебн. пособ. 5-е изд., стереотип. М.: Изд-во МГУ, 2007. 200 с.

Стаття надійшла до редакції 26.11.2020.

Merezhko N., Tkachuk V. Comprehensive assessment of the quality of motor fuels with biocomponents.

Background. A comprehensive commodity evaluation of the developed motor fuels with the use of biocomponents with the use of expert evaluation was carried out. The advantages in terms of operational and ecological properties over the basic analogues of А-95 gasoline and L-grade diesel fuel of domestic production are proved. The economic efficiency of the developed fuel compositions is proved and substantiated.

Materials and methods. The object of research is motor fuels with biocomponents. The subject of research – operational and environmental properties of motor fuels with biocomponents.

A-95 gasoline and L-grade diesel fuel manufactured by PJSC Ukratnafta were identified as basic samples.

Calculation and expert methods were used in conducting a comprehensive assessment of the quality of motor fuels.

The complex quality indicator of the developed A-95 gasoline with biocomponents was determined on the basis of operational and ecological properties according to the following indicators: octane number; fractional composition; density; corrosion on a copper plate; sulfur content; volume fraction of aromatic hydrocarbons; volume fraction of benzene.

A group of qualified experts was involved to establish the ranks of quality indicators.

Results. Experts assessed the importance of selected indicators to assess the level of quality by ranking them.

The comprehensive quality indicator is calculated on the basis of experimental and baseline values of performance and environmental performance indicators to determine the consumer benefits of developed fuels with biocomponents over baseline.

As a result of the calculations, it was determined that the complex quality indicator of the proposed fuels $Q > 1$, which indicates a higher level of quality compared to the basic fuel samples.

Conclusion. It is established that the complex quality indicators of the developed fuels are for gasoline A-95 with biocomponents – 1.17, and for B L brand with biocomponents – 2.04, which indicates the qualitative advantages of the latter compared to analogues. Thus, in general, comprehensive indicators of the quality of performance of developed fuels with biocomponents prove the feasibility of their production and use in vehicles.

Keywords: gasoline, diesel fuel, biocomponents, quality, consumer properties.

REFERENCES

1. Topil'nyc'kyj, P., & Bratychak, M. (2020). Naftova i gazova promyslovist' v suchasnyh umovah [Oil and gas industry in modern conditions]. Proceedings from: *X Mizhnarodna naukovo-tehnichna konferencija "Postup v naftogazopererobnij ta naftohimichnij promyslovosti" – X International Scientific and Technical Conference "Progress in the oil and gas refining and petrochemical industry"*. (pp. 9-11). L'viv: L'vivs'ka politehnika [in Ukrainian].
2. Bojchenko, S. V., Ivanov, S. V., & Burlaka, V. G. (2005). *Motorni palyva i masla dlja suchasnoi' tehniki [Motor fuels and oils for modern machinery]*. Kyi'v: NAU [in Ukrainian].
3. Gajdaj, O. O., Zubenko, S. O., Polunkin, Je. V., & Pyljavs'kyj, V. S. (2017). Ekologichni ta ekspluatacijnni charakterystyky palyva motornogo biologichnogo E-85 [Ecological and operational characteristics of E-85 motor biological fuel]. Proceedings from: *Materialy zbirnyka naukovyh statej III Vseukrai'ns'kogo z'i'zdu ekologiv – Materials of the collection of scientific articles of the III All-Ukrainian Congress of Ecologists*. (pp. 308-310). Vinnycja: VNTU [in Ukrainian].
4. Najafpour, G. D. (2015). *Biochemical Engineering and Biotechnology*. Amsterdam: Elsevier [in English].
5. Abdehagh, N., Tezel, F. H., & Thibault, J. (2014). Separation techniques in butanol production: challenges and developments. *Biomass & Bioenergy*. (Vol. 60), (pp. 222-246) [in English].
6. Issariyakul, T. (2011). Development of biodiesel production process from various vegetable oils. *Thesis of Ph.D.: Division of Environmental Engineering*. Saskatoon, Saskatchewan [in English].

7. Merezhko, N., Tkachuk, V., & Zinchenko, O. (2019). Ekspluatacijni vlastyvoli benzyniv z bagatofunkcional'nymy dobavkamy [Performance properties of gasolines with multifunctional additives]. *Mizhnarodnyj naukovo-praktychnyj zhurnal "Tovary i rynky" – International Scientific and Practical Journal "Commodities and Markets"*, 4 (32), 50-61 [in Ukrainian].
8. Tkachuk, V. V. (2019). Doslidzhennja suchasnyh problem vyrobnyctva al'ternatyvnyh palyv dlja benzynovyh dvyguniv v Ukraini [Research of modern problems of production of alternative fuels for gasoline engines in Ukraine]. *Tovarovnavchij visnyk – Commodity Bulletin*. (Issue 12), (pp. 249-256) [in Ukrainian].
9. Merezhko, N., Tkachuk, V., Rechun, O., Zagoruiko, V., & Priadko, O. (2020). *Infrared spectroscopy of gasolines with addition of ethanol. Advanced Manufacturing Processes (Scopus)*. DOI: 10.1007/978-3-030-40724-7_45 [in English].
10. Merezhko, N., Tkachuk, V., & Romanchuk, V. (2020). Pokrashhennja ekspluatacijnyh vlastyvolej dyzel'nyh palyv dobavkamy riznyh vyrobnykiv [Improving the performance properties of diesel fuels with additives from different manufacturers]. *Visnyk L'viv's'kogo torgovel'no-ekonomichnogo universytetu. Serija: Tehnichni nauky – Bulletin of Lviv University of Trade and Economics. Series: Technical Sciences*, 23, 11-18 [in Ukrainian].
11. Benzyny avtomobil'ni Jevro. Tehnichni umovy [Gasolines for automobiles Euro. Specifications]. *DSTU 7687:2015*. Retrieved from http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=62187 [in Ukrainian].
12. Palyvo dyzel'ne Jevro. Tehnichni umovy [Diesel fuel Euro. Specifications]. *DSTU 7688:2015*. URL: http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTU2/dstu_7688-2015.pdf [in Ukrainian].
13. Fomin, V. N. (2000). *Kvalimetrija. Upravlenie kachestvom. Sertifikacija [Qualitymetry. Quality control. Certification]*. Moscow: JeKMOS [in Russian].
14. Kalejchuk, M. M. (2007). *Kvalimetrija [Qualimetry]*. 5nd. Moscow: Izd-vo MGU [in Russian].